KAYSERİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

GELENEKSEL ADRESE TESLİMAT VE KARGO DOLABI ARACILIĞIYLA TESLİMAT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TALAS İLÇESİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BÜŞRA DEMİR

DANIŞMAN
PROF. DR. NESLİHAN DEMİREL



2025

T.C.
KAYSERİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI TİCARET VE LOJİSTİK ANABİLİM DALI

GELENEKSEL ADRESE TESLİMAT VE KARGO DOLABI ARACILIĞIYLA TESLİMAT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TALAS İLÇESİ ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan
Büşra DEMİR

Danışman
Prof. Dr. Neslihan DEMİREL

Jüri Üyeleri
1. Prof. Dr. Neslihan DEMİREL
2. Prof. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN
3. Prof. Dr. Tuncay ÇELİK

Ağustos 2025
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Büşra DEMİR

İmza

	TEZ İNTİHAL RAPORU TESLİM FORMU	Doküman No	FR-287
		İlk Yayın Tarihi	8/02/2022
		Revizyon Tarihi	-
		Revizyon No	0
		Sayfa No	ii/1

T.C.
Kayseri Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü

Anabilim Dalı : Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Program Adı : Yüksek Lisans
Tez Başlığı : Geleneksel Adrese Teslimat ve Kargo Dolabı Aracılığıyla Teslimat Modellerinin Karşılaştırılması: Talas İlçesi Örneği

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının a) Giriş, b) Ana bölümler ve c) Sonuç kısımlarından oluşan (Kapak, Önsöz, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) toplam 93 sayfalık kısmına ilişkin 22/09/2025 tarihinde ***Turnitin*** intihal programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre tezin benzerlik oranı**: % 11'** dir.

Uygulanan filtrelemeler:

1- Giriş dahil
2- Ana Bölümler dahil
3- Sonuç dahil
4- Alıntılar dahil
5- Kapak hariç
6- Önsöz ve Teşekkür hariç
7- İçindekiler hariç
8- Kaynakça hariç
9- Özet hariç
10- Yedi (7) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Önerisi Hazırlama, Tez Yazma ve Teslim Yönergesini inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim. ……../……./20..…..

Danışman	Öğrenci
Prof. Dr. Neslihan DEMİREL	Büşra DEMİR
İmza	İmza

KILAVUZA UYGUNLUK

"Geleneksel Adrese Teslimat ve Kargo Dolabı Aracılığıyla Teslimat Modellerinin Karşılaştırılması: Talas İlçesi Örneği" başlıklı Yüksek Lisans tezi, Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Büşra DEMİR

İmza

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Neslihan DEMİREL

İmza

Uluslararası Ticaret ve Lojistik ABD Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi Ayhan DURAK

İmza

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof. Dr. Neslihan DEMİREL danışmanlığında **Büşra DEMİR** tarafından hazırlanan **"Geleneksel Adrese Teslimat ve Kargo Dolabı Aracılığıyla Teslimat Modellerinin Karşılaştırılması: Talas İlçesi Örneği"** başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

14 / 08 / 2025

JÜRİ:

Danışman **: Prof. Dr. Neslihan DEMİREL**

Üye **: Prof. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN**

Üye **: Prof. Dr. Tuncay ÇELİK**

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ……...…… tarih ve …… sayılı kararı ile onaylanmıştır.

……. /……../ ……

Doç. Dr. Ahmet TERZİ

İmza

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecim boyunca bilgi, birikim ve tecrübeleri ile eğitim hayatıma ışık tutan, tez yazım süresince sabrını, emeğini ve desteğini esirgemeyen kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Neslihan DEMİREL'e sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde yer alarak değerli katkılarını sunan, yapıcı eleştiri ve önerileriyle çalışmamı zenginleştiren saygıdeğer hocalarım hocalarım Prof. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN ve Prof. Dr. Tuncay ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili eşime, bu yoğun çalışma sürecinde beni cesaretlendirdiği, motive ettiği ve hayatım boyunca her türlü zorluğu aşmamda verdiği sınırsız desteği ve yaptığı fedakârlıklar için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Son olarak, bu yoğun çalışma sürecinde bana göstermiş oldukları anlayış ve özveri için canım aileme teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Büşra DEMİR, Kayseri, 2025

GELENEKSEL ADRESE TESLİMAT VE KARGO DOLABI ARACILIĞIYLA TESLİMAT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TALAS İLÇESİ ÖRNEĞİ

Büşra DEMİR

Kayseri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2025
Danışman: Prof. Dr. Neslihan DEMİREL

ÖZET

Teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi ve dijitalleşmenin günlük yaşama nüfuz etmesinin yanı sıra COVID-19 pandemisi, tüketicilerin alışveriş alışkanlıklarında köklü değişimlere neden olmuştur. Pandemi süresince uygulanan sokağa çıkma kısıtlamaları, sosyal izolasyonun teşviki ve fiziksel temastan kaçınma gereklilikleri, tüketicileri çevrim içi alışverişe yönlendirmiş, bu durum e-ticaret hacmini önemli ölçüde artırmıştır. Özellikle kent merkezlerinde artan son adım teslimatlar; trafik yoğunluğu, emisyon salınımı ve park yeri gibi sorunlarda yükselişe yol açmıştır. Ayrıca zaman baskısı, daha küçük taşıma partileri ve sık teslimat ihtiyacı, teslimat süreçlerinin verimliliğini azaltmış ve yönetimini zorlaştırmıştır. Bu gelişmeler, fosil yakıtlı araçlarla yapılan geleneksel adrese teslimat modelinin sürdürülebilir olmadığını ortaya koymuş; daha çevreci, esnek ve yenilikçi yöntemlere yönelimi hızlandırmıştır. Bu bağlamda, kargo dolapları; başarısız teslimatları azaltması, sabit teslimat noktalarıyla trafik yükünü hafifletmesi ve müşteriye zaman kazandırması gibi avantajlarıyla öne çıkmıştır. Bu tez çalışmasında, sürdürülebilir son adım teslimat yöntemlerinden biri olan kargo dolabı aracılığıyla teslimat modeli ele alınmıştır. Bu kapsamda, son adım teslimat faaliyetleri için geleneksel adrese teslimat ve kargo dolabı ile teslimat için iki ayrı matematiksel model geliştirilmiş ve bir gerçek hayat problemi üzerinde çözülmüştür. Sonuçlar, kargo dolabı aracılığıyla teslimatın son adım teslimat faaliyetleri açısından geleneksel adrese teslimat modeline göre üstün olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular, kargo dolaplarının kent içi lojistikte stratejik bir çözüm sunduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Son adım teslimat, Kargo dolabı, Yer seçimi problemi, Matematiksel model.

COMPARISON OF TRADITIONAL HOME DELIVERY AND PARCEL LOCKER DELIVERY MODELS: THE CASE OF TALAS DISTRICT

Büşra DEMİR

Kayseri Üniversity Institute of Graduate Education
Master Thesis, August 2025
Thesis Advisor: Prof. Dr. Neslihan DEMİREL

ABSTRACT

In addition to rapid technological advances and the penetration of digitalization into daily life, the COVID-19 pandemic has caused fundamental changes in consumer shopping habits. During the pandemic, lockdown restrictions, the encouragement of social isolation, and the necessity to avoid physical contact steered consumers towards online shopping, significantly boosting e-commerce volume. This surge in last-mile deliveries, especially in urban centers, has led to increased problems such as traffic congestion, emission output, and parking difficulties. Furthermore, time pressure, smaller delivery batches, and the demand for frequent deliveries have diminished the efficiency of delivery processes and complicated their management. These developments have revealed the unsustainability of the traditional fossil-fuel-powered home delivery model, accelerating the shift towards more environmentally friendly, flexible, and innovative methods. In this context, parcel lockers have emerged as a prominent solution, offering advantages such as reducing failed deliveries, alleviating traffic burdens through fixed delivery points, and saving customers time. This thesis examines the delivery model via parcel lockers, one of the sustainable last-mile delivery methods. Within this scope, two separate mathematical models were developed for traditional address delivery and parcel locker delivery for last-mile delivery activities and solved on a real-life problem. These models were then applied and solved using a real-world problem. The results demonstrated that delivery via parcel lockers is superior to the traditional home delivery model in terms of last-mile delivery operations. The findings highlight that parcel lockers offer a strategic solution for urban logistics.

Keywords: Sustainability, Last-mile delivery, Parcel locker, Location problem, Mathematical model.

İÇİNDEKİLER

GELENEKSEL ADRESE TESLİMAT VE KARGO DOLABI ARACILIĞIYLA TESLİMAT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TALAS İLÇESİ ÖRNEĞİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ..... **i**
TEZ İNTİHAL RAPORU TESLİM FORMU ..... **ii**
KILAVUZA UYGUNLUK ..... **iii**
KABUL VE ONAY TUTANAĞI ..... **iv**
TEŞEKKÜR ..... **v**
ÖZET ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xv**
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ ..... **xvi**
GİRİŞ **1**

BİRİNCİ BÖLÜM
LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

1.1. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi 3
1.2. Kavramsal Açıdan Lojistik ve Lojistik Yönetimi 5
1.2.1. Lojistik Süreçler 12
1.3. Temel Lojistik Faaliyetler 17
1.3.1. Kuruluş Yeri Seçimi 18
1.3.2. Talep Tahmini 20
1.3.3. Taşıma 21
1.3.4. Depolama 33
1.3.5. Stok Yönetimi 35
1.3.6. Sipariş İşleme 35
1.3.7. Elleçleme 36

1.3.8. Ambalajlama 37
1.3.9. Satın Alma 38
1.3.10. Müşteri Hizmet Düzeyi 39
1.3.11. Üretim Planlama 39
1.3.12. Sigortalama ve Gümrükleme 40

İKİNCİ BÖLÜM
SON ADIM LOJİSTİK KAVRAMI

2.1. Son Adım Lojistiğin Tanımı ve Kapsamı 41
2.2. Son Adım Lojistiğin E-Ticaretteki Yeri ve Önemi 46
2.3. Geleneksel Son Adım Adrese Teslimat Yöntemi 49
2.4. Yenilikçi Son Adım Teslimat Yöntemleri 50
2.4.1. Kitle Kaynak Kullanımı 51
2.4.2. Tıkla &Topla (Click & Collect-C&C) 54
2.4.3. Teslim Alma Noktası (Pick-up Point- PP) 54
2.4.4. Teslim Alma-Bırakma Noktası (Pick-up Drop-off –PUDO Point) 55
2.4.5. Kargo Dolabı (Parcel Locker) ile Teslimat 56
2.4.6. Araç İçi Teslimat (In-car Delivery) 58
2.4.7. Kargo Bisikleti 58
2.4.8. Drone Teslimatı 59
2.4.9. Otomatik Yönlendirmeli Araç (AGV) 62
2.4.10. Resepsiyon Kutusu 63

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
LİTERATÜR TARAMASI

3.1. Son Adım Teslimat 64
3.2. Kargo Dolabı ile Teslimat 67

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
GELENEKSEL ADRESE TESLİMAT VE KARGO DOLABI ARACILIĞIYLA TESLİMAT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TALAS İLÇESİ ÖRNEĞİ

4.1. Geleneksel Adrese Teslimat ve Kargo Dolabı ile Teslimat 71
4.2. Problemin Tanımı: Geleneksel Adrese Teslimat 71
4.2.1. Matematiksel Model I 72

4.3. Problemin Tanımı: Kargo Dolabı ile Teslimat 74
4.3.1. Matematiksel Model II 75
4.4. Örnek Problem 78
4.4.1. Sonuçlar 80

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ

KAYNAKÇA 85
EKLER 97
TEZ İNTİHAL RAPARU 106
ETİK KURUL ONAYI 109
ÖZGEÇMİŞ 110

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Kısaltmalar

3PL : 3. Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcı

4PL : 4. Parti Lojistik Hizmet Sağlayıcı

AGV : Otomatik Yönlendirilmiş Araç

AR-GE : Araştırma ve Geliştirme

AS/RS : Bir otomatik stoklama ve erişim sistemidir.

ATP : Avaible-to-promise (Söz Vermeye Hazır)

AVM : Alışveriş Merkezi

B2C : İşletmeden Tüketiciye

C&C : Click & Collect (Tıkla – Topla)

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemi

CO_2 : Karbondioksit

CSCMP : Tedarik Zinciri Profosyonelleri Konseyi

CTP : Capable-to-promise (Söz Verme Yeteneği)

DHL : Dalsey, Hillblom ve Lynn (Amerika merkezli bir Alman lojistik şirketidir.)

DTO : Deniz Ticaret Odası

ECR : Etkin Tüketici Yanıtı

EDI : Elektronik Veri Değişimi

FT : İngilizce ölçü birimi feet'in kısaltması

GPS : Küresel Konumlandırma Sistemi

IMO : Uluslararası Denizcilik Örgütü

ISO : Uluslararası Standardizasyon Örgütü (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)

JIT : Tam Zamanında (Just-In-Time)

KKK : Kitle Kaynak Kullanımı

KKL : Kitle Kaynak Lojistiği

Km : Kilometre

LHS : Lojistik Hizmet Sağlayıcı

LPG : Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

M.Ö. : Milattan Önce

M.S. : Milattan Sonra

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

MTZ : Alt Tur Engelleme Kısıtı (Miller-Tucker-Zemlin)

Örn. : Örneğin

PP : Teslim Alma Noktası

PUDO : Teslim Alma – Bırakma Noktası

QR : Karekod (Hızlı Yanıt)

R-AGV : Otoyol Tabanlı Otonom Teslimat Robotu

Ro-ro : Roll On Roll Of (Tekerlekli araç taşımacılığında kullanılan bir gemi türüdür.)

S-AGV : Kaldırım Tabanlı Otonom Teslimat Robotu

T.C. : Türkiye Cumhuriyeti

TCDD : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

TDİ : Türkiye Denizcilik İşletmeleri

TEU : 1TEU 20 feet'lik konteyneri ifade etmektedir. (Konteyner kapasitesi için kullanılan bir birimdir.)

TL : Türk Lirası

TUİK : Türkiye İstatistik Kurumu

ULCV : Ultra Large Container Vessel (Ultra Büyük Konteyner Gemisi)

UPS : United Parcel Service (Çok uluslu bir taşıma ve tedarik zinciri yönetim şirketidir.)

VLOC : Dünyanın en büyük dökme kuru yük gemisi

WTO : Dünya Ticaret Örgütü

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi 5
Tablo 1.2. İleri Lojistik ve Tersine Lojistiğin Karşılaştırılması 15
Tablo 1.3. İleri ve Tersine Lojistik Maliyetlerinin Karşılaştırılması 16
Tablo 1.4. Tersine Lojistik Ağ Faaliyetleri 16
Tablo 1.5. Temel Lojistik Faaliyetler 18
Tablo 1.6. Lojistik Faaliyetlerin Sınıflandırılması 18
Tablo 1.7. Taşıma Modları 22
Tablo 1.8. Karayolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları 23
Tablo 1.9. Türkiye'nin Dahil Olduğu Uluslararası Karayolları Ağları 24
Tablo 1.10. En işlek İlk 10 Uluslararası Limanlar 26
Tablo 1.11. Denizyolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları 27
Tablo 1.12. Konteyner Gemilerinin Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması 28
Tablo 1.13. Yurtdışı Bağlantılı Hatlarda Denizyolu ile Taşınan Araç Sayısı, Ocak-Ekim 2023 30
Tablo 1.14. Demiryolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları 31
Tablo 1.15. Havayolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları 32
Tablo 1.16. Boru Hattı Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları 33
Tablo 1.17. Taşıma Modlarının Bazı Faktörlere Göre Sıralaması 33
Tablo 1.18. Elleçleme Ekipmanları ve Özellikleri 37
Tablo 1.19. Müşteri Memnuniyetini Oluşturan Faktörler 39
Tablo 2.1. Taraflarına Göre E-ticaret Türleri 46
Tablo 2.2. E-Ticaretin Taraflara Sağladığı Avantaj ve Dezavantajlar 47
Tablo 2.3. Geleneksel Lojistik ve E-Lojistiğin Karşılaştrılması 48
Tablo 2.4. Son Adım Lojistikte Kullanılan Yenilikçi Teslimat Yöntemleri 50
Tablo 2.5. Kitle Kaynak Lojistiğinin Unsurları 52
Tablo 2.6. Kitle Kuryelerin Kitle Kaynak Lojistiğine Katılma İsteklerini Azaltan Nedenler 53
Tablo 2.7. Kargo Dolabı ile Teslimatın Avantaj ve Dezavantajları 57
Tablo 2.8. E-Ticaret ve Lojistik İşletmelerinin Drone Deneyimleri 60
Tablo 2.9. Son Adım Teslimatta Drone ve Geleneksel Adrese Teslimat Aracı (Van) Karşılaştırılması 60
Tablo 2.10. Drone Teslimatının Avantajları ve Dezavantajları 61

Tablo 4.1. Matematiksel Model I için Notasyonlar 72
Tablo 4.2. Matematiksel Model II için Notasyonlar 75
Tablo 4.3. Çözüm Sonuçları 80
Tablo 4.4. Sonuçların Karşılaştırılması 82

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Lojistiğin Yedi Doğrusu 7
Şekil 1.2. Lojistik Yönetiminin Girdi ve Çıktıları 8
Şekil 1.3. Lojistiğin Prensipleri 9
Şekil 1.4. Tedarik Zinciri Üyeleri ve Üyeler Arası Akışlar 11
Şekil 1.5. Lojistik Süreçler 12
Şekil 1.6. Sürdürülebilirliğin Boyutları 13
Şekil 1.7. Sürdürülebilirliğin Boyutları ve Amaçları 14
Şekil 1.8. Kuruluş Yeri Seçimi Kararları ve Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörler 19
Şekil 1.9. 2022-2023 Yılı Karayolları Genel Müdürlüğü Sorumluluğundaki Yol Ağında Yıllık Taşıt-km, Yolcu-km ve Ton-km Değerleri 24
Şekil 1.10. TCDD Tarafından Özelleştirilen ve İşletilen Limanlar 27
Şekil 1.11. TDİ Tarafından Özelleştirilen ve İşletilen Limanlar 27
Şekil 1.12. Depo Sayısı ve Müşteri Hizmet Düzeyi İlişkisi 34
Şekil 2.1. Şehir Lojistiğinin Çerçevesi 42
Şekil 2.2. Son Adım Lojistiğin Kargo Dağıtımındaki Yeri 42
Şekil 2.3. Dünya Genelinde Ulaşım Ağlarının Sera Gazı Emisyon Oranları 44
Şekil 2.4. Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları, Dünya 45
Şekil 2.5. Geleneksel Adrese Teslimat Yöntemi 49
Şekil 2.6. Son Adım Teslimatlarda Kitle Kaynak Lojistiğinin Kullanımı 52
Şekil 4.1. Örnek Problem Bileşenleri 79
Şekil 4.2. Açılma Kararı Verilen Kargo Dolapları 81

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 2.1. Kargo Dolabı Örnekleri.....57
Fotoğraf 2.2. Drone Teslimatı.....59
Fotoğraf 2.3. UPS Drone ve Teslimat Kamyonu.....61
Fotoğraf 2.4. AGV Türleri.....62

GİRİŞ

Her geçen gün daha çok gelişme kaydeden teknoloji, doğrudan veya dolaylı olarak pek çok sektörü etkilemekte ve gelişimlerini desteklemektedir. Bu alanlardan biri de şüphesiz e-ticaret sektörüdür. Son yıllarda çevrim içi alışverişe olan ilginin artmasıyla birlikte teslimat sayılarında da gözle görülür bir artış yaşanmış; bu durum da sektördeki ilginin "son adım lojistik" ve/veya "son adım teslimat" kavramları üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Kullanılan son adım teslimat yöntemi, firmalara rekabet avantajı sağlamasının yanında çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Temelde müşteri memnuniyetine odaklanması nedeniyle kritik öneme sahip olan son adım lojistik faaliyetleri, aynı zamanda e-lojistik içerisinde maliyet baskısının en yoğun hissedildiği nokta olarak dikkat çekmektedir.

E-ticaret tüketicilerinin büyük bir çoğunluğunun, son adım teslimat süreçlerinde halen geleneksel adrese teslimat yöntemine yönelmesinin temelinde; bu yöntemin ek bir yolculuk gerektirmeden kullanıcılara zaman tasarrufu sağlaması gibi avantajlar yer almaktadır. Ancak bu tercih, e-ticaret hacminin büyümesiyle birlikte şehir içi teslimat trafiğini yoğunlaştırmakta ve dolayısıyla kent içi ulaşım sistemlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Artan sipariş ve iade sıklığı nedeniyle teslimat araçlarının şehir içinde uygun park alanı bulması her geçe gün zorlaşmakta, bu da lojistik hizmet sağlayıcıların (LHS) teslimatları zamanında gerçekleştirmesini güçleştirmektedir. Bunun yanı sıra küçük partiler halinde sık sık dağıtıma çıkan teslimat araçları, sürdürülebilirlik açısından önemli bir tehdit olarak görülmektedir. Geleneksel adrese teslimat araçlarına bakıldığında, araçların birçoğunun dizel veya benzin gibi fosil yakıtlar kullanması nedeniyle yüksek miktarda emisyon ürettiği görülmektedir. E-ticarette geleneksel adrese teslimat yönteminin tercih edilmesi, müşteriye ulaştırılan her siparişte atmosfere salınan sera gazı emisyonlarının artmasına yol açmakta ve bu durum, sürdürülebilir bir gelecek için karbon emisyonlarını azaltmak adına alınan önlemlerin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir.

Bu problemlerin önüne geçmek amacıyla, fosil yakıt kullanımına sahip olan geleneksel teslimat araçlarına (van) alternatif olarak elektrikli araçların kullanımının yaygınlaştırılması çözüm önerileri arasında yer almaktadır. Ayrıca, alıcının evde bulunmasını zorunlu kılan geleneksel adrese teslimat yönteminin, hem müşteri hem de LHS'ler bakımından esneklik ve verimlilik açısından sınırlamalar yaratmaktadır. Teslimat sırasında alıcıların evde bulunmaması gibi durumların firmalara yüksek maliyet yaratması, bu yöntemin önemli dezavantajlarından biridir. Başarısız teslimat yapan her geleneksel teslimat aracının gereksiz sera gazı salınımına sebep olduğu da yadsınamayacak bir gerçekliktir. Bu doğrultuda, müşteri ve LHS'ler açısından birçok dezavantajı bulunan geleneksel adrese teslimat yönteminin yerine, müşterinin teslimat sürecine aktif olarak katıldığı; örneğin, toplama merkezleri, gel al noktaları, kargo dolapları gibi alternatif modellerin tercih edilmesi; hem teslimat sürecinde esneklik sağlamakta hem de sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda olumlu katkılar sunarak çevresel etkilerin, özellikle de karbon ayak izinin azaltılmasına olanak tanımaktadır. Bu tez çalışmasında son adım teslimatta geleneksel adrese teslimat yöntemi ile ev dışı teslimat yöntemlerinden biri olan kargo dolabı aracılığıyla teslimatın karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma yapılmış ve iki yönteme ilişkin geliştirilen matematiksel modeller, operasyonel maliyetler ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmiştir.

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde lojistik yönetimine genel bir giriş yapılmış ve temel lojistik faaliyetler ele alınmıştır. İkinci bölümde son adım lojistik kavramına değinilmiş ve son adım lojistikte kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin sürdürülebilirlik ile ilişkisi incelenmiştir. Üçüncü bölümde son adım lojistik kavramı ile kargo dolabı teslimatına ilişkin literatür taraması ayrı başlıklar altında sunulmuştur. Dördüncü bölümde geleneksel adrese teslimat yöntemi ile kargo dolaplı teslimatın karşılaştırılmasına yönelik iki ayrı matematiksel model geliştirilmiş ve bu modeller opersayonel maliyetler ile sürdürülebilirlik açısından analiz edilmiş, geliştirilen modeller örnek problem üzerinde çözülerek elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur. Beşinci ve son bölümde ise elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve gelecekte yapılacak çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

LOJİSTİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ

1.1. Lojistiğin Tarihsel Gelişimi

Eski çağlarda yaşayan insanların avcılık ve toplayıcılık yapabilmek için geliştirdikleri birtakım düzenekler ve tekerleğin icat edilmesiyle birlikte ortaya çıktığı savunulan lojistik kavramının başlangıcı bazı kaynaklarda, askeri alanda personelin taşınması ve ordulara ait silah, araç, yakıt, mühimmat gibi malzemelerin tedarik edilmesi, taşınması, elleçlenmesi ve depolanması gibi ihtiyaçların karşılanması olarak ele alınmaktadır. İnsanoğlunun doğuşuyla birlikte varlığını sürdürmeye başlayan lojistik kavramı, günümüzdeki kadar geniş bir perspektiften ele alınmamasından dolayı tarihsel sürecinin başında, en dar anlamıyla "ulaştırma" olarak tanımlanmıştır. Sanayi devrimi, insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri olan varlığını sürdürme olgusuyla beraber gelişen lojistiğin günümüzdeki haline gelişinde kritik bir rol oynamış ve lojistiğin iş dünyasında da zamanla bir faaliyet olarak ele alınmasına imkân sağlamıştır. Üretim aşamasında da varlığı ile dikkat çeken lojistik, ürün veya hizmetin başlangıç noktasından ürünün tüketildiği son noktaya ulaştırılmasına kadar olan sürecin yönetilmesi şeklinde gelişmiştir. Günümüzde lojistik yalnızca ürünlerin müşterilere ulaştırılmasıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda tüketim noktalarından başlangıç noktalarına doğru olan geri dönüş süreçlerini de kapsayan tersine lojistik faaliyetlerinin de etkin bir şekilde ele alınmasını gerektiren bir sektör olarak öne çıkmaktadır.

Literatürde, lojistik konusunda üç farklı dönemin dikkate alındığı görülmektedir. Bu dönemler;

Parçalanma Dönemi (1960-1980): İşletmelerin lojistik faaliyetlerinin bir kısmını kendi bünyelerinde yaparken, bir kısmını da dışarıdan yardım alarak yaptığı dönemi kapsamaktadır. Bu dönemde lojistik faaliyetler birbirinden bağımsız bir şekilde yapılmaktadır.

Birleşme Dönemi (1980-2000): Bu dönemde lojistik faaliyetler, üretim aşamasını geçmiş ürünlerin müşterilere/tüketicilere ulaştırılmasını içeren fiziksel dağıtım ve malzeme yönetimi (üreticilerin ihtiyaç duydukları hammadde, yarı mamul vb. malzemelerin kontrolü) olmak üzere iki kavram üzerinde yoğunlaşmıştır.

Toplam Bütünleşme Dönemi (2000 ve Sonrası): Günümüzde halen devam etmekte olan bu süreç, diğer iki dönemde uygulanan faaliyetlerin tümünün tek bir çatı altında toplanmış halidir. Bütünleşik lojistik olarak da bilinen bu dönemin temel amacı, tüm lojistik faaliyetlerinin uyumlu ve bütünleşik bir şekilde işleyişinin sağlanmasıdır.

Tarihte kazanılan savaşlara bakıldığında, lojistik faaliyetlerin yeterli düzeyde planlanması ve etkili bir biçimde yürütülmesinin zaferde belirleyici ve kritik bir rol oynadığı görülmektedir. Özellikle II. Dünya Savaşı sonrasında yaygınlık kazanan lojistik kavramı, tarihsel sürecinin başında ağırlıklı olarak askeri alanlarda kullanılmaktaydı. İşletmelerde ticari alanda kullanımına ise 1960'lı yıllara dayanmaktadır. Zaman içinde teknolojik gelişmelerle parelel olarak lojistik anlayışı evrilmiş, taşıma ve nakliye gibi çeşitli alanlarda daha yaygın şekilde kullanılmaya başlanmış ve kapsamı önemli ölçüde genişlemiştir. Genellikle bir ürünün/hizmetin üretim ve tüketim noktaları arasındaki iş akışının etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesini ifade eden lojistik; süreç içerisindeki siparişlerin işlenmesi, satın alma işlemleri, stok takibi, depolama, ambalajlama, elleçleme, dağıtım, sigortalama ve gümrükleme gibi pek çok faaliyeti de bünyesinde barındırmaktadır.

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte giderek dikkat çeken e-ticaretin sürekli olarak değişmesi ve inovasyon kavramının da işletmelerin ticari faaliyetlerinde yerini alması, lojistik faaliyetlerin tedarik zinciri yönetimine doğru evrilmesine yol açmış ve ürünün hammadde olarak var olmasından müşteriye ulaştırıldığı son noktaya kadar olan tüm sürecin bütünsel olarak ele alınmasına ve izlenmesine olanak sağlamıştır.

Lojistiğin tarihsel gelişimi, M.Ö. dönemde Mısır piramitlerinin inşasında kullanılan inşaat malzemelerinin taşınmasıyla başlamış olup, bu gelişim süreci, Tablo 1.1'de ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Tablo 1.1. *Lojistiğin Tarihsel Gelişimi (Constantin, 2015; Cuturela & Monole, 2013)*

Tarih	Lojistiğin Gelişim Sürecinde Yapılan Faaliyetler
M.Ö. 2700'ler	Mısır piramitlerinin yapımı için inşaat malzemelerinin elleçlenmesi.
M.Ö. 300'ler	Devrim yaratan Yunan kürek gemileri.
M.S. 700'ler	Kurtuba Camii inşasında kullanılan sütunların tedariki islam dünyasının her yerinden İspanya'ya doğru yapıldı.
1200'ler	Deniz seyahatini daha güvenli hale getirmek ve yurt dışındaki ticari çıkarların temsil edilmesi için Kuzey Denizi'nde "Hamburg-Almanya Hansa Birliği" kuruldu.
1500'ler	İlk posta gönderimi Avrupa'da yapıldı. Mektuplar Paris, Gent, İspanya ve Viyana İmparatorluk Mahkemesi gibi yerlere ulaştırıldı.
1800'ler	Kara yolu taşımacılığının ve demir yolunun keşfi.
1940'lar	II. Dünya Savaşı boyunca askeri lojistik alanında gelişmeler olmuş ve lojistik giderek önem kazanmıştır. Ayrıca iş dünyasında da lojistik kavramının varlığı konuşulmaya başlanmıştır.
1950'ler	İş dünyasındaki firmalar lojistik kavramını kullanmaya başlamışlardır. 1956'da konteyner icat edilmiş ve uluslararası ticaret hız kazanmıştır.
1960'lar	Bu yıllarda satın alma ve üretim faaliyetlerinin birleşmesi, malzeme yönetimi kavramını ortaya çıkarmıştır.
1960 – 1970'ler	Ulaştırma birimi ortaya çıkmıştır. Ayrıca lojistik, sadece fiziksel dağıtım ve envanter yönetimiyle ilgilenmenin yanında ulaşım, toplu taşıma, alanlarıyla da ilgilenmeye başlamıştır. 1970'li yıllarda modern lojistik kavramı gündeme gelmiştir.
1980'ler	Toyota şirketi tarafından kanban ve Just In Time (JIT) kavramları geliştirilmiştir.
1990'lar	Ulaşıma, yolcu ve yük taşımacılığı da dâhil olmuştur. 1990'lı yılların ortalarında e-lojistik kavramı ortaya çıkmıştır. QR ve ECR Teknolojileri geliştirilmiştir.
2000 – 2010'lar	Lojistik faaliyetlerin kapsamı daha da genişlemiş ve depolama, stok yönetimi, ambalajlama, elleçleme, satın alma, üretim planlama, taşıma gibi birçok konu lojistik faaliyetleri oluşturmuştur.
Günümüz	Lojistik, tedarik zinciri içerisindeki bütün aşamaları içermektedir.

1.2. Kavramsal Açıdan Lojistik ve Lojistik Yönetimi

Lojistik kavramının Latin dilinde "logic" (mantık) ve "statistics" (istatistik) kelimelerinin bir araya gelmesinden, başka bir görüşe göre ise Yunanca dilindeki "hesap yapma bilimi", "hesap yapma becerisi" anlamını taşıyan "logistikos" kelimesinden türediği söylenmektedir (Yalvaç, 2021). Tarihi çok eskilere dayanan lojistik kavramının literatürde birçok farklı tanımı bulunmaktadır.

Lojistik kavramı ilk olarak askeri ve savaş alanlarında ordulara ait malzeme ve personelin taşınması veya tedarik, bakım ve yenilenme gibi ihtiyaçların karşılanması faaliyetlerini içeren askeri bir fonksiyonu tanımlamak amacı ile kullanılmış, geçmişten bu yana yaşanan teknolojik ve ekonomik gelişmelerin lojistiğe olan ilgiyi artırması sonucunda

lojistiğin kullanım alanını genişlemiş, buna bağlı olarak da lojistiğin tanımı ve kapsamı sürekli olarak değişikliğe uğramıştır.

Günümüzde, lojistik kavramı yerine "işletme lojistiği", "dağıtım yönetimi", "lojistik yönetimi", "tedarik zinciri yönetimi", "malzeme yönetimi" gibi kavramlar da sıklıkla kullanılmaktadır. Aslında tüm bu tanımlamaların ortak noktası; sürecin, ürün ve malzemelerin çıkış noktasından müşteriye/tüketiciye doğru akışının planlanması ve yönetimi ile ilişkili olmasıdır. Babacan (2003), lojistiği genel olarak üretim ve tüketim noktaları arasında akışı sağlayan lojistik faaliyetleri (depolama, elleçleme, paketleme, dağıtım, sigorta vb.) kapsayan bir kavram olarak tanımlamaktadır.

Lojistik, kavram olarak genellikle nakliye, taşıma ve ulaştırma faaliyetleri şeklinde bilinse de aslında firmaların/işletmelerin kuruluş yeri seçimi, talep tahmini, depolama, satın alma, sipariş işleme vb. gibi çeşitli faaliyetlerini de bünyesinde barındıran geniş kapsamlı bir kavramdır ve tüm bu faaliyetlerin planlı ve birbirleriyle entegreli bir şekilde gerçekleşmesini amaçlayan bir lojistik yönetimini gerektirmektedir.

Bir diğer tanımda ise lojistik, siparişlerin etkin maliyetle yerine getirilmesi yoluyla mevcut ve gelecekteki karlılığı en üst seviyeye çıkaracak biçimde organizasyon ve pazarlama kanalları vasıtasıyla malzemelerin, parçaların veya nihai ürünlerin taşınması ve depolanmasının stratejik biçimde yönetilmesi olarak açıklanmıştır (Cristopher, 2011).

Literatürde yaygın olarak kullanılan ve kabul görmüş en genel tanım ise Tedarik Zinciri Profesyonelleri Konseyi (CSCMP) tarafından yapılmıştır:

> *"Tüketici taleplerini karşılamak üzere her türlü mal, hizmet ve bilgi akışının ve hammaddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki hareketinin ve süreç içi envanterin etkin, verimli ve en az maliyetli olacak şekilde akışının ve depolanmasının sağlanması, kontrol edilmesi ve planlanması sürecidir."*

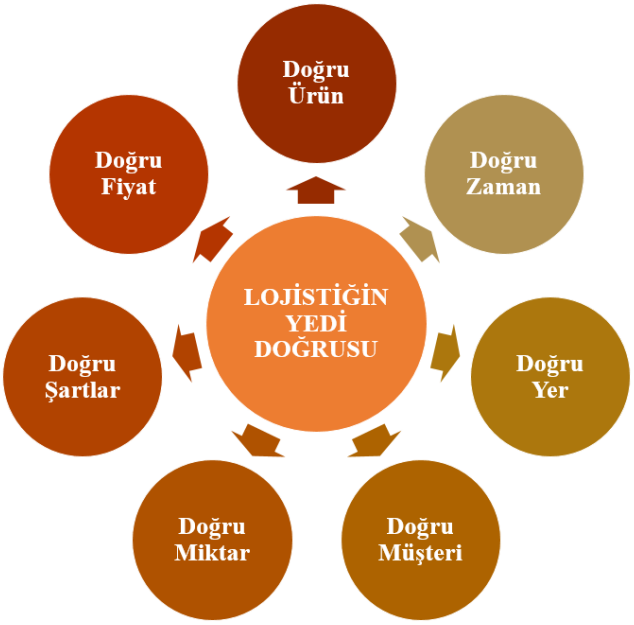
Giderek gelişen dünyada küreselleşme olgusunun ortaya çıkmasıyla birlikte lojistik kavramı, ekonomik faaliyetlerin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Uluslararası ticaretin önündeki sınırların azalması, ticaretin yapısını köklü şekilde değiştirerek işletmelerin uluslararası pazarlara uyum sağlaması ve yeni stratejiler geliştirmesini zorunlu kılmıştır. Bu süreçte, üreticiler yalnızca coğrafi yakınlıktaki tedarikçilere bağımlı

kalmaktan çıkarak, dünya genelinde çeşitli tedarikçilerle iş birliği yapabilme ve ürünlerini küresel ölçekteki pazarlara ulaştırma imkânına kavuşmuşlardır.

Küreselleşme ve teknolojik gelişmeler neticesinde lojistik sektöründe yoğun rekabet ortamı oluşmaya başlamıştır. Bu durumda müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılama konusunda bu gelişmelere ayak uydurmak zorunda kalan işletmelerin bir yandan rekabet avantajı elde edebilmek için çaba sarf etmesi diğer yandan üretimin sürekliliğini sağlamak için gayret etmesi gerekmektedir (Gülenç ve Karagöz, 2008). İşletmeler bunu başarabilmek için tüketicilere hem düşük maliyetli ve kaliteli ürünler sunmalı hem de güvenilir ve hızlı teslimat gerçekleştirmelidir. Bu noktada lojistik sektörü büyük önem arz etmektedir (Kişman ve Aydın, 2020). Küçük (2012), lojistiği; "Günümüzde, tedarik işlevinin yerini almış olan, tedarik ile beraber, üretim aşamasında ve bitmiş ürünün müşteriye ulaştırılması sürecinde, her türlü ürün, bilgi ve para akışının yönetilmesi ve kayıtların tutulması ile ilgili bir firma fonksiyonu" olarak tanımlamaktadır.

Lojistik kavramı ile ilgili tüm tanımlamalara bakıldığında, lojistiğin ihtiyaç duyulduğu ve kullanıldığı alanlara göre birçok farklı şekilde ve anlamda ele alındığı görülmektedir. Genel bir çerçeveden baktığımızda ise lojistiğin temel amacının; doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru miktar ve şartlarda, doğru fiyat ile doğru müşteriye sunulması olduğu görülmektedir. Lojistiği tanımlamak için de kullanılan bu amaç literatürde "lojistiğin yedi doğrusu (seven rights)" olarak ele alınmaktadır.

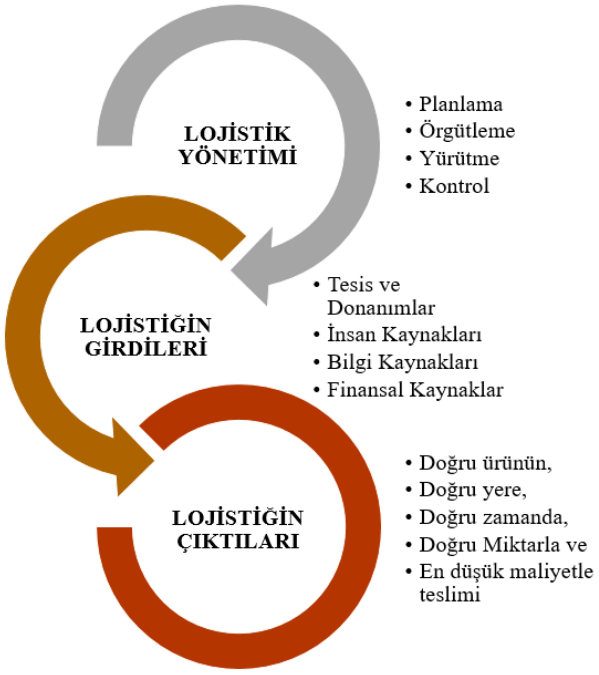
Şekil 1.1. *Lojistiğin Yedi Doğrusu*



Lojistik kavramı dış ticaret bağlamında kullanıldığında, anlamı belirli bir çerçeveyle sınırlandırılmaktadır. Bu durum, lojistiğin genel ve geniş tanımının aksine, dış ticaretteki özel uygulama alanlarına odaklanmasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda lojistik; belirli bir bedel karşılığında müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak nihai bir ürünün ihracatçı ülkedeki üretim yerinden, ithalatçı ülkedeki tüketim noktasına ulaştırılmasını sağlayan tüm faaliyetler ve bunların yönetimi şeklinde ifade edilmektedir (Koban ve Keser, 2008)

Lojistik yönetimi müşteri isteklerinin en verimli biçimde yerine getirilebilmesi için tüm lojistik faaliyetlerin yönetilmesi sürecidir (Schönsleben, 2016). Lojistik yönetimi tedarik zincirinin temel bir bileşeni olarak; zincirdeki her türlü ürün, hizmet ve bilgi akışlarının ayrı ayrı değil, hammaddenin hammaddeden nihai tüketiciye kadar olan sürecin tamamını kapsayacak şekilde bütüncül, maliyet etkin ve en uygun zamanda olacak şekilde tek bir sistemde koordineli biçimde planlanmasını hedeflemektedir.

Şekil 1.2. *Lojistik Yönetiminin Girdi ve Çıktıları (Çancı ve Erdal, 2009)*

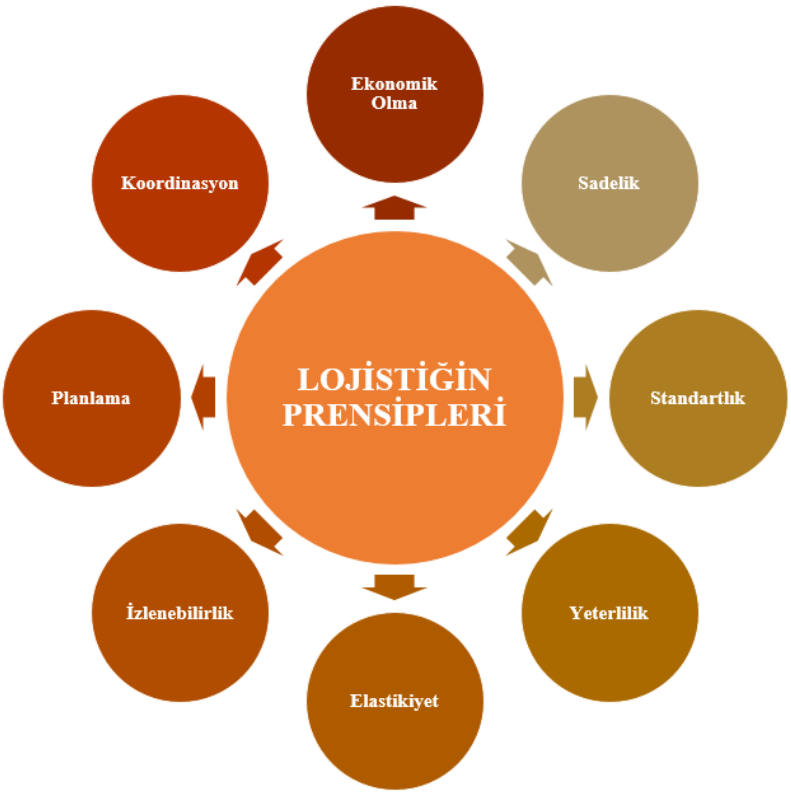


Lojistik yönetimi, genel olarak iki temel bileşene ayrılmaktadır; fiziksel dağıtım ve malzeme yönetimi. Fiziksel dağıtım, ürünlerin üretim sürecinden çıkıp müşteriye (son kullanıcıya) ulaştırılmasına kadar geçen aşamalardaki faaliyetleri kapsar. Bu kapsamda; ürünlerin depolanması, yükleme ve boşaltma, siparişlerin taşınması, stok düzeylerinin izlenmesi ve planlaması, siparişlerin işlenmesi ve teslimi, gibi işlemler yer alır. Diğer

yandan, malzeme yönetimi, üretim öncesinde gerekli hammadde ve yarı mamullerin tedarikçilerden temin edilerek üretim alanlarına ulaştırılmasını ve bu süreçte yürütülen envanter yönetimi, satın alma, taşıma, depolama ve kalite kontrol gibi işlevleri içermektedir.

Lojistik faaliyetlerin etkin bir biçimde yürütülebilmesi için, çeşitli sektörlerde (örneğin; savunma, üretim, hizmet gibi) geçerli olan bazı temel ilkeler geliştirilmiştir. Bu sektörler farklı uygulama biçimlerine sahip olsa da, özünde benzer bir yaklaşımı yansıtmaktadırlar. Milli Eğitim Bakanlığı'nın Lojistik Yönetimi modülünde de belirtildiği üzere, bu lojistik prensipler, uygulayıcılara yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır (MEB, 2011). Söz konusu prensipler Şekil 1.3'te gösterilmektedir.

Şekil 1.3. *Lojistiğin Prensipleri*



Ekonomik olma prensibi, kaliteli bir ürünün mümkün olan en düşük maliyetle üretilmesini hedeflemektedir. Kıt kaynaklarla sınırsız ihtiyaçların karşılamada yetersiz olacağından, önceliklerin belirlenip kaynakların buna göre tahsis edilmesi ile ekonomi faktörüne maliyet ve zaman faydası sağlanacağı unutulmamalıdır (Erturgut, 2021).

Sadelik prensibinde, faaliyetlerin etkin, hızlı ve hatasız bir şekilde yürütülebilmesi için süreçlerin gereksiz karmaşıklıktan arındırılması esas alınmaktadır. Basit ve anlaşılır süreçler sayesinde operasyonel hatalar en aza indirilebilmekte, zaman ve maliyet açısından avantaj sağlanmakta, aynı zamanda müşterilere daha hızlı hizmet sunulabilmektedir.

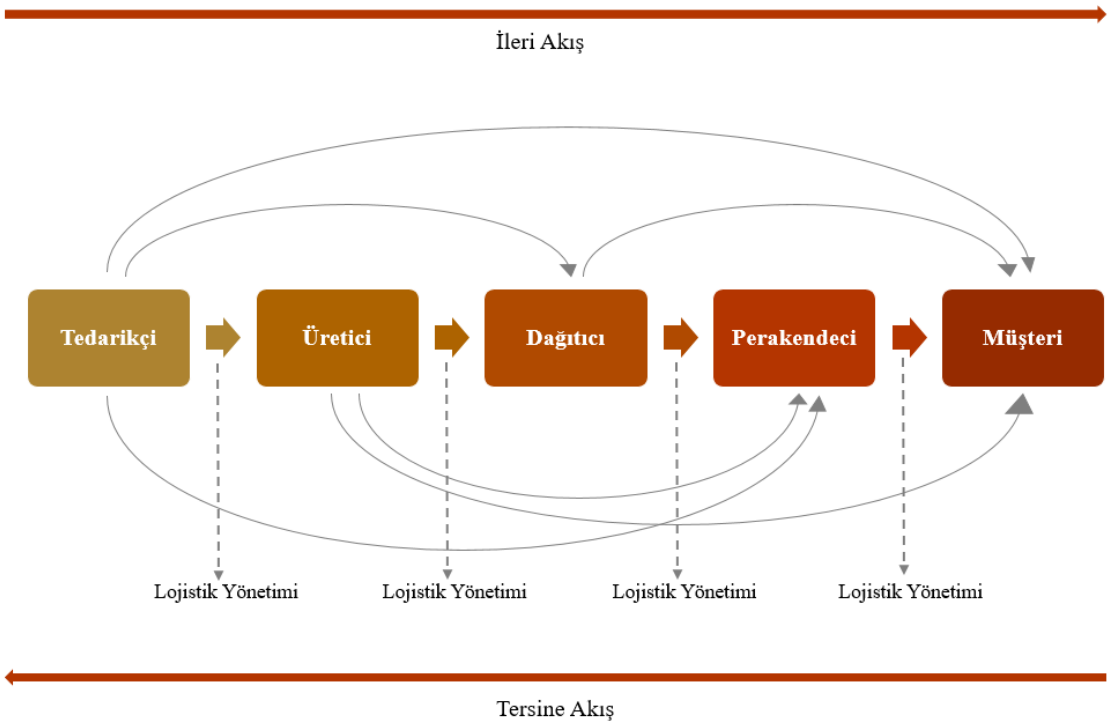
Koordinasyon prensibi, tedarik zincirindeki çoklu tedarikçi ve müşteri yapısı içerisinde lojistik faaliyetlerin birbirleriyle uyumlu ve entegre bir şekilde yürütülmesini gerektirmektedir. Birden fazla müşteri ve tedarikçinin yer aldığı bu yapı içinde, lojistik süreçlerin koordineli ilerlemesi işletmeler için son derece önemli bir konudur. Çünkü farklı alanlarda yürütülen lojistik faaliyetlerin entegrasyonunun sağlanamaması, üretim aşamasında aksaklıklara yol açmakta; bunun sonucunda ürün ve hizmetlerin müşteriye zamanında ulaştırılmaması ve müşteri kaybı gibi riskler artmaktadır.

Şekil 1.4'de örnek bir tedarik zinciri üyeleri ve üyeler arasındaki lojistik yönetimi görülmektedir. Şekildeki oklar tedarik zinciri arasındaki lojistik faaliyetlerin temsili bir göstergesidir. Geçmiş literatüre bakıldığında bazı kaynaklarda akışın tek yönlü olduğu görülmektedir ancak günümüz literatürde kabul görmüş olan düşünce, akışın çift yönlü olduğudur.

Lojistiğin koordinasyon prensibi bu akışlarda yapılan lojistik faaliyetlerin hepsinin bir bütün olarak ele alınmasını ve tüm faaliyetlerin birbirleri ile koordineli şekilde işlenmesini sağlamaktadır.

Elastikiyet prensibi, lojistik teşkilat ve usullerin değişen durumlara, görevlere, konseptlere ve kaynaklara uyum sağlayabilecek esnek bir yapıda olmasını zorunlu kılmaktadır. (Ulaştırma Hizmetleri: MEB Lojistik Yönetimi Modülü, 2011). Özellikle gelişen teknoloji ve farklılaşan ticaret koşullarının getirdiği değişiklikler karşısında, işletmelerin olumsuz etkilenmemesi ve bu şartlara uyum sağlaması için lojistik sektörünün kendini sürekli geliştirmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, tedarik zincirlerinin süreç içinde yaşanan herhangi bir değişikliğe hızlı ve etkili şekilde uyum sağlayabilecek düzeyde esnek olması, işletmelerin veya tedarikçilerin karşılaşabileceği risklerin en aza indirilmesini sağlamaktadır.

Şekil 1.4. *Tedarik Zinciri Üyeleri ve Üyeler Arası Akışlar*



Standart olma prensibi, tedarik zincirlerinde uygulanan lojistik hizmetlerin belirli bir standarda dayandırılmasını zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin, lojistik faaliyetlerinde ulusal ve uluslararası kriterleri benimseyerek standartlar oluşturması, faaliyetlerin verimli yürütülmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, yürütülen faaliyetlerde ve sunulan hizmetlerde azımsanmayacak ekonomik faydalar elde edilmesini mümkün kılmakta, zaman tasarrufu sağlamakta ve böylece müşteri karşısındaki firma imajının korunmasına ve müşteri memnuniyetinin artmasına katkı sağlamaktadır.

İzlenebilirlik prensibi, tedarik zinciri boyunca işletmelerin karşılaşabilecekleri sorunları büyük zararlara yol açmadan önleyebilmesini ve ortaya çıkan problemlerin hızlı bir şekilde çözülmesini sağlamaktadır. Teknolojinin işletmelere sağladığı bilgi işlem teknolojisi sayesinde zincirdeki tüm operasyonlar eş zamanlı olarak izlenebilmekte ve bu sayede ortaya çıkabilecek potansiyel sorunlar önceden tespit edilerek müdahale edilebilmektedir.

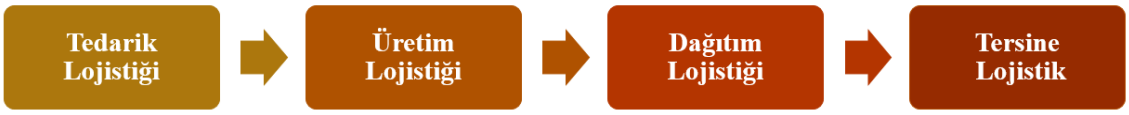
Yeterlilik prensibi, lojistik operasyonların etkin ve verimli yönetilebilmesi için gerekli kaynak ve desteğin uygun seviyede sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Örneğin, işletmelerin gereğinden fazla stok bulundurması bu prensibe aykırı bir davranıştır. Bu

nedenle lojistikte kullanılan kaynaklardan ne eksik ne de fazla olacak şekilde, sürdürülebilirlik göz önünde bulundurularak yönetilmesi hedeflenmektedir.

1.2.1. Lojistik Süreçler

Lojistik süreçleri ile çeşitli lojistik girdilerin uygun ve doğru lojistik çıktılara dönüşmesi sağlanır (Tanyaş ve Hazır, 2011). Bu süreçlere uygun bir planlama yapılmadığı takdirde çeşitli problemler oluşmakta ve ağır maddi kayıplar doğurmaktadır. İşletmeler doğru bir lojistik yönetimi ile bu sorunların üstesinden gelmeyi amaçlamaktadır (Çancı ve Erdal, 2009). Lojistiğin doğru yönetimi hem operasyonu yürüten şirket hem de müşteri açısından önemli hususlarda kayıplara neden olmamalıdır (Bowersox, 2002). Lojistik, yaygınlaşmaya başladığı ilk zamanlarda "Tedarik Lojistiği" , "Üretim Lojistiği" ve "Dağıtım Lojistiği" olmak üzere üç temel süreç olarak ele alınmaktayken güncel literatüre bakıldığında bu süreçlere ek olarak "Tersine Lojistik" kavramının da eklendiği görülmektedir.

Şekil 1.5. *Lojistik Süreçler*



Tedarik Lojistiği, üretim sürecinden önce gerçekleşen ve ham madde ile yarı mamullerin üretim hattına zamanında ve eksiksiz ulaştırılmasını sağlayan bir süreçtir. Bu kapsamda, işletmeye giren bütün mal akışlarının ve onlara ait bilgi akışlarının planlanması, yönetilmesi ve kontrol edilmesi gibi temel faaliyetler tedarik lojistiği bünyesinde yer almaktadır. Satın alma işlemleri, malzemelerin tedarikçilerden üreticilere akışının sağlanması, tedarikçilerle üreticiler arasındaki lojistik rotaların belirlenmesi, araç-kargo takibi gibi işletmeye değer katan temel işlevler tedarik lojistiğinin kritik işlevlerindendir.

Üretim Lojistiği, işletme içindeki malzeme ve bilgi akışlarının düzenlenmesi ve denetlenmesini kapsayan bir süreçtir ve envanter yönetimi ile yakından ilişkilidir. Üretimin tamamlanmasından sonra, ürünlerin dağıtım kanallarına yönlendirilmesi ve nihai tüketiciye ulaştırılmak üzere hazırlanması bu kapsamda ele alınmaktadır. Ayrıca, üretim süreçlerinin etkinliğini artırmaya yarayan AR-GE faaliyetleri de üretim lojistiği kapsamında değerlendirilmektedir.

Dağıtım Lojistiği, üretimi tamamlanmış ürünlerin işletmeden çıkarılarak müşterilere veya pazarlara ulaştırılmasını içermektedir. Fiziksel dağıtım olarak da adlandırılan bu süreçte,

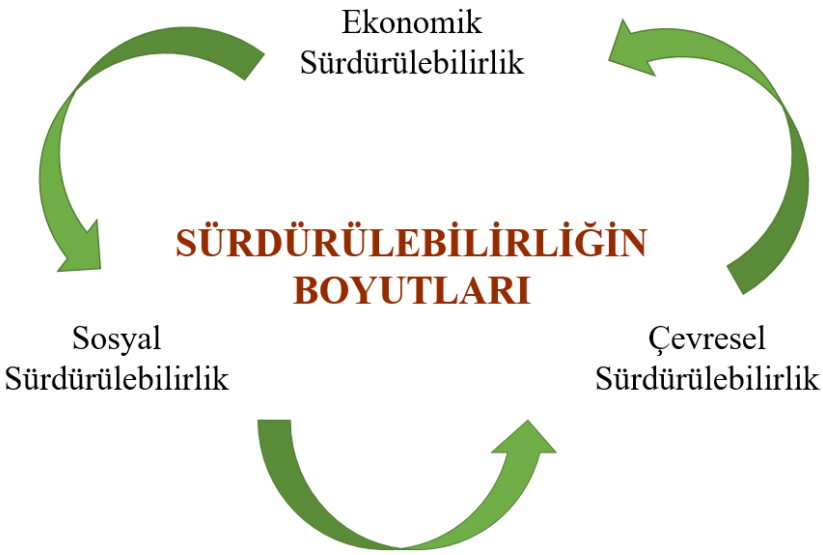
müşteri memnuniyetinin sağlanması ve güven oluşturulması için ürün teslimatı boyunca dağıtıcı ile müşteri arasında çift yönlü bir bilgi akışı sağlanmaktadır. Böylece, ürünlerin doğru zamanda ve doğru yerde olmasını garanti etmek amaçlanmaktadır.

Tersine Lojistik: Hammadde, yarı mamul, bitmiş ürün ve bunlar hakkındaki bilgi akışının son müşteriden üretim noktasına kadar (tüketiciden üreticiye) tekrar değer elde etmek üzere geri dönüştürülmesi ya da en uygun şekilde bertarafının sağlanması için akışının ve depolanmasının etkin ve verimli bir biçimde planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi aşamalarını içeren bir lojistik süreçtir.

İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri, yalnızca kendi çabalarıyla değil; sürdürülebilir ekonomik, sosyal ve doğal çevrelerin birlikte varlığıyla mümkündür (Çamlıca ve Akar, 2014). Bu anlamda işletmeler açısından sürdürülebilirlik, maliyet esaslı, ekosistem ve doğal kaynakları içine alan, işin hacmini sınırlandıran ve kaynak kullanımı kısıtlayan uygulamalar bütünü olarak ele alınmalıdır (Özgen, 2013).

Gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilme gücünü tehlikeye atmadan günümüz kuşağının kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmesi olarak ifade edilen sürdürülebilirlik kavramı, ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere üç temel bileşen üzerinden ele alınmaktadır (Şekil 1.6).

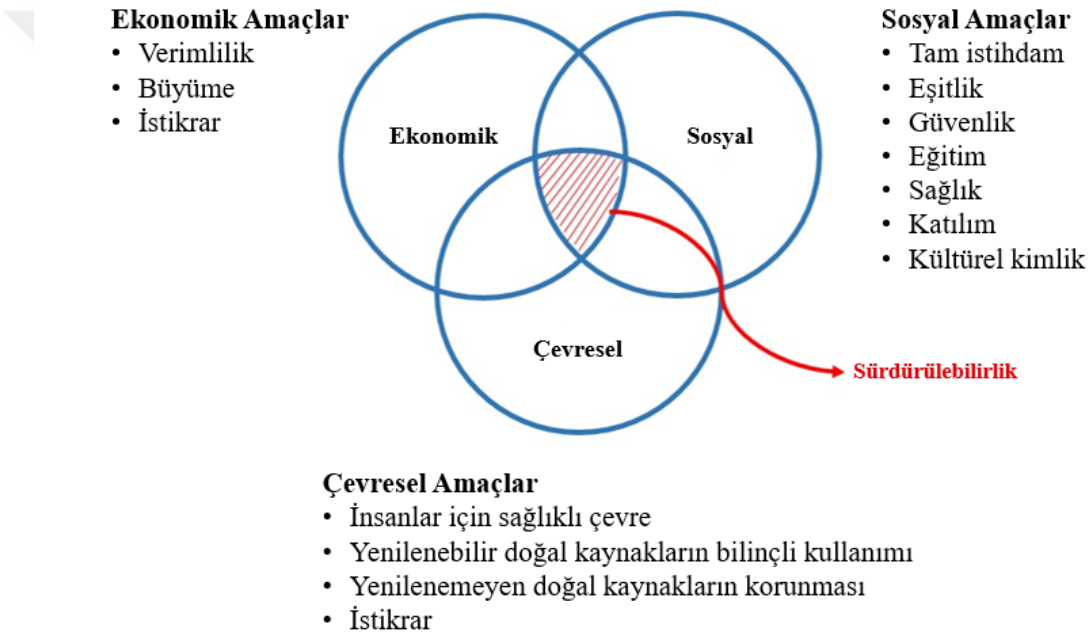
Şekil 1.6. *Sürdürülebilirliğin Boyutları*



İşletmelerin lojistik faaliyetleri, çevre ve hava kirliliği, iklim değişikliği gibi konularda direkt etki sahibidir (Erol ve Özmen, 2008). Taşımacılık faaliyetlerinde tercih edilen yakıt

türü, ortaya çıkan emisyon miktarıyla sürdürülebilirliğin çevresel yönünü olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durum, işletmelerin tedarik zincirlerinin yeniden planlanmasını ve sürdürülebilir bir anlayışı zincire dâhil etmelerini zorunlu hale getirmektedir. Ayrıca, ürünlerin/hizmetlerin müşteriye ulaştırıldığı ileri lojistikte, ürünlerin müşteriye ulaştırılması ile yaşam döngülerinin sona ermemesi, sürdürülebilir dünya hedefine ulaşmak için lojistik faaliyetlerde tersine doğru akışın da düşünülmesi ve uygulanması gerektiğinin kanıtı niteliğindedir. Şekil 1.7'de sürdürülebilirliğin boyutları ve amaçları ele alınmaktadır.

Şekil 1.7. *Sürdürülebilirliğin Boyutları ve Amaçları*



Çevre sorunlarının dünya gündeminde giderek önemli bir hal alması, çevre ile ilgili çıkartılan yasalar ve çevrecilerin baskıları neticesinde ortaya çıkan çevresel ve ekonomik kaygıların yaşanması, işletmelerin tersine lojistik faaliyetlerine yönelmelerine neden olmuştur.

Tersine lojistikte, yasal uygulamalar ve zorunluluklar, sosyal sorumluluk projeleri, işletmelerin kurumsallaşması, çevreye karşı kazanılan duyarlılık, ekonomik faydalar gibi faktörler işletmeleri yalnızca çevreci ürünler üretmeye değil aynı zamanda ömrünü tamamlayıp kullanılmış ürünleri toplayarak topluma geri kazandırmaya diretmektedir. Atıklar ve kullanılan maddelerin yeniden bir girdi olarak üretime dâhil edilmesini hedefleyen tersine lojistik, yeşil lojistiğin bir alt uygulaması olarak değerlendirilebilir (Çetin ve Sain, 2018).

İleri lojistikle ilgili önemli bir varsayım, tedarik zincirine giren malların üreticiye geri gelmeyeceğidir. Bu da müşterilerin malı kullandıktan sonra imhasından da sorumlu olduğunu gösterir. Bu varsayım artık geçerli değildir (Setaputra ve Mukhopadhyay, 2010). Tersine lojistik akışlarının, ileri lojistiğin tam tersi yönlü olduğu algılansa da (Gülsün vd., 2008), tersine lojistik ileri lojistiğin her zaman simetrik bir yansıması olmak durumunda değildir (Fleischmann vd., 1997). Tablo 1.2'de ileri lojistik süreçler ile tersine lojistik süreçlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 1.2. *İleri Lojistik ve Tersine Lojistiğin Karşılaştırılması (Gülsün vd., 2008)*

İLERİ LOJİSTİK	TERSİNE LOJİSTİK
· Konum/rota bilgileri belirlidir.	· Konum/rota bilgileri belirli değildir.
· Ürün kalitesi düzgün dağılır. Kalite belirlidir.	· Ürün kalitesi düzgün dağılıma uygun dağılmaz, kalite belirsizdir.
· Tahminler göreceli olarak belirli.	· Tahmin yapmak daha zor.
· Ürün paketleme düzgün dağılır. Standarttır.	· Ürün paketleme genelde zarar görmüştür. Standart değildir.
· Hız önemli bir önceliktir.	· Hız bir öncelik değildir.
· Kanal standartlaşmıştır.	· İstisna bölgeler olabilir.
· Fiyatlandırma göreceli olarak düzgün dağılır.	· Fiyatlandırma birçok faktörden etkilenir
· Hızın önemi vardır.	· Hız genellikle bir öncelik olarak değerlendirilmez.
· Süreç şeffaf, ürün izlenebilirliği açık ve basit.	· Süreç şeffaf değil ve gerçek zamanlı bilgi yok.
· Envanter yönetimi tutarlıdır	· Envanter yönetimi tutarlı değildir.
· Ürün yaşam döngüsü kontrol edilebilirdir.	· Ürün yaşam döngüsü karmaşıktır
· Pazarlama metotları iyi bilinmektedir.	· Pazarlama metotları çeşitli faktörlerden etkilenir
· Stok yönetimi tutarlı.	· Stok yönetimi tutarsız.
· Taraflar arası anlaşmalar açık ve basit.	· Taraflar arası anlaşmalar ek şartlara bağlı ve sürekli değişkendir.

İşletmelerin bilişim sistemlerinin geri dönüşleri takip edebilecek şekilde tasarlanmaması, tersine lojistik faaliyetlerinde akışın izlenmesini ileri lojistiğe kıyasla daha zor bir durum haline getirmektedir. Ayrıca ileri lojistikte maliyetlerin önceden belirlenmiş olması maliyetlerin etkin bir şekilde yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak tersine lojistikte durum farklıdır. İşletmeler, tersine lojistik sürecinde ileri lojistiğe kıyasla farklı birçok maliyete katlanmak durumundadır. İleri lojistikte de büyük bir öneme sahip olan nakliye maliyetleri, tersine lojistikte nakliye miktarının az olması, paketlemenin düzgün olmaması gibi etmenler nedeniyle belirlenenden farklı şekilde daha yüksek düzeyde ortaya çıkabilmektedir. Stok bulundurma maliyeti ise değişkendir. Ancak, paketlemenin düzgün olmaması, bozulmalar ve mevsimsel dalgalanmaların olması ürünün ikinci el

pazarlarındaki değerini düşürebilir (Karaçay, 2005). Tablo 1.3'te ileri ve ters lojistik süreçlere ilişkin maliyetlerin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 1.3. *İleri ve Tersine Lojistik Maliyetlerinin Karşılaştırılması (Tibben-Lembke ve Rogers, 2002)*

Maliyet Kalemleri	İleri Lojistik Maliyetleri ile Karşılaştırılması
Nakliye	Daha Yüksek
Stok bulundurma maliyeti	Daha az
Fire/Kayıp	Çok az
Eskime	Daha yüksek olabilir
Toplama	Çok yüksek, daha az standartlaştırılmış
Sınıflama/Kalite tanımlama	Çok daha yüksek
Yenileme/Yeniden paketleme	İleri lojistikte yok, ters lojistik için önemli

Tersine lojistik; yeniden üretim, geri kazanım ve kaynakların yeniden kullanılabilmesi için ürün veya parça akışını yönetebilmek üzerine kurulmuş bir tedarik zincirini içermektedir. Tablo 1.4'te tersine lojistik sistemlerinin tedarik zincirleri içerisindeki ağ faaliyetleri sıralı olarak gösterilmiştir.

Tablo 1.4. *Tersine Lojistik Ağ Faaliyetleri*

TERSİNE LOJİSTİK AĞ FAALİYETLERİ	
1. Toplama (Collection)	5. Geri Dönüşüm (Recyle)
2. Muayene – Ayıklama (Disassembly)	6. Yeniden Üretim
3. Ürün Yenileştirme	7. Yeniden Dağıtım
4. Üründen Parça Alma	8. İmha (Destruction)

Toplama aşaması, geri dönüşüm sürecinin ilk adımıdır ve ürünlerin tüketici tarafından kullanımının sona erdiği noktada başlar. Kullanım ömrünü tamamlamış, modası geçmiş ya da atık haline gelmiş ürünlerin, içerdiği geri dönüştürülebilir bileşenlerin türü ve geri kazanım yöntemi fark etmeksizin, belirli noktalarda sistemli ve ekonomik şekilde toplanması gerekmektedir. Bu süreçte, tüketicilerin ürünü belirlenen noktalara kendisinin ulaştırması ya da bu ürünlerin tüketiciden doğrudan alınması yoluyla toplanması yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Muayene – Ayıklama aşamasında, toplama noktasına ulaştırılan geri dönüştürülebilir ürünler, üreticiye veya geri dönüşüm tesisine gönderilmeden önce ön incelemeye tabi tutulur. Bu aşamanın temel amacı, geri dönüşüm sürecine uygun olmayan ürünleri ya da parçaları sistem dışında tutmaktır. İlk olarak, değerlendirilemeyecek ürünlerin tespit edilerek ayrıştırılması gerekir. Aksi durumda, bu ürünlerin taşınması, elleçlenmesi ve yönetilmesi gibi işlemlerin yapılması gereksiz maliyetler doğurabilir. Bu nedenle,

muayene ve ayıklama işlemi, tedarik zincirinin verimliliğini artırmak açısından kritik bir öneme sahiptir.

Ürün Yenileştirme, muayene ve ayıklama işleminden geçen kullanılmış ve yıpranmış ürünlerin, belirlenen kalite düzeyine yeniden çıkarıldığı aşamadır. Kalite standardı, yenileştirilmiş ürünlerde, yeni (sıfır) ürünlerde olduğu kadar sıkı düzeyde değildir. Kritik modüller, kullanılmış ürün demontajı ile parçalarına ayrıldıktan sonra kontrol edilir ve daha sonra gerekiyorsa yerlerine uygun parçalar monte edilir.

Üründen Parça Alma işlemi, kullanım ömrünü tamamlamış bir ürün ya da bileşenden, hâlâ işlevini sürdürebilecek parçaların sökülerek yeniden kullanılmak üzere geri kazanılmasıdır.

Geri Dönüşüm, ürünlerin veya parçaların işlevlerini yitirmesinin ardından, içerdiği ham maddelerin tekrar değerlendirilmesi sürecidir. Bu aşamada temel ama., atık haline gelmiş ürün malzemelerinin ayrıştırılarak farklı üretim süreçlerinde yeniden kullanılmasını sağlamaktır.

Yeniden Üretim, kullanılmış ürünün, yeni ürün düzeyinde veya daha yüksek düzeyde güvenilirlik, kalite ve performans özelliklerine sahip olmasını sağlayan işlemlerden geçirilmesi sürecidir (Nakıboğlu, 2007). Yeniden üretim aşaması, ürünü düzeltmek yerine ürüne değer katmaya odaklanır (Setaputra ve Mukhopadhyay, 2010).

Yeniden Dağıtım süreci, genel hatlarıyla geleneksel dağıtım sistemlerine benzese de, süreç içerisindeki belirsizlikler nedeniyle önemli farklılıklar barındırmaktadır. Özellikle tersine lojistikte, ürünlerin ulaştırılacağı yer ve rotalar, ilk olarak muayene ve sınıflandırma aşamalarının ardından netleşmektedir.

İmha aşaması, ekonomik ya da teknik açıdan tekrar kullanımı mümkün olmayan ürünlerin veya parçaların kontrollü biçimde yakılarak, gömülerek ya da diğer yöntemlerle çevreye zarar vermeyecek şekilde bertarafının sağlandığı süreçtir.

1.3. Temel Lojistik Faaliyetler

Lojistiğin faaliyet alanı ve rolü geçmiş dönemlere kıyasla son yıllarda önemli derecede değişiklik göstermekte ve lojistik işletmeler açısından da giderek daha önemli bir sektör haline gelmektedir. Önceleri daha çok işletme fonksiyonları (pazarlama, üretim vb.) için destekleyici bir rol oynayan lojistik, günümüzde diğer işletme fonksiyonları ve özellikle, işletmelerin rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için tedarik, taşıma, depolama gibi

faaliyetlerin etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesi için son derece önemli bir kavram haline gelmiştir.

İşletmeler arasındaki rekabet avantajını sağlamak için kritik bir role sahip olan lojistik; satın alma, dağıtım, ambalajlama vb. gibi farklı birçok lojistik faaliyeti bünyesinde barındırmaktadır. Tablo 1.5'te lojistiğin temel faaliyetlerine yer verilmiştir. Lojistik faaliyetlerin genel amacı, envanter yönetiminin doğru ve optimum maliyetle yapabilmektir. İşletmeler bu amaca ulaşabilmek için tüm lojistik faaliyetleri birbirleri ile bütünleşik bir şekilde planlamalı ve yürütmelidirler.

Tablo 1.5. *Temel Lojistik Faaliyetler*

Lojistiğin Temel Faaliyetleri	
Kuruluş Yeri Seçimi	Ambalajlama
Talep Tahmini	Satın Alma
Taşıma	Müşteri Hizmet Düzeyi
Depolama	Bilgi Yönetimi
Stok Yönetimi	Üretim Planlama
Sipariş İşleme	İade Yönetimi (Tersine Lojistik)
Elleçleme	Sigortalama ve Gümrükleme

Tablo 1.5'te gösterilen temel lojistik faaliyetler, ana faaliyetler ve destekleyici faaliyetler olarak iki farklı şekilde de sınıflandırılabilmektedir. Lojistik faaliyetlerinin farklı kategorilerde sınıflandırılması Tablo 1.6'da gösterilmiştir.

Tablo 1.6. *Lojistik Faaliyetlerin Sınıflandırılması*

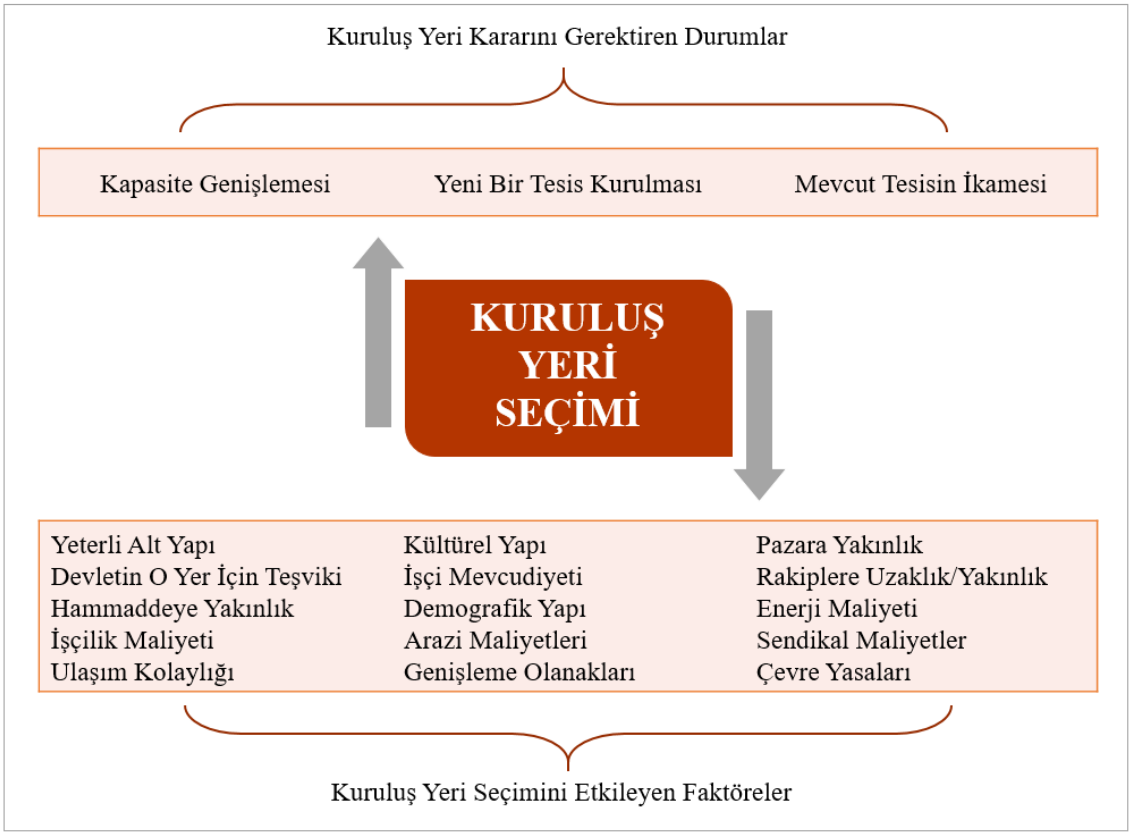
Ana Faaliyetler	**Destek Faaliyetler**
Müşteri Hizmet Düzeyi	Depo/Dağıtım Merkezi Yeri Seçimi
Taşıma ve Trafik Yönetimi	Bilgi Yönetimi
Malzeme Yönetimi	Ürün/Malzeme Akışı
Depo Yönetimi	Üretim Planlama
Elleçleme	Satın Alma
Talep Tahmini	Yedek Parça ve Satış Sonrası Hizmet
Sipariş Yönetimi	Geri Dönüşüm, Tersine Lojistik
Ambalajlama	Sigortalama, Gümrükleme

1.3.1. Kuruluş Yeri Seçimi

İşletmeler, mevcut kapasitelerini artırmak, yeni bir tesis inşa etmek, pazardaki değişimlere uyum sağlamak, mevcut binaların hasar görmesi veya zorunlu olarak değiştirilmesi, yerel iş gücündeki değişiklikler gibi çeşitli gerekçelerle yeni bir tesis kurma ihtiyacı duyabilirler. Kuruluş yeri seçimi; üretim alanları, fabrikalar, depolar veya aktarma merkezleri gibi. Farklı tesis türleri için gerçekleştirilebilir.

Kuruluş yeri seçiminde temel amaç, işletmenin kârlılığını en üst seviyeye taşıyacak "ideal yerleşim noktasını" belirlemektir. İşletmelerin, bu amaca ulaşabilmeleri için yer seçimi sürecinde pek çok unsuru göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bu unsurlar arasında yeterli altyapının olması, arazi maliyetleri, sendikal maliyetler, devlet destek ve teşvikleri, enerji ve işçilik maliyetleri, bölgenin demografik yapısı ve işçi mevcudiyeti, hammaddeye yakınlık, girilmek istenen pazara ve rakiplerine yakınlığı ve ulaşım kolaylığı gibi dikkat etmeleri gereken önemli faktörler bulunmaktadır. Şekil 1.8'de kuruluş yeri ile ilgili kararların hangi durumlarda gündeme geldiği ve bu kararları etkileyen temel faktörler gösterilmektedir.

Şekil 1.8. *Kuruluş Yeri Seçimi Kararları ve Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörler (Önel, 2014)*



Kuruluş yeri seçiminde doğru karar verilmesi, işletmelere önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu sayede, hammadde ve malzeme temininde yaşanabilecek aksaklıklar en aza indirilebilir, maliyetlerin daha verimli bir şekilde kontrol altına alınması mümkün olur ve ortaya çıkabilecek ani mali yüklerin önüne geçebilir. Ayrıca, uygun yer seçimi iş gücüne erişimi kolaylaştırarak operasyonel verimliliği artırır.

1.3.2. Talep Tahmini

Planlama faaliyetinin önemli bir bileşeni olan talep tahmini, geçmiş ya da mevcut verilerden hareketle, gelecekteki olayları öngörme sanatı ve bilimi olarak ifade edilmektedir (Ersoy ve Ersoy, 2011).

Küçük hacimli işletmeler talep tahmini yaparken çoğunlukla deneyim ve sezgiye dayalı yöntemleri tercih ederken, büyük ölçekli işletmeler için bu tür yaklaşımlar yeterli olmamakta ve talepleri doğru şekilde öngörmek giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle, büyük hacimli işletmeler genellikle talebi doğru analiz edebilmek adına matematiksel ve istatiksel tekniklere dayalı olan talep tahmin yöntemlerine yönelmektedir.

Talep tahmini yapmanın temel amacı, tedarik zincirlerindeki akışın kesintisiz olarak devam etmesini sağlamak ve müşteri ihtiyaçlarına zamanında yanıt verebilmektir. Doğru yapılan talep tahminleri, işletmede üretimin aksamadan ilerlemesi için ne kadar hammaddeye ihtiyaç duyulduğu ve hangi kalemlerden ne kadar sipariş verilmesi gerektiği gibi envanter yönetimi kararlarının doğru alınmasına, üretimin planlanmasına ve hangi ürünlerden hangi miktarlarda stok bulundurulması gerektiği gibi kararların alınmasına yardımcı olur.

İşletmeler lojistik faaliyetlerini kendi bünyelerinde gerçekleştirebilecekleri gibi dış kaynak kullanımına giderek, 3PL ve 4PL gibi LHS'ler aracılığıyla da gerçekleştirebilmektedirler. Talep tahmini, bu süreçlerde lojistik performansını etkileyen temel unsurlardan biridir. Tahminlerin doğru yapılamaması durumunda müşteri memnuniyetsizliği, yüksek stok maliyetleri gibi pek çok sorun ortaya çıkabilir. Talep tahminindeki hatalardan kaynaklanan sorunlar iki farklı şekilde sınıflandırılabilir. Bunlar;

Fazla Stok Bulundurmaktan Doğan Problemler;

- Stok Maliyeti
- Teknoloji Maliyeti
- İşletme Soğutma Maliyeti
- İşgücü Maliyeti
- İşçilik Maliyeti
- Elleçleme Maliyetleri (indirme, bindirme, raflara yerleştirme, havalandırma vb.)

Az Stok Bulundurmadan Doğan Problemler;

- Yoksatma Maliyeti

- Satış Kaybı

- Müşteri Kaybı

- Müşteri Hizmet Düzeyinin Azalması

1.3.3. Taşıma

Lojistik sektörünün temel faaliyetlerinden biri olan taşımacılık, genel olarak ürünlerin çıkış noktasından son kullanıcıya (müşteriye) kadar olan fiziksel hareketini ve gerektiğinde iade sürecini kapsayan bir süreçtir. Daha geniş anlamda ise; ham madde ve malzemelerin üretim tesislerine taşınmasından, işletme içindeki elleçleme faaliyetlerine, nihai ürünlerin müşterilere ulaştırılmasına ve iade sürecindeki ürünün tekrar üretici ya da dağıtıcıya yönlendirilmesine kadar uzanan kapsamlı bir faaliyet alanına sahiptir.

Taşımacılık faaliyetinin amacı, yalnızca ürün ve hizmetin bir noktadan diğerine aktarılması değildir; aynı zamanda bu sürecin zamanında, mümkün olan en hızlı şekilde ve optimum maliyetle gerçekleştirilmesini planlamak ve uygulamaktır. Lojistik sistemin başarısında belirleyici bir unsur olan taşımacılık, yüksek yatırım maliyetlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Taşınacak ürünlerin müşteriye zamanında ve doğru şekilde ulaştırılabilmesi; hangi taşıma yönteminin tercih edileceği, taşıma sürecinin etkinliği ve toplam lojistik maliyetlerinin kontrol altında tutulması açısından, bu sürecin işletmenin kendi kaynaklarıyla mı yoksa dış kaynak kullanımıyla mı yürütüleceği, hangi araç türlerinin kullanılacağı ve bu araçların hangi rotalar üzerinden ilerleyeceği gibi stratejik kararların alınmasını gerektirmektedir.

Taşımacılık sürecinde karayolu, denizyolu, demiryolu, havayolu ve boru hattı taşımacılığı olmak üzere beş ana taşıma modu kullanılmaktadır. Bu modların her biri kendine has özelliklere, avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Uygun taşıma türü seçilirken; taşınacak özellikleri (cinsi, boyutu, hacmi, miktarı, değeri), taşımanın yapılacağı güzergâh gibi unsurlar dikkate alınmaktadır. Ayrıca, taşımanın ulusal ya da uluslararası taşımacılık türlerinden hangisine konu olduğu da karar sürecinde belirleyici rol oynamaktadır.

Uluslararası taşımacılık, farklı ülkelerin sınırlarını aşan bir faaliyet olduğundan bu süreçte karşılaşılan zorluklar ve uyulması gereken kurallar da artmaktadır. Taşımaya konu olan yükün, geçeceği ülkelerin yasal mevzuatlarına tam uyum sağlayacak şekilde nakledilmesi

gerekmektedir. Uluslararası taşımacılık, ulusal taşımacılığa kıyasla daha geniş ölçeklere sahiptir. Uzun taşıma mesafeleri nedeniyle ortalama yük miktarında artış gözlemlenmekte; ayrıca, taşımanın denizaşırı güzergâhlar içermesi ile maliyet ve zaman kaygıları, tercih edilen taşıma türleri ve modlarının farklılaşmasına neden olmaktadır. Tablo 1.7'de çeşitli taşıma modları ve temel özellikleri sunulmaktadır.

Tablo 1.7. *Taşıma Modları*

Taşıma Modları	**Özellikleri**
Tek Modlu Taşımacılık (Uni-modal)	Yükün tek bir taşımacılık modu (deniz, hava, kara, boru) kullanılarak taşınmasıdır.
Çok Modlu Taşımacılık (Multi-modal)	Yükün iki farklı taşımacılık türü kullanılarak taşınmasıdır. Burada yükün kendisi elleçlenmeketedir.
Modlar arası Taşımacılık (İntermodal)	Yükün birden fazla taşıma moduyla taşınmasıdır. Burada yükün kendisi değil taşındığı kap ya da taşınan araç elleçlenmektedir.
Kombine Taşımacılık (Combined)	Yükün çıkış noktasından varış noktasına kadar en az iki taşıma modu ile taşınmasıdır. Örneğin; başlangıçta deniz/demir yolu ile taşınan yükün sonunda kara yolu ile taşınarak varış noktasına ulaştırılması.

Taşıma modunun belirlenmesi, yükün boyut, ağırlık, yoğunluk ve maddi değeri gibi fiziksel özelliklerinin yanı sıra istiflenebilirlik, elleçleme kolaylığı, zarar/ziyan olasılığı, tehlikeli madde olup olmaması ve özel ihtiyaçlar gibi faktörlere; ayrıca taşıma türüne erişim olanakları, maliyetler ve tarifeler, güvenlik gereksinimleri, taşıma süresi ve geçerli yasal mevzuatlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

1.3.3.1. Karayolu Taşımacılığı

Lojistiğin en temel taşıma türü olan, ürünlerin çıkış noktasından varış noktasına kapıdan kapıya ve aktarmasız olarak taşınmasını sağlayan kara yolu taşımacılığı, geçmişten günümüze en çok tercih edilen bu taşımacılık şekli, halen dünya genelinde artan bir eğilim göstermektedir. Bunun en belirgin nedeni, şüphesiz ki karayolu taşımacılığının diğer taşıma yöntemlerine nispeten daha ekonomik ve esnek olmasıdır. Ancak mesafelerin uzamasıyla birlikte, karayolu taşımacılığı işletmeler için maliyet açısından dezavantajlı hale gelmekte, ekonomik avantajını yitirmektedir. Diğer yandan, çevresel etkiler, altyapı bakım-onarım ve birim taşıma maliyetlerinin giderek yükselmesi gibi faktörler karayolu taşımacılığının sektördeki payının azalmasına yol açmaktadır.

Karayolu taşımacılığı, aktarmasız ve kapıdan kapıya taşıma avantajı sunarken; uzun mesafelerle doğru orantılı artan taşıma maliyetleri, sık kullanım nedeniyle yüksek araç

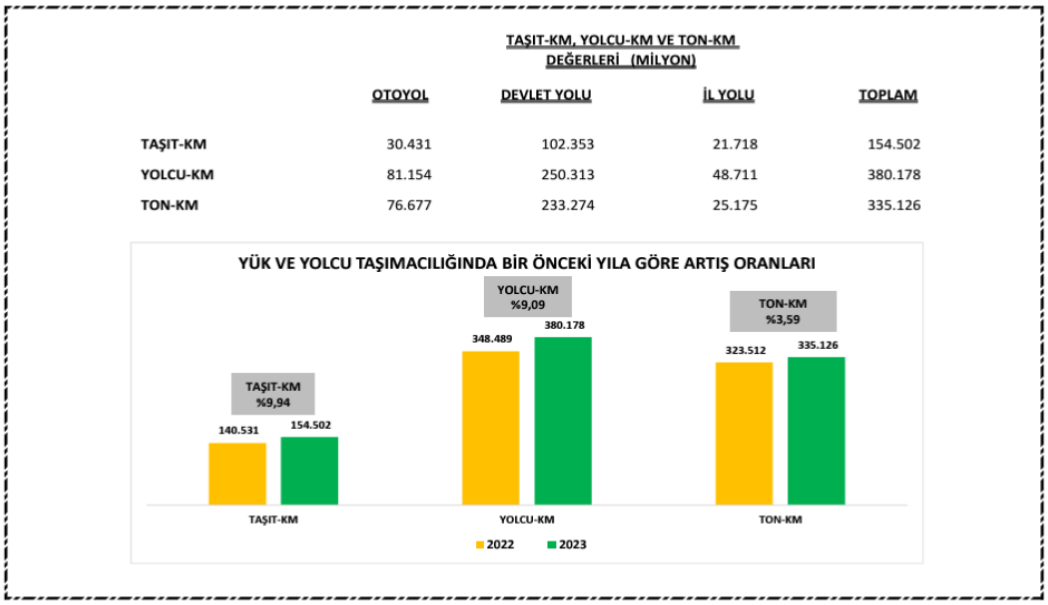
bakım-onarım giderleri ve diğer taşıma türlerine kıyasla daha yüksek kaza riski gibi dezavantajlara sahiptir. Bu dezavantajlarının yanı sıra karayolu taşımacılığının işletmelere sağladığı önemli avantajlar da bulunmaktadır. Bunlar arasında, ambalajlama maliyetlerinin görece düşük olması, sefer sayısının fazla olması, yükleme-boşaltma saatlerinde sağlanan esneklik ve olumsuz hava koşullarından diğer taşıma türlerine göre daha az etkilenme sayılabilir. Tablo 1.8'de karayolu taşımacılığının avantajları ve dezavantajları ayrıntılı şekilde sunulmaktadır.

Tablo 1.8. *Karayolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları*

Avantajları	**Dezavantajları**
· Kapıdan kapıya teslim imkânı vardır. Taşıyıcı ve müşteri arasında bilgi alışverişi daha kolaydır.	· Taşınacak yük miktarının diğer taşımacılık türlerine kıyasla daha az olması.
· Yatırım maliyetleri diğer taşıma türlerine oranla daha azdır. Ayrıca diğer türler için tamamlayıcı bir role sahiptir.	· Ağır ve yüksek hacimli ürünlerin taşınırken altyapıdan veya mevzuattan kaynaklı sorunlarla karşılaşılabilmesi.
· Elleçleme (yükleme, boşaltma, taşıma) miktarının az olmasından dolayı ürünün yıpranma/zarar görme olasılığı daha azdır.	· Uluslararası sınır geçişlerinde gümrük kontrolü esnasında yapılan beklemeler taşıma süresini uzatır.
· Yaygın ağa sahip olması.	· Kota sorunu.
· Hava koşullarından olumsuz etkilenmesi diğer türlere nispeten daha azdır.	· Hava kirliliğine ve çevreye olumsuz etkileri fazladır.
· Müşteri ihtiyaçlarında zamanında cevap verilebilir.	· Rekabetin fazla olması.

Karayolu taşımacılığı, ürün ve hizmetlerin tüketiciye ulaştırılmasında sağladığı esneklik ve erişilebilirlik nedeniyle ülkemizde en yaygın kullanılan taşıma modlarından biridir. Karayolu taşımacılığının uluslararası düzeyde gerçekleşmesi, ülkelere; dış ticaret faaliyetlerini geliştirme imkânı ve diğer ülkelerle hem ekonomik hem de ticari ilişkilerini kuvvetlendirerek ülkelerin küresel pazarda rekabet güçlerini koruması gibi önemli faydalar sağlamaktadır.

Şekil 1.9. *2022-2023 Yılı Karayolları Genel Müdürlüğü Sorumluluğundaki Yol Ağında Yıllık Taşıt-km, Yolcu-km ve Ton-km Değerleri (T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü)*



Şekil 1.9'da sunulan 2022-2023 yılları için taşıt-km, yolcu-km ve ton-km verilerinin bir önceki yıla göre artması, karayolu taşımacılığının Türkiye perspektifinden önemini göstermektedir. Coğrafi konum sayesinde Asya ve Avrupa kıtaları arasında stratejik bir geçiş noktası oluşturan Türkiye, hem ticaret hem de kültürel etkileşimler açısından önemli bir köprü görevi görmektedir. Ülkemiz; Asya, Avrupa, Orta Asya ülkeleri, Kafkas Cumhuriyetleri, Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler ve hatta Pasifik ülkelerini birbirine bağlayan Avrupa-Asya Uluslararası Ulaştırma ağlarının merkezinde yer almaktadır (Karayolları Genel Müdürlüğü, 2024). Türkiye'nin sahip olduğu bu geniş karayolu ağı, sadece yurtiçi ulaşımı değil, aynı zamanda uluslararası taşımacılık faaliyetlerini de güçlendirmektedir. Tablo 1.9'da Türkiye'nin dâhil olduğu uluslararası karayolları ve uluslararası ulaştırma projeleri listelenmektedir.

Tablo 1.9. *Türkiye'nin Dahil Olduğu Uluslararası Karayolları Ağları (T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü)*

Türkiye'nin Dahil Olduğu Uluslararası Karayolları Ağları
Uluslararası E-Yolları Ağı
Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (ECO)
Avrupa, Kafkasya, Asya Ulaşım Koridoru (TRACECA)
Trans-Avrupa Kuzey Güney Otoyolu Projesi (TEM)
Karadeniz Ekonomik İşbirliği Teşkilatı (KEI)
Asya ve Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu (ESCAP)
Avrupa Karayolu Bağlantıları (EATL)
Trans Avrupa Ağları TEN-T

Karayolu taşımacılığının etkin ve verimli bir şekilde işlemesi büyük ölçüde yol altyapısının kalitesine bağlıdır. Altyapıdaki yetersizlikler, sadece taşıma sürecini aksatmakla kalmaz aynı zamanda güvenlik açısından da risk oluşturur. Bu nedenle, karayollarında sıkça karşılaşılan altyapı problemlerinin belirlenmesi ve bu sorunlara yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi, taşımacılık sisteminin etkinliğini artırmada kritik rol oynar. Aşağıda, karayolu taşımacılığında öne çıkan altyapı eksiklikleri ele alınmıştır.

Karayolu taşımacılığında yol altyapısıyla ilgili eksiklikler;

- Tasarımı ve düzenlemesi hatalı kavşaklar
- Tırmanma şeritsiz dik rampalar
- Tasarıma uymayan standart dışı uygulamalar
- Karayollarında işaretleme eksiklikleri
- Yönetmeliklere uygun olmayan yol kenarındaki dinlenme tesisleri
- Yerleşim yerlerinden geçiş ve plansız kentleşme

Karayolu taşımacılığı, farklı türdeki yükler ve taşıma araçları bakımından oldukça zengin seçeneklere sahip bir taşımacılık türüdür. Taşıma esnasında yüklerin doğru yere, doğru zamanda, doğru maliyetle, hızlı ve güvenilir biçimde ulaştırılması için detaylı bir planlama sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Taşınacak yükün ağırlığı, boyutu, hacmi, yüksekliği gibi fiziksel özellikleri ve teslimat noktalarının koşulları, uygun taşıma aracının seçimini doğrudan etkilemektedir. Özellikle uluslararası taşımacılık faaliyetlerinde, araç seçiminin ulusal ve uluslararası düzenlemelere uygun şekilde yapılması gerekmektedir.

Karayolları taşımacılığında kamyon, kamyonet, treyler (dorse veya römork olarak da bilinir), konteyner, minivan vb. araçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. EK 1'de T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2022 Yılı Ulaşım Bilgileri İstatistiklerinden kapsamında sunulan "Taşıt Sınıflarına Göre Yük Cinslerinin Dağılımı" tablosu yer almakta; EK 2'de ise "Yük Cinslerine Göre Taşınan Yük Miktarının Dağılımı" gösterilmektedir.

1.3.3.2. Denizyolu Taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı, lojistik faaliyetlerin en eski ve en köklü biçimlerinden biri olup, ilk olarak, Antik Mısır'da kıyı taşımacılığıyla ortaya çıkmıştır. Günümüzde ise artan

küresel ticaret hacmiyle birlikte, kombine taşımacılık sistemlerinin önemli bir parçası haline gelmiş ve lojistik sektöründe stratejik bir rol üstlenmiştir.

Denizyolu taşımacılığı, yüklerin farklı türde deniz araçlarıyla limanlara veya varış noktalarına ulaştırılmasını kapsar ve genellikle iç suyolları ve dış suyolları olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. İç suyolu taşımacılığı; nehir, göl, akarsu ve su kanalları gibi su yolları üzerinde özel tasarlanmış gemilerle yapılan taşımaları ifade ederken, dış suyolu taşımacılığı daha çok kıtalararası/uluslararası ticarette, malların limanlar arasında taşınması şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Uludağ, 2013).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, taşımacılık sektöründe çeşitli yük taşıma yöntemleri ortaya çıkmıştır. Özellikle konteyner kullanımının yaygınlaşması ve konteynerlerin tek seferde büyük miktarlarda ve hacimli yüklerin taşınmasına imkân sunması ve birim taşıma maliyetlerini düşürmesi nedeniyle denizyolu taşımacılığını dünya ticaretinde en sık kullanılan taşımacılık türü haline getirmiştir. Tablo 1.10'da konteyner trafiği yoğunluğuna göre en işlek uluslararası limanlar gösterilmektedir.

Tablo 1.10. *En işlek İlk 10 Uluslararası Limanlar (IMO - Uluslararası Denizcilik Örgütü)*

	Limanlar	**Ülke**	**Konteyner Trafiği (TEU)**
1	Şanghay	Çin	32.529
2	Singapur	Singapur	31.649
3	Hong Kong	Hong Kong	23.117
4	Shenzhen	Çin	22.941
5	Busan	Güney Kore	17.046
6	Ningbo-Zhoushan	Çin	16.830
7	Guangzhou	Çin	14.744
8	Qingdao	Çin	14.500
9	Dubai	BAE	13.280
10	Tianjin	Çin	12.300

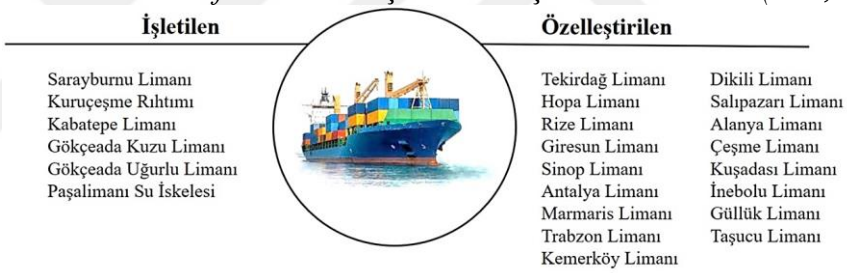
Türkiye'nin sahip olduğu lojistik ve taşımacılık altyapısı, ekonomik büyüme ile ulusal ve uluslararası ticaretin gelişimi için kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, demiryolu ağı ve limanlar arasındaki entegrasyonun sağlanması, taşımacılık süreçlerinin etkinliğinin ve verimliliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de demiryolu ağının eriştiği ve konteyner terminallerine sahip yedi kamu limanı, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) tarafından işletilmektedir; ancak bu limanlardan beş tanesi özelleştirilmiştir. Şekil 1.10'da TCDD tarafından özelleştirilen ve işletilen limanlar ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Şekil 1.10. *TCDD Tarafından Özelleştirilen ve İşletilen Limanlar (DTO, 2017)*



Şekil 1.11'de ise Türkiye Denizcilik İşletmeleri (TDİ) tarafından 4046 sayılı Kanun kapsamında özelleştirilmiş ve işletme hakları 30 yıl süreyle devredilen limanlar yer almaktadır. Söz konusu özelleştirme süreçleri, limanların operasyonel verimliliğini artırmış, hizmet kalitesini iyileştirmek ve uluslararası rekabetçi konumunu güçlendirmiş, böylece Türkiye'nin lojistik kapasitesi ve ticaret hacmi üzerinde olumlu etkiler yaratmıştır.

Şekil 1.11. *TDİ Tarafından Özelleştirilen ve İşletilen Limanlar (TDİ, 2016)*



Günümüzde denizyolu taşımacılığı, yolcu ve yük taşımacılığı basta olmak üzere, liman hizmetleri, gemi inşa sanayi, deniz turizmi gibi faaliyetlerin yapılmasına olanak sağlayan önemli bir ticaret ve hizmet dalıdır. Denizyolu taşımacılığının işletmelere sağladığı avantajlar ve dezavantajlar Tablo 1.11'de verilmiştir.

Tablo 1.11. *Denizyolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları*

Avantajları	Dezavantajları
· Yüksek miktardaki yüklerin bir defada taşınmasına imkân sağlaması.	· Taşıma süresinin diğer türlere kıyasla fazla olması.
· Güvenilir olması.	· Kapıdan kapıya taşıma sisteminin olmaması.
· Ürün/mal zayiatının minimum düzeyde olması.	· Altyapı yatırım maliyetlerinin yüksek olması.
· Çevreye karşı duyarlılığının yüksek olması.	· Hava koşullarından olumsuz etkilenebilmesi.
· Yolcu-km ve ton-km başına tükettiği enerjinin az olması.	· Limanlarda yaşanan sorunlar ve limanlardaki bekleme sürelerinin doğurduğu ek maliyetler.
· Diğer taşıma türlerine oranla daha ucuz olması.	· Esnek olmaması.

Uluslararası ticarete konu olan denizyolu taşımacılığında gemilere dair dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar bulunmaktadır. Bunların başında, uluslararası deniz taşımacılığında yapılan sözleşmelerde gemilerin yaş sınırının bulunması gelmektedir. Mevzuatta kabul edilen yaş sınırını geçmiş gemilerin birçok teknik arıza ile karşılaşılması muhtemeldir. Bu yaşlı gemilerin limanlarda geçirdikleri sürenin artması, taşıma sürelerinin uzamasına da neden olacağından uluslararası ticarette tercih edilmemektedir. Dünya ticaretinin önemli bir bileşeni olan ve uluslararası ticaret hacminin büyük bir kısmını oluşturan denizyolu taşımacılığı, gemi, konteyner, tekneler veya feribotlar gibi çeşitli denizyolu taşıtları ile gerçekleştirilmektedir. Türkiye Armatörler Birliği tarafından denizyolunda kullanılan gemi çeşitleri ve o gemilere ait özellikler aşağıdaki gibidir.

Konteyner Gemisi: Konteyner taşımacılığı ilk olarak 18. yüzyılın sonlarında İngiltere'deki maden sevkiyatlarında ortaya çıkmıştır. Modern anlamda ise 1956 yılında Malcolm McLean'in geliştirdiği sistemle yaygınlaşmıştır. McLean, yüklerin kamyondan gemiye aktarımında yaşanan zaman kaybını azaltmak için konteynerleri doğrudan taşımaya uygun bir sistem geliştirmiştir. Bu yenilik, "Ideal X" adlı gemiyle yapılan ilk seferle başlamış ve küresel ticarette önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Günümüzde denizyolu taşımacılığının büyük bölümü konteyner gemileriyle yapılmaktadır (Solmaz & Saygılı, 2008; Yüksekyıldız, 2022).

Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) tarafından standart bir konteyner, 20 feet olarak tanımlanmaktadır ve yaklaşık değeri 6.1 m uzunluğundadır. Bu ölçü birimi İngiliz sisteminden gelmekte olup, 1 fit 30,40 cm'ye karşılık gelir. Lojistikte sıkça kullanılan TEU birimi, 20 feet'lik bir konteyneri ifade eder ve 1 TEU = 1 x 20 FT olarak kabul edilir. Konteyner gemileri, en küçüğü "small feeder" ve en büyüğü "ULCV" olmak üzere toplamda yedi ayrı büyüklükte ele alınmaktadır. Konteyner gemilerinin büyüklükleri bakımından sınıflandırılması Tablo 1.12'de detaylı olarak gösterilmektedir.

Tablo 1.12. *Konteyner Gemilerinin Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması (İhracat İthalat Bilgi Platformu, 2024)*

Konteyner Gemisi Kategorisi	Kapasite (TEU)
Small Feeder	1.000
Feeder	1.001 – 2.000
Feedermax	2.001 – 3.000
Panamax	3.001 – 5.100
Past-Panamax	5.101 – 10.000
Newpanamax (Neopanamax)	10.000 – 14.500
Ultra Large Container Vessel (ULCV)	14.501 ve üzeri

Dökme Yük Gemisi: Dökme yük gemileri, tahıl, kömür, maden cevheri gibi kuru yüklerin büyük miktarlarda taşınmasına uygun gemilerdir. Günümüzde sıvı dökme yükler için özel tankerler kullanıldığından, bu gemiler daha çok kuru yük taşımacılığında tercih edilir. Taşıma kapasitelerine göre altı gruba ayrılırlar (Türkiye Armatörler Birliği);

1. *Coaster:* 250-500 ton yük taşırlar daha çok yakın seferlerde taşıma yaparlar.
2. Mini Bulkers: Coaster'den biraz daha büyük olan bu gemilerin taşıma kapasiteleri 5.000-10.000 ton arasındadır.
3. *Handysize:* Genellikle bölgesel ticaret rotalarında çalışan bu gemilerin taşıma kapasitesi 10.000-40.000 ton arasındadır.
4. *Handymax/Supramax:* Genellikle demir cevheri, kömür, çimento, gübre ve tahıl gibi yüklein taşınmasında kullanılan bu gemiler 40.000-60.000 ton arasında taşıma kapasitesine sahiptir.
5. *Panamax:* Demir cevheri, kömür, gübre, tahıllar ve az da olsa çelik ürünlerin taşındığı bu gemiler ise 60.000-80.000 ton taşıma kapasitesine sahiptir. Ayrıca 80.000-110.000 ton taşıma kapasitesine sahip past-panamax ve aframax olmak üzere iki alt kategorisi bulunmaktadır.
6. *Capsize:* Genellikle demir cevheri ve kömür taşıyan bu gemiler, 110.000-200.000 ton taşıma kapasitesine sahip devasa gemilerdir. Demir cevheri taşıma amacıyla özel olarak üretilen VLOC gemileri capsize gemi kategorisi içerinde yer almaktadır.

Tanker Gemisi: Genellikle petrol taşımasında kullanılsa da sıvı özellikteki birçok malın taşınmasında da tanker gemiler kullanılabilir.

Kuru Yük Gemisi: Gemi güvertesinde hareket ettirilebilen büyük kapaklar bulunan gemi, kapakların açılarak içerisine yüklerin boşaltılarak taşıma işleminin yapılmasını sağlamaktadır.

Soğutmalı Gemi: Güvertede bulunan bölünmüş ambarların soğutmalı ve özel yalıtımlı olduğu gemi türleridir. Et, balık, süt ürünleri gibi sıcaklık kontrolü gerektiren ürünlerin taşınmasında kullanılır.

Mavna: Diğer gemilerle arasındaki en büyük farkı motorsuz olmasıdır. Römorkör gemisi tarafından çekilen büyük, su üstünde kalabilen yük taşıma platformudur.

Karma Yük Gemisi: Bu tipteki gemilerde birden çok taşıma şekli kullanılabilir. Örneğin geminin belirli bir bölgesinde yüklerin konteyner ile taşınması sağlanırken, farklı bölmesinde dökme yüklerin taşınabileceği düzeneklerin ya da tanker gemisinin özelliklerinin bulunması gibi.

Genel Yük Gemisi: Her türlü parça yüklerin farklı ambarlarda veya yatay bölmeli hacimlerinde taşıyabilen gemi türüdür.

Ro-Ro Gemisi: Ro-Ro (Roll-on/Roll-off) taşımacılığı, tekerlekli araçların elleçlenmeden gemiye binip inmesini sağlayan bir denizyolu taşıma yöntemidir. Bu sistem, özellikle feribotlarla yaygınlaşmış ve uluslararası taşımacılıkta önemli bir yer edinmiştir. Araçların doğrudan yüklenip boşaltılması, hasar riskini azaltan temel avantajlardan biridir. Ro-Ro gemileri kullanım amaçlarına göre dört ana gruba ayrılır. Bunlar;

- PCC: Sadece arabaları taşıyan gemiler.
- PCTC: Yük araçlarını taşıyan gemiler.
- ROPAX: Yolcu ve araba taşıyan gemiler.
- CONRO: Konteyner ve araba taşıyan gemiler.

Tablo 1.13'te 2023 yılı Ocak-Ekim ayları arasında Türkiye'de yurt dışı bağlantılı hatlarda Ro-Ro taşımacılığı kullanılarak taşınan araç sayıları gösterilmiştir.

Tablo 1.13. *Yurtdışı Bağlantılı Hatlarda Denizyolu ile Taşınan Araç Sayısı, Ocak-Ekim 2023 (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2024)*

Ay	Gelen Araç	Giden Araç	Toplam Taşınan Araç
Ocak / *January*	73.663	105.855	179.518
Şubat / *February*	88.719	118.368	207.087
Mart / *March*	100.443	124.543	224.986
Nisan / *April*	97.462	110.559	208.021
Mayıs / *May*	114.781	113.432	228.213
Haziran / *June*	122.590	130.328	252.918
Temmuz / *July*	126.400	111.403	237.803
Ağustos / *August*	118.898	112.319	231.217
Eylül / *September*	111.696	108.547	220.243
Ekim / *October*	133.643	130.048	263.691
Toplam / *Total*	**1.088.295**	**1.165.402**	**2.253.697**

1.3.3.3. Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı en genel ifadeyle, yük ve yolcu taşımacılığında raylı sistemlerin kullanılmasıdır. Geçmişten bu yana trenler, ulaşımın temel araçlarından biri olmuş; teknolojinin gelişmesiyle birlikte yüksek hızlı trenler de devreye girmiştir. Bu gelişmeler sayesinde, demiryolu taşımacılığı hem zaman açısından verimli hem de güvenli bir

alternatif olarak öne çıkmaktadır. Ancak, yüksek yatırım maliyetleri ve altyapı eksiklikleri nedeniyle, hızlı tren hatları Türkiye genelinde henüz yaygınlaşmamıştır.

Lojistik sektöründe ise taşımacılık alanında oldukça büyük bir paya sahip olan demiryolu taşımacılığı, genellikle ağır tonajlı ürünlerin daha az maliyetlerle taşınmasına imkân sağlamasından ötürü sıklıkla tercih edilen bir taşıma yöntemidir. Diğer taşıma modlarıyla kıyaslandığında, demiryolu taşımacılığı hem düşük taşıma maliyetleri hem de olumsuz hava koşullarına karşı daha dayanıklı yapıya sahip olmasıyla dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, uluslararası taşımacılıkta karşılaşılan teknik uyumsuzluklar, örneğin ülkeler arası farklı ray açıklıkları, sistemin yaygın kullanımını kısıtlayan başlıca zorluklardandır. Tablo 1.14'te bu taşıma türünün avantajları ve dezavantajları ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Tablo 1.14. *Demiryolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları*

Avantajları	Dezavantajları
· Kömür, mermer, demir gibi ağır tonajlı ürünlerde maliyet avantajı sağlaması.	· Teslimat noktalarına göre taşıma süreleri diğer taşıma modlarına kıyasla daha fazladır.
· Çevreye duyarlı olması.	· İlk yatırım maliyeti yüksektir.
· Olumsuz hava koşullarından daha az etkilenir.	· Kapıdan kapıya taşımacılık imkânı yoktur.
· Kaza ve hasar risk oranı daha düşüktür.	· İşletme maliyetleri yüksektir.
· Karayolu taşımacılığında trafiğin yükünü azaltmaktadır.	· Her ülkenin demiryolu taşımacılığı için altyapısı yeterli değildir.
· Taşıma kapasitesi daha esnek ve fazladır.	· Rota ve zaman konusunda esnek değildir.
· Sınır geçişlerinde karayolu için yapılan kısıtlamalardan muaftır.	· Yalnızca demiryoluna sahip olan bölgelere hizmet verebilir.
· Konteyner taşımacılığı için uygundur.	· Ekonomik olması için tam yük çalışması gerekmektedir.
· Uzun dönem sabit fiyat garantisi vardır.	

1.3.3.4. Havayolu Taşımacılığı

Havayolu taşımacılığı, temel olarak bir ürünün ya da hizmetin havayolu vasıtaları aracılığıyla belirli bir noktadan başka bir noktaya ulaştırılması sürecidir. Bu taşıma türü, yüksek birim maliyetler, taşımaya konu olan yükün fiziksel özelliği (miktar, hacim ve ağırlığı) gibi faktörlere bağlı kısıtlar nedeniyle daha çok küçük hacimli, kıymetli ve acil teslimat gerektiren gönderiler için tercih edilmektedir. Havayolu taşımacılık sisteminin temel avantajı hız olduğu için, maliyet faktörü genellikle ikincil önemde kalmaktadır. Söz konusu taşımacılık faaliyetleri, hem kargo hem de yolcu uçakları ile yürütülmektedir.

Ülkemizin sahip olduğu stratejik coğrafi konumu, turizmdeki yoğunluğu, geniş yolcu profili, yaygın havalimanı ağı ve genç nüfustan oluşan iş gücü, Türk havayolu ulaşımının ve taşımacılık sektörünün büyüme potansiyeli gibi faktörler havayolu taşımacılığının güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Öte yandan, nitelikli personel ihtiyacının karşılanamaması, çalışma koşullarındaki sorunlar, mevzuat boşlukları ve havaalanı altyapılarındaki eksiklikler ise sistemin gelişimini sınırlandıran başlıca zayıf yönler arasında yer almaktadır. Tablo 1.15 havayolu taşımacılığının avantajlarını ve dezavantajlarını detaylı olarak gözler önüne sermektedir.

Tablo 1.15. *Havayolu Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları*

Avantajları	Dezavantajları
· Taşımacılık türleri arasında en hızlı ve en güvenilir olan taşıma yöntemidir.	· Diğer taşıma türlerine oranla daha yüksek maliyetlidir.
· Güvenilirdir.	· Her çeşit yükün taşınması için uygun değildir.
· Değeri yüksek ve küçük hacimli eşyaların taşınmasında uygundur.(Örn; mücevher)	· Kapıdan kapıya taşımacılık imkânı yoktur. Öncesinde ve sonrasında karayoluna ihtiyaç duyulur.
· Ulaşım ağı geniştir.	· Sınırlı kapasitededir.
· Coğrafi koşullara bağlı olarak gelişen engellere takılmadan en kısa mesafeyi takip edebilir.	· Her ülkenin demiryolu taşımacılığı için altyapısı yeterli değildir.
· Düzenli, planlı ve sık seferleri vardır.	· Olumsuz hava koşullarından çabuk etkilenir.

1.3.3.5. Boru Hattı Taşımacılığı

19. yüzyılın sonlarına doğru Vladimir Shukhov ve Branobel (Nobel Kardeşler) şirketinin öncülüğünde geliştirilen boru hattı taşımacılığı, genellikle doğalgaz, petrol, benzin ve motorin gibi enerji kaynaklarının taşınmasında kullanılmaktadır. Bu taşıma yöntemi, yüksek miktarlarda enerji ürünlerini uzak mesafelere aktarmada en ekonomik çözümlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Ancak, boru hattı taşımacılığının bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Özellikle ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve taşımanın yapılacağı boru hatlarının birçok farklı ülkenin siyasi sınırları içerisinden geçmesi gibi konular boru hattı taşımacılığının uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, taşınan ürünün son kullanım noktasına ulaştırılabilmesi için farklı taşıma türündeki araçlara ve büyük depolama alanlarına ihtiyaç duyulması, ek maliyetler doğurmaktadır. Tablo 1.16'da boru hattı taşımacılığının avantajlarına ve dezavantajlarına yer verilmiştir.

Tablo 1.16. *Boru Hattı Taşımacılığının Avantajları ve Dezavantajları*

Avantajları	Dezavantajları
· Yüksek miktarlarda petrol, doğal gaz gibi enerji maddelerinin taşınmasına olanak sağlar.	· Taşımanın yapılacağı boru hatlarının birçok farklı ülke sınırlarından geçmesi gerekmektedir.
· Birim taşıma maliyeti düşüktür.	· İlk yatırım maliyeti yüksektir.
· Olumsuz hava şartlarından etkilenmez.	· Taşınan yükün yavaş ilerlemesi ve boru hatlarının uzun olması süreyi uzatmaktadır.
· Programlama işlemlerinin kolaylıkla yapılması.	· Ek maliyetler doğurur.
	· Sınırlı sayıda ürünün taşınmasına olanak verir.

Lojistikte, taşıma faaliyetinin planlanmasında ve taşıma sisteminin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin başında; taşınacak olan yükün cinsi, özelliği, miktarı, değeri, teslim edilmesi gereken süre ve yükün taşınacağı noktalar arasındaki mesafe gibi özellikleri gelmektedir. Tüm bu faktörlere bağlı olarak ürünün hangi taşıma modu ile taşınması gerektiğine karar verilmektedir. Tablo 1.17'de tüm taşıma modlarının maliyet, hız, güvenilirlik, taşınan miktar ve hizmet sunulan nokta sayısı bakımından karşılaştırılmasına yer verilmiştir.

Tablo 1.17. *Taşıma Modlarının Bazı Faktörlere Göre Sıralaması (Waters, 2003; Saatçioğlu, 2006)*

	Hız	Güvenilirlik	Taşınan Miktar	Hizmet Sunulan Nokta Sayısı	Birim Taşıma Maliyeti
Demiryolu	3	4	2	2	3
Denizyolu	4	5	1	4	1
Karayolu	2	2	3	1	4
Boru Hattı	5	1	5	5	2
Havayolu	1	3	4	3	5

Not: Puanlamada 1 en iyi, 5 en kötü olacak şekilde değerlendirilmiştir.

Taşımacılık hizmeti sunan işletmeler, yalnızca bir taşıma modunu tercih edebilecekleri gibi, farklı taşıma modlarının avantajlarını bir arada kullanmak amacıyla birden fazla taşıma yönteminin (intermodal taşımacılık) aynı anda da uygulayabilmektedirler.

1.3.4. Depolama

Depolama, stok yönetiminin temel bir unsuru olarak, hammadde, yarı mamul ve nihai ürünlerin ihtiyaç duyulana kadar uygun koşullarda tutulmasını sağlayan bir lojistik faaliyettir. İşletmeler, hem maliyet avantajı sağlamak hem de müşteri hizmet düzeyini artırmak amacıyla, depolarını müşterilerine ya da tedarikçilerine yakın olan bölgelere

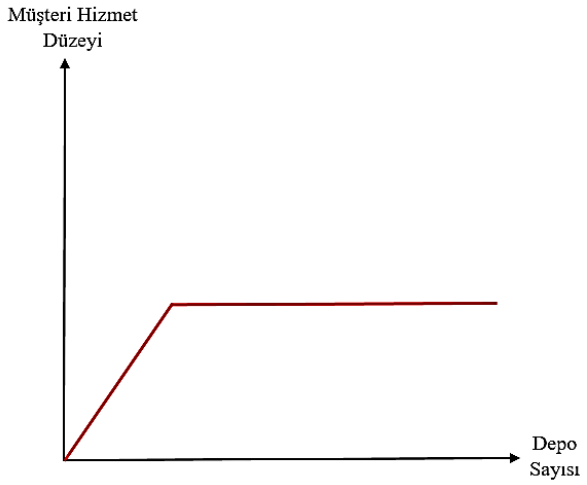
konumlandırmayı tercih ederler. Hitap edilen müşteriye yakın bölgede depo bulundurmak teslimatın hızlı olmasını sağlarken, tedarikçilere yakın olan depolar ise taşıma maliyetlerini indirgemeye yardımcı olmaktadır.

Hızlı teslimat ihtiyacının artmasıyla birlikte teslimat yöntemlerinde kayda değer değişimler yaşanmıştır. Bu doğrultuda, günümüzde "depo" terimi yerine sıklıkla "dağıtım merkezi", "aktarma noktası" ya da "lojistik merkezi" gibi ifadeler tercih edilmektedir. Ayrıca, depolarda çeşitli türde ürünler uzun süreli olarak muhafaza edilirken, dağıtım merkezleri çoğunlukla müşteriye teslim edilmek üzere hazır durumda olan ürünleri kısa süreli olarak barındırır. Lojistik merkezleri ise, tedarik zincirinde yer alan farklı süreçlere ve hizmetlere ait operasyonların bir arada yürütüldüğü tesislerdir.

Depo yönetimi kapsamında; kaç adet depo kurulacağı, depoların konumlandırılacağı noktalar, hangi ürünlerin hangi depolarda ne kadar süreyle stoklanacağı, depoların raf ve barkot sistemlerinin tasarlanması, çok kullanılan ürünlerin depolarda ulaşılabilirliğinin kolay olacak şekilde konumlandırılması gerektiği, depo araçlarının (forklift, palet vb.) ve insanların girebileceği boşlukların planlanması gibi lojistik faaliyetler bulunmaktadır.

İşletmeler, ihtiyaç duyduklarından fazla sayıda depo kurduklarında, bu durum gereksiz maliyet artışına yol açabilir. Örneğin, depo sayısındaki artış, beraberinde daha fazla stok bulundurma maliyeti getirebilir. Ancak bu artış, ürünlerin müşterilere daha yakın noktalarda depolanmasına olanak tanıyarak taşıma mesafelerini ve dolayısıyla taşıma maliyetlerini azaltabilir. Aynı zamanda teslimat sürelerinin kısalması, müşteri memnuniyetinin ve hizmet seviyesinin yükselmesine katkı sağlar. Şekil 1.12'de, depo sayısındaki değişim ile müşteri hizmet düzeyi arasındaki ilişki görselleştirilmiştir.

Şekil 1.12. *Depo Sayısı ve Müşteri Hizmet Düzeyi İlişkisi*



Şekilde görüldüğü üzere depo sayısındaki artış, müşteri hizmet düzeyini bir noktaya kadar artırmaktadır. Depo yönetiminin ele aldığı bir diğer konu ise, işletmenin depolama faaliyetini kendi bünyesinde mi yoksa dış kaynak kullanımı yoluyla mı karşılaması gerektiğine karar vermesidir. Her iki yönteminde kendi içinde işletmeye sağladığı avantaj ve dezavantajlar bulunmaktadır. İşletmenin depolama faaliyetlerini kendi bünyesinde yapmasındaki en büyük avantaj söz konusu olan depolama faaliyetleri üzerinde tam kontrol sağlayabilmesi ve tedarik zinciri üzerinde bulunan diğer lojistik faaliyetlerde de yüksek entegrasyon sağlayabilmesidir. Dış kaynak kullanımı ise, talepteki dalgalanmalara karşı esnekliğin artması, işletmenin kendi bünyesinde sahip olamadığı yetenek ve teknolojilerden yararlanması gibi avantajları işletmeye sunmaktadır.

1.3.5. Stok Yönetimi

Lojistik faaliyetlerin önemli konularından biri olan stok yönetimi, işletmelerin ihtiyaçlarını karşılamak için ellerinde bulundurdukları hammadde, yarı mamul ya da bitmiş ürünlerin yönetimini ifade etmektedir (Deliktaş, 2019). Stok bulundurmaktaki en temel amaç şüphesiz ki hammaddelerin temin ve tedarik edilmesinde meydana gelebilecek olumsuzluklar karşısında hazırlıklı olmaktır. Ayrıca müşterilerin memnuniyetini sağlamak için de stok bulundurulması gerekmektedir. Tedarik zincirinin sorunsuz bir şekilde işleyişinin sağlanması için hangi aşamalarda, hangi üründen ne kadar stok bulundurulması gerektiğinin planlanması son derece önemli bir konudur. Stok planlamasının yanlış ve eksik yapılması, talepte meydana gelen dalgalanmalara cevap verme esnekliğini ve müşteri memnuniyetini düşüreceği gibi fazla stok bulundurma maliyetlerine katlanmayı da gerektirebilir. İşletmeler bu iki durumda da ciddi maddi ve itibar kaybı gibi risklerle karşılaşabilmektedir. Bu bağlamda stok yönetiminin esas konusunun, stok bulundurmak ve bulundurmamak arasındaki dengeyi sağlamak olduğu söylenebilir.

1.3.6. Sipariş İşleme

Sipariş işleme, müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda siparişleri oluşturmayı, müşterinin istediği zamanda ve yerde siparişi teslim etmeyi ve sipariş sonrasındaki süreçleri en etkin biçimde yerine getirmeyi gerektiren önemli bir lojistik faaliyettir. Müşteri gereksinimlerinin doğru bir şekilde karşılanabilmesi etkin ve verimli bir şekilde çalışan sipariş işleme sürecinin performansı ile doğru orantılıdır. Sipariş işleme iki farklı şekilde gerçekleşir. Bunlar;

1. Üretici firmanın ya da perakendecilerin verdiği siparişler (hammadde, yarı mamul ve itmiş ürün gibi).
2. Müşterilerin (tüketicilerin) verdiği siparişler.

Sipariş işleme, müşterilerden gelen siparişler doğrultusunda siparişin kaydedilmesi ve ilgili dokümanların hazırlanması, talebin zamanında karşılanabilmesi için ilgili birimlere bilgi aktarımının yapılması, siparişin teslim edilmesi ile ilgili planlamanın yapılması, müşterilere siparişlerinin durumu hakkında bilgi verilmesi gibi faaliyetleri bünyesinde barındırmaktadır.

Günümüzde, EDI (Elektronik Veri Değişimi), ATP (Avaible-to-promise), CTP (Capable-to-promise) gibi sipariş işleme faaliyetlerinin hatasız bir şekilde yerine getirilmesine yardımcı olan birçok yazılım bulunmaktadır. Tüm bu yazılımlar işletmelere, siparişlerini gerçek zamanlı takip edebilme olanağı sunarken lojistik performansları üzerinde de olumlu bir etkiye neden olmaktadır.

1.3.7. Elleçleme

Elleçleme, bir tedarik zincirindeki tüm aşamalarda ve depolarda malzemelerin belirli bir noktadan başka bir noktaya kısa mesafeli olarak aktarılmasının (depo içinde istiflenmesi, yerinin değiştirilmesi, taşınması, toplanması vb.) insan ya da makine gücü kullanılarak yapılmasını ifade eden bir kavramdır. 4458 sayılı Gümrük Kanunu'na göre ise elleçleme aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

> *"Gümrük gözetimi altındaki eşyaların asli nitelikleri değiştirilmeden istiflenmesi, büyük kaplardan küçük kaplara aktarılması, yerinin değiştirilmesi, eşyanın bulunduğu kapların tamir edilmesi veya yenilenmesi, havalandırılması, karıştırılması vb. işlemler bütünüdür."*

Elleçleme faaliyetleri, ürünlerin değeri üzerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamakla birlikte ürünlerde katma değer de yaratmamaktadır. Ancak yanlış veya eksik bir şekilde yapılan elleçleme faaliyetleri, ürünlerin değer kaybetmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, doğru yapılmayan elleçleme faaliyetleri, katlanılması gereken ek maliyetleri ve zaman kayıpları gibi riskleri de beraberinde getirir.

Özellikle depolarda sıklıkla kullanılan bir faaliyet olan elleçleme, insanlar tarafından yapılabileceği gibi makineler yardımı ile de yapılabilmektedir. İnsan gücü ile yapılacak olan elleçlemede malzemelerin/ürünlerin hacim ve ağırlıklarının küçük olması, elleçleme

faaliyetinin gerçekleştirileceği tesislerin insan bedenine ve çalışma koşullarına uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle insan gücü ile yapılan elleçlemeler genellikle ürünlerin raflara dizilmesi, raflardan indirilmesi, istiflenmesi gibi işlemlerden oluşmaktadır. Elleçlemenin makineler yardımıyla yapıldığı durumlarda iki farklı türde depo kullanılmaktadır. Bunlar;

- Elleçlemenin makine gücüne dayalı yapıldığı depolar.
- Elleçlemenin otomasyona dayalı yapıldığı depolar.

Elleçlemenin makine gücüyle yapıldığı depolar, genellikle büyük hacimli ve ağırlıktaki malzemelerin bulunduğu depolardır. Bu depolarda, malzemelerin hızlı ve verimli bir şekilde taşınması için forklift, konveyör ve vinç gibi bazı ağır makineler kullanılır. Ancak, bu makinelerin çalıştırılması için insana ihtiyaç duyulmaktadır. Elleçlemenin otomasyona dayalı olduğu durumlarda ise işlemler yine makineler tarafından yapılmakta ancak makinelerin çalışması için bir bilgisayara ihtiyaç duyulmaktadır. Otomasyona dayalı olan depolarda elleçleme faaliyetleri, daha etkin, verimli, hızlı ve hatasız olacağından diğer depoya kıyasla daha avantajlıdır. Ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı günümüzde otomasyona dayalı olan bu depolara daha az rastlanılmaktadır.

Tablo 1.18. *Elleçleme Ekipmanları ve Özellikleri*

Elleçleme Ekipmanları	Özellikleri
Eleman Kullanma	Elleçleme insan gücü ile yapılmaktadır.
Çatallı Taşıyıcı (Forklift)	En sık kullanılan ekipmanlardan biridir. Yük kaldırma kapasiteleri 1-40 ton arasında değişir. Standart bir forkliftin yükü kaldırabileceği yükseklik 3 metredir. Forkliftlerin motoru benzin, dizel, LPG veya elektrik ile çalışabilir.
Taşıyıcı Bant (Konveyör)	Mekanik taşıma araçlarıdır. Konveyörler, özellikle ağır veya hacimli nesnelerin taşınmasında kullanılır. Yatırım maliyeti yüksektir ve iyi bir sistem tasarımı gerektirir.
AGV	Otomatik yönlendirilmiş araç olarak tanımlanır. Depo içerisinde kendisi için tasarlanmış özel yollar bulunur. Yere çizilen çizgiyi izleyerek yol alırlar veya otomatik kumanda ile yönetilebilirler.
AS/RS	Otomatik stoklama ve erişim sistemidir. Ürünü ilgili olan hücreye koyan bir robot ile çalışır. Genellikle küçük parçaların taşınmasında kullanılır. Yatırım maliyetlerinin çok yüksek olmasının yanı sıra ileri bir teknolojiye de ihtiyaç duyulur.

1.3.8. Ambalajlama

Ambalajlama, ürünlerin üretimden çıktıktan sonraki aşamalarda ve son tüketiciye (müşteri) ulaştırtılmasına kadar olan süre boyunca ürünlerin bozulmasını, yıpranmasını

veya hasar görmesini engellemek için ürünlerin koruyucu ambalajlarla kaplanması işlemidir.

Ambalajlama faaliyetlerinin temel amacı, ürünleri dış etkenlerden dolayı oluşabilecek hasarlardan korumaktır. Ancak, ambalajlama yalnızca ürünü korumak için değil aynı zamanda ürünlerin taşınması, müşteriye teslimi, elleçlenmesi veya depolama gibi faaliyetlerde işleyişin kolaylaşmasına, bilginin doğru aktarılmasına ve taşıma maliyetlerinin ve hasarlı ürünlerden kaynaklanan maliyetlerin azaltılmasında da yardımcı olmaktadır. Ürün ambalajlarının üzerinde bulunan barkodlar ve etiketler, ürünlerin izlenebilirliğini kolaylaştırarak envanter yönetiminin daha etkin yapılmasını sağlar. Bunun yanı sıra, özellikle farklı ülke ve coğrafyalardaki tedarikçiler, üreticiler ve perakendeciler arasında standart ambalaj kullanımı, lojistik süreçlerin daha uyumlu ve entegre şekilde yürütülmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, iyi yapılmış bir ambalajlama, ürünlerin pazarlarda tutunmaları ve marka görünürlüğü için de oldukça önemlidir.

Ambalajlama faaliyetleri, üretim ve lojistik süreçlerinin tümünde verimliliği arttırmaktadır. Bu bilgi doğrultusunda, tedarik zincirinde bulunan birçok aşamanın etkin ve verimli bir şekilde işlemesinin ambalajlama faaliyeti ile de doğrudan ilişkili olduğu görüşünü benimsemek hiçte yanlış olmayacaktır. Örneğin; müşteriye teslim edilmek üzere yola çıkarılmış bir ürünün ambalajlama işlemi doğru yapılmadığı takdirde, ürünün hasar görme riski daha fazla olacağından, ürün iade ya da değişim gibi tersine bir lojistik sürecine girecek, bu da lojistik maliyetlerin artmasını kaçınılmaz kılacaktır.

1.3.9. Satın Alma

İşletmeler için stratejik bir öneme sahip olan satın alma, en genel anlamda; işletmenin ihtiyaç duyduğu ürünleri (hammadde, yarı mamul, mamul vb.), makine ve teçhizatı ya da hizmeti optimum ücret karşılığında satın almasıdır. Doğru ve etkin bir şekilde uygulanan satın alma fonksiyonu işletmelerin başarılarını önemli ölçüde artırmaktadır (Şahin, 2003). Bu bağlamda, işletmelerin rekabet edebilme gücünün satın alma faaliyeti ile başladığını söylemek hiç de yanlış olmayacaktır.

İşletmelerin satın alma faaliyetini gerçekleştirirken dikkat etmeleri gereken en önemli faktörlerin başında şüphesiz ki ürünlerin hangi zaman ve hangi miktarlarda satın alınması gerektiği gelmektedir. Ayrıca arzın sürekliliğini sağlamak için ve ürünlerin kalitesini

koruyabilmek için satın alınan ürünlerin sürdürülebilirliği de son derece önemli bir konudur.

Satın alma faaliyeti, hangi ürünün ne miktarda alınacağına, ne zaman alınacağına, hangi tedarikçiden alınacağına gibi sorulara cevap verir. Etkin bir satın alma süreci; pazar araştırması ile başlar, işletmenin en uygun tedarikçiyi belirlemesinden sonra tedarikçiden ürün, teçhizat, parça, makine, hammadde vb. satın alma talebi ile devam eder ve satın alma departmanının istenilen ürünleri teslim aldığını bildirmesi ile son bulur (Şahin, 2003).

1.3.10. Müşteri Hizmet Düzeyi

Müşteri memnuniyeti olarak da ele alınan müşteri hizmet düzeyi, müşterilerin sunulan ürün veya hizmetten beklentileri doğrultusunda memnun kalma derecesini ifade eder (Pizam & Ellis, 1999). Müşteri hizmetleri sadece ürün teslimiyle sınırlı olmayıp, lojistik süreçlerde doğru, zamanında ve müşteri odaklı çözümler sunmayı da kapsar. Markaya yönelik olumlu bir algı oluşturmak için tüm tedarik zinciri adımlarının doğru işlemesi gerekir. Ayrıca, ürün iadeleri ve müşteri şikâyetlerine yönelik etkili iletişim ve hızlı yanıt da hizmet düzeyini belirleyen önemli unsurlardır. Tablo 1.19'da müşteri memnuniyetini oluşturan durumlar detaylı olarak ele alınmıştır.

Tablo 1.19. *Müşteri Memnuniyetini Oluşturan Faktörler (Knutson, 1988)*

Müşteri Memnuniyetini Oluşturan Faktörler
Müşterilerin özelliklerini tanımak.
Müşteri istek ve beklentilerini tatmin etmek.
Müşteri üzerinde olumlu bir algı oluşturmak.
İade/değişim sürecinde müşteri çabasını en aza indirgemek.
Satın alma sürecinde müşterinin karar verme aşamasını kolaylaştırmak.
Müşterilerin algılarına odaklanmak.
Müşterilerin zamanlarını boşa harcamalarını önlemek.
Müşterilerin işletmeye tekrar gelmelerini sağlayacak anılar oluşturmak.
Müşterilerin kötü tecrübelerini yok etmek.

1.3.11. Üretim Planlama

Tedarik zincirinin verimli işlemesi, üretim süreçlerinin doğru planlanmasına bağlıdır. Üretim planlama; neyin, ne zaman ve ne kadar üretileceğine dair kararları içerir ve stok yönetimi, iş gücü dağılımı gibi unsurları da bünyesinde barındırır. Etkin bir üretim planlama süreci, hem maliyetleri azaltır hem de müşteri taleplerine zamanında yanıt verilmesini sağlar. Ancak kapasite yetersizlikleri, ham madde temininde yaşanan sorunlar ve iş gücü eksikliği gibi üretimi doğrudan etkileyen faktörler, üretim planlarının

uygulanmasını zorlaştırmakta ve üretim süreçlerinde aksamalar yaşanmasına neden olmaktadır.

1.3.12. Sigortalama ve Gümrükleme

Dış ticaret işlemlerinde önemli bir yer tutan sigortalama, taşınan ürünlerin olası zararlar karşısında güvence altına alınmasını sağlar. Bu uygulama, lojistik süreçlerde karşılaşılabilecek risklerin finansal etkilerinin azaltılması ve bu risklerin sigorta kuruluşlarına devredilmesi esasına dayanır. Taşıma faaliyetleri sırasında oluşabilecek hasarlar nedeniyle sigorta, hem satıcıyı hem de alıcıyı koruyan kritik bir hizmettir.

Gümrükleme ise, uluslararası ticarette ürünlerin sınır geçişlerinde uygulanması gereken yasal işlemleri kapsar. Bu süreçte ürünler ve taşıma araçları, ilgili mevzuatlara uygun olarak beyan edilir ve gerekli belgeler düzenlenerek gümrük otoritelerine sunulur. İşlemlerin karmaşık yapısı ve ülkeden ülkeye değişen uygulamalar nedeniyle firmalar, genellikle bu hizmeti dış kaynaklardan almayı tercih eder.

Gümrük vergilendirmeleri; ürünün türü, menşei ve sınıflandırmasına bağlı olarak farklılık gösterir. Bu nedenle, belgelerde yapılacak en küçük hata dahi hem zaman kaybına hem de hukuki sonuçlara yol açabilir. Sürecin güvenli ve sorunsuz ilerleyebilmesi için gümrükleme işlemlerinin uzman kişi veya kuruluşlar tarafından yürütülmesi büyük önem taşır.

İKİNCİ BÖLÜM

SON ADIM LOJİSTİK KAVRAMI

2.1. Son Adım Lojistiğin Tanımı ve Kapsamı

E-ticaretin hızla gelişmesiyle birlikte popüler bir kavram haline gelen son adım lojistik; İngilizce ve Türkçe literatürde, "son aşama teslimat", "son adım teslimat", "son kilometre lojistiği", "son kilometre dağıtım", "son adım dağıtım", "last-mile logistics", "last-mile delivery", "last mile logistics", "last mile delivery", "last mile transport", "last mile operation", "last kilometer" gibi birçok farklı şekilde ele alınmış olup bu çalışmada "son adım lojistik" ve "son adım teslimat" kavramları sıklıkla kullanılacaktır. Türkçe literatürde nispeten yeni bir çalışma alanı olan son adım lojistik ve son adım teslimat kavramları sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Aslında son adım lojistik, tedarik zincirinin ürünün müşteriye ulaştırıldığı son aşamasındaki lojistik faaliyetlerin bütününü kapsarken, son adım teslimat daha çok ürünün müşteriye veya belirlenen bir noktaya (teslimat noktası, kargo dolabı, resepsiyon kutusu, araç vb.) taşınması faaliyetlerine odaklanmaktadır.

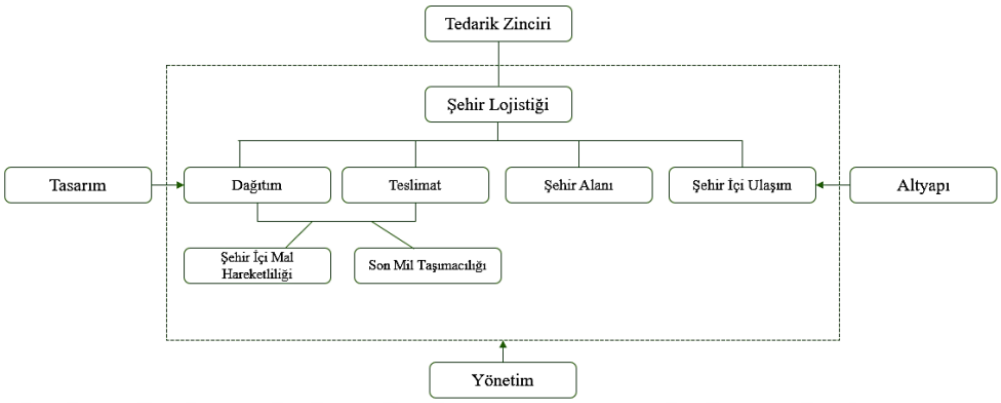
Son yıllarda internet teknolojilerinin gelişmesi, artan nüfus ve tüketicinin farklılaşan istekleri, e-ticaret pazarını sürekli olarak gelişim göstermeye zorlamaktadır. Bu pazarın durmaksızın genişlemesi, doğrudan tüketiciye yapılan teslimatların artmasına yol açarak, şehir içi trafiği üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Özellikle trafik sıkışıklığı, trafik kazaları, park yeri sorunları ve gürültü kirliliği gibi olumsuzluklara sebebiyet veren son adım teslimat; atmosfere yayılan sera gazı emisyonlarını artırarak hem çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmekte hem de kentlerde yaşayan vatandaşların yaşam kalitelerini düşürmektedir.

Şehir lojistiği; kent içindeki yük taşımacılığının, şehirlerde yapılan sosyal, ekonomik ve kültürel faaliyetlerle çakışmadan, kent sakinlerinin yaşam kalitelerini artırmayı ve çevresel sürdürülebilirliği korumak amacıyla sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda

planlandığı takdirde hem ekonomik büyümeyi artıracak hem de kentleşme olgusunun neden olduğu çevresel zararları iyileştirecektir. Bunun yanı sıra, işletmelerin operasyonel maliyetlerini de önemli oranda azaltacaktır.

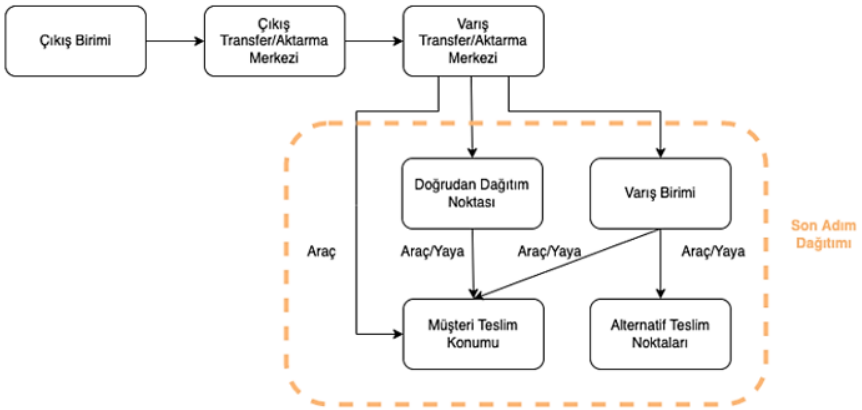
Şekil 2.1 şehir lojistiğinin çerçevesini ele almaktadır. Tedarik zincirinin alt kümesi olarak ele alınan şehir lojistiğinin, kentsel alanlarda gerçekleşen yük ve yolcu taşımacılığı, dağıtım ve depolama faaliyetleri ve diğer lojistik faaliyetlere ilişkin problemlerle yakından ilgilendiği görülmektedir.

Şekil 2.1. *Şehir Lojistiğinin Çerçevesi*



Son adım lojistik, küresel rekabet ortamında müşterilerin ihtiyaçlarına daha hızlı cevap verebilmek için hem lojistik hem de tedarik zincirinde oldukça önem kazanmış bir kavramdır. Lim & Winkenbach (2019) son adım lojistiği, "B2C'nin son aşaması" olarak tanımlamaktadır. Daha anlaşılır bir şekilde; ürünlerin son tüketiciye ulaştırılmak üzere bulundukları konumdan nihai varış noktalarına taşınmasına kadar geçen süreç olarak tanımlanabilir. Şekil 2.2'de, genellikle LHS'ler tarafından gerçekleştirilen klasik bir son adım lojistik faaliyetinin kargo dağıtımındaki yeri gösterilmektedir.

Şekil 2.2. *Son Adım Lojistiğin Kargo Dağıtımındaki Yeri (Boston, 2023)*



Son adım lojistikte, ürünün kim tarafından nerede teslim alınacağı müşterinin tercihine göre değişiklik gösterebilmektedir. Son adım lojistik faaliyetinde teslimat adresi, ev, okul, işyeri vb. yerleşim yerleri olabileceği gibi, tüketicinin fiziksel olarak teslimat sürecinde rol aldığı "gel al noktası" olarak adlandırılan kargo dolapları, anlaşmalı mağazalar, çeşitli esnaflar gibi teslimat noktaları da olabilmektedir.

Gevaers vd. (2014) son adım lojistik kavramını, "şehir lojistiğinin bir parçası ve B2C teslimat hizmetinde, ürünün/hizmetin tüketicinin verdiği adrese veya gel al noktasına teslim edildiği son aşama" olarak tanımlamaktadır. Son adım lojistikte, ürünlerin taşınması LHS'ler tarafından kamyon veya hafif ticari araçlar (van) yardımıyla yapılabileceği gibi, tüketicilerin kendileri tarafından şahsi araçları veya bisiklet, scooter vb. gibi araçlarla da yapılabilmektedir.

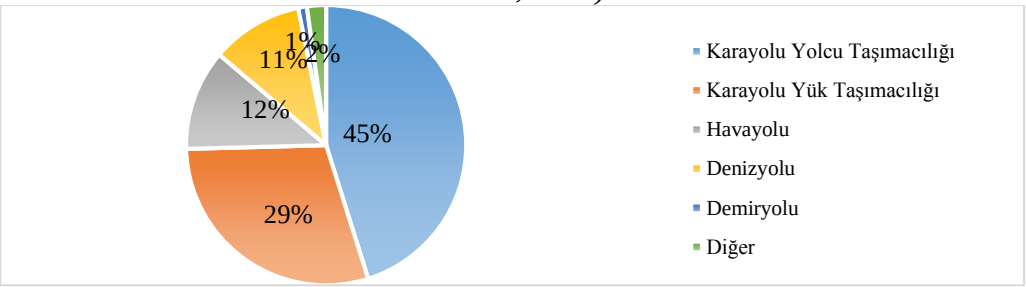
Günümüzde çevrim içi alışveriş kapsamında, çok sayıda düşük hacimli bireysel gönderilerin, belirlenen rota üzerindeki farklı noktalara ulaştırılmasını sağlayan son adım teslimat, yüksek enerji tüketmesi nedeniyle tedarik zincirinin en yoğun kaynak kullanan aşaması olarak öne çıkmaktadır. Kentsel yük taşımacılığının yanında çevrim içi sipariş edilen yemek dağıtımının ve market teslimatlarının da birim başına düşen enerji miktarında ciddi bir paya sahip olduğu yadsınamayacak bir gerçekliktir. Çevrim içi yemek ve market dağıtımı, kentsel alanlarda insanların temel ihtiyaçlarını mümkün olan en hızlı biçimde karşılama talepleri üzerine doğmuş sektörlerdendir. Şehirlerdeki nüfus yoğunluğunun ve kadınların iş hayatına katılımının artması gibi temel nedenler insanları, ihtiyaçlarını çevrim içi platformlar üzerinden gidermeye yönlendirmiştir. Özellikle yakın geçmişte ortaya çıkan COVID-19 pandemisinden sonra getirilen sokağa çıkma yasakları ve kısıtlamaları, iş yerlerinin, restoranların ve AVM'lerin kapatılması, sosyal mesafe kuralları gereği tüketicilerin temastan kaçınmaları ve ihtiyaç duydukları her ürün için çevrim içi marketleri kullanmaları gibi etmenler bu sektörlerin küresel ölçekte hızla büyümesine zemin hazırlamıştır. Ayrıca, gelişmiş ve güvenli elektronik ödeme sistemlerinin benimsenmesi, işletmelere olan güveni artırarak bu sektörlerin büyümesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır.

Gerçek zamanlı teslimat gerektiren son adım lojistikte, teslimat sürecinin hızlı olması, müşteri memnuniyeti üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Teslimat süreçleri, işletmelerin kendi bünyelerinde çalıştırdıkları kuryeler aracılığıyla yürütülebileceği gibi, son adım teslimatta kullanımı giderek yaygınlaşan alternatif yöntemlerden biri olan kitle kaynaklı

(kitle kurye) teslimat sistemleri aracılığıyla da yapılabilmektedir. Kitle kaynaklı teslimatlara sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında; hem işsizlik üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunu, hem de tüketicilere sağladığı kolaylıklardan dolayı sürdürülebilirliğin sosyal boyutunu iyileştirdiği söylenebilir. Öte yandan, tüketicilerin çevrim içi alışverişe olan eğilimlerinin her geçen gün artması; farklı sektörlerin gelişimini teşvik etse de bu hızlı büyüme süreci yalnızca avantajlarla sınırlı kalmamış özellikle kaynak kullanımının artması, sürdürülebilirlik ve kent içi trafiği gibi konularda çeşitli dezavantajları da beraberinde getirmiştir. Teslimat sürecinde kullanılan araçlardan kaynaklanan yakıt tüketimi son adım lojistiği, zincirin en yüksek karbon ayak izi üreten halkası haline getirmiştir. Dolayısıyla çevresel sürdürülebilirlik doğrultusunda son adım lojistiğin yeniden tasarlanması büyük önem taşımaktadır.

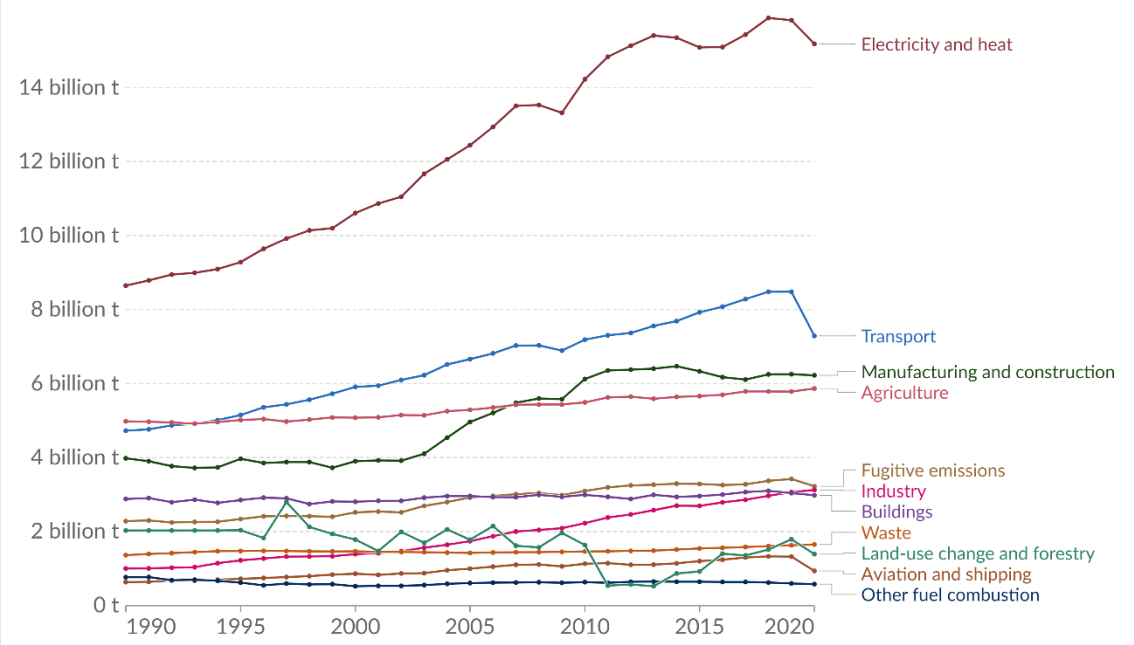
Günümüzde, giderek daha fazla önem kazanan sürdürülebilirlik kavramı kapsamında yapılan reklam kampanyaları, eğitimler, konferanslar gibi çalışmalar, vatandaşları çevreyi koruma konusunda daha duyarlı bir hale getirmiştir. Ancak, hızlı teslimat beklentisinin yüksek olduğu son adım lojistikte, teslimat araçlarının çoğunlukla düşük doluluk oranları ile hareket etmeleri birim başına düşen emisyon miktarını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu bağlamda işletmeler; hem tüketicilerin hızlı teslimat beklentilerine yanıt vermek hem de şehir lojistiğinin sürdürülebilir yaşam hedeflerini tehdit etmesini önlemek adına, son adım lojistiğe ve/veya teslimata yönelik geliştirilen yenilikçi ve sürdürülebilir uygulamaları kendi lojistik operasyonlarına entegre etmeye özen göstermektedirler. Teslimatlarda yaygın olarak karayolu taşımacılığının kullanılması, son adım lojistiğin kentlerde yoğunlaşması ile yakından ilgilidir. Ulaşım ağlarının dünya genelinde atmosfere yayılan sera gazı salınım değerleri incelendiğinde, karayolunda yapılan yolcu ve yük taşımacılığından kaynaklanan sera gazı emisyon miktarının toplamda %74 oranla birinci sırada geldiği Şekil 2.3'te görülmektedir.

Şekil 2.3. *Dünya Genelinde Ulaşım Ağlarının Sera Gazı Emisyon Oranları (Our World in Data, 2020)*



Şekil 2.4'te ise dünya genelinde toplam sera gazlarının sektörlere göre dağılımı gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü üzere yine, ulaşım sektörü küresel emisyonlarda en büyük paya sahip ikinci sektör konumdadır.

Şekil 2.4. *Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları, Dünya (Our World in Data, Climate Watch, 2023)*



*Sera gazı emisyonları, 100 yıllık bir zaman diliminde ton karbondioksit eşdeğeri cinsinden ölçülür.

Sera gazlarının sektörlere göre dağılımına bakmak, sürdürülebilir bir dünya hedefleri doğrultusunda hangi alanlarda emisyon azaltımının uygulanması gerektiğinin belirlenmesi açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu bağlamda Şekil 2.4, sürdürülebilirlik çerçevesinde yapılacak olan uygulamaların, izlenecek politikaların ve emisyon azaltımı gibi önlemlerin öncelikli olarak ulaşım sektörü üzerinde yürütülmesi gerektiğini açık bir şekilde gözler önüne sermektedir. Diğer yandan, küresel çevre bilincinin giderek yaygınlaşması, firmaları sürdürülebilir lojistik süreçler tasarlamaya zorlamaktadır.

Son adım lojistik, taşımacılık ve dağıtım faaliyetlerinin yoğun olarak yürütüldüğü işletmelerde olduğu gibi, kargo şirketleri açısından da oldukça yüksek maliyetli bir süreçtir. Müşteri memnuniyetini doğrudan etkileyen son adım lojistikte, müşterilerin en fazla şikâyet ettikleri konunun başında; teslimatların zamanında gerçekleşmemesi yer almaktadır. Teslimatların zamanında gerçekleşmemesi; kalifiye eleman eksikliği, personel hatası, yanlış lojistik planlaması, son müşterinin adreste bulunmaması, tüketicinin teslimat adresini eksik, yanlış ya da hatalı girmesi gibi faktörlere bağlıdır.

Son adım lojistik, e-ticaret hacminin sürekli olarak artması, tüketici beklentilerinin her geçen gün farklılaşması, geleneksel teslimat yönteminin artan teslimat talepleri karşısında yetersiz kalması vb. gibi çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. E-ticaret hacmindeki artış, son adım dağıtımın etkin ve verimli bir şekilde uygulanabilirliği için işletmelere baskı yaratmakta ve son adım lojistikte problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu problemler; kişi başına düşen siparişin artması, sipariş yönetiminin planlanmasının zorlaşması, personel sayısının yetersiz olması ve mevcut personelin iş yükünün fazla olması, lojistik planlamasının yanlış yapılması, işletmelerin maruz kaldığı ek maliyetler, ulaşım altyapısının yetersiz olduğu şehirlerde teslimat araçlarının trafik yoğunluğunu ve kaza riskini artırması şeklinde sıralanabilir. Sürekli artan e-ticaret teslimatlarını zamanında gerçekleştirebilmek ve yukarıda ele alınan son adım lojistikte yaşanan problemlere yeni çözümler üretmek, günümüzde kargo ve dağıtım işletmelerinin temel amacı haline gelmiştir.

2.2. Son Adım Lojistiğin E-Ticaretteki Yeri ve Önemi

Ticaret, teknolojinin hayatımıza dâhil olmasından bu yana onunla birlikte gelişmiştir ve e-ticaret ismi ile gündelik hayatlarımızın hemen hemen her anında bizlere eşlik etmektedir. E-ticaret; ürünlerin alım/satım, hizmet ve bilgi işlemlerinin bir ağ üzerinden internet ortamında gerçekleştirilmesidir. Dünya Ticaret Örgütü (WTO) e-ticareti, "mal ve hizmetlerin üretim, satış, dağıtım ve reklam gibi işlemlerinin telekomünikasyon ağları üzerinden yapılması" şeklinde tanımlamaktadır. En basit şekliyle "internet üzerinden ürün veya hizmet alım/satım işlemi" olarak ifade edilen e-ticaretin, Dünya'da ilk olarak 1994 yılında "amazon.com" sitesinde kitap satışı ile e-ticaretin başladığı bilinmektedir. Türkiye'de ise ilk ciddi e-ticaret sitesi 1998 yılında "infoshop.com" adı ile kurulmuş olup günümüzde hâlen "hepsiburada.com" adı ile e-ticarete devam etmektedir. E-ticaret işlemi, yapılan faaliyetin taraflarına göre birçok farklı biçimlerde isimlendirilmektedir. Tablo 2.1'de taraflarına göre e-ticaret türleri gösterilmektedir.

Tablo 2.1. *Taraflarına Göre E-ticaret Türleri*

E-Ticaret Türleri
B2B (Business To Business - İşletme/İşletme Arası)
B2C (Business To Consumer - İşletme/Tüketici Arası)
C2C (Consumer To Consumer - Tüketici/Tüketici Arası)
B2G (Business To Goverment - İşletme/Kamu Arası)
C2G (Consumer To Goverment - Tüketici-Kamu Arası)

E-ticarette en fazla bilinen ve uygulanan tür B2C'dir. İşletme ile tüketici arasında yapılan bu ticarette; firmalar ürünlerini çevrim içi mağazalar üzerinden doğrudan tüketiciye satmaktadır. Özellikle akıllı telefon kullanımının artmasıyla birlikte daha çok popülerleşen e-ticaretin, hem işletmeler hem de tüketiciler açısından birçok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Tablo 2.2'de e-ticaretin taraflara sağladığı avantaj ve dezavantajlar gösterilmektedir.

Tablo 2.2. *E-Ticaretin Taraflara Sağladığı Avantaj ve Dezavantajlar*

E- Ticaretin Avantaları ve Dezavantajları		
	İşletmeler Açısından	**Tüketiciler Açısından**
AVANTAJLARI	· Coğrafi kısıtların ortadan kaldırılması ve hedef pazar sınırlarının genişlemesi. · Küresel düzeyde müşteri kazanımı. · Yeni ve rekabetçi tedarikçi ile çalışabilme imkânı sağlar. · İşgücü kaynaklarının genişlemesi. · Pazarlama faaliyetlerine ve basılı reklam materyallerine ayrılan bütçenin dijitalleşmeden dolayı azalması. · Müşteri memnuniyeti artar. · Yeni iş ortaklarına ulaşma imkânı sağlar. · Yer ve zaman kaygısı gözetmeden satış imkânı sağlar.	· Ürün için fiyat araştırması yaparken harcanan ulaşım giderlerini ortadan kaldırır. · Ürün kıyaslama imkânı sağlar. · İstenilen ürün hakkında kullanıcı deneyimlerine ulaşma imkânı sağlar. · Yer ve zaman kaygısı gözetmeksizin dünyanın her yerinden mal ve hizmete erişme imkânı. · Satıcı ile iletişim kurmayı kolaylaştırır. · Gönderinin durumunu takip etme imkânı sağlar. · Hızlı teslimat.
DEZAVANTAJLARI	· Yüz yüze iletişim kurma imkânı yoktur. · E-ticaret sitesinin güvenlik açıklıkları nedeniyle kötü amaçlı yazılımların saldırısına maruz kalma ihtimali vardır. · Güvenliğin sağlanmasına yardımcı olan yazılımların yatırım maliyetleri fazladır. · Kredi/Banka kartı kullanımından dolayı firmaların müşteri güvenlerini kazanmaları zaman alabilmektedir. · Rekabet çok fazladır. · İade oranları yüksektir.	· Ürünü canlı olarak görme, inceleme ve deneme imkânı yoktur. · Ürünün yanlış, defolu gelmesi ya da bedeninin olmaması gibi durumlarda geri iade süreci vardır. · Kargo süresini bekleme zorunluluğu vardır. · Satış öncesi ve sonrası destek sorunları olabilmektedir. · Sahtecilik, dolandırıcılık gibi suçlarla karşı karşıya kalma ihtimali vardır.

İnternet teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte e-ticaret kavramı da gelişmiştir. Son yıllarda özellikle, "hızlı teslimat", "aynı gün içinde teslimat", "bir saat içinde kargoda" ve "24 saat içinde kargoda" gibi kavramlar çevrim içi platformlara olan ilgiyi artırmıştır. Rekabetin oldukça fazla olduğu e-ticaret pazarında zaman baskısından dolayı geleneksel

lojistik faaliyetlerin e-ticaret süreci için yetersiz olduğu gözlemlenmiş ve bu gelişime ayak uydurabilmek adına geleneksel ticaret algısının yanında yeni bir ticari yapı oluşmuştur (Nurcan, 2020). Firmalar, tüketiciyi bilgilendirmenin son derece önemli olduğu ve rekabetin yoğun olduğu bu pazarda, tüketici taleplerine zamanında cevap verebilmek için yeni yöntem arayışına girmiş ve geleneksel lojistikten farklı olan e-lojistik sürecine geçmişlerdir. E-lojistik süreçleri, dijital bilgi teknolojileri sayesinde müşteriler ile kolay iletişim kurabilme imkânı sunması, zaman faktörünü kısaltması ve dağıtıma hız kazandırması ile dikkat çekmektedir (Türkmen ve Sarıcan, 2016). Son adım dağıtım, lojistik üzerinde uygulanacak olan yenilikleri ve aynı zamanda zincirdeki tüm süreçleri (satın alma, depolama vb.) de kapsamalıdır (Nurcan, 2020). Gelişimin tüm tedarik zincirine uygulanması, tedarik zinciri ve lojistik süreçlerin verimliliğini, izlenebilirliğini ve dinamikliğini artıracak ve süreci daha esnek bir yapı haline getirecektir. E-lojistik ve geleneksel lojistik süreçleri arasında birçok farklılık bulunmaktadır. Bu farklılıklar Tablo 2.3'te gösterilmektedir.

Tablo 2.3. *Geleneksel Lojistik ve E-Lojistiğin Karşılaştırılması (Çancı ve Erdal, 2009)*

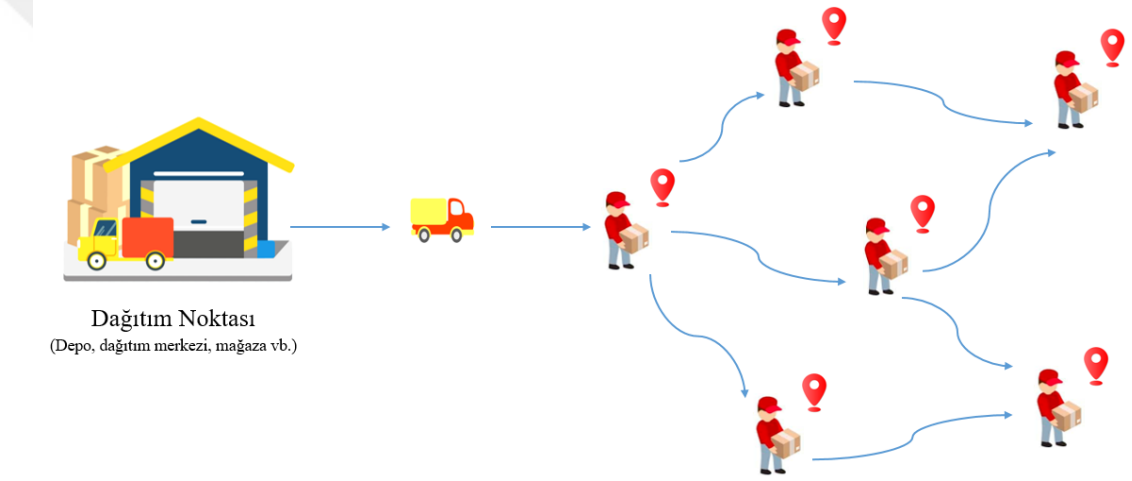
	Geleneksel Lojistik	**E-Lojistik**
Sipariş Miktarı	Dökme yük	Parça yük
Talep Türü	İtme sitemi	Çekme sistemi
Sipariş Yönü	Tek yönlü	İki yönlü
Dağıtım/Teslimat Yapısı	Toplu	Çok dağıtımlı
Talep Yapısı	Sabit	Mevsimsel, parçalı
Mali Sorumluluk	Zincirin bir halkasında	Tedarik zinciri boyunca

E-ticaretin son halkası olan son adım lojistikte tüketiciler, fiziksel mağazaya gitmek zorunda kalmadan alışveriş yapabilme ve bu sayede zamandan tasarruf etme gibi avantajlar nedeniyle çoğunlukla geleneksel adrese teslimatı tercih etmektedirler. Ancak, geleneksel adrese teslimat siteminde kullanılan "van" tipi araçlar; müşteri memnuniyetini sağlamak için yükleme alanlarının kullanım derecesine bakılmaksızın yoğun bir tempoda hizmet vermektedirler (Nurcan, 2020). Nihai tüketicilerin az veya küçük miktarlarda ürün satın alması ve hızlı teslimat beklentileri kargo şirketlerinin; hem teslimat araçlarını düşük doluluk oranlarında dağıtıma çıkaramaya mecbur bırakmakta hem de dağıtım süreçlerinin karmaşıklaşmasına yol açmaktadır. Bu bağlamda, günümüzde son adım lojistiğin dağıtım şirketleri için oluşturduğu bu olumsuz dışsallıkları azaltmak için geleneksel adrese teslimatın yanında alternatif teslimat yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara, araştırmacıların ve uygulayıcıların ilgisi giderek artmaktadır.

2.3. Geleneksel Son Adım Adrese Teslimat Yöntemi

E-ticaretin en kritik faaliyetlerinin başında gelen son adım lojistikte kullanılan ilk ve en yaygın yöntem, geleneksel adrese teslimat yöntemdir. Bu yöntem en genel tanımıyla, teslim edilecek ürünlerin; depo, dağıtım merkezi, teslimat şubesi, mağaza gibi çeşitli dağıtım noktalarından belirli rota üzerinde hareket eden "van" tipi araçlara yüklenerek, son tüketicinin önceden belirtmiş olduğu adrese ulaştırılmasını ifade etmektedir. Geleneksel adrese teslimat yöntemi, teslimat adresinin çoğunlukla "ev" olmasından dolayı, yaygın olarak "eve teslimat" ismi ile kullanılmaktadır.

Şekil 2.5. *Geleneksel Adrese Teslimat Yöntemi*



Geleneksel adrese teslimat yönteminde, tüketiciler ürünü teslim almak istedikleri yeri önceden belirtmektedirler. Teslimat noktası olarak adlandırılan bu yerler genellikle ev, iş yeri, ofis gibi farklı türdeki yerleşim bölgelerini içermektedir. Yoğun e-ticaret ortamında; teslimat aracının genellikle durak başına bir paket bırakmak üzere belirlenen rota üzerinde ilerleyerek paketleri teslim etmesi hem işletmelerin dağıtım planlamalarını güçleştirerek maliyetlerini artırmakta hem de çevresel sürdürülebilirliği olumsuz etkilemektedir. Dahası, alıcının fiziksel varlığını gerektiren adrese teslimat yönteminde, alıcıların adreste bulunmaması, başarısız teslimatlara neden olmakta ve bu da boş yolculuk oranını artırmaktadır. Ayrıca, teslimat sürecinde kullanılan "van" tipi araçlar kentsel yük taşımacılığı sırasında yüksek emisyon üretmektedir. Bununla birlikte, başarısız olan teslimatlar, teslimatı gerçekleştiren firma için zaman kaybına neden olurken, tüketiciler açısından da ürünlerini teslim alabilmek için dağıtımı gerçekleştiren firmanın deposuna gitme zorunluluğu doğurmaktadır. Bu bağlamda; mevcut geleneksel

adrese teslimat yönteminin sürdürülebilirlik çerçevesinde incelendiğinde sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları bakımından yetersiz kaldığı açık bir şekilde görülmektedir. Buna rağmen e-ticarette kullanılan teslimat yöntemleri arasında tüketicilerin %70'inden fazlası sağladığı rahatlık ve kolaylıktan ötürü ilk tercih olarak "adrese teslimat" yöntemini seçmektedir (Joerss vd., 2016).

Sonuç olarak, sürdürülebilirlik endişeleri ve büyüyen e-ticaret, geleneksel son adım teslimat modelinin maliyet ve operasyonel açıdan yetersiz kalmasına neden olduğundan, teslimat süreçlerini iyileştirmek ve yaşanan problemleri kolaylıkla çözebilmek için yeni yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç doğmuştur.

2.4. Yenilikçi Son Adım Teslimat Yöntemleri

Fiziksel dağıtım; ürünlerin, firmanın pazarlama stratejileri doğrultusunda tüketicilere ulaştırılma sürecinde yapılan taşıma, depolama, bilgi işlem gibi faaliyetleri kapsamaktadır. Teslimatların nihai tüketiciye ulaştırılmasında yaygın olarak geleneksel adrese teslimat yönteminin kullanılması; kentsel alanlarda trafik yoğunluğu ile kaza riskinin artması, karbon ayak izinin artması ve gürültü kirliği gibi problemlerin çoğalmasına neden olmaktadır. Ayrıca geleneksel adrese teslimatın; çevresel etkilerin yanında ekonomik verimliliğin sağlanması için de yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, kentsel yük taşımacılığının en önemli uygulamalarından biri olan son adım lojistiğin maliyet avantajlı, izlenebilir ve daha kontrol edilebilir olmasının, yalnızca geleneksel adrese teslimat yöntemi ile mümkün olmayacağı anlaşılmış ve teslimat sürecini iyileştirmek adına yenilikçi teslimat yöntemlerinin geliştirilmesi için araştırmalar yapılmıştır. Tablo 2.4'te yenilikçi son adım teslimat faaliyetleri gösterilmektedir.

Tablo 2.4. *Son Adım Lojistikte Kullanılan Yenilikçi Teslimat Yöntemleri (Demirel vd., 2022)*

Yenilikçi Son Adım Teslimat Yöntemleri
Kitle Kaynak Kullanımı
Tıkla & Topla (Click & Collect - C&C)
Teslim Alma Noktası (Pick-up Point - PP)
Teslim Alma-Bırakma Noktası (Pick-up Drop-off – PUDO Point)
Kargo Dolabı (Parcel Locker) ile Teslimat
Araç İçi Teslimat (In-car Delivery)
Kargo Bisikleti
Drone Teslimatı
Otomatik Yönlendirmeli Araç (AGV)
Resepsiyon Kutusu

2.4.1. Kitle Kaynak Kullanımı

Son adım lojistik faaliyetlerinin ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerini iyileştirebilmek için geliştirilmiş yenilikçi teslimat yöntemlerinden biri olan kitle kaynak kullanımı (KKK) en basit şekliyle, dağıtım faaliyetlerin dış kaynak kullanımı yoluyla toplumdaki gönüllü kişiler tarafından gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Kitle kaynak kullanımının lojistik alanında yapılması, taşımaya veya teslimata konu olan ürünlerin, LHS olmayan gönüllü kişiler (kitle kurye) tarafından bireysel araçlar ile ücret karşılığında taşıması ile ilişkilidir. Örneğin, Amazon herhangi bir müşterinin kendi paketini teslim alırken ikamet ettiği konumda bulunan ya da ikamet ettiği adres güzergâhı üzerinde bulunan komşularının paketlerini de alıp onlara teslim edip edemeyeceğini araştırmıştır (Bensinger, 2015).

Kitle kaynaklı lojistiğin (KKL) temel amacı; vatandaşların özel araçlarının hali hazırda var olan kapasitelerini (fazla/atıl/boş), seyahat ettikleri güzergâh üzerinde bulunan müşterilerin paketlerini taşımak için kullanmaya teşvik ederek trafik sıkışıklığının ve emisyon miktarının azaltılmasını sağlamaktır (Rai vd., 2017). İletişim ve bilginin son derece önemli olduğu son adım lojistikte, KKK faaliyetinde gönüllü olan kişi/kişiler ve teslimata konu olan ürünün bulunduğu konumdaki taraflar arasındaki iletişim ve bilgi alışverişi teknolojik bir platform üzerinden sağlanmaktadır (Mehman vd., 2015). Ayrıca, KKK yoluyla yapılacak bir taşıma işleminde ekstra bir taşıma kapasitesine ve maliyetine ihtiyaç duyulmaması; müşteriler, kitle kuryeler ve servis platformu (son adım lojistik firması) için kazan-kazan ilişkisi yaratmaktadır (Kunze, 2016). Geleneksel adrese teslimat yöntemine kıyasla daha düşük maliyetli, daha esnek ve daha çevreci bir uygulama olan KKK'nin başarılı olabilmesi gönüllü kitlenin varlığı ile mümkündür.

Carbone vd., (2017) KKK ile yapılan bir lojistik faaliyetin, zaman ve mekân faydası yarattığını savunmuş ve KKL'yi söz konusu faydaları garanti eden birbiriyle ilişkili lojistik faaliyetler paketinin sunumu olarak tanımlamıştır. Rai vd., (2017)'ne göre ise, KKL "zaman ve/veya hacim bakımından boş kapasiteye sahip olan, gönüllü olarak katılan, karşılığında bir ücret alan ve şirket dışı bilinmeyen kişileri kullanarak lojistik hizmetler için arz ve talebi eşleştiren bilgi bağlantılı bir pazaryeri konsepti"dir. Rai vd., (2017)'ne göre 7 unsurdan oluşan KKL'de her bir unsur kritik bir öneme sahiptir. Tablo 2.5'te KKL'nin unsurları gösterilmektedir.

Tablo 2.5. *Kitle Kaynak Lojistiğinin Unsurları (Rai vd., 2017)*

Kitle Kaynak Lojistiğinin Unsurları	
Teknolojik Altyapı	Şirket Dışlılık
Boş (Kullanılabilir/Fazla) Kapasite	Ücret
Kitle Ağı	Gönüllülük
Tanımsız Karakter	

KKL'de, lojistik hizmetini sunan kitle, belirli bir ücret karşılığında ve gönüllü olarak bu faaliyetleri yürütmektedir. Resmi bir işe alım sürecinin bulunmadığı KKL'de, kitle kuryeler "daimi çalışan" ya da "lojistik profesyoneli" olarak kabul edilmediği için şirketin dışındadır. KKL'nin temel özelliklerinden biri, hizmet veren kitlenin tanımsız ve belirsiz olmasıdır. Bu bilinmezlik, lojistik hizmetin sürekliliğini ve garanti edilmesini zorlaştırmaktadır. Kitlenin sabit bir sözleşmeye bağlı olmadan, isteğe bağlı olarak düzenli ya da düzensiz çalışması söz konusudur (Rai vd., 2017). Şekil 2.6, kitle kaynak lojistiğinin son adım teslimatlarda nasıl kullanılabileceğini ve geleneksel lojistik yöntemlerle nasıl entegre edilebileceğini göstermektedir.

Şekil 2.6. *Son Adım Teslimatlarda Kitle Kaynak Lojistiğinin Kullanımı (Sampaio vd., 2019)*



Sampaio vd., (2019)'ne göre, şehir dışında bulunan bir dağıtım merkezi (1), geleneksel yöntemleri tercih eden bir dağıtım şirketinden dağıtım hizmeti alabilir veya şehirdeki toplu taşıma araçlarında (2) hali hazırda bulunan fazla/boş kapasiteyi kullanabilir. Ayrıca, gideceği konuma ulaşmak için şehir içinde kişisel aracıyla seyahat eden kitle (3) mal akışının bir kısmını gönüllü olarak gerçekleştirebilir. Profesyonel bir teslimat şirketi ise, her gün işe/okula vb. gidip gelen bir yolcuyu (4) gideceği konuma yakın veya o güzergâh

üzerinde bulunan bir konuma paketleri taşıması için görevlendirebilmektedir. Bunun yanı sıra, teslimatı gerçekleştirecek gönüllü kitle kuryeler şehir içi bisiklet kiralamalarında yapılacak indirim karşılığında paket teslimatı yapabilir (5). Komşular, teslimatı kolaylaştırmak amacıyla paketleri müşteriler yerine teslim almaya ve depolamaya istekli olabilirler (6). Boş yolculuk oranlarını düşürmek ve ürünlerin teslim edilme oranını yükseltmek amacı ile şehrin farklı bölgelerine veya büyük site alanlarına yakın noktalara teslimat kutuları (7) yerleştirilebilir (Sampaio vd., 2019).

Lojistik hizmetlerin gerçekleştirilmesinde KKK; müşterilere maliyet avantajı, teslimat sürelerinin kısalması ve hizmet esnekliği gibi avantajlar sağlarken söz konusu taşımanın zaten trafikte seyahat eden araçların boş kapasitelerini kullanarak yapılmasının getireceği birtakım avantajlar bulunmaktadır. Bunlar, sera gazı emisyon miktarındaki ve şehir içi trafik yoğunluğundaki düşüş ile birlikte gürültü kirliliğinin azaltılması, toplumdaki bireylere iş imkânı sağlanması ve bu sayede sürdürülebilir bir yaşam hedefinin sağlanmasına katkıda sunmasıdır. Bunun yanı sıra, KKL'nin bazı riskleri de bulunmaktadır. Gönüllülük esasına dayanan modelde, gönüllü kitlenin artmasını ve bunun sürdürülebilir olmasını sağlamak bu risklerin başında gelmektedir. Tablo 2.6'da Huang vd., (2020) yılında yaptıkları çalışmalarından yola çıkarak hazırlanmış, kitle kuryelerinin KKL'ye katılma isteklerini azaltacak nedenlere yer verilmiştir.

Tablo 2.6. *Kitle Kuryelerin Kitle Kaynak Lojistiğine Katılma İsteklerini Azaltan Nedenler (Huang vd., 2020)*

Kitle Kuryelerin Kitle Kaynak Lojistiğine Katılma İsteklerini Azaltan Nedenler
· Lojistikte kitle kaynak kullanımının yeni ve güncel bir uygulama olmasından dolayı bir takım teknik, yönetsel ve yasal zorlukların bulunması.
· Söz konusu taşıma karşılığında kitle kuryelere ödenen ücretin, kitlenin devamlılığının sağlanması için yetersiz kalması.
· Kitle kuryelerin harcadıkları enerji, zaman ve araç/ekipman maliyetlerinin katılım devamlılığını olumsuz etkilemesi.
· Teslimatların zamanında yapılmaması, taşıma esnasında ürünün hasar görmesi veya kaybolması, kaza riski ve güvenlik sorunların ilgili paydaşlar arasındaki güveni azaltması.
· Kitlenin devamlılığını sağlayacak motive edici unsurların yetersiz olması.

KKK yalnızca teslimatı gerçekleştirecek kuryelerin ve araçlarının gönüllü kullanımıyla sınırlı değildir. Teslim alma ve bırakma noktası olarak kullanılabilecek esnafa ait bir tesis (çiçekçi, kuru temizlemeci vb.) aracılığıyla teslimat da son adım lojistikte KKK'ye örnek teşkil etmektedir.

2.4.2. Tıkla &Topla (Click & Collect-C&C)

Tıkla &Topla (C&C) teslimat modelinde alışveriş, geleneksel mağaza deneyiminden farklı olarak sanal ortamda yani internet üzerinde gerçekleşmektedir. Bu yöntemde müşteri çevrim içi olarak sipariş verdikten sonra, satıcının siparişin hazır olduğu bilgisini iletmesiyle, ilgili mağazaya giderek ürününü teslim alır. Geleneksel adrese teslimat yönteminin aksine, genellikle ekstra bir ücret talep etmeyen C&C yönteminde sanal mağaza fiyatları, fiziksel mağaza fiyatları ile aynıdır. Uzun zamandır hızlı yemek (fast food) sektöründe uygulanan bu model, perakende alanında da hızla yaygınlaşmaktadır.

Müşterilere, siparişlerini teslim almak için bulundukları konuma en yakın mağazayı seçebilme imkânı tanıyan C&C teslimat modelinde paketler, siparişin oluşturulmasından sonra genellikle aynı gün veya ertesi gün, müşterinin tercih ettiği mağazada teslim edilmek üzere hazır hale gelmektedir. Paketlerin müşteri tarafından teslim alınmasına ilişkin belirlenen süre, işletmeden işletmeye değişmekle birlikte, genellikle 1-3 iş günü arasındadır.

Hem müşteriler hem de perakendeciler için birçok avantaj sunan C&C modeli, mağazalardaki satın alma ve ödeme işlemlerini kolaylaştırması ve müşterilere zamandan tasarruf etme fırsatı sağlamasından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir. C&C modelinde, müşterinin fiziksel olarak teslimat sürecinde bulunma zorunluluğu, son adım lojistik faaliyeti ile tam olarak ilişkilendirilmediği gibi problemlerin doğmasına neden olabilir. Ancak bu problem, teslimat noktasının müşterinin zaten gitmeyi planladığı konuma yakın olan bir toplama noktasını seçmesi ile çözümlenebilir (Jesse, 2008).

2.4.3. Teslim Alma Noktası (Pick-up Point- PP)

Son adım lojistik faaliyetlerinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biri olan bu modelde, müşteriler sipariş ettikleri ürünleri adreste beklemek yerine kendilerine en yakın teslim alma noktasından kolayca temin edebilmektedirler. Müşterinin erişiminin kolay olacağı alanlara konumlandırılan bu noktalar bir kilitli dolap, mağaza ya da kargo şubesi olabileceği gibi, müşterinin ikamet ettiği konuma yürüme mesafesinde olan, satıcı firmanın anlaşmalı olduğu kasap, kırtasiye, bakkal gibi çeşitli esnaflar da olabilmektedir. Potansiyel teslim alma noktaları incelendiğinde, insanlı ve insansız (otomat) teslim alma noktaları olarak iki farklı çeşitte ele alınabildiği görülmektedir (Paker, 2021).

Tüketicinin teslimat sürecinde fiziksel olarak aktif olmasını zorunlu kılan bu son adım teslimat konseptlerinde, müşteri hizmet düzeyinin olumsuz yönde etkilenmemesi için

teslimat noktalarının; müşterilerin adreslerine yakın ve sıklıkla ziyaret edebilecekleri lokasyonlar üzerinde belirlenmesi son derece önemlidir.

E-ticaret yoğunluğunun artmasıyla birlikte günümüzde yaygın olarak kullanılan PP konsepti geleneksel adrese teslimat yöntemiyle kıyaslandığında, ilk denemede başarısız durumda olan teslimatlar için kat edilmesi gereken mesafenin %80 oranında azaldığını göstermektedir (McLeod vd., 2006). PP teslimat konsepti, çevresel sürdürülebilirliğe sağladığı faydaların yanında, operasyonel verimliliği ve etkinliği artırarak kargo şirketlerinin maliyet avantajı elde etmelerine de katkı sağlamaktadır. Ayrıca, PP olarak çeşitli esnafların kullanılması, küçük işletmelere ek kazanç sağlamakta ve mağaza içerisindeki müşteri trafiğini artırarak yeni müşteriler kazanmaları gibi faydalar yaratmaktadır (Morganti vd., 2014). İnsansız PP'ler ise noktada bir çalışanın bulunmadığı kargo dolabı gibi teslimat noktalarıdır.

Günümüzde, kargo şirketlerinin yanı sıra Trendyol, Hepsiburada ve N11 gibi e-ticaret platformları da, kargo sektöründeki yoğun trafiği yönetebilmek amacıyla hem insanlı hem de insansız (otonom) teslim alma noktaları aracılığıyla hizmet sunan firmalar arasında yer almaktadır.

2.4.4. Teslim Alma-Bırakma Noktası (Pick-up Drop-off –PUDO Point)

E-ticarete katma değer yaratmak ve son adım lojistiğin sürdürülebilir olması için geliştirilen teknoloji destekli ve yenilikçi yöntemlerden biri olan PUDO noktaları hem müşterilere esneklik sağlamakta hem de firmaların lojistik operasyonlarının verimliliğini artırmaktadır. Bu sistem; müşterilere kargolarını adreste teslim almak yerine kendilerine en yakın PUDO noktasından almayı tercih edebilmelerini sağlamasından ötürü PP teslimat yöntemi ile benzerlik göstermektedir. Aralarındaki en büyük fark, müşterilerin PUDO noktalarından aynı zamanda ürün gönderilebilmesidir. PUDO noktalarında müşteriler, satıcının teklifine bağlı olarak düşük maliyetle ya da ücretsiz olarak ürünlerini iade edebilmektedirler (Kawa, 2020).

İzlenebilirliği ve esnekliği yüksek olan bu teslimat modeli, işletmelerin lojistik performanslarını artırmaya yardımcı olmaktadır. PUDO teslimat modelinde müşteriler, mobil uygulama yardımıyla gönderilerini anlık olarak izleyebildikleri gibi, kendilerine yakın PUDO noktalarını listeleyebilir ve kendilerine en uygun olan noktayı seçebilirler. Ayrıca PUDO'nun, dağıtıma çıkmış bir ürünün teslimat noktasını değiştirme imkânını sunması, müşterilerin bu teslimat modeline eğilimlerini artırmaktadır.

Zaman ve maliyet kaybının önüne geçmeye yardımcı olan bu modelde PUDO noktaları, müşterilerin evlerine, işyerlerine, ofislerine ya da okullarına yakın konumlarda bulunan alışveriş merkezleri, marketler veya benzin istasyonları olabilir. PUDO noktaları kuruldukları yere göre beş kategoriye ayrılmaktadır (https://pudo.com.tr/en/pudopoint-en/ Erişim Tarihi: 13/09/2024). Bunlar;

- PudoPOINT-H (site)
- PudoPOINT-B (iş merkezleri – ofisler)
- PudoPOINT-R (perakende)
- PudoPOINT-C (üniversite kampüsleri)
- PudoPOINT-S (alışveriş merkezleri)

Maliyet avantajı yaratması, zaman kaybının önüne geçmesi, iade kolaylığı sağlaması gibi avantajlarından dolayı günümüzde tüketiciler tarafından sıklıkla tercih edilen PUDO kullanımı aynı zamanda lojistik maliyetleri, şehir trafiğini ve CO_2 salınımını azaltmaya ve yakıt tasarrufu sağlamaya yardımcı olmaktadır.

2.4.5. Kargo Dolabı (Parcel Locker) ile Teslimat

Yenilikçi son adım teslimat yöntemleri arasında en dikkat çeken konseptlerden biri olan kargo dolabı ile teslimat, müşterilerin adreste kargo beklemek zorunda kalmadan kendisinin belirlediği bir kargo dolabı noktasından gönderilerini istediği zaman diliminde teslim almalarını mümkün kılan alternatif bir teslimat yöntemidir. Kargo dolapları müşterilerin kolaylıkla erişim sağlayabilmesi için halka açık olan; otobüs terminalleri, benzin istasyonları, alışveriş merkezleri, tren istasyonları, otoparklar gibi yerlere konumlandırılmaktadır. 7/24 kargolara erişim imkânı sunan bu yöntem hem teslimatların başarısız olma riskini azaltmakta hem de lojistik firmalarına rota planlamasında esneklik sağlayarak operasyonel maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlamaktadır.

Müşterilerin paketlerini teslim alabilecekleri, hatta bazı durumlarda bırakabilecekleri kargo dolaplarına erişim, müşteri telefonuna gönderilen şifre ile gerçekleştirilmektedir (Demirel vd., 2022). Bu modelde müşteriler, dolap erişimi sonlandıktan sonra paketlerini teslim alamazlar. Bu nedenle müşterilerin belirtilen süre içerisinde siparişlerini teslim almaları son derece önemlidir. Aksi takdirde müşteri tarafından teslim alınmayan paket, LHS tarafından dolaptan alınarak tekrar depoya götürülür. Hem LHS hem de müşteri, paketin durumunu tam zamanlı olarak çevrim içi olarak izleyebilir (Kawa, 2020).

Kargo dolapları, teslimat süreçlerinde maliyet ve zaman tasarrufu, esneklik ve başarısız teslimatların azalması gibi önemli avantajlar sunarken; dolapların sınırlı kapasitesi, yer seçiminin kritikliği ve bazı kullanıcılar için erişim zorluğu gibi dezavantajları da beraberinde taşımaktadır. Tablo 2.7 kargo dolabı ile teslimatın avantaj ve dezavantajlarını göstermektedir.

Tablo 2.7. *Kargo Dolabı ile Teslimatın Avantaj ve Dezavantajları*

Avantajlar	Dezavantajlar
· Toplam seyahat mesafesini azaltır.	· Yasal düzenlemelerdeki eksiklikler.
· Trafik sıkışıklığını, kaza riskini ve gürültü kirliliğini azaltır.	· Teslimatın son ayağının tüketici tarafından yapılması zorunluluğu.
· Kentsel yük taşımacılığı ile çevreye yayılan kirleticileri azaltır.	· Halka açık noktalara konumlandırılmasından dolayı yerleşim izni problemlerinin yaşanması.
· 7/24 erişim imkânının olması.	· Bazı güvenlik sorunlarının bulunması.
· Teslimat maliyetlerinin düşük olması.	· Dolap kurulum maliyetlerinin yüksek olması.
· Müşterinin evde bulunmadığı durumlardan kaynaklanan ek maliyetleri azaltır.	· Kapasite nedeniyle büyük hacimli ürünlerin teslimatının sağlanamaması.

Kargo dolaplarının tasarımı, ürün gruplarına (ısı duyarlı, soğutmalı vb.) ve konumlandırılacak mekânlara göre farklılık gösterebilmektedir. Son adım teslimatta, sabit dolapların yanı sıra, hareket edebilen ve mobil dolap olarak adlandırılan dolaplara da rastlanmaktadır. Sabit ve mobil dolaplar müşteri erişimi açısından karşılaştırıldığında mobil dolapların daha çok müşteriye ulaştığı gözlemlenmiştir. Mobil dolaplar, sürücü tarafından kullanılabileceği gibi, sürücüsüz ve otonom bir biçimde de tasarlanabilir (Demirel vd., 2022).

Fotoğraf 2.1. *Kargo Dolabı Örnekleri*



(a) (b)

Fotoğraf 2.1, ülkemizde bilinen ve kullanılan en yaygın kargo dolaplarını göstermektedir. Bunlar; Yurtiçi Kargo'nun "YK Plus 7/24" hizmeti (a) ve PTT'nin "kargomat" (b) isimli dolaplarıdır.

2.4.6. Araç İçi Teslimat (In-car Delivery)

Araç içi teslimat, son yıllarda gelişen akıllı teknolojiler ve mobil bağlantı sistemleri sayesinde uygulanabilir hale gelen yenilikçi son adım teslimat yöntemlerinden biridir. Araç içi teslimat yönteminin hayata geçirilebilmesi için, teslimatın yapılacağı araca önceden özel bir "araç kiti" yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu sistem sayesinde LHS, park halindeki aracın konumunu dijital olarak izleyebilmekte, aracın bagajını açarak ürünü güvenli bir şekilde teslim edebilmektedir. LHS'nin teslimatı tamamlamasının ardından müşteriye, aracına ürünün başarıyla bırakıldığına dair bilgilendirme mesajı gönderilmektedir (Chua, 2012). Araç içi teslimat sistemi özellikle mesai saatlerinde evde bulunmayan kullanıcılar için büyük kolaylık sağlamaktadır.

Temel olarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisinden yararlanan bu model, henüz çok yaygın olmamakla birlikte özellikle lojistik firmaları ile iş birliği yapan otomobil üreticileri yeni araba modellerine bu teslimatın yapılmasına olanak sağlayan uygun cihazları yerleştirerek bu yöntemin yaygınlaşmasına yardımcı olmaktadır. Audi ve Volvo bu çerçevede DHL ve Amazon ile işbirliği yapmaktadır (Demirel vd., 2022).

2.4.7. Kargo Bisikleti

Kargo bisikletleri, özellikle son adım teslimatın yoğun olduğu kent merkezlerinde dağıtım faaliyetlerinin daha çevreci ve verimli hale getirilmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. Elektrikli motor desteğine sahip olan bu araçlar; yokuşlu ve uzun rotalarda dahi kolaylıkla kullanılmaktadır. Kargo bisikletleri; geleneksel adrese teslimat yönteminde kullanılan "van" tipi araçların giremeyeceği dar sokaklardan, yaya ve araç trafiğinin yoğun olduğu alanlardan ve motorlu araç trafiğine kapalı bölgelerden etkilenmeden rahatlıkla hareket edebilmekte, bu sayede hem zaman tasarrufu hem de lojistik operasyonlarında maliyet verimliliği sağlamaktadır.

Kargo bisikletleri, kentsel lojistiğe sağladığı avantajlarla da dikkat çekmektedir. Çevre dostu olmaları sayesinde kentlerdeki hava kalitesine olumlu katkılar sunmaktadır. Ancak, düşük taşıma kapasitesi, olumsuz hava koşullarından kolay etkilenmesi gibi göz ardı edilemeyecek dezavantajları da bulunmaktadır. Yine de özellikle son adım lojistiğin karbon emisyonundaki payı düşünüldüğünde kargo bisikletlerinin sürdürülebilirliğin çevresel boyutu açısından son derece önemli bir uygulama olduğu yadsınamayacak bir gerçektir.

2.4.8. Drone Teslimatı

İnsansız hava araçları kullanılarak gerçekleştirilen teslimatlar, küçük ve hafif paketlerin kısa sürede alıcıya ulaştırılmasını mümkün kılarak son kilometre lojistiğinde yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Bu sistem, özellikle yoğun trafik koşullarının yaşandığı şehir merkezlerinde veya geleneksel taşıma araçlarının erişimde zorlandığı kırsal ve dağlık bölgelerde etkin bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Otonom ya da uzaktan kontrol edilebilen *drone'lar* sayesinde aynı gün hatta birkaç saat içerisinde teslimat yapılabilmesi, müşteri memnuniyetini artıran bir avantaj oluşturmaktadır. Bu teknolojinin sunduğu hız, esneklik ve çevresel etkilerin azalması gibi faktörler, *drone* kullanımını özellikle zaman hassasiyeti taşıyan gönderiler için cazip hale getirmektedir. Genellikle düşük ağırlıklı ve küçük boyutlu ürünlerin taşınmasında kullanılan *drone'lar*, zincirde verimliliği artırma potansiyeline sahiptir ve gelecekte daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir.

Fotoğraf 2.2. *Drone Teslimatı*



Son adım teslimatlarda *drone* kullanımının tarihçesine bakıldığında; DHL, 2014 yılında acil ilaç teslimatlarının yapılmasını *drone* ile gerçekleştirmiştir (Garcia ve Santoso, 2019). Amazon ise çevrim içi satışlarda *drone* ile teslimat yapacağını duyuran ilk işletme olmuştur (Yurek ve Ozmutlu, 2018). FedEx, UPS, Google, Alibaba, Matternet, Flirtey gibi e-ticaret ve teknoloji sektörünün önde gelen birçok firması da son adım teslimat süreçlerinde *drone* kullanımı için pilot çalışmalar yürütmektedir (Boysen vd., 2021; Chung vd., 2020; Brunner vd., 2019). Tablo 2.8'de *drone* kullanımının öncüsü olan e-ticaret ve lojistik işletmeleri gösterilmiştir.

Tablo 2.8. *E-Ticaret ve Lojistik İşletmelerinin Drone Deneyimleri (Garcia ve Santoso, 2019)*

ÜLKE	ŞİRKET	DRONE SAĞLAYICI	TANIM	YIL
	DHL	DHL	Parcelcopter ile <1 kg ilaç teslimatı.	2013
	Alibaba.com	YTO EXPRESS	Alibaba ve Shangai YTO Exspress ile Çin'de belirli şehirlerdeki 450 müşteriye çay teslimatı.	2015
	SF	XAIRCRAFT	SF Express, Xaircraft drone'ları ile Çin'de teslimat hizmeti.	2015
	FPS	droneflight	EPS dağıtım, Sheffield'de İHA kullanılarak ilk ticari teslimatını tamamladı.	2015
	Rakuten	ACSL	Rakuten, Chiba'da golf kursunda golf topu, içecek ve tatlı teslimatı yaptı.	2016
	Flirtey	Flirtey	Domino's, Yeni Zelenda'da dünyanın ilk drone teslimatını gerçekleştirdi.	2016
	JD.COM 京东	JD.COM 京东	JD, Pekin, Jiangsu, Shaanxi ve Sichuan'ın uzak bölgelerinde dört drone üssü kurarak buradaki yerel halkın Çin'in en büyük satış festivaline katılmasını kolaylaştırdı.	2016
	amazon	amazon	Amazon İngiltere'de ilk drone teslimatını yaptı.	2016
	aha	FLYTREX	İzlanda'nın en büyük online ticaret sitesi AHA, drone için Flytrex ile ortaklığını açıkladı.	2017
	Rakuten	Rakuten	Rakuten, Minamisoma'da drone teslimat hizmeti verdi.	2017

Drone'lar, geleneksel adrese teslimat yönteminde kullanılan van tipi araçlarla kıyaslandıklarında kısa mesafede düşük maliyet, insan gücüne ihtiyaç duyulmaması, ulaşım esnekliği gibi avantajlara sahiptir (Nakıboğlu, 2020). Tablo 2.9'da geleneksel adrese teslimat yönteminde kullanılan van tipi araçlar ve *drone'lar* karşılaştırılmaktadır.

Tablo 2.9. *Son Adım Teslimatta Drone ve Geleneksel Adrese Teslimat Aracı (Van) Karşılaştırılması (Chung vd. 2020)*

Taşıma Modu	Hız	Ağırlık	Kapasite	Mesafe	Enerji Tüketimi
Drone	Yüksek	Düşük	Düşük	Kısa	Düşük
Van	Düşük	Yüksek	Yüksek	Geniş	Yüksek

Sınırlı taşıma kapasitesi, kısa pil ömrü ve dar uçuş menzili, *drone'ların* tek başına yaygın bir teslimat aracı olarak kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu kısıtların aşılması amacıyla geliştirilen *drone*+kamyon entegreli teslimat modeli, her iki aracın güçlü yönlerini birleştirerek teslimat verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Kamyonlar, geniş hacimli yük taşıma kapasitesiyle sistemin temel lojistik yükünü üstlenirken; *drone'lar*, hızlı teslimat sağlayarak erişimi zor veya yoğun bölgelerde zaman kazandırıcı bir rol oynamaktadır. Bu sayede daha esnek, hızlı ve etkili bir son adım teslimat süreci oluşturulabilmektedir.

Drone+kamyon entegreli son adım teslimat modelinde süreç, kamyon sürücüsünün kendisi için önceden belirlenen rota üzerindeki noktalarda teslim edilecek paketi

drone'un altındaki kafese yükledikten sonra *drone'u* teslimat adresine yönlendirmesiyle başlar ve teslimatı gerçekleştiren *drone'un* GPS teknolojisini kullanarak seyir halindeki kamyona geri dönmesiyle son bulur. Süreç tüm paketler için aynı şekilde işler (Burns, 2017). Fotoğraf 2.3'te *drone*+kamyon entegreli son adım teslimat modeli gösterilmiştir.

Fotoğraf 2.3. *UPS Drone ve Teslimat Kamyonu*



Son adım teslimatta *drone* kullanımının geleneksel teslimat yöntemi ile kıyaslandığında birçok avantaj ve dezavantajlarının olduğu görülmektedir. Bu avantaj ve dezavantajlar Tablo 2.10'da gösterilmiştir.

Tablo 2.10. *Drone Teslimatının Avantajları ve Dezavantajları (Aurambout vd., 2019; Chung vd., 2020)*

Avantajları	Dezavantajları
· Son adım teslimata uygun bir yöntemdir.	· Bazı mevzuat sorunları yaşanmaktadır.
· Daha yüksek erişebilirlik sağlar. Ulaşılması zor yerlere (kırsal kesimler, dağlık alanlar vb.) teslimatı kolaylaştırır.	· Bazı teknik sıkıntılara sahiptir. Düşük taşıma kapasitesi, batarya kapasitesi, tüketici/alıcı kimliğinin belirlenmesiyle ilgi sorunlar vb.
· Kara yollarındaki altyapı eksiklikleri ve trafik sıkışıklığı gibi kısıtlayıcı faktörlerden etkilenmez.	· Hem tüketiciler hem de drone'lar için emniyet ve güvenlik riski taşımaktadır.
· Tüketici beklentilerini kolaylıkla karşılar.	· Tüketici kabulü sorunu yaşanmaktadır.
· Daha çevreci bir teslimat yöntemidir. Bu nedenle atmosfere yayılan sera gazı emisyon miktarını önemli ölçüde düşürür.	· Bazı çevresel sorunlara sahip bir teslimat yöntemidir. Kentlerdeki yüksek binalar teslimat alanı sorununa neden olabilmektedir.
· Daha az maliyetlidir.	· Olumsuz hava koşullarından etkilenebilir.
· Daha hızlıdır. Kentsel alanlardaki trafik yoğunluğuna dahil olmamaları, park yeri sorununun olmaması gibi nedenler teslimatın daha hızlı yapılmasına olanak sağlamaktadır.	· Gizlilik ile ilgili endişeler barındırır. Örneğin; drone kameralarının insanların fotoğraf ve videolarını kaydetmesi, toplanan verilerin çalınması, üçüncü tarafların eline geçmesi vb.

2.4.9. Otomatik Yönlendirmeli Araç (AGV)

Otonom kara aracı olarak da bilinen AGV'ler, saatte 5-10 km hızla hareket edebilen ve siparişleri doğrudan son tüketicinin kapısına teslim etmektedir. Bu robotlar tam otomatik ve elektrikli yapıdadır. Ultrasonik, radar, lidar ve kızılötesi sensörler, video kameralar gibi çeşitli teknolojik donanıma sahip olan AGV'lerin bu özellikleri, çevreyi ve etrafındaki nesneleri algılamalarına ve tanımalarına yardımcı olarak kaza riskinin önlenmesine, nesneler ile arasındaki mesafenin korunmasına olanak sağlamaktadır (Mounce ve Nelson, 2019).

S-AGV ve R-AGV olmak üzere iki temel kategoriye ayrılan otonom araçların en yaygın kullanılanı kaldırım tabanlı (S-AGV) otonom teslimat robotudur. Fotoğraf 2.4 'te S-AGV ve R-AGV örnekleri sunulmuştur.

Fotoğraf 2.4. *AGV Türleri*



S-AGV



R-AGV

S-AGV'ler yalnızca kaldırım ve yaya yollarını kullanabilirken, R-AGV'ler ise araç trafiğine açık olan otoyolları kullanabilmektedir. AGV teslimatında süreç, hazır olan siparişin otonom robota yüklenmesiyle başlar; AGV, rota planlamasına uygun olarak yola çıkar ve sensörler ve haritalama sistemleri ile çevresindeki nesneleri ve yolları algılayarak ilerler. AGV belirlenen konuma ulaştığında, süreç ürünün ya doğrudan alıcıya teslim edilmesiyle ya da güvenli bir teslimat noktasına bırakılmasıyla son bulur.

Çevresel kaygıları dikkate alan AGV teslimatı, atmosfere salınan emisyon miktarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca, geleneksel adrese teslimat yöntemine kıyasla sürekli artan ve değişen tüketici beklentilerine daha uygun, daha hızlı yanıt verebilen bir teslimat yöntemidir. Bunun yanı sıra, otonom hava araçlarına göre daha az yasal kısıtlamaları bulunmaktadır. AGV teslimatının sağladığı avantajların yanında, özellikle yüksek yatırım maliyeti gerektirmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, uygun yol altyapısı gerektiren bu yöntemin, son derece teknolojik olmasından dolayı

internet ağına (Wi-Fi ağına) ihtiyaç duyması, ağ güvenilirliğinin ve internet altyapısının sağlanması gerekliliği de diğer dezavantajlarındandır.

2.4.10. Resepsiyon Kutusu

Resepsiyon kutuları, özellikle nüfus yoğunluğu fazla olan iş merkezi, apartman, rezidans gibi toplu konut alanlarında teslimatların güvenli, düzenli ve zamanında yapılmasını sağlayan yenilikçi son adım teslimat yöntemlerindendir. Genellikle bina girişlerine veya ortak kullanım alanlarına yerleştirilen bu kutular, perakendecilerin veya LHS'lerin mülkiyetindedir. Hem bireysel hem de ticari binalarda kullanılabilen resepsiyon kutuları, anahtarlı olabileceği gibi şifre kilit sistemleri ile de donatılabilmektedir. Ayrıca, daha gelişmiş modellerde mobil cihazlar yardımıyla Wi-Fi veya Bluetooth üzerinden kontrol edilebilen kilitler de mevcuttur.

Resepsiyon kutuları; son adım teslimat sürecine konu olan paketin, alıcının teslimat adresinde bulunmaması gibi durumlarda LHS tarafından güvenli bir şekilde teslim edilmesi için tasarlanan kilitli kutuları ifade etmektedir. Teslimatların güvenliğini artıran ve kaybolma veya çalınma riskini minimize etmeye yardımcı olan bu kutular, dağıtım süreçlerini hızlandırarak LHS'lerin teslimat kapasitelerini artırmak, iş gücü ve yakıt tasarrufu gibi faydalar sağlayarak LHS'ler için de önemli avantajlar sunmaktadır. Tüketici ve LHS arasındaki zaman uyumsuzluğundan doğacak problemleri ortadan kaldırmaya yardımcı olan bu son adım teslimat yöntemi aynı zamanda başarısız teslimatlardan doğan karbon ayak izini, yakıt tüketimini ve çevresel etkileri minimize etmek gibi faydalar sağlayarak çevresel sürdürülebilirliğe de katkı sağlamaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

3.1. Son Adım Teslimat

Punakivi, M. ve Tanskanen, K. (2002), tarafından yapılan çalışmada, son adım lojistikte kullanılan teslimat yöntemlerinden biri olan resepsiyon kutuları üzerine bir inceleme yapılmıştır. Çalışmada ortak resepsiyon kutularının kullanımı ile müşteriye özel resepsiyon kutuları maliyetleri bakımından karşılaştırılmıştır.

Boyer, KK,Hult, GT,Frohlich, M. (2002), tarafından yapılan çalışmada anket yöntemi kullanılarak elde edilen veriler ile market ürünlerinin çevrim içi siparişi ve adrese teslimi incelenmiştir. Çalışmada market ürünlerinin tüketicilerin adreslerine teslim edilmesi sırasında yaşanan zorluklar da detaylı olarak ele alınmıştır.

Yani, HWT,Günasekaran, A.,Chung, WWC (2006), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, rekabet perspektifinden son adım avantajının bir modeli tanımlanmış ve açıklanmıştır. Model, firmanın rekabet edebilirliği için farklı rekabet güçlerini yönetmekten sorumlu olan farklı iki işletmeyi özetlemektedir. Bu çalışma ayrıca, değer sistemi içinde yer alan oyuncular için farklı last mile yapılandırmasını ve girişimlerini ana hatlarıyla belirtmektedir.

Dell'Amico, M., Hadjidimitriou, S. (2012), çalışmalarında son mil teslimatının verimli olabilmesi için yenilikçi lojistik modeli ve konteyner çözümü üzerinde durmuştur.

Guo, X., Claasseen, G.D.H, vd. (2019), temel olarak çok düzeyli sosyo-teknik geçiş teorisini benimseyen son adım şehir lojistiği geçişini kolaylaştırmak için kavramsal bir çerçeve geliştirmiştir. Kavramsal çerçevenin özü, sistem geçişinin mevcut aşamasında araya giren yenilikleri tasarlarken paydaşlar tarafından izlenecek "beş temel ilke"dir. Kavramsal çerçevenin kullanılabilirliğini göstermek için açıklayıcı bir ayrık olay simülasyonu yürütülmüştür. Çalışma sonuçları, kavramsal çerçeve tarafından

önerilen beş temel ilkenin ardından, geleneksel dağıtım ağına ek olarak kitle kaynaklı dağıtımın dâhil edilmesinin, son adım lojistik maliyetlerini azaltabileceğini göstermiştir.

Gökhan, E.N. (2019), tarafından yapılan çalışmada, müşterilerin son adım teslimata aktif katılım niyeti analiz edilmiştir. İnovasyonun özellikleri, müşterilerin kendilerinin toplama hizmetini gerçekleştirmesi niyetini etkileyen anahtar faktör olarak varsayılmıştır ve demografik özelliklerle birlikte test edilmiştir. Çevrim içi alışveriş yapan 389 tüketiciden toplanan anket verileri regresyon analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler, inovasyonun beş temel özelliği olan göreceli avantaj, uyumluluk, denenebilirlik, gözlemlenebilirlik ve karmaşıklık unsurlarının, müşterilerin teslimat hizmetine katılma niyetini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, araştırma modelinde algılanan tüketici değerinin aracı bir rolü, tüketici yenilikçiliğinin ise düzenleyici (moderator) bir rolü olduğu ve bu iki faktörün de anlamlı ve pozitif etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

Halldorsson, A. ve Wehner, J. (2020), çalışmalarında enerji verimliliği açısından son adım seçeneklerini keşfetmek ve yol gösterici önermeler geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışmada, tüketim malları için farklı son adım seçeneklerini karşılaştırmak üzere İsveçli perakendeciler ve onların LHS'leri ile görüşmeler yapılmıştır. Seçeneklerin enerji verimliliğine ilişkin verileri, dağıtım yapısı, nakliye uygulaması ve hane halkı lojistiği kabiliyeti bileşenlerini içeren bir çerçeveye göre analiz edilmiştir.

Li, C., Mirosa, M. ve Bremer, P. (2020), tarafından yapılan çalışmada, çevrim içi yemek dağıtımının daha geniş etkileri ve paydaşlar için ne anlama geldiği değerlendirilmiştir. Sürdürülebilirlik açısından çevrim içi yemek dağıtımının çevreye ne oranda zarar verdiği ve bunun önüne geçmek adına vatandaşları bilinçlendirmek için çalışmalar yapılması gerektiği konuları ele alınmıştır.

Nurcan, D. (2020), tarafından yapılan çalışmada, perakende ürün dağıtımı yapan bir firmanın dağıtım problemi incelenmiştir. Çalışmada, sipariş üzerine tekil dağıtım yerine kuryelerin zaman kısıtı ve çok seferli dağıtım içerisinde en uygun dağıtım rotasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Problem, Zaman Pencereli Simetrik Kapalı Uçlu Çok Amaçlı ve Çok Seferli bir Araç Rotalama Problemi (Multifunctional Multi-trip Symmetric Closed Loop Vehicle Routing Problem with Time Windows) olarak modellenmiştir.

Kalaç, T. (2021), çalışmasında, müşterinin e-perakende deneyiminde son adım teslimatının rolünü (etkisini) araştırmıştır. Çalışmada, müşteri deneyimini iyileştirmeyi

ve mevcut teslimat modellerinin eksikliklerini gidermeyi amaçlayan son adım teslimat deneyimi ile müşteri memnuniyeti arasındaki ilişki irdelenmiştir.

Korkmaz, S.G. (2022), tarafından yapılan çalışmada, yatay iş birliği çerçevesinde mobil kargo dolaplarının konumlandırılması ve rota planlaması gibi lojistik sorunları için bir matematiksel model geliştirilmiştir. Bu model, kargo dolabı taşıma, yerleştirme, müşteri kargo taşıma ve araç-sürücü giderlerini içeren toplam maliyeti minimize etmeyi hedeflemektedir.

Çalışmada, modelin performansını ölçmek için üç varsayımsal şirket ele alınmıştır. İlk olarak bu şirketlerin iş birliği yapmadığı durum incelenmiş, ardından ikili ve üçlü iş birliği senaryoları test edilmiştir. Sonuçlar, üçlü yatay iş birliğinin şirketlere en büyük maliyet faydasını sağladığını ortaya koymaktadır. Duyarlılık analizleri de, ortak müşteri sayısındaki artışın iş birliğinden sağlanan faydayı yükselttiğini ve kargo dolabı kapasitelerinin genişlemesinin, toplam maliyetleri ve doluluk oranlarını azalttığını göstermiştir.

Lai, P., Jang, H., Fang, M., Peng, K. (2022), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, son adım lojistiğinde kargo dolabı hizmetlerinden müşteri memnuniyeti araştırılmıştır. Veriler Çin'deki 321 tüketiciyle yapılan bir anketten toplanmış ve yapısal eşitlik modellemesi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, kargo dolabı hizmetlerinde müşteri memnuniyetini olumlu yönde etkileyen en güçlü belirleyicinin dakiklik olduğunu, güvenilirlik ve güvenliğin aynısı için öngörücü katsayılar olduğunu, ardından yanıt verebilirlik ve somutluğun geldiğini göstermiştir.

Bostan, S. (2023), tarafından yapılan çalışmada, son adım dağıtım aşamasını hedeflere ve konum bazlı farklı operasyon gerekliliklerine göre optimize etmenin yöntemleri açıklanmış; teslimat noktaları kümesinin konumsal olarak belirlenmesi ve buna bağlı rota optimizasyonuna yönelik sistem önerisi geliştirilmiştir. Varış merkezinden, alıcıların teslimat konumlarına dağıtım yapan kuryelerin günlük işlem hacmini belirlemek için CBS destekli, dijital harita sağlayıcıları tarafından sunulan harita verisi üzerinde dağıtım alanları oluşturulmuştur.

Karlı, H. (2023), çalışmasında, yenilikçi teslimat çözümlerinin tüketicilerin son adım teslimat tercihleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu çalışma için 480 katılımcıdan anket yoluyla elde edilen veriler, çok terimli lojistik regresyon analizi ile incelenmiştir. Bulgulara göre, geleneksel adrese teslimat tercihinde teslimat ücreti, süresi ve firmanın

çalışma saatleri önemli faktörlerken, teslimat yöntemi ile bilgilendirme ve takip özellikleri belirleyici olmamıştır.

Silva, V., Amaral, A., & Fontes, T. (2023), tarafından yapılan çalışmada karar vericilere, tarihi merkezler için en uygun son adım çözümünü seçmede yardımcı olabilecek, sürdürülebilirliğin üç boyutuna dayanan dört seviyeli bir hiyerarşik model önerilmiştir. Model, sistematik bir literatür taramasına dayalı olarak tanımlanmıştır. Çalışmada AHP-TOPSIS yaklaşımı kullanılmıştır.

Wang, X., Wong, YD, Chen, T. ve Yuen, KF (2023), tarafından yapılan çalışma, yetkilendirme ve paylaşılan sorumluluk algılarının motivasyonel etkilerine ve özel-sosyal ve ücretli-ücretsiz bağlamların ılımlı etkilerine odaklanarak tüketicilerin son adım lojistiğini birlikte gerçekleştirme istekliliğini incemiştir.

3.2. Kargo Dolabı ile Teslimat

Kargo dolabı ile teslimat sistemleri, geleneksel adrese yapılan son adım teslimatlarda yaşanan başarısızlıkları ve iade oranlarını azaltırken; zaman, maliyet ve esneklik açısından da LHS'lere ve tüketicilere önemli kazanımlar sağlamaktadır. Ayrıca, taşıma araçlarının doluluk oranlarını artırmakta ve rota optimizasyonunun daha etkin bir şekilde yapılmasına olanak sağlayarak karbon salınımını düşürmekte ve sürdürülebilir kentsel lojistiğe katkıda bulunmaktadır. Tedarik zincirinin en verimsiz ve en kirletici aşaması olan son adım teslimat süreçlerinin operasyonel etkinliğinin artırılmasında ve çevresel etkilerinin azaltılmasında önemli bir yaklaşım sağlayan kargo dolabı ile teslimat sistemlerinin başarısında en kritik unsurlardan biri kargo dolaplarının sayısı ve yeridir. Literatürde bu kapsamda kargo dolaplarının sayı ve yerini optimize etmek ve araçları rotalamak üzere matematiksel modelleme yaklaşımlarının kullanıldığı görülmektedir.

Deutsch & Golany (2018), son adım lojistik problemine çözüm olarak bir kargo dolabı ağı tasarım problemini konu edinmişlerdir. Geliştirilen kapasite kısıtsız tesis yer seçimi problemi, 0-1 tam sayılı doğrusal programlama modeli şeklinde formüle edilmiş olup endüstriyel ölçekte bir ağa uygulanmıştır.

Carotenuto vd. (2018), e-ticaret kaynaklı teslimat taleplerinin karşılanmasında alternatif iki seçeneği karşılaştırmışlardır. Yazarlar, geleneksel adrese teslimat ile kargo dolabı aracılığı ile teslimat seçenekleri için yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuş ve tüketicilerin sapmalarını azaltmak için dolapların yerleştirileceği en iyi

konumları belirlemek üzere matematiksel model geliştirmişlerdir. Önerilen yöntem, Venedik yakınlarında yer alan İtalya Dolo'da gerçek bir vakaya uygulanmıştır.

Orenstein vd. (2019), tek depodan kargo dolaplarına dağıtımı yapılan küçük paketlerin hizmet noktalarına teslimine yönelik esnek bir lojistik model önermiş ve buna yönelik çözüm yöntemi geliştirmişlerdir.

Enthoven vd. (2020), sürdürülebilir e-ticaret ve şehir içi dağıtım uygulamalarında malların taşıma ve teslimat süreçlerini optimize etmeyi amaçlayan ve kamyonlardan sıfır emisyonlu araçlara (kargo bisikleti vb.) geçişi içeren kapsama seçenekli iki kademeli araç rotalama problemi geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelde, kargo dolaplarının kullanımıyla taşıma araçlarının sürüş mesafelerinin önemli ölçüde azaldığı ve kargo bisikletleri ile kargo dolaplarının birlikte kullanımının daha fazla fayda oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Schnieder vd. (2021), kargo dolabı kullanım oranını artırmak için modüler dolaplar ile personel bulunan toplama ve teslimat noktaları ile entegre dolap sistemlerini karşılaştırmıştır. Gerçek hayat verilerine dayalı yaptıkları vaka çalışmasında; sabit dolapları toplama ve teslimat noktaları ile birleştirmenin, modüler dolaplara kıyasla daha yüksek finansal faydalar sağladığı sonucuna varılmıştır.

Yu vd. (2021), son adım teslimat maliyetlerindeki değişimi ölçmek üzere Gezgin Satıcı Probleminden (TSP) faydalanmışlardır. Problemin çözümünde, kargo dolabı hizmetinin değerinin teslimat koşullarına ve alıcıların müsaitlik durumlarına bağlı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır.

Vincent vd. (2022), kargo dolabı ile teslimatı içeren yeni bir araç rotalama problemi önermiştir. Toplam seyahat maliyetini en aza indirmeyi amaçlayan bu problem için bir matematiksel model geliştirilmiş ve çözüm için tavlama benzetimi algoritması uygulanmıştır. Geliştirilen modelin performansı Solomon'un geliştirmiş olduğu test problemi örneklerine dayanılarak değerlendirilmiştir.

Che vd. (2022), kargo dolabı tesislerinin konum servis alanlarının planlanmasını araştırmak amacıyla çok amaçlı bir optimizasyon modeli önermişlerdir. Modelin çözümünde, Taguchi Yöntemi ve Baskın Olmayan Sıralama Genetik Algoritması II (NSGA-II) kombinasyonu kullanılmış ve geliştirilen bu bileşik yaklaşım, bir vaka çalışmasında uygulanmıştır.

Lou vd. (2022), kentsel son adım lojistikteki gerçek bir ağ tasarımı probleminden esinlenerek nihai amacı ağın toplam maliyeti ile müşterilerin kargo dolabı istasyonlarına erişebilirliğini optimize etmek olan çok amaçlı kargo dolabı ağ tasarım problemini ele almış ve farklı ölçeklerde rastgele seçilen 70 adet örnek ve gerçek bir vaka üzerinde modeli uygulamışlardır.

Kahr (2022), kargo dolaplarının konum planlama ve bölme yapısının tasarımının farklı teslimatlara yönelik (belirsiz) müşteri taleplerini karşılama problemleri üzerinde durmuş ve bu iki sorunu tek bir optimizasyon probleminde birleştirmiştir. Çalışmada, modelin oluşturulmasında tam sayılı doğrusal programlama formülasyonu önerilerek Benders Ayrıştırmasına dayalı bir çözüm önerisi türetilmiş ve Avusturya'dan gerçek dünya verilerine dayalı bir vaka çalışması sunulmuştur.

Yu vd. (2022), son adım lojistikte tüketiciler tarafından teslim alınmayan gönderilerden kaynaklanan maliyetleri azaltmak amacıyla, kargo dolaplı teslimat ve iade seçeneklerini de kapsayan bir model önermişlerdir. Model, "kargo dolaplı eş zamanlı teslimat ve iade araç rotalama problemi" olarak adlandırılmıştır. Çalışmada bu problem için yeni bir matematiksel model formüle edilmiş ve çözüm için iki adet tavlama benzetimi algoritması geliştirilmiştir.

Zang vd. (2023), kentsel son adım teslimatlarda ortaya çıkan çakışan zaman pencerelerinin oluşturduğu maliyetlere çözüm üretmek amacıyla bir kentsel teslimat problemini ele almıştır. Müşteri ve tesislerden oluşan bir küme üzerinde minimum maliyetli bir tur belirleme probleminde, turda ziyaret edilmeyen müşteriler tur üzerindeki uygun bir tesise atanmaktadır. Problemi modellemek için karma tam sayılı doğrusal programlama modeli önerilmiş ve çözüm için dal ve sınır algoritması sunulmuştur.

Zhang vd. (2023), kargo dolaplarının yerleştirilmesi ve paket hareketlerinin optimize edilerek toplam lojistik maliyetlerin en aza indirilmesi amacıyla, fiziksel internet ortamında kitle taşımacıların ve normal sürücülerin birlikte çalıştığı melez bir kentsel lojistik ağı tasarlamışlardır. Problem, karma tam sayılı doğrusal programlama modeli olarak formüle edilmiş ve Toronto'da seyahat anketi ve nüfus verilerine dayalı gönüllü kitle taşımacılık verileri üzerinde çözülmüştür. Yüksek talep düzeylerinde ağın daha istikrarlı ve maliyet etkin çalıştığı sonucuna varılmıştır.

Karabulut vd. (2023), kargo dolabı yer seçimi problemi için bir matematiksel model geliştirmiş ve karşılanan talebi maksimize etmek için üç katmandan oluşan bir yapı için

her katmanında ayrı bir indirim sistemi uygulamışlardır. Model ile İzmir'in Buca ilçesinde kurulacak beş kargo dolabının yerleri belirlenmiştir.

Literatüre bakıldığında, e-ticaretin hızla büyümesiyle birlikte son adım teslimatta yaşanan sorunlara çözüm olarak kargo dolabı sistemlerinin giderek daha fazla önem kazandığı görülmektedir. Teslimat başarısızlıklarını ve iade oranlarını azaltmanın yanı sıra, zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaları bu sistemlerin en önemli avantajları arasında yer almaktadır. Ancak bu etkinliğin büyük ölçüde doğru lokasyon seçimine bağlı olduğu çalışmalarda da vurgulanmaktadır. Bu kapsamda kapsama alanı, kullanıcı yoğunluğu, yatırım ve seyahat maliyetleri gibi faktörleri dikkate alan çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir. Ayrıca karbon salınımını azaltma ve kentsel lojistik üzerindeki baskıyı hafifletme gibi çevresel faydalar da bu sistemlerin tercih edilmesinde etkili olmaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GELENEKSEL ADRESE TESLİMAT VE KARGO DOLABI ARACILIĞIYLA TESLİMAT MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TALAS İLÇESİ ÖRNEĞİ

4.1. Geleneksel Adrese Teslimat ve Kargo Dolabı ile Teslimat

Bu tezde, Carotenuto vd. (2018)'nin geleneksel adrese teslimat ve kargo dolabı aracılığıyla teslimatı kıyaslamak için kullandığı yaklaşım temel alınmış ve kendi problemimiz için uyarlanmıştır. Bu bağlamda, son adım teslimat süreçlerinin maliyet etkinliğini ve çevresel sürdürülebilirliğini optimize etmek amacıyla, geleneksel adrese teslimat yöntemi ve kargo dolabı aracılığıyla teslimatı değerlendiren iki farklı matematiksel model geliştirilmiştir. Her iki model de belirli kısıtlar altında operasyonel giderleri ve karbon emisyonlarını minimize etmeyi hedeflemektedir.

4.2. Problemin Tanımı: Geleneksel Adrese Teslimat

Günümüz lojistik operasyonlarında, geleneksel adrese teslimat yöntemleri ulaşım maliyetleri açısından önemli dezavantajlar taşımaktadır. Bu dezavantajların başında, alıcının evde bulunmaması veya adresin hatalı/eksik olması gibi nedenlerden ortaya çıkan başarısız teslimatlar gelmektedir. Teslimatların başarısızlıkla sonuçlanması, işletmeler açısından ürünlerin yeniden depoya alınması, ikinci bir teslimat için harcanacak kaynaklar (yakıt, zaman, iş gücü vb.) ve müşteri memnuniyetinin azalması gibi ek mali yükleri doğurmakla kalmamakta; aynı zamanda teslimat sürecinde kat edilen mesafeye bağlı olarak çevresel emisyonların artmasına da neden olmaktadır. Bu bağlamda, geleneksel adrese teslimat yönteminde ortaya çıkan giderleri ve emisyonlardan oluşan çevresel maliyetleri minimize etmek üzere, depolar tarafından hizmet verilen talep merkezlerinden oluşan dağıtım ağının optimizasyonu için bir matematiksel model geliştirilmiştir.

Öncelikle her bir mahallenin $M=\{m_1, m_2, m_3,\ldots,m_{30}\}$ coğrafi yakınlık kriteri temel alınarak en yakın depoya $D=\{d_1, d_2\}$ atanması sağlanmıştır. Bu atama süreci, mahalleler ile bağlı bulundukları depolar arasındaki toplam seyahat mesafesini minimize etmek üzere her mahallenin yalnızca bir depodan hizmet alacak şekilde yapılandırılmasını sağlamakta ve rota optimizasyonu için kullanılacak kümelerin M_d (d deposuna atanmış mahalleler kümesi) ve $N_d= \{0\} \cup M_d$ (d deposunun düğüm kümesi) temelini atmaktadır. Daha sonra, her depo ve kendisine bağlı mahalleler arasında araçlar rotalanmıştır. Bu aşamada, her araç $A=\{a_1, a_2\}$ bağlı olduğu depodan hareket ederek mahalleleri ziyaret ettikten sonra tekrar depoya dönmektedir. Geliştirilen modelde, geleneksel adrese teslimat temel alınmasına rağmen, gerçek hayattaki başarısız teslimatların lojistik maliyetler ve çevresel etkiler üzerindeki yükünü dikkate alarak yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Modelin yapısı ve temel varsayımları aşağıda sıralanmıştır.

- Araçlar homojendir ve her depodan sadece bir araç çıkışı olmaktadır.
- Her aracın rotası, çıktığı depodan başlar ve orada biter.
- Her mahalle, araç tarafından tam olarak bir kez ziyaret edilir.
- MTZ (Miller-Tucker-Zemlin) kısıtları, alt tur oluşumunu engellemek için kullanılmıştır.
- Mahallelerin teslimat talepleri bilinmektedir ve bu taleplerin belirli bir yüzdesinin başarısız teslimatla sonuçlandığı varsayılmıştır.
- Araç kapasiteleri sınırlandırılmamıştır.

4.2.1. Matematiksel Model I

Yukarıda sıralanan varsayımlar altında ele alınan problemi çözmek bir matematiksel model geliştirilmiş ve GAMS-CPLEX ile çözülmüştür. Modelde kullanılan parametreler ve karar değişkenlerine ilişkin tanımlamalar Tablo 4.1'de verilmiştir;

Tablo 4.1. *Matematiksel Model I için Notasyonlar*

Notasyon	Tanım
Mahallelerin Depolara Atanması;	
d	Depolar ($d \in D$)
m	Mahalleler ($m \in M$)
Parametreler;	
c_{md}	m mahallesi ile d deposu arası mesafe
Karar Değişkenleri;	
y_{md}	$= \begin{cases} 1, & \text{mahalle m depo d'ye atanırsa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$
Araçların Rotalanması	
i,j	Düğümler ($i,j \in N_d$)

M_d	d deposuna atanmış mahalleler
N_d	d deposunun düğüm kümesi ({0} U $M_{d)}$

Parametreler;

c_{ij}	i düğümü ile j düğümü arası mesafe
k_y	Kilometre başına yakıt maliyeti
k_k	Kilometre başına karbon emisyonu maliyeti
z_m	m mahallesindeki başarısız teslimat sayısı
p	Başarısız teslimat için katlanılan birim maliyet

Karar Değişkenleri;

x_{ij}	$= \begin{cases} 1, & \text{araç i noktasından j noktasına gidiyorsa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$
u_i	Aracın i noktasına ziyaret sırası

Geleneksel adrese teslimat modeli için geliştirilen model aşağıda verilmiştir:

$$Min_{Z_1} = \sum_{d \in D} \sum_{m \in M} c_{md} * y_{md} \tag{1.1}$$

$$\sum_{d \in D} y_{md} = 1 \qquad \forall_m \in M \tag{1.2}$$

$$y_{md} = \{0,1\} \qquad \forall_m \in M, \forall_d \in D \tag{1.3}$$

$$Min_{Z_2} = \left(\left(\sum_{i \in N_d} \sum_{j \in N_d} c_{ij} * x_{ij} \right) * \left(k_y + k_k \right) \right) + \left(\sum_{m \in M} z_m * p \right) \tag{1.4}$$

$$\sum_{j \in M_d} x_{0j} = 1 \tag{1.5}$$

$$\sum_{i \in M_d} x_{i0} = 1 \tag{1.6}$$

$$\sum_{i \in N_d} x_{ij} = 1 \qquad \forall_j \in M_d \tag{1.7}$$

$$\sum_{j \in N_d} x_{ij} = 1 \qquad \forall_i \in M_d \tag{1.8}$$

$$u_i - u_j + |M_d| \cdot x_{ij} \leq |M_d| - 1 \qquad \forall_{i,j} \in M_d, i \neq j \tag{1.9}$$

$$1 \leq u_i \leq |M_d| \qquad \forall_i \in M_d \tag{1.10}$$

$$u_0 = 0 \tag{1.11}$$

$$x_{ij} = \{0,1\} \quad \forall_{i,j} \in \mathrm{N_d} \tag{1.12}$$

Modelin ilk olarak Eş. (1) ile ifade edilen amaç fonksiyonu, her mahalleyi en yakın depoya atayarak toplam atama mesafesini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Eş. (2) her mahallenin bir depoya atanmasını garanti altına almaktadır. Eş. (3) Mahallelerin depolara atanma değişkeni y_{md}'nin ikili değer almasını sağlamaktadır. Depoların hangi mahallelere atanacağının belirlenmesiyle birlikte, Eş. (4) toplam maliyetin minimize edilmesini amaçlamaktadır. Toplam maliyet, kat edilen mesafeye bağlı yakıt ve karbon emisyonu maliyetleri ile başarısız teslimatlardan kaynaklanan maliyetlerden oluşmaktadır. Eş. (5) ve (6), aracın depodan çıkmasını ve depoya geri dönmesini zorunlu kılmaktadır. Eş. (7) ve (8), her mahalleye tam bir giriş ve çıkış olmasını sağlamaktadır. Eş. (9) ve (10) alt turların oluşmasını engellemektedir. Eş. (11) deponun ziyaret sırasının sıfır '0' olduğunu göstermektedir. Son olarak, Eş. (12) ise ikili değişken değerlerini göstermektedir.

4.3. Problemin Tanımı: Kargo Dolabı ile Teslimat

Bu bölümde, kargo dolabı yer seçimi için maksimum kapsama (maximal covering), atama ve rotalama aşamalarından oluşan bir matematiksel model geliştirilmiştir. Bu modelde ilk modeldeki depolar $D=\{d_1, d_2\}$ ve mahallelere $M=\{m_1, m_2, m_3,\ldots,m_{30}\}$ ek olarak potansiyel kargo dolaplarını da $E=\{e_1, e_2, e_3,\ldots,e_{20}\}$ içeren bir dağıtım ağı ele alınmıştır. Önerilen model öncelikle potansiyel kargo dolaplarının yer seçimi problemini maksimum kapsama (maximal covering) problemi olarak ele almış ve bu kritik karar için, sınırlı sayıda kaynakla mümkün olan en yüksek talebin karşılanması hedeflenmiştir. Bu aşamada temel amaç, belirli bir sayıda (b) kargo dolabı açarak, belirlenen yürüme mesafesi (s) içindeki teslimat talebi (d_m) olan mahalle nüfusunu (kapsama oranını) maksimize etmektir. Bu bağlamda, ilk aşamada her bir mahallenin coğrafi konumu ve talebi dikkate alınarak, hangi kargo dolabının açılacağı ve dolayısıyla hangi mahallelere hizmet verileceği belirlenmiştir ve açılma kararı verilen kargo dolapları için düğüm kümesi oluşturulmuştur (E^*). Daha sonra açılmasına karar verilen kargo dolapları ($e \in E^*$), kendisine coğrafi olarak en yakın mevcut depoya $D=\{d_1, d_2\}$ atanmıştır. Bu atama süreci, kargo dolapları ile bağlı bulundukları depolar arasındaki toplam seyahat mesafesini minimize etmek üzere açılma kararı verilen her kargo dolabının yalnızca bir depodan hizmet alacak şekilde yapılandırılmasını sağlamakta ve araçların rotalanmasında kullanılacak kümelerinin E_d (d deposuna atanmış kargo dolapları) ve $N_d = \{0\} \cup E_d$ (d deposunun düğüm kümesi) temelini atmaktadır. Son olarak, her bir depo ve depolara atanmış kargo

dolaplarına teslimat yapacak araçlar $A=\{a_1, a_2\}$ için rotalar belirlenmektedir. Modelin özellikleri ve temel varsayımları aşağıda sıralanmıştır:

- Potansiyel kargo dolabı yerleşim noktaları önceden bilinmektedir.
- Açılacak maksimum kargo dolabı sayısı belirlidir.
- Bir mahalle, belirlenen yürüme mesafesi (eşik sınır) içinde açılan bir kargo dolabı tarafından hizmet aldığında "kapsanmış" sayılmaktadır.
- Amaç, potansiyel kargo dolapları arasından açılacak sınırlı sayıdaki kargo dolabının konumunu belirleyerek mahallelerin toplam teslimat talebinin mümkün olan en büyük kısmını karşılayabilmektir.
- Araçlar homojendir ve her depodan sadece bir araç çıkışı varsayılmıştır.
- Her aracın rotası çıktığı depodan başlar ve orada biter.
- Açılma kararı verilen her bir kargo dolabı tam olarak bir kez ziyaret edilir.
- Kargo dolabı kapasitesi sınırlandırılmamıştır.
- Kargo dolapları sabittir (mobil dolap söz konusu değildir).
- MTZ (Miller-Tucker-Zemlin) kısıtları, alt tur oluşumunu engellemek için kullanılmıştır.
- Kargo dolabı erişimi olmayan mahallelerin teslimat talepleri toplamı, karşılanamayan talep miktarı olarak ele alınmıştır.
- Araç kapasiteleri sınırlandırılmamıştır.

4.3.1. Matematiksel Model II

Yukarıda sıralanan varsayımlar altında ele alınan problemi çözmek bir matematiksel model geliştirilmiş ve GAMS-CPLEX ile çözülmüştür. Modelde kullanılan parametreler ve karar değişkenleri, açıklamaları ile birlikte Tablo 4.2'de verilmiştir;

Tablo 4.2. *Matematiksel Model II için Notasyonlar*

Notasyon	Tanım
Açılacak Kargo Dolaplarının Belirlenmesi (Maksimum Kapsama Problemi);	
e	Potansiyel kargo dolapları ($e \in E$)
m	Mahalleler ($m \in M$)
Parametreler;	
b	Açılabilecek maksimum kargo dolabı sayısı
s	Müşterinin kargo dolabına gitmeye gönüllü olduğu eşik sınırı (mesafe)
t_{em}	e kargo dolabı ile m mahallesi arası mesafe
d_m	m mahallesinin teslimat talebi
Karar Değişkenleri;	
xu_e	$= \begin{cases} 1, & \text{e kargo dolabı açıldıysa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$

y_m	$= \begin{cases} 1, & \text{mahalle m an az bir kargo dolabı tarafından kapsandıysa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$
Kargo Dolaplarının Depolara Atanması	
d	Depolar (d ∈ D)
e	Açılan kargo dolapları (e ∈ E^*)
Parametreler;	
c_{de}	d deposu ile e kargo dolabı arası mesafe
Karar Değişkenleri;	
a_{de}	$= \begin{cases} 1, & \text{e kargo dolabı, d deposuna atandıysa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$
Araçların Rotalanması;	
i,j	Düğümler (i,j ∈ N_d)
E_d	d deposuna atanmış kargo dolapları
N_d	d deposunun düğüm kümesi ({0} U E_d)
Parametreler;	
c_{ij}	i düğümü ile j düğümü arası mesafe
k_y	Kilometre başına yakıt maliyeti
k_k	Kilometre başına karbon emisyonu maliyeti
r	Kapsanamayan talep kaynaklı (karşılanamayan talep için) birim ceza maliyeti
o_m	m mahallesindeki karşılanamayan talep miktarı
Karar Değişkenleri;	
x_{ij}	$= \begin{cases} 1, & \text{araç i noktasından j noktasına gidiyorsa} \\ 0, & \text{aksi takdirde} \end{cases}$
u_i	Aracın i noktasına ziyaret sırası

Kargo dolabı teslimat modeli için geliştirilen model aşağıda verilmiştir:

$$Max_{z_1} = \sum_{m \in M} d_m * y_m \tag{2.1}$$

$$\sum_{e \in E \$ t_{em} \leq s} xu_e \geq y_m \qquad \forall_m \in M \tag{2.2}$$

$$\sum_{e \in E} xu_e \leq b \tag{2.3}$$

$$xu_e, y_m = \{0,1\} \qquad \forall_e \in E \quad \forall_m \in M \tag{2.4}$$

$$Min_{z_2} = \sum_{d \in D} \sum_{e \in E} c_{de} * a_{de} \tag{2.5}$$

$$\sum_{d \in D} a_{de} = 1 \qquad \forall_e \in E^* \tag{2.6}$$

$$a_{de} = \{0,1\} \qquad \forall_d \in D \quad \forall_e \in E^* \tag{2.7}$$

$$Min_{z_3} = \left(\left(\sum_{i \in N_d} \sum_{j \in N_d} c_{ij} \cdot x_{ij} \right) * \left(k_y + k_k \right) \right) + \left(\sum_{m \in M} o_m * r \right) \quad (2.8)$$

$$\sum_{j \in E_d} x_{0j} = 1 \quad (2.9)$$

$$\sum_{i \in E_d} x_{i0} = 1 \quad (2.10)$$

$$\sum_{i \in N_d} x_{ij} = 1 \qquad \forall_j \in E_d \quad (2.11)$$

$$\sum_{j \in N_d} x_{ij} = 1 \qquad \forall_i \in E_d \quad (2.12)$$

$$u_i - u_j + |E_d| \, . x_{ij} \leq |E_d| - 1 \qquad \forall_{i,j} \in E_d \quad i \neq j \quad (2.13)$$

$$1 \leq u_i \leq |E_d| \qquad \forall_i \in E_d \quad (2.14)$$

$$u_0 = 0 \quad (2.15)$$

$$x_{ij} = \{0,1\} \quad \forall_{i,j} \in N_d \quad (2.16)$$

İlk olarak, Eş. (1) ile ifade edilen amaç fonksiyonu, karşılanan toplam talebi maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Eş. (2) her bir mahalle için belirlenen kabul edilebilir maksimum hizmet mesafesi (*s*) içinde en az bir kargo dolabı açıldığında mahallenin kapsanmış sayılmasını garanti altına almaktadır. Eş. (3) açılabilecek maksimum kargo dolabı sayısını (*b*) sınırlandırmaktadır. Eş. (4) ise değişkenlerin alabilecekleri ikili değerleri göstermektedir. Bu aşamanın sonunda, açılma kararı verilen kargo dolapları ve kapsanan mahallelere dair kümeler elde edilmiştir. Daha sonra, Eş. (5) ile temsil edilen açılma kararı verilen her bir kargo dolabını en yakın depoya atayarak toplam atama mesafesini en aza indirmeyi hedefleyen amaç fonksiyonu ifade edilmiştir. Eş. (6) açılan her kargo dolabının bir depoya atanmasını garanti altına almaktadır. Eş. (7) ikili değişkenlere ait işaret kısıtıdır. Böylece açılan kargo dolaplarının en yakın depolara atanmasıyla oluşan kümeler elde edilmiştir. Eş. (8) taşımalar ve karşılanmayan taleplerden kaynaklanan toplam maliyeti minimize etmeyi hedefleyen amaç fonksiyonudur. Toplam maliyet, kat edilen mesafeye bağlı yakıt ve karbon emisyonu maliyetleri ile kargo dolabına erişimi olmayan müşterilerin karşılanmayan teslimat taleplerinden kaynaklanan ceza

maliyetlerinden oluşmaktadır. Eş. (9) ve (10), aracın depodan çıkmasını ve çıktığı depoya geri dönmesini zorunlu kılmaktadır. Eş. (11) ve (12), her kargo dolabına tam bir giriş ve çıkış olmasını sağlamaktadır. Eş. (13) ve (14) alt turların oluşmasını engellemektedir. Eş. (15) deponun ziyaret sırasının sıfır '0' olduğunu göstermektedir. Son olarak, Eş. (16) ise değişkenlerin alabilecekleri ikili değerleri göstermektedir.

4.4. Örnek Problem

Bu bölümde, geliştirilen iki ayrı modelin gerçek dünya senaryolarına uygulanabilirliğini ve etkinliğini göstermek amacıyla model, gerçek bir problem üzerinde test edilmiştir. Bu örnek problem için, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesindeki önemli kent merkezlerinden Kayseri'nin özellikle e-ticaret faaliyetlerinin yoğunlaştığı Talas ilçesi temel alınmıştır. İlk olarak geleneksel adrese teslimat için lojistik ağı, iki ana dağıtım deposu ($D=\{d_1, d_2\}$) ve otuz talep merkezinden (mahalle) ($M=\{m_1, m_2, m_3,\ldots,m_{30}\}$) oluşurken, kargo dolabı aracılığıyla teslimatı öngören ikinci problemin lojistik ağı; iki ana dağıtım deposu ($D=\{d_1, d_2\}$), otuz mahalle ($M=\{m_1, m_2, m_3,\ldots,m_{30}\}$) ve bunlara ek olarak, hizmet potansiyeli yüksek yirmi adet aday kargo dolabı noktasından ($E=\{e_1, e_2, e_3,\ldots,e_{20}\}$) oluşmaktadır. Örnek problemde c_{md}, c_{ij}, t_{em}, c_{de}, z_m, o_m ve d_m parametre değerlerinin her biri ekler kısmında verilmiştir. Modelde b değeri 10 adet, s değeri 2 km, k_y değeri 3 TL/km, k_k değeri 2 TL/km, p değeri 5 ve r değeri 10 olarak belirlenmiştir.

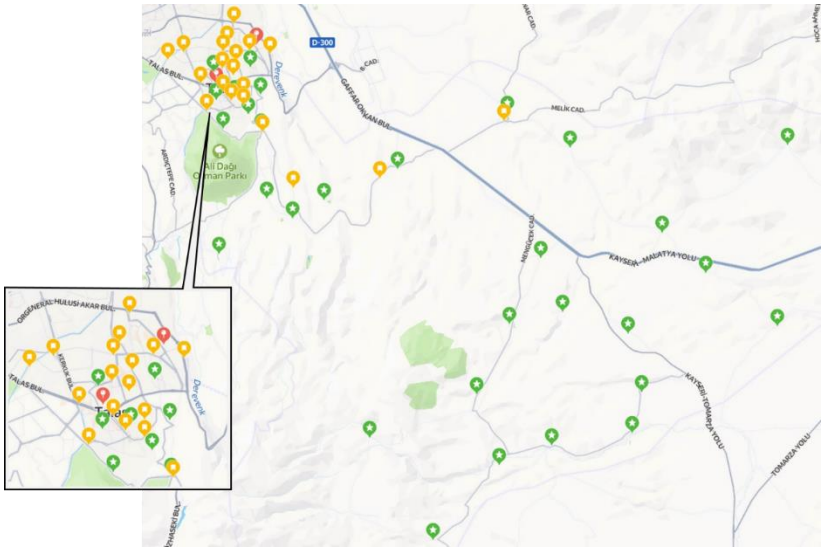
Çevrim içi alışveriş sonucu teslimat taleplerinin belirlenmesinde, Kayseri ili Talas ilçesine bağlı mahalle nüfus verileri temel alınmıştır. Her bir mahallenin teslimat talebi, internetten alışveriş yapan nüfus oranının %44,3 olduğu (TUİK, 2021) bilgisi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu doğrultuda, her mahallenin toplam nüfusunun %44,3'ü kadar kişinin çevrim içi alışveriş yaptığı ve teslimat talebinde bulunduğu varsayılmıştır. Başarısız teslimat kaynaklı maliyetlerin hesaplanması aşamasında başarısız teslimat oranları mahalle bazında taleplerle ilişkilendirilmiştir. Başarısız teslimat miktarı, ülkemizdeki kargoların teslim edilememe nedenlerinden "adres sorunu" ve "alıcı adreste bulunamadı" kategorilerinin toplam oranı olan %35,78 temel alınarak hesaplanmıştır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023).

Model I'de, iki depodan otuz mahallenin taleplerinin karşılanması sürecindeki taşımalardan kaynaklı giderler ve çevresel maliyetler ile başarısız teslimatlardan kaynaklı maliyetlerin toplamı minimize edilmeye çalışılmıştır. Model II'de ise Model I'den farklı olarak toplamda yirmi potansiyel kargo dolabı noktası arasından açılacak *b* adet kargo

dolabının konumu belirlenerek otuz mahalleden gelen toplam teslimat talebinin mümkün olan en büyük kısmını karşılayabilmek amaçlanmıştır. Bu modelde, kapsama durumuna karar verilirken müşterilerin kargo dolaplarından teslimatlarını kendilerinin alması sürecinde maksimum kabul edilebilir eşik değeri 2 km'lik yürüme mesafesi olarak dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, öncelikle her bir mahallenin coğrafi konumu, talebi ve açılabilecek maksimum dolap sayısı dikkate alınarak, hangi kargo dolabının açılacağı ve dolayısıyla hangi mahallelere hizmet verileceği belirlenmiştir. Daha sonra depolar ile açılan kargo dolapları arasındaki taşımalardan kaynaklanan maliyetler ile kapsanmayan taleplerden kaynaklı ceza maliyetlerinin toplamı minimize edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada karşılaştırılan farklı son adım lojistik ağları, Kayseri Talas ilçesi örneği üzerinde değerlendirilmiştir. İlçe genelinde, her bir mahalle nüfusunun %44,3'ünün e-ticaret yaptığı varsayımıyla mahalle merkezleri, talep noktaları olarak belirlenmiş ve Şekil 4.1'de yeşil renkle gösterilmiştir. Dağıtım ağını optimize etmek amacıyla, bölgede yirmi adet potansiyel kargo dolabı lokasyonu hassasiyetle tespit edilmiştir. Bu lokasyonlar belirlenirken, merkezi konumlar, ulaşım ağlarına yakınlık, nüfus yoğunluğu ve güvenlik gibi çeşitli stratejik kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Şekil üzerinde sarı renkle belirtilen bu potansiyel dolaplar, Model II'nin kargo dolabı entegrasyonu için temel seçeneklerini oluşturmaktadır. Dağıtım operasyonları ise Şekil 4.1 üzerinde kırmızı renkle gösterilen LHS'ye ait iki adet depo noktasından gerçekleştirilmektedir. Bu depolar, tüm lojistik operasyonların başlangıç ve bitiş noktaları olarak ağın merkezi omurgasını oluşturmakta, böylece geleneksel ve kargo dolabı aracılığıyla teslimat yöntemlerinin başlangıç moktasını oluşturmaktadır.

Şekil 4.1. *Örnek Problem Bileşenleri*



Geleneksel adrese teslimat için geliştirilen Model I için, Google Maps üzerinden mahalle merkezleri ve depolar arasındaki mesafeler elde edilmiştir. Bu mesafeler, geleneksel teslimat rotalarının belirlenmesi ve operasyonel maliyetlerin minimize edilmesi açısından temel veri setini oluşturmuştur. Teslimat süreçlerini daha esnek ve verimli hale getirme potansiyelini araştıran Model II ise kargo dolaplarının entegrasyonuyla şekillendirilmiştir. Bu model için, depolar ve potansiyel kargo dolapları arasındaki mesafeler ile mahalle merkezleri ve potansiyel kargo dolapları arasındaki mesafeler aynı usulle belirlenmiştir. Bu ek veri setleri, kargo dolaplarının stratejik konumlandırılması ve müşterilerin bu dolaplara erişiminin optimize edilmesi için kritik öneme sahiptir.

4.4.1. Sonuçlar

Geliştirilen matematiksel modellerin çözülmesiyle elde edilen sonuçlar, geleneksel adrese teslimat ve kargo dolabı ile teslimat yaklaşımlarının ekonomik ve çevresel etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirme imkânı tanımaktadır. Bu bölümde, analizden çıkan temel bulgular ve optimal çözümler Tablo 4.3'te ayrıntılı olarak verilmiştir.

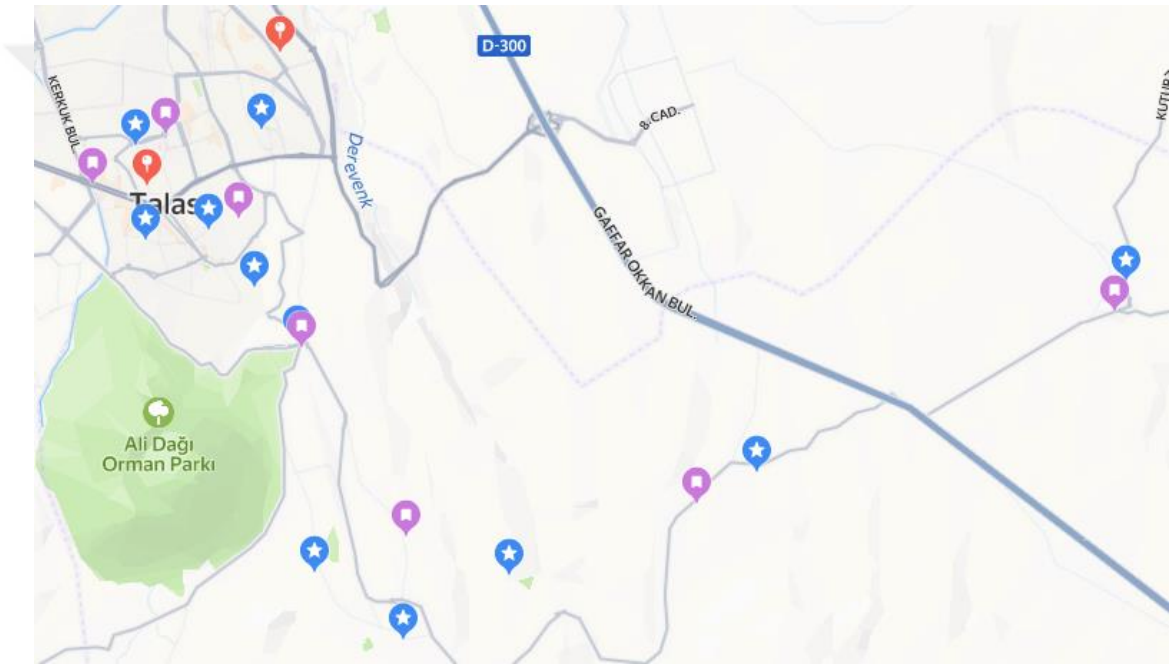
Tablo 4.3. *Çözüm Sonuçları*

AÇILMA KARARLARI			
		Model I	**Model II**
Açılma Kararı Verilen Kargo Dolapları		-	e_1-e_3-e_8-e_9-e_{10}-e_{18}-e_{19}
ATAMA KARARLARI			
	Depolar	**Model I**	**Model II**
Mahallelerin Depolara Atanması	**d_1**	m_1-m_4-m_{10}-m_{11}-m_{12}-m_{15}-m_{24}-m_{25}-m_{28}-m_{30}	-
	d_2	m_2-m_3-m_5-m_6-m_7-m_8-m_9-m_{13}-m_{14}-m_{16}-m_{17}-m_{18}-m_{19}-m_{20}-m_{21}-m_{22}-m_{23}-m_{26}-m_{27}-m_{29}	-
Kargo Dolaplarının Depolara Atanması	**d_1**	-	e_1-e_3-e_8- e_{19}
	d_2	-	e_9-e_{10}-e_{18}
	Kargo Dolapları	**Model I**	**Model II**
Kargo Dolaplarının Mahallelere Atanması	**e_1**	-	m_4-m_{28}
	e_3	-	m_{19}
	e_8	-	m_{11}-m_{15}
	e_9	-	m_5
	e_{10}	-	m_{29}
	e_{18}	-	m_{17}
	e_{19}	-	m_1-m_{21}-m_{30}

	Araçlar	Model I	Model II
Araç Rotaları	**a_1**	d_1-m_{28}-m_{25}-m_{24}-m_{30}-m_1-m_{10}-m_{12}-m_4-m_{11}-m_{15}-d_1	d_1-e_8-e_{19}-e_3- e_1-d_1
	a_2	d_2-m_{18}-m_{14}-m_{27}-m_6-m_9-m_{20}-m_{26}-m_{23}-m_{22}-m_3-m_8-m_2-m_{16}-m_{13}-m_7-m_{17}-m_5-m_{21}-m_{29}-m_{19}-d_2	d_2-e_{10}-e_9-e_{18}-d_2

Matematiksel Model II' nin sonuçları, Şekil 4.2'te mekânsal olarak detaylandırılmaktadır. Talas ilçesi haritası üzerinde açılmasına karar verilen kargo dolapları mor, talep noktaları (mahalle merkezleri) mavi ve mevcut depo lokasyonları kırmızı renkle temsil edilmiştir.

Şekil 4.2. *Açılma Kararı Verilen Kargo Dolapları*



Şekil 4.2'de gösterildiği üzere; Model II'nin optimum çözümünde başlangıçta belirlenen yirmi aday kargo dolabından yalnızca yedi tanesinin açılmasına (e_1-e_3-e_8-e_9-e_{10}-e_{18}-e_{19}) karar verilmiştir. Seçilen bu dolaplar, coğrafi dağılımları itibariyle ilçenin farklı bölgelerindeki müşteri ihtiyaçlarına erişilebilir çözümler sunacak şekilde konumlandırılmıştır.

Her iki modelin çözülmesiyle elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların karşılaştırmalı analizi Tablo 4.4'te sunulmuştur. Bu tablo geleneksel adrese teslimat modeli ile kargo dolabı entegrasyonlu modelin performans göstergelerini yan yana getirerek her iki yaklaşımın avantaj ve dezavantajlarını somut verilerle ortaya koymaktadır.

Tablo 4.4. *Sonuçların Karşılaştırılması*

	Matematiksel Model I	**Matematiksel Model II**
Araçların Kat Ettiği Toplam Mesafe	225,6 km	54,6 km
Mesafeye Bağlı Olarak Hesaplanan Toplam Yakıt Maliyeti	676,8 TL	163,8 TL
Mesafeye Bağlı Olarak Hesaplanan Toplam Emisyon Maliyeti	451,2 TL	109,2 TL
Ceza Maliyeti	133.280 TL	64.540 TL
Amaç Fonksiyonu (Toplam Maliyet)	134.408 TL	64.813 TL

Yapılan analizler, geleneksel adrese teslim yöntemine kıyasla kargo dolabı kullanımının, araçların kat ettiği toplam mesafeyi büyük ölçüde azalttığını göstermektedir. Bu önemli azalma, operasyonel süreçlerde doğrudan yakıt tüketiminde ve karbon emisyonlarında belirgin bir düşüşe yol açmaktadır. Dolayısıyla, kargo dolaplarının son adım teslimat süreçlerine entegrasyonu hem operasyonel maliyetler açısından bir verimlilik artışı sağlamakta hem de kentsel sürdürülebilirliğe olumlu katkılar sunmaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ

E-ticaretin hızla yaygınlaşması, son adım teslimat süreçlerine yönelik talebi önemli ölçüde artırarak hem LHS'lerin maliyetlerini yükseltmiş hem de çevresel açıdan ciddi sorunları beraberinde getirmiştir. Bu doğrultuda, araştırmacılar ve uygulayıcılar geleneksel adrese teslim yöntemine alternatif, daha sürdürülebilir ve verimli teslimat çözümleri arayışına yönelmiştir. Kargo dolapları, teslimat maliyetlerini düşürmesi ve kullanıcılara "zaman" açısından sundukları esneklik sayesinde bu alternatifler arasında öne çıkan bir çözüm haline gelmiştir. Bu sistem, yalnızca ekonomik avantajlar ve esneklik sağlamakla kalmayıp; şehir içi trafik yoğunluğu, park yeri sıkıntısı, hava ve gürültü kirliliği gibi kentsel problemleri azaltarak sürdürülebilir kent lojistiğine de katkıda bulunmaktadır. Bu tezde, geleneksel adrese teslimat ile kargo dolabı aracılığıyla teslimat yöntemlerini karşılaştırmak üzere iki ayrı matematiksel model önerilmiştir. Model I, tüm e-ticaret siparişlerinin bireysel adreslere ulaştırılmasına dayanan geleneksel yaklaşımı temsil etmektedir. Geliştirilen bu model, özellikle teslimat anında alıcının adreste bulunmaması veya adres bilgilerinin hatalı olması gibi nedenlerden ötürü gerçekleşmeyen teslimatlardan kaynaklanan operasyonel verimsizlikleri dikkate almıştır. Söz konusu başarısız teslimatların yarattığı ek maliyetlerin modele dahil edilmesi, optimizasyon sürecinin gerçek dünya koşullarını daha doğru yansıtmasını sağlamış ve modelin gerçek hayatla örtüşmesini önemli ölçüde artırmıştır. Modelin çözülmesiyle hangi depolardan hangi talep noktalarına hangi rotalar üzerinden teslimat yapılacağı belirlenmiştir. İkinci modelde ise son adım teslimat ağına aday kargo dolapları eklenerek hem müşteri taleplerini mümkün olan en üst düzeyde karşılayan hem de dağıtım süreçlerinde ekonomik ve çevresel maliyetleri asgariye indiren bütüncül bir yaklaşım geliştirilmiştir. Optimum çözümde yirmi adet aday kargo dolabından yedi tanesinin açılmasına karar verilmiştir. Her iki modelin sonuçları kıyaslandığında, kargo dolaplı sistemin daha etkin ve çevreci bir çözüm sunduğu görülmüştür. Araç rotalarının önemli ölçüde kısalması,

yakıt tüketiminde ve karbon emisyonu salınımında gözle görülür bir azalma sağlamış, böylece teslimat verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu etkiler ortaya çıkmıştır. Ayrıca, kargo dolaplı teslimatta müşterilerin son adım teslimat süreçlerinde iş birliğine razı olarak teslimatlarını kendilerinin gerçekleştirmesi; LHS'lerin taşıma maliyetlerinin yanı sıra başarısız teslimat maliyetlerinin ortadan kalkmasına katkı sunarak verimliliği artırırken, bir taraftan da son adım lojistik süreçlerinin kentsel alanlarda neden olduğu çevresel olumsuzlukları ciddi oranda düşürmüştür. Çalışma kapsamında önerilen modellerin gelecekte çeşitli açılardan geliştirilmesi mümkündür. Örneğin, talebin dinamik ele alındığı ya da araçların kapasite ve yakıt türü (fosil yakıt kullanan, elektrikli vb.) açısından heterojen olduğu durumu dikkate alan bir yapı geliştirilebilir. Bunun yanı sıra, yer seçimi problemlerinde dolap kapasitesinin sınırlı olduğu durumlar veya kargo dolaplarının sadece teslimat noktası olarak değil, aynı zamanda müşteri kaynaklı gönderim ve iade gibi tersine lojistik işlevleriyle birlikte çok amaçlı kullanımı dikkate alınabilir. Son olarak, sabit kargo dolapları yerine mobil kargo dolaplarının sisteme entegre edilmesi gibi konular gelecek çalışmalara konu edilebilir.

KAYNAKÇA

Akdoğan, K., & Özceylan, E. (2023). Parcel locker applications in Turkey. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *16*(1), 43-54.

Aljohani, K., & Thompson, R. G. (2018). A stakeholder-based evaluation of the most suitable and sustainable delivery fleet for freight consolidation policies in the inner-city area. *Sustainability*, *11*(1), 124.

Ateş, İ., & Işık, E. (2010). Türkiye'de lojistik hizmetlerinin gelişiminin ihracattaki büyümeye etkileri. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, *2*(1), 99-106.

Aurambout, J. P., Gkoumas, K., & Ciuffo, B. (2019). Last mile delivery by drones: an estimation of viable market potential and access to citizens across european cities. *European Transport Research Review*, *11*(1), 1-21.

Babacan, M. (2003). Lojistik sektörünün ülkemizdeki gelişimi ve rekabet vizyonu. *Ege Academic Review*, *3*(1), 8-15.

Bayles, D. L., & Bhatia, H. (2000). *E-Commerce logistics & fulfillment: delivering the goods*. Prentice Hall PTR.

Bayraktutan, Y., & Özbilgin, M. (2015). Uluslararası ve yurtiçi ticarette taşıma türlerinin payı: bir analitik hiyerarşi prosesi (ahp) uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *6*(2), 405-436.

Bensinger, G. (2015). Amazon's next delivery drone: you. *Wall Street Journal*, *108*.

Bostan, S. (2023). Kargo taşımacılığı sektöründe son adım dağıtım planlama ve rota optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2023.

Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B., & Bowersox, J. C. (2020). *Supply chain logistics management*. Mcgraw-Hill.

Boyer, K.K., Hult, G.T., Frohlich, M. (2002). Bridging the last mile in food delivery. Proceedings Of The Annual Meeting Of The Institute Of Decision Sciences, S. 297-302

Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfeger, S. (2021). Last-Mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. *Or Spectrum*, *43*(1), 1-58.

Brunner, G., Szebedy, B., Tanner, S., & Wattenhofer, R. (2019, June). The urban last mile problem: autonomous drone delivery to your balcony. In *2019 İnternational Conference On Unmanned Aircraft Systems (İcuas)* (Pp. 1005-1012). IEEE.

Buldeo Rai, H., Verlinde, S., Merckx, J., & Macharis, C. (2017). Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport?. *European Transport Research Review*, *9*, 1-13.

Burns, S. (2017). Drone meets delivery truck. Erişim Adresi: Https://Www.Robotics247.Com/Article/Ups_Drone_Meets_Ups_Delivery_Truck

Carbone, V., Rouquet, A., & Roussat, C. (2017). The rise of crowd logistics: a new way to co-create logistics value. *Journal Of Business Logistics*, *38*(4), 238-252.

Carotenuto, P., Gastaldi, M., Giordani, S., Rossi, R., Rabachin, A., & Salvatore, A. (2018). Comparison of various urban distribution systems supporting e-commerce. point-to-point vs collection-point-based deliveries. Transportation Research Procedia, 30, 188-196.

Che, Z. H., Chiang, T. A., & Luo, Y. J. (2022). Multiobjective optimization for planning the service areas of smart parcel locker facilities in logistics last mile delivery. *Mathematics*, *10*(3), 422.

Chen, Q. (2014). *Sustainable last-mile solutions: urban freight consolidation and eco-routing strategies* (Doctoral Dissertation, University Of Illinois At Chicago).

Chung, S. H., Sah, B., & Lee, J. (2020). Optimization for drone and drone-truck combined operations: a review of the state of the art and future directions. *Computers & Operations Research*, *123*, 105004.

Cuturela, S. C., & Manole, A. (2013). A short historical perspective on the evolution of logistics and its ımplications for globalization. *Romanian Statistical Review*.

Çamlıca, Z., & Akar, G. S. (2014). Lojistik sektöründe sürdürülebilirlik uygulamaları. *Gümüshane University Electronic Journal Of The Institute Of Social Science/Gümüshane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, *5*(11).

Çancı, M., & Erdal, M. (2009). Uluslararası taşımacılık yönetimi. *UTİKAD Yayınları, İstanbul*, *3*.

Çetin, O., & Sain, A. D. (2018). Lojistik sektöründe sürdürülebilirlik uygulamaları. IV. In *International Caucasus-Central Asia Foreign Trade And Logistics Congress September* (Pp. 7-8).

Dahmardeh, M., Telhada, J., Carvalho, M. S., & Paisana, A. (2018, March). Urban logistics: a systematic literature review. In *Proc. 7th Int. Conf Industrial Technology And Management (ICITM)* (Pp. 279-283).

Deliktaş, S. (2019). *Lojistik hizmet sağlayıcılarının işletme performansına etkisi: görgül bir inceleme* (Doctoral Dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde).

Dell'Amico, M., Hadjidimitriou, S. (2012). Innovative logistics model and containers solution for efficient last mile delivery. Procedia - Social And Behavioral Sciences Volume 48, 2012, Pages 1505-1514

Deutsch, Y., & Golany, B. (2018). A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem. *International Journal Of Production Research*, *56*(1-2), 251-261.

Diler, A. (2006). *Şehir içi toplu taşımacılıkta kullanılan otobüslerde, doğal gaz kullanımının karbon dioksit emisyonlarına etkileri* (Doctoral Dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Dinçer, C. (2009). Tedarik zincirinde sipariş işleme süreci. *Öneri Dergisi*, *8*(31), 191-196.

Dolati Neghabadi, P., Evrard Samuel, K., & Espinouse, M. L. (2019). Systematic literature review on city logistics: overview, classification and analysis. *International Journal Of Production Research*, *57*(3), 865-887.

Dowlatshahi, S. (2000). Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*, *30*(3), 143-155.

Durand, B., & Gonzalez-Feliu, J. (2012). Urban logistics and e-grocery: have proximity delivery services a positive impact on shopping trips?. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, *39*, 510-520.

Dündar, A. O. (2021). Kitle kaynak lojistiğin son adım teslimatlarda uygulanması üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, *24*(2), 511-527.

Ecevit, M. Z. (2023). Son adım teslimat yöntemi olan otonom teslimat araçlarının tüketiciler tarafından kabulü: teknolojiye hazırlığın düzenleyici rolü. *Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Uygulamaları Dergisi*, *6*(1), 166-183.

Enthoven, D. L., Jargalsaikhan, B., Roodbergen, K. J., Uit Het Broek, M. A., & Schrotenboer, A. H. (2020). The two-echelon vehicle routing problem with covering options: city logistics with cargo bikes and parcel lockers. *Computers & Operations Research*, *118*, 104919.

Erdem, A. T., & Akolaş, D. A. (2020). Müşteri memnuniyetinin lojistik yönetimi bağlamında incelenmesi: bir kargo şirketi örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *2*(2), 139-159.

Erkan, B. (2014). Türkiye'de lojistik sektörü ve rekabet gücü. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, *1*(1), 44-65.

Erkayman, B. (2007). Lojistikte taşıma şekillerinin belirlenmesi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

Erol, İ., & Özmen, A. (2008). Çevresel düzeyde sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi: parekende sektöründe bir uygulama. *Iktisat Isletme Ve Finans*, *23*(266), 70-94.

Ersoy, M. S., & Ersoy, A. (2011). Üretim/işlemler yönetimi, Genişletilmiş 2. *Baskı, Ankara, İmaj Yayınevi*.

Erturgut, R. (2021). Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, Nobel Akademik Yayıncılık, 9786053203766.

Fettahlıoğlu, H. S., & Birin, C. (2016). Sürdürülebilirlik açısından tersine lojistik faaliyetlerini ve sürdürülebilir pazarlamayı etkileyen faktörlerin analitik hiyerarşi yöntemi ile belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 89-114.

Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., Van Der Laan, E., Van Nunen, J. A., & Van Wassenhove, L. N. (1997). Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal Of Operational Research*, *103*(1), 1-17.

Garcia, O., & Santoso, A. (2019). Comparative evaluation of drone delivery systems in last-mile delivery.

Gevaers, R. (2013). *Evaluation of innovations in b2c last mile, b2c reverse & waste logistics*. University Of Antwerp.

Gevaers, R., Van De Voorde, E., & Vanelslander, T. (2014). Cost modelling and simulation of last-mile characteristics in an innovative b2c supply chain environment with implications on urban areas and cities. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, *125*, 398-411.

Gielens, K., Gijsbrechts, E., & Geyskens, I. (2021). Navigating the last mile: the demand effects of click-and-collect order fulfillment. *Journal Of Marketing*, *85*(4), 158-178.

Gil Saura, I., Ruiz Molina, M. E., & Servera Frances, D. (2008). Logistic service quality and technology: a comparison between supplier–retailer and retailer–consumer relationships. *The International Review Of Retail, Distribution And Consumer Research*, *18*(5), 495-510.

Gilanlı, E., Altuğ, N., & Oğuzhan, A. (2012). İşletmelerde ileri ve ters lojistik karşılaştırması. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *14*(1), 149-166.

Gökhan, E.N. (2019). Son adım teslimatta çevrimiçi alışveriş yapan tüketicilerin kendi kendine toplama sistemini kullanma niyetleri: algılanan müşteri değerinin aracılık rolü ve müşteri yenilikçiliğinin moderatör etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi, 2019

Guo, X., Claasseen, G.D.H, Ve Diğerleri (2019). " On integrating crowdsourced delivery in last-mile logistics: a simulation study to quantify its feasibility", Journal Of Cleaner Production Volume 241, 20 December 2019, 118365

Gülenç, İ. F., & Karagöz, B. (2008). E-lojistik ve türkiye'de e-lojistik uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 73-91.

Gülsün, B., Tuzkaya, G., & Bildik, E. (2008). Tersine lojistikte ağ tasarımı: bir tavlama benzetimi yaklaşımı. *Sigma Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, *26*(1), 68-80.

Gümüş, Y. (2009). Lojistik faaliyetlerin rekabet stratejileri ve işletme kârı ile olan ilişkisi. *Muhasebe Ve Finansman Dergisi*, (41), 97-114.

Güzel, D., & Kavalcı, K. (2023). Lojistik son adım teslimat hizmetinde tüketicilerin akıllı dolapları benimseme niyeti üzerine bir araştırma. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, *24*(1), 379-398.

Hagen, T., & Scheel-Kopeinig, S. (2021). Would customers be willing to use an alternative (chargeable) delivery concept for the last mile?. *Research İn Transportation Business & Management*, *39*, 100626.

Halldórsson, Á., & Wehner, J. (2020). Last-mile logistics fulfilment: a framework for energy efficiency. *Research İn Transportation Business & Management*, *37*, 100481.

Iwan, S., Kijewska, K., & Lemke, J. (2016). Analysis of parcel lockers' efficiency as the last mile delivery solution–the results of the research in poland. *Transportation Research Procedia*, *12*, 644-655.

İthalat İhracat Bilgi Platformu (2024), Erişim Adresi: Https://Www.İhracat.Co/2024/03/Yeni-Nesil-Konteyner-Gemileri-24000-Teu.Html

Jara, M., Vyt, D., Mevel, O., Morvan, T., & Morvan, N. (2018). Measuring customers benefits of click and collect. *Journal Of Services Marketing*, *32*(4), 430-442.

Joerss, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C., & Mann, F. (2016). Parcel delivery: the future of last mile. *Mckinsey & Company*, 1-32.

Kahr, M. (2022). Determining locations and layouts for parcel lockers to support supply chain viability at the last mile. *Omega*, *113*, 102721.

Kalaç, T. (2021). E-ticarette son km teslimat ile müşteri memnuniyeti arasındaki ilişki. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi, 2021.

Karabulut, O. A., Seyret, M. K., & Avcı, M. G. (2023). Kargo otomatı yer seçimi problemi için bir matematiksel model. *Endüstri Mühendisliği*, *34*(1), 26-41.

Karaçay, A. G. G. (2005). Tersine lojistik: kavram ve işleyiş. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *14*(1), 317-332.

Karlı, H. (2023). Tüketicilerin son aşama teslimat seçimlerinde yenilikçi teslimat çözümlerinin etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Maltepe Üniversitesi, 2023.

Kawa, A. (2020). Out-of-home delivery as a solution of the last mile problem in e-commerce. *Smart And Sustainable Supply Chain And Logistics–Trends, Challenges, Methods And Best Practices: Volume 1*, 25-40.

Kiba-Janiak, M., Marcinkowski, J., Jagoda, A., & Skowrońska, A. (2021). Sustainable last mile delivery on e-commerce market in cities from the perspective of various stakeholders. Literature Review. *Sustainable Cities And Society*, *71*, 102984.

Kişman, Z. A., & Aydın, F. (2020). Uluslararası ticaret lojistiğinde türkiye ve avrupa'nın yeri. *Academic Knowledge*, *3*(1), 49-58.

Knutson, B. J. (1988). Ten laws of customer satisfaction. *Cornell Hotel And Restaurant Administration Quarterly*, *29*(3), 14-17.

Koban, E., & Keser, H. Y. (2008). *Dış ticarette lojistik*. Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Koçak, R. D. (2020). Lojistiğin tarihsel gelişimi: askeri gereksinimden işletme lojistiğine ve tedarik zinciri yönetimine evrilme süreci. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, *15*(58), 246-258.

Korkmaz, S.G. (2022). Yatay işbirliği altında son mil taşımacılıkta kullanılan mobil kargo dolapları yer seçimi ve rotalama problemi için bir matamatiksel medel önerisi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. 2022

Kunze, O. (2016). Replicators, ground drones and crowd logistics a vision of urban logistics in the year 2030. Transportation Research Procedia, 19, 286-299.

Kurtoğlu, R., Temiz, S., & Sönmez, A. T. (2022). Çevrimiçi yemek işletmeleri hakkındaki e-şikâyetlerin içerik analizi yöntemiyle incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 294-315.

Küçük, O. (2012). *Uluslararası lojistik*. Detay Yayıncılık.

Lachapelle, U., Burke, M., Brotherton, A., & Leung, A. (2018). parcel locker systems in a car dominant city: location, characterisation and potential impacts on city planning and consumer travel access. *Journal Of Transport Geography*, *71*, 1-14.

Lai, P., Jang, H., Fang, M., Peng, K. (2022). Determinants of customer satisfaction with parcel locker services in last-mile logistics. The Asian Journal Of Shipping And Logistics Volume 38, Issue 1, March 2022, Pages 25-30

Lambert, D., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of logistics management*. Mcgraw-Hill.

Lee, H. L., Chen, Y., Gillai, B., & Rammohan, S. (2016). Technological disruption and innovation in last-mile delivery. *Value Chain Innovation Initiative*, *4*, 1-24.

Li, C., Mirosa, M., & Bremer, P. (2020). Review of online food delivery platforms and their impacts on sustainability. *Sustainability*, *12*(14), 5528.

Lim, S. F. W., & Winkenbach, M. (2019). Configuring the last-mile in business-to-consumer e-retailing. *California Management Review*, *61*(2), 132-154.

Luo, R., Ji, S., & Ji, Y. (2022). An active-learning pareto evolutionary algorithm for parcel locker network design considering accessibility of customers. *Computers & Operations Research*, *141*, 105677.

Mcleod, F., Cherrett, T., & Song, L. (2006). Transport impacts of local collection/delivery points. *International Journal Of Logistics*, *9*(3), 307-317.

Mehmann, J., Frehe, V. Ve Teuteberg, F., (2015). Crowd logistics - a literature review and maturity model. proceedings of the hamburg ınternational conference of logistics, ınnovations and strategies for logistics and supply chains: technologies, business models and risk management. Vol. (20). 117-145

Milovanović, G., Barac, N., & Anđelković, A. (2011). Logıstıcs, supply chaın management and conceptual perspectıves of theır relatıonshıp. *Economıc*, 323.

Morganti, E., Dablanc, L., & Fortin, F. (2014). Final deliveries for online shopping: the deployment of pickup point networks in urban and suburban areas. *Research İn Transportation Business & Management*, *11*, 23-31.

Motavallian, J. (2019). *last mile delivery in the retail sector in an urban context* (Doctoral Dissertation, RMIT University).

Mounce, R., & Nelson, J. D. (2019). On the potential for one-way electric vehicle car-sharing in future mobility systems. *Transportation Research Part A: Policy And Practice*, *120*, 17-30.

Mücevher, M. H. (2021). sürdürülebilir lojistik için üç öncelikli strateji: yeşil lojistik, tersine lojistik ve yalın lojistik. *Enderun*, *5*(1), 39-54.

Nakıboğlu, G. (2007). Tersine lojistik: önemi ve dünyadaki uygulamalari. *Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *9*(2), 181-196.

Nakıboğlu, G. (2020). Drone taşımacılığı ve son-adım teslimatta kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *24*(2), 285-298.

Nurcan, D. (2020). *E-ticaret lojistiğinde son adım dağıtım hizmetlerine yönelik çok seferli ve zaman pencereli sayısal bir yaklaşım* (Doctoral Dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Nuzzolo, A., Persia, L., & Polimeni, A. (2018). Agent-based simulation of urban goods distribution: a literature review. *Transportation Research Procedia*, *30*, 33-42.

Nürnberg, M. (2019). Analysis of using cargo bikes in urban logistics on the example of stargard. *Transportation Research Procedia*, *39*, 360-369.

Oğuzhan, A. İşletmelerde ileri ve ters lojistik karşılaştırması. Elif Gilanlı Nevin Altuğ.

Orenstein, I., Raviv, T., & Sadan, E. (2019). Flexible parcel delivery to automated parcel lockers: models, solution methods and analysis. *EURO Journal On Transportation And Logistics*, *8*(5), 683-711.

Paker, N. (2021). Esnaf teslim noktası hizmetinin algılanan değeri üzerine öncü bir çalışma. *Pazarlama İçgörüsü Üzerine Çalışmalar*, *5*(2), 71-82.

Pizam, A. Ve Ellis, T. (1999). Customer satisfaction and ıts measurement in hospitality enterprises, International Journal Of Contemporary Hospitality Management, 11(7), 326-339.

Punakivi, M., & Tanskanen, K. (2002). Increasing the cost efficiency of e- fulfilment using shared reception boxes. *International Journal Of Retail & Distribution Management*, *30*(10), 498-507.

Rai, H. B., Verlinde, S., Merckx, J. Ve Macharis, C. (2017). Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport?. European Transport Research Review, 9(3), 1-13

Saatçioğlu, C. (2006). *Ulaştırma sistemleri ve politikaları türkiye-avrupa birliği uygulamaları*. Gazi Kitabevi.

Sampaio, A., Savelsbergh, M., Veelenturf, L., & Van Woensel, T. (2019). Crowd-based city logistics. In *Sustainable Transportation And Smart Logistics* (Pp. 381-400). Elsevier.

Schnieder, M., Hinde, C., & West, A. (2021). Combining parcel lockers with staffed collection and delivery points: an optimization case study using real parcel delivery data (London, UK). *Journal Of Open Innovation: Technology, Market, And Complexity*, *7*(3), 183.

Schönsleben, P., Schmid, S. R., & Jacobson, B. O. (2011). *Integral logistics management: operations and supply chain management within and across companies*. Auerbach Publications.

Setaputra, R., & Mukhopadhyay, S. K. (2010). A framework for research in reverse logistics. *International Journal Of Logistics Systems And Management*, *7*(1), 19-55.

Silva, V., Amaral, A., & Fontes, T. (2023). Towards sustainable last-mile logistics: a decision-making model for complex urban contexts. *Sustainable Cities And Society*, 104665.

Simoni, M. D. (2019). *Urban freight distribution and innovative last-mile solutions from a traffic perspective* (Doctoral Dissertation).

So, H. W., Gunasekaran, A., & Chung, W. W. (2006). Last mile fulfilment strategy for competitive advantage. *International Journal Of Logistics Systems And Management*, *2*(4), 404-418.

Solmaz, M. S., & Saygılı, M. S. (2008). Konteynerin tarihçesi ve konteyner gemilerinin gelişimleri. *Konteyner Deniz Ve Liman İşletmeciliği (3-18). Beta Yayınları*.

Şahin, S. A. (2004). *Satınalma ve risk yönetiminin tedarik zinciri yönetimindeki yeri* (Doctoral Dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Şengül, Ü. (2010). Atıkların geri dönüşümü ve tersine lojistik. *Paradoks Ekonomi, Sosyoloji Ve Politika Dergisi*, *6*(1), 73-86.

Taniguchi, E., & Tamagawa, D. (2005). Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders. *Journal Of The Eastern Asia Society For Transportation Studies*, *6*, 3062-3076.

Tek, Ö. B., & Özgül, E. (2005). Modern pazarlama ilkeleri. *İzmir: Birleşik Matbaacılık*, *90*.

Tibben- Lembke, R. S., & Rogers, D. S. (2002). Differences between forward and reverse logistics in a retail environment. *supply chain management: an ınternational Journal*, *7*(5), 271-282.

Turgut, M., Güngör, Ş., & Özbaş, H. (2023). Güncel lojistik yaklaşımlar. *Uluslararası Ticaret Ve Lojistik Kapsamında Yönetim, Finans Ve Muhasebe Yaklaşımları*, 1.

Türkmen, M. A., & Sarıcan, M. A. (2016). E-lojistikte kritik faktörlerin belirlenmesi: türkiye'deki e-lojistik uygulamaları. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (26), 278-298.

Ulaştırma Hizmetleri: MEB Lojistik Yönetimi Modülü, MEGEP. https://megep.meb.gov.tr/

Uludağ, A. S. (2013). Lojistik yönetiminde lojistik ağların kullanımı ve bir işletme için lojistik ağın geliştirilmesi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara. URL*, *1*.

Ünlü, D. B. (2017). Lojistikte taşıma modu seçim kararına etki eden faktörlerin analizi.

Vatan Özgen, C. (2013). *Sürdürülebilirlik kavramının firma stratejisi açısından ambalaj tasarımına etkilerinin irdelenmesi* (Doctoral Dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Vincent, F. Y., Susanto, H., Jodiawan, P., Ho, T. W., Lin, S. W., & Huang, Y. T. (2022). A simulated annealing algorithm for the vehicle routing problem with parcel lockers. *IEEE Access*, *10*, 20764-20782.

Vyt, D., Jara, M., Mevel, O., Morvan, T., & Morvan, N. (2022). The impact of convenience in a click and collect retail setting: a consumer-based approach. *International Journal Of Production Economics*, *248*, 108491.

Wang, X., Wong, Y. D., Chen, T., & Yuen, K. F. (2023). Co-creating consumer logistics from self-collection to crowd-sourced delivery: an examination on contextual differences in last-mile. *Journal Of Business Research*, *168*, 114136.

Waters, D. (2021). *Logistics an ıntroduction to supply chain management*. Palgrave Macmillan.

Weltevreden, J. W. (2008). B2C e- commerce logistics: the rise of collection- and- delivery points in the netherlands. *International Journal Of Retail & Distribution Management*, *36*(8), 638-660.

Yalvaç, D., (2021). kitle kaynaklı lojistik: türkiye'deki kitle kaynaklı lojistik uygulamaları üzerine bir inceleme, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

Yıldız, B., Kütahyalı, D. N., & Çavdar, E. (2021). Şehir lojistiği: nicel bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (53), 303-334.

Yılmaz, Ş., Aktaş, N. Ve Demirel, N., (2022). Sürdürülebilir kentsel lojistik açısından yeni son mil teslimat modelleri. Türk İşletmeleri Yönetim Dergisi , Cilt.6, Sa.1, 1076-1091.

Yorulmaz, M. (2009). *Deniz taşımacılığı ve deniz sigortaları* (Master's Thesis, Marmara Universitesi (Turkey)).

Yu, V. F., Susanto, H., Yeh, Y. H., Lin, S. W., & Huang, Y. T. (2022). The vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery and parcel lockers. *Mathematics*, *10*(6), 920.

Yu, Y., Lian, F., & Yang, Z. (2021). Pricing of parcel locker service in urban logistics by a tsp model of last-mile delivery. *Transport Policy*, *114*, 206-214.

Yurek, E. E., & Ozmutlu, H. C. (2018). A decomposition-based iterative optimization algorithm for traveling salesman problem with drone. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *91*, 249-262.

Yüksekyıldız, E. (2022). Entropi ve eatwos yöntemleri ile türkiye konteyner limanlarinin verimlilik analizi. *Verimlilik Dergisi*, (2), 3-24.

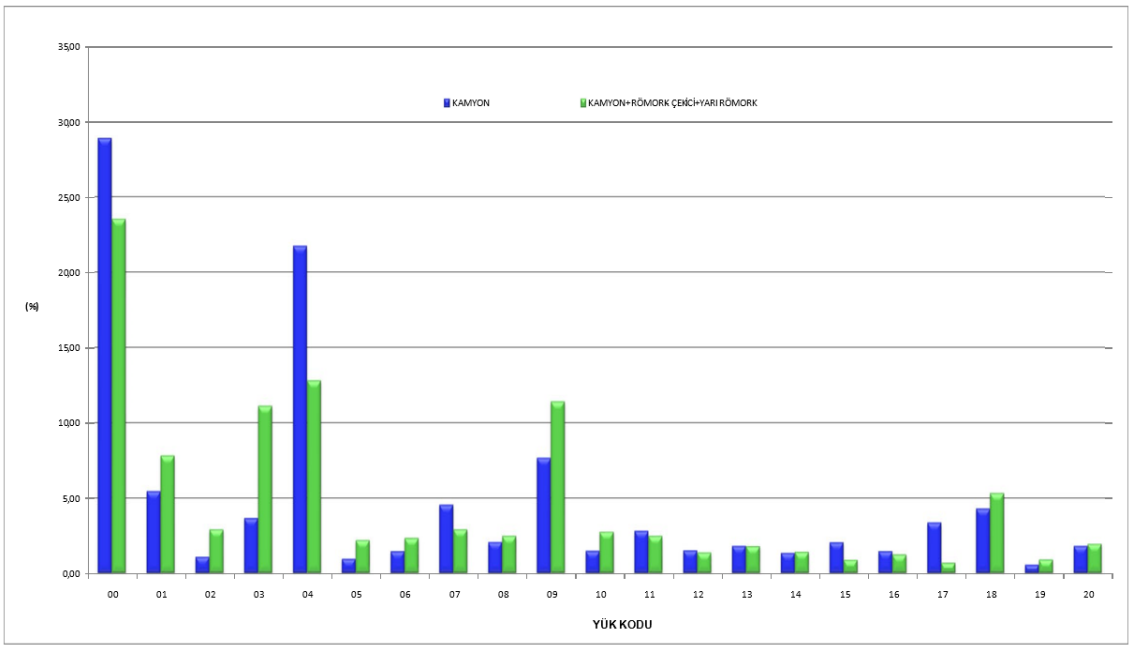
Zang, X., Jiang, L., Liang, C., & Fang, X. (2023). Coordinated home and locker deliveries: an exact approach for the urban delivery problem with conflicting time windows. *Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review*, *177*, 103228.

Zhang, S., Le, T. V., & Roorda, M. (2023). Optimizing parcel locker locations in a city crowd logistics network. *Transportation Research Record*, *2677*(12), 267-283.

EKLER

EK 1: Taşıt Sınıflarına Göre Yük Cinslerinin Dağılımı (2022)

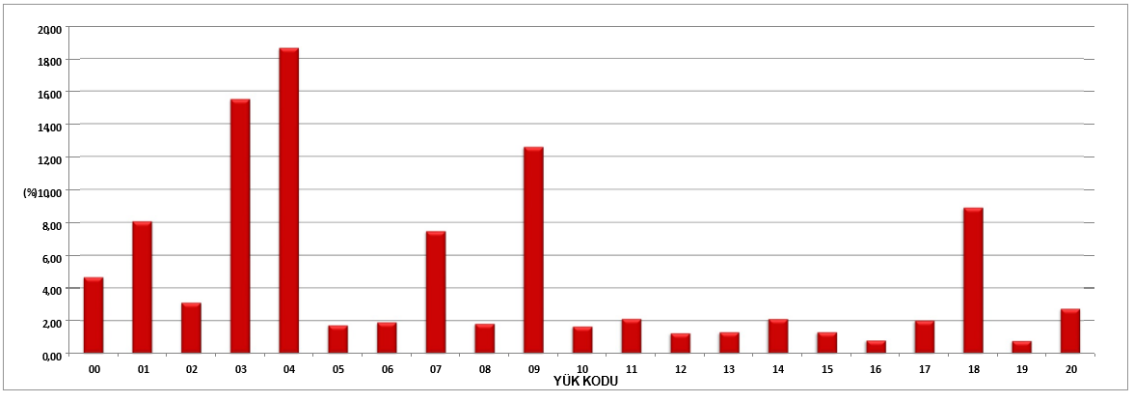
Yük Kodu	Yük Cinsleri	Kamyon (%)	Kamyon+ Römork-Çekici+Yarı Römork (%)	Toplam Taşıt (%)
00	BOŞ	28,88	23,50	25,47
01	Tarım, avcılık ve ormancılık ürünleri, balık ve diğer balıkçılık ürünleri	5,44	7,79	6,92
02	Taş kömürü ve linyit; ham petrol ve doğal gaz	1,09	2,90	2,24
03	Metal cevherleri ve diğer maden ve madencilik ürünleri; turba; uranyum ve toryum	3,66	11,09	8,36
04	Gıda ürünleri, içecekler ve tütün	21,72	12,77	16,05
05	Tekstil ve tekstil ürünleri; deri ve deri ürünleri	0,95	2,18	1,73
06	Kereste, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri (mobilya hariç) ; saz,saman ve benzeri malzemelerden yapılmış ürünler; kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri; basılı malzemeler,kayıtlı medya	1,47	2,32	2,01
07	Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri	4,55	2,90	3,51
08	Kimyasallar, kimyasal ürünler, insan yapımı elyaflar; kauçuk ve plastik ürünler; nükleer yakıt	2,07	2,47	2,32
09	Diğer metalik olmayan mineral ürünler	7,66	11,38	10,01
10	Ana metaller; fabrikasyon metal ürünleri (makine ve ekipman hariç)	1,49	2,74	2,28
11	Makine ve ekipmanlar bys.; büro makineleri ve bilgisayarlar; bys. elektrikli makineler ve cihazlar; radyo, televizyon ve iletişim ekipmanları ve cihazları; tıbbi, hassas ve optik aletler; saatler	2,81	2,47	2,59
12	Taşımacılık Ekipmanları	1,52	1,37	1,43
13	Mobilya ; bys. diğer imalat malları	1,81	1,78	1,79
14	İkincil ham materyaller; belediye atıkları ve diğer atıklar	1,36	1,41	1,39
15	Mektup ve koli	2,06	0,88	1,31
16	Malların taşınmasında kullanılan ekipman ve malzemeler	1,46	1,23	1,31
17	Hane halkı ve büro eşyalarının taşıması; yolcuların yanlarındaki bagajları ve eşyaları; tamir için taşınan motorlu araçlar;bys.diğer piyasa dışı mallar	3,36	0,68	1,67
18	Gruplandırılmış mallar: bir arada taşınan karışık kategorilerdeki mallar	4,28	5,31	4,93
19	Tanımlanamayan mallar: Herhangi bir nedenle tanımlanamayan ve bundan dolayı 01-16 gruplarına tahsis edilemeyen mallar	0,55	0,90	0,77
20	Bys. diğer mallar	1,81	1,93	1,89



Not: Türkiye genelinde 91 noktada yapılan dingil ağırlığı etütlerinden elde edilen sonuçlardır. Toplam 16.505 taşıt dikkate alınmıştır.

EK 2: Yük Cinslerine Göre Taşınan Yük Miktarının Dağılımı (2022)

Yük Kodu	Yük Cinsleri	Taşınan Yük (%)
00	BOŞ	4,64
01	Tarım, avcılık ve ormancılık ürünleri, balık ve diğer balıkçılık ürünleri	8,04
02	Taş kömürü ve linyit; ham petrol ve doğal gaz	3,08
03	Metal cevherleri ve diğer maden ve madencilik ürünleri; turba; uranyum ve toryum	15,49
04	Gıda ürünleri, içecekler ve tütün	18,62
05	Tekstil ve tekstil ürünleri; deri ve deri ürünleri	1,70
06	Kereste, ağaç ürünleri ve mantar ürünleri (mobilya hariç) ; saz,saman ve benzeri malzemelerden yapılmış ürünler; kağıt hamuru, kağıt ve kağıt ürünleri; basılı malzemeler,kayıtlı medya	1,89
07	Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri	7,44
08	Kimyasallar, kimyasal ürünler, insan yapımı elyaflar; kauçuk ve plastik ürünler; nükleer yakıt	1,80
09	Diğer metalik olmayan mineral ürünler	12,58
10	Ana metaller; fabrikasyon metal ürünleri (makine ve ekipman hariç)	1,63
11	Makine ve ekipmanlar bys.; büro makineleri ve bilgisayarlar; bys. elektrikli makineler ve cihazlar; radyo, televizyon ve iletişim ekipmanları ve cihazları; tıbbi, hassas ve optik aletler; saatler	2,10
12	Taşımacılık Ekipmanları	1,22
13	Mobilya ; bys. diğer imalat malları	1,28
14	İkincil ham materyaller; belediye atıkları ve diğer atıklar	2,09
15	Mektup ve koli	1,29
16	Malların taşınmasında kullanılan ekipman ve malzemeler	0,79
17	Hane halkı ve büro eşyalarının taşıması; yolcuların yanlarındaki bagajları ve eşyaları; tamir için taşınan motorlu araçlar;bys.diğer piyasa dışı mallar	1,99
18	Gruplandırılmış mallar: bir arada taşınan karışık kategorilerdeki mallar	8,87
19	Tanımlanamayan mallar: Herhangi bir nedenle tanımlanamayan ve bundan dolayı 01-16 gruplarına tahsis edilemeyen mallar	0,76
20	Bys. diğer mallar	2,71



Not: Türkiye genelinde 91 noktada yapılan dingil ağırlığı etütlerinden elde edilen sonuçlardır. Toplam 16.505 taşıt dikkate alınmıştır.

EK 3: Model I için; Depo-Mahalle ve Mahalle-Mahalle Arası Mesafe Matrisi (c_{md})

	d_1	d_2	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8	m_9	m_{10}	m_{11}	m_{12}	m_{13}	m_{14}	m_{15}	m_{16}	m_{17}	m_{18}	m_{19}	m_{20}	m_{21}	m_{22}	m_{23}	m_{24}	m_{25}	m_{26}	m_{27}	m_{28}	m_{29}	m_{30}
d_1	0	3.7	7.1	31.9	23.9	1.5	14	32.6	21.2	27	35.4	10.2	2.7	10	25.9	23	2	32.4	16.4	20.9	3	20.3	11.6	25.3	32.9	29.7	6.9	31.6	26.5	1.5	4.1	8.4
d_2	3.7	0	7.3	30.6	23	4.4	13.1	31.8	20.4	26.1	34.5	10.3	3.6	10.1	25	22.1	4	31.8	15.5	20	1	29.4	8.6	24.5	32.1	30.6	7.7	30.7	25.7	23	4	8.4
m_1	7.1	7.3	0	29.9	21.8	6.2	8.8	30.6	19.2	25	33.3	6.2	6.6	7	23.9	21	6.8	30.4	14.4	18.9	7.4	28.3	5.1	23.3	30.9	28.5	10.7	29.6	14.5	7.9	3.3	1.4
m_2	31.9	30.6	29.9	0	13.4	33	21	25.5	13.5	4.6	22.9	35.5	31.8	36.3	8.8	17.6	31.8	14	17.7	15.6	31.5	18.1	26.8	11	12.2	9.8	26.4	15.8	21.2	32.5	31.8	28.3
m_3	23.9	23	21.8	13.4	0	25.3	13.6	19.7	12.6	8.9	23	27.9	24.2	28.7	7.8	10	24.1	14.3	10.1	7.9	23.9	17.3	19.1	4.7	12.3	9.9	18.8	15.9	13.5	24.9	24.1	20.7
m_4	1.5	4.4	6.2	33	25.3	0	14.7	33.3	21.9	27.7	36	9.2	2.3	8.2	26.6	24.3	2.8	33.1	17	21.6	4.4	30.9	7.7	26	33.6	31.2	8.4	32.2	27.2	2.7	3.9	8
m_5	14	13.1	8.8	21	13.6	14.7	0	22.3	10.9	16.7	25	14.8	14.3	15.7	15.6	12.7	14.2	22.1	6.1	10.6	14	20	6.1	15	22.6	20.3	8.9	21.3	16.2	15	11.3	7.6
m_6	32.6	31.8	30.6	25.5	19.7	33.3	22.3	0	26.5	22.8	8	36.7	33	37.5	21.7	9.7	32.9	28.2	18.9	13.1	32.7	8.4	27.9	21.1	14.6	15.7	27.6	9.7	6.4	33.7	33	29.5
m_7	21.2	20.4	19.2	13.5	12.6	21.9	10.9	26.5	0	9.1	29.1	25.2	21.5	26.1	5.3	16.8	21.5	12.1	5.3	14.7	21.3	24.1	16.5	14.1	21.7	19.3	16.2	25.3	20.3	22.2	21.5	18
m_8	27	26.1	25	4.6	8.9	27.7	16.7	22.8	9.1	0	25.5	31.1	27.4	31.9	4.1	13.2	27.3	9.5	13.3	11.1	27.1	20.5	22.3	10.5	16.7	14.3	22	21.7	16.7	28.1	27.3	23.9
m_9	35.4	34.5	33.3	22.9	23	36	25	8	29.1	25.5	0	39.5	35.8	40.3	24.5	12.4	35.7	31	21.7	15.9	35.5	5.1	30.7	18.6	12	13.1	30.4	7.3	9.2	36.5	35.7	32.3
m_{10}	10.2	10.3	6.2	35.5	27.9	9.2	14.8	36.7	25.2	31.1	39.5	0	9.5	10.1	29.9	27	9.8	36.4	20.4	24.9	10.5	34.3	10.2	29.3	36.9	34.5	13.8	35.6	30.5	10.9	6.4	7.6
m_{10}	2.7	3.6	6.6	31.8	24.2	2.3	14.3	33	21.5	27.4	35.8	9.5	0	8.5	25.7	22.7	1.4	32.1	16.1	20.6	3.5	30	7.5	25.1	32.7	30.3	7.5	31.3	26.3	3.6	3.3	7.7
m_{12}	10	10.1	7	36.3	28.7	8.2	15.7	37.5	26.1	31.9	40.3	10.1	8.5	0	30.7	27.8	9.6	37.3	21.2	25.7	10.3	35.1	10	30.2	37.8	35.4	13.6	36.4	31.4	10.7	6.2	8.4
m_{13}	25.9	25	23.9	8.8	7.8	26.6	15.6	21.7	5.3	4.1	24.5	29.9	25.7	30.7	0	12	26.1	6.7	10.2	9.9	25.9	19.3	21.2	9.3	16.9	14.5	20.8	20.6	15.6	26.9	26.2	23
m_{14}	23	22.1	21	17.6	10	24.3	12.7	9.7	16.8	13.2	12.4	27	22.7	27.8	12	0	23.3	18.5	9.2	3.5	23.1	7.3	18.3	11.5	13.4	14.5	17.9	8.6	3.6	24	23.3	19.8
m_{15}	2	4	6.8	31.8	24.1	2.8	14.2	32.9	21.5	27.3	35.7	9.8	1.4	9.6	26.1	23.3	0	32.1	16.1	20.6	3.5	30	7.5	25.1	32.6	30.3	7.5	31.3	26.3	3.2	3.3	7.7
m_{16}	32.4	31.8	30.4	14	14.3	33.1	22.1	28.2	12.1	9.5	31	36.4	32.1	37.3	6.7	18.5	32.1	0	16.5	16.5	32.4	25.8	27.7	15.8	23.4	21.1	27.3	27.1	22.1	33.4	32.7	29.2
m_{17}	16.4	15.5	14.4	17.7	10.1	17	6.1	18.9	5.3	13.3	21.7	20.4	16.1	21.2	10.2	9.2	16.1	16.5	0	10.6	16.4	20	11.7	15.1	22.7	20.3	11.3	21.3	16.2	17.4	16.7	13.2
m_{18}	20.9	20	18.9	15.6	7.9	21.6	10.6	13.1	14.7	11.1	15.9	24.9	20.6	25.7	9.9	3.5	20.6	16.5	10.6	0	21	10.7	16.2	6.7	14.3	11.9	15.9	12.1	7	22	21.2	17.8
m_{19}	3	1	7.4	31.5	23.9	4.4	14	32.7	21.3	27.1	35.5	10.5	3.5	10.3	25.9	23.1	3.5	32.4	16.4	21	0	29.9	8.8	25	32.6	30.2	7.4	31.2	36.2	2.4	4.6	9
m_{20}	30.3	29.4	28.3	18.1	17.3	30.9	20	8.4	24.1	20.5	5.1	34.3	30	35.1	19.3	7.3	30	25.8	20	10.7	29.9	0	25.6	13.8	7.2	8.3	25.3	2.4	4.1	31.4	30.6	27.2
m_{21}	11.6	8.6	5.1	26.8	19.1	7.7	6.1	27.9	16.5	22.3	30.7	10.2	7.5	10	21.2	18.3	7.5	27.7	11.7	16.2	8.8	25.6	0	20.6	28.2	25.8	8	26.8	21.8	8.8	4.3	3.9
m_{22}	25.3	24.5	23.3	11	4.7	26	15	21.1	14.1	10.5	18.6	29.3	25.1	30.2	9.3	11.5	25.1	15.8	15.1	6.7	25	13.8	20.6	0	7.9	5.5	20.3	11.5	15.1	26.4	25.7	22.2
m_{23}	32.9	32.1	30.9	12.2	12.3	33.6	22.6	14.6	21.7	16.7	12	36.9	32.7	37.8	16.9	13.4	32.6	23.4	22.7	14.3	32.6	7.2	28.2	7.9	0	2.4	27.9	4.9	10.1	34	33.3	29.8
m_{24}	29.7	30.6	28.5	9.8	9.9	31.2	20.3	15.7	19.3	14.3	13.1	34.5	30.3	35.4	14.5	14.5	30.3	21.1	20.3	11.9	30.2	8.3	25.8	5.5	2.4	0	25.6	6	11.3	31.6	30.9	27.4
m_{25}	6.9	7.7	10.7	26.4	18.8	8.4	8.9	27.6	16.2	22	30.4	13.8	7.5	13.6	20.8	17.9	7.5	27.3	11.3	15.9	7.4	25.3	8	20.3	27.9	25.6	0	31.7	26.6	6.1	5.4	9.8
m_{26}	31.6	30.7	29.6	15.8	15.9	32.2	21.3	9.7	25.3	21.7	7.3	35.6	31.3	36.4	20.6	8.6	31.3	27.1	21.3	12.1	31.2	2.4	26.8	11.5	4.9	6	31.7	0	5.3	32.5	31.9	28.4
m_{27}	26.5	25.7	24.5	21.2	13.5	27.2	16.2	6.4	20.3	16.7	9.2	30.5	26.3	31.4	15.6	3.6	26.3	22.1	16.2	7	26.2	4.1	21.8	15.1	10.1	11.3	26.6	5.3	0	27.6	26.8	23.4
m_{28}	1.5	2.3	7.9	32.5	24.9	2.7	15	33.7	22.2	28.1	36.5	10.9	3.6	10.7	26.9	24	3.2	33.4	17.4	22	2.4	31.4	8.8	26.4	34	31.6	6.1	32.5	27.6	0	4.7	9.1
m_{29}	4.1	4	3.3	31.8	24.1	3.9	11.3	33	21.5	27.3	35.7	6.4	3.3	6.2	26.2	23.3	3.3	32.7	16.7	21.2	4.6	30.6	4.3	25.7	33.3	30.9	5.4	31.9	26.8	4.7	0	4.6
m_{30}	8.4	8.4	1.4	28.3	20.7	8	7.6	29.5	18	23.9	32.3	7.6	7.7	8.4	23	19.8	7.7	29.2	13.2	17.8	9	27.2	3.9	22.2	29.8	27.4	9.8	28.4	23.4	9.1	4.6	0

EK 4: Model I için; i Düğümü ile j Düğümü Arası Mesafe Matrisi (c_{ij})

	d_1	d_2	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8	m_9	m_{10}	m_{11}	m_{12}	m_{13}	m_{14}	m_{15}	m_{16}	m_{17}	m_{18}	m_{19}	m_{20}	m_{21}	m_{22}	m_{23}	m_{24}	m_{25}	m_{26}	m_{27}	m_{28}	m_{29}	m_{30}
d_1	0	3.7	7.1	31.9	23.9	1.5	14	32.6	21.2	27	35.4	10.2	2.7	10	25.9	23	2	32.4	16.4	20.9	3	20.3	11.6	25.3	32.9	29.7	6.9	31.6	26.5	1.5	4.1	8.4
d_2	3.7	0	7.3	30.6	23	4.4	13.1	31.8	20.4	26.1	34.5	10.3	3.6	10.1	25	22.1	4	31.8	15.5	20	1	29.4	8.6	24.5	32.1	30.6	7.7	30.7	25.7	23	4	8.4
m_1	7.1	7.3	0	29.9	21.8	6.2	8.8	30.6	19.2	25	33.3	6.2	6.6	7	23.9	21	6.8	30.4	14.4	18.9	7.4	28.3	5.1	23.3	30.9	28.5	10.7	29.6	14.5	7.9	3.3	1.4
m_2	31.9	30.6	29.9	0	13.4	33	21	25.5	13.5	4.6	22.9	35.5	31.8	36.3	8.8	17.6	31.8	14	17.7	15.6	31.5	18.1	26.8	11	12.2	9.8	26.4	15.8	21.2	32.5	31.8	28.3
m_3	23.9	23	21.8	13.4	0	25.3	13.6	19.7	12.6	8.9	23	27.9	24.2	28.7	7.8	10	24.1	14.3	10.1	7.9	23.9	17.3	19.1	4.7	12.3	9.9	18.8	15.9	13.5	24.9	24.1	20.7
m_4	1.5	4.4	6.2	33	25.3	0	14.7	33.3	21.9	27.7	36	9.2	2.3	8.2	26.6	24.3	2.8	33.1	17	21.6	4.4	30.9	7.7	26	33.6	31.2	8.4	32.2	27.2	2.7	3.9	8
m_5	14	13.1	8.8	21	13.6	14.7	0	22.3	10.9	16.7	25	14.8	14.3	15.7	15.6	12.7	14.2	22.1	6.1	10.6	14	20	6.1	15	22.6	20.3	8.9	21.3	16.2	15	11.3	7.6
m_6	32.6	31.8	30.6	25.5	19.7	33.3	22.3	0	26.5	22.8	8	36.7	33	37.5	21.7	9.7	32.9	28.2	18.9	13.1	32.7	8.4	27.9	21.1	14.6	15.7	27.6	9.7	6.4	33.7	33	29.5
m_7	21.2	20.4	19.2	13.5	12.6	21.9	10.9	26.5	0	9.1	29.1	25.2	21.5	26.1	5.3	16.8	21.5	12.1	5.3	14.7	21.3	24.1	16.5	14.1	21.7	19.3	16.2	25.3	20.3	22.2	21.5	18
m_8	27	26.1	25	4.6	8.9	27.7	16.7	22.8	9.1	0	25.5	31.1	27.4	31.9	4.1	13.2	27.3	9.5	13.3	11.1	27.1	20.5	22.3	10.5	16.7	14.3	22	21.7	16.7	28.1	27.3	23.9
m_9	35.4	34.5	33.3	22.9	23	36	25	8	29.1	25.5	0	39.5	35.8	40.3	24.5	12.4	35.7	31	21.7	15.9	35.5	5.1	30.7	18.6	12	13.1	30.4	7.3	9.2	36.5	35.7	32.3
m_{10}	10.2	10.3	6.2	35.5	27.9	9.2	14.8	36.7	25.2	31.1	39.5	0	9.5	10.1	29.9	27	9.8	36.4	20.4	24.9	10.5	34.3	10.2	29.3	36.9	34.5	13.8	35.6	30.5	10.9	6.4	7.6
m_{11}	2.7	3.6	6.6	31.8	24.2	2.3	14.3	33	21.5	27.4	35.8	9.5	0	8.5	25.7	22.7	1.4	32.1	16.1	20.6	3.5	30	7.5	25.1	32.7	30.3	7.5	31.3	26.3	3.6	3.3	7.7
m_{12}	10	10.1	7	36.3	28.7	8.2	15.7	37.5	26.1	31.9	40.3	10.1	8.5	0	30.7	27.8	9.6	37.3	21.2	25.7	10.3	35.1	10	30.2	37.8	35.4	13.6	36.4	31.4	10.7	6.2	8.4
m_{13}	25.9	25	23.9	8.8	7.8	26.6	15.6	21.7	5.3	4.1	24.5	29.9	25.7	30.7	0	12	26.1	6.7	10.2	9.9	25.9	19.3	21.2	9.3	16.9	14.5	20.8	20.6	15.6	26.9	26.2	23
m_{14}	23	22.1	21	17.6	10	24.3	12.7	9.7	16.8	13.2	12.4	27	22.7	27.8	12	0	23.3	18.5	9.2	3.5	23.1	7.3	18.3	11.5	13.4	14.5	17.9	8.6	3.6	24	23.3	19.8
m_{15}	2	4	6.8	31.8	24.1	2.8	14.2	32.9	21.5	27.3	35.7	9.8	1.4	9.6	26.1	23.3	0	32.1	16.1	20.6	3.5	30	7.5	25.1	32.6	30.3	7.5	31.3	26.3	3.2	3.3	7.7
m_{16}	32.4	31.8	30.4	14	14.3	33.1	22.1	28.2	12.1	9.5	31	36.4	32.1	37.3	6.7	18.5	32.1	0	16.5	16.5	32.4	25.8	27.7	15.8	23.4	21.1	27.3	27.1	22.1	33.4	32.7	29.2
m_{17}	16.4	15.5	14.4	17.7	10.1	17	6.1	18.9	5.3	13.3	21.7	20.4	16.1	21.2	10.2	9.2	16.1	16.5	0	10.6	16.4	20	11.7	15.1	22.7	20.3	11.3	21.3	16.2	17.4	16.7	13.2
m_{18}	20.9	20	18.9	15.6	7.9	21.6	10.6	13.1	14.7	11.1	15.9	24.9	20.6	25.7	9.9	3.5	20.6	16.5	10.6	0	21	10.7	16.2	6.7	14.3	11.9	15.9	12.1	7	22	21.2	17.8
m_{19}	3	1	7.4	31.5	23.9	4.4	14	32.7	21.3	27.1	35.5	10.5	3.5	10.3	25.9	23.1	3.5	32.4	16.4	21	0	29.9	8.8	25	32.6	30.2	7.4	31.2	36.2	2.4	4.6	9
m_{20}	30.3	29.4	28.3	18.1	17.3	30.9	20	8.4	24.1	20.5	5.1	34.3	30	35.1	19.3	7.3	30	25.8	20	10.7	29.9	0	25.6	13.8	7.2	8.3	25.3	2.4	4.1	31.4	30.6	27.2
m_{21}	11.6	8.6	5.1	26.8	19.1	7.7	6.1	27.9	16.5	22.3	30.7	10.2	7.5	10	21.2	18.3	7.5	27.7	11.7	16.2	8.8	25.6	0	20.6	28.2	25.8	8	26.8	21.8	8.8	4.3	3.9
m_{22}	25.3	24.5	23.3	11	4.7	26	15	21.1	14.1	10.5	18.6	29.3	25.1	30.2	9.3	11.5	25.1	15.8	15.1	6.7	25	13.8	20.6	0	7.9	5.5	20.3	11.5	15.1	26.4	25.7	22.2
m_{23}	32.9	32.1	30.9	12.2	12.3	33.6	22.6	14.6	21.7	16.7	12	36.9	32.7	37.8	16.9	13.4	32.6	23.4	22.7	14.3	32.6	7.2	28.2	7.9	0	2.4	27.9	4.9	10.1	34	33.3	29.8
m_{24}	29.7	30.6	28.5	9.8	9.9	31.2	20.3	15.7	19.3	14.3	13.1	34.5	30.3	35.4	14.5	14.5	30.3	21.1	20.3	11.9	30.2	8.3	25.8	5.5	2.4	0	25.6	6	11.3	31.6	30.9	27.4
m_{25}	6.9	7.7	10.7	26.4	18.8	8.4	8.9	27.6	16.2	22	30.4	13.8	7.5	13.6	20.8	17.9	7.5	27.3	11.3	15.9	7.4	25.3	8	20.3	27.9	25.6	0	31.7	26.6	6.1	5.4	9.8
m_{26}	31.6	30.7	29.6	15.8	15.9	32.2	21.3	9.7	25.3	21.7	7.3	35.6	31.3	36.4	20.6	8.6	31.3	27.1	21.3	12.1	31.2	2.4	26.8	11.5	4.9	6	31.7	0	5.3	32.5	31.9	28.4
m_{27}	26.5	25.7	24.5	21.2	13.5	27.2	16.2	6.4	20.3	16.7	9.2	30.5	26.3	31.4	15.6	3.6	26.3	22.1	16.2	7	26.2	4.1	21.8	15.1	10.1	11.3	26.6	5.3	0	27.6	26.8	23.4
m_{28}	1.5	2.3	7.9	32.5	24.9	2.7	15	33.7	22.2	28.1	36.5	10.9	3.6	10.7	26.9	24	3.2	33.4	17.4	22	2.4	31.4	8.8	26.4	34	31.6	6.1	32.5	27.6	0	4.7	9.1
m_{29}	4.1	4	3.3	31.8	24.1	3.9	11.3	33	21.5	27.3	35.7	6.4	3.3	6.2	26.2	23.3	3.3	32.7	16.7	21.2	4.6	30.6	4.3	25.7	33.3	30.9	5.4	31.9	26.8	4.7	0	4.6
m_{30}	8.4	8.4	1.4	28.3	20.7	8	7.6	29.5	18	23.9	32.3	7.6	7.7	8.4	23	19.8	7.7	29.2	13.2	17.8	9	27.2	3.9	22.2	29.8	27.4	9.8	28.4	23.4	9.1	4.6	0

EK 5: Model II için; Mahalleler-Kargo Dolapları Arası Mesafe Matirisi (t_{em})

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}	e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}
m_1	7.4	8.8	7.3	7.3	5.9	7.6	6.7	6	8.4	3	7.4	7.1	6.2	7.6	8.4	6.8	7.6	14.7	1.9	9.5
m_2	33.2	34.3	31.5	31.4	33	33.3	29.7	30.8	21.1	31.4	32.5	30.8	31.5	32.6	32.9	31.4	32.6	18.2	28.7	36.1
m_3	24.8	26.8	23.9	23.9	25.4	24.2	22.1	23.2	13.5	23.9	24.5	23.2	23.9	24.6	25.3	23.8	24.6	13.8	21.1	28
m_4	1.6	3.9	2.1	1	0.6	3.6	4.2	1.8	14.6	3.4	1.6	4.6	1.8	3.6	5.3	2.2	3.1	18.1	6.4	4.4
m_5	15.7	16.9	14	14	14.5	14.3	12.3	13.3	0.45	11.2	14.1	12.8	13.5	14.2	14.9	13.9	14.2	5.6	8.6	16.4
m_6	33.6	35.5	32.7	32.6	34.2	32.9	30.9	32	22.3	32.6	33.3	32	32.7	33.4	34.1	32.6	33.4	22.6	29.9	36.9
m_7	22.2	24.1	21.3	21.2	22.8	21.5	19.5	20.5	10.9	21.2	21.8	20.6	21.2	21.9	22.7	21.2	22	4.6	18.5	25.4
m_8	27.9	29.9	27.1	27	28.6	27.3	25.3	26.3	16.6	27	27.7	26.4	27.1	27.8	28.5	27	27.8	13.4	24.3	31.2
m_9	36.3	38.3	35.4	35.4	36.9	35.7	33.6	34.7	25	35.4	36.6	34.8	35.4	36.2	36.9	35.4	36.2	25.4	32.7	39.6
m_{10}	10.5	11.9	10.4	10.3	8.6	10.6	9.8	9.1	14.4	6.1	10.6	10.1	9.3	10.6	11.4	9.8	10.6	20.7	8.5	12.3
m_{11}	3.2	5.2	3.1	2.5	2.2	3.5	2.9	1	14.2	3.5	1.9	3.8	0.6	3.5	4.4	2.7	3.5	16.5	6.2	5.6
m_{12}	9.6	10.9	10.2	10.1	8.1	10.4	9.6	8.9	15.3	5.8	9.7	9.9	9.1	10.4	11.2	9.6	10.4	21.5	8.7	11.7
m_{13}	26.8	28.8	26	25.9	27.5	26.2	24.2	25.2	15.5	25.9	26.5	25.2	25.9	26.6	27.3	25.8	26.6	9.6	23.1	30.1
m_{14}	23.9	25.9	23	23	24.5	23.3	21.2	22.3	12.6	23	23.6	22.4	23	23.7	24.5	22.9	23.7	12.9	20.3	27.2
m_{15}	3.8	5.5	2.3	2.6	3	2.9	3.5	0.75	14.2	3.8	2.3	3.4	0.95	3	4.4	2.2	3	16.4	6.2	5.1
m_{16}	33.3	35.3	32.5	32.4	33.8	32.7	30.5	31.6	22.1	32.2	33	31.7	32.4	33.1	33.9	32.3	33.1	15.8	29.6	36.6
m_{17}	17.3	19.3	16.4	16.4	17.9	16.7	14.7	15.7	6	16.4	17	15.7	16.4	17.1	17.8	16.3	16.9	0.75	13.6	20.6
m_{18}	22.6	23.8	20.9	20.4	22.4	21.2	19.2	20.2	10.5	20.9	21.5	20.3	20.9	21.7	22.4	20.9	21.7	10.9	18.2	25.1
m_{19}	3.9	5.6	1.9	3.6	5.2	1.3	2.6	3.1	14	4.4	3.9	1.4	3.7	1.9	1.3	2.8	1.9	16.3	7.5	4
m_{20}	32	33.2	30.4	30.3	31.9	30.6	28.6	29.6	20	30.3	31	29.7	30.4	31.1	31.8	30.3	31.1	20.3	27.6	34.5
m_{21}	12.3	13.7	11.6	11.6	10.8	11.9	7.8	8.8	5.7	4.1	8.9	8.4	7.6	8.9	9.9	8.1	8.9	11.9	1.7	11.1
m_{22}	27.1	28.2	25.4	25.3	26.9	25.6	23.6	24.7	15	25.3	26	24.8	24.4	26.1	26.9	25.3	26.1	15.3	22.7	29.6
m_{23}	34.7	35.8	33	32.9	34.5	33.2	31.2	32.3	22.6	32.9	33.6	32.4	33	33.7	34.5	32.9	33.7	22.9	30.3	37.2
m_{24}	32.3	33.5	30.6	30.5	32.1	30.9	28.8	29.9	20.2	30.5	31.2	30	30.6	31.3	32.1	30.5	31.4	20.5	27.9	34.8
m_{25}	9.5	10.6	7.8	7.7	9.3	8	3.8	7.1	8.8	7.7	5.7	4.4	5.1	5.8	6.5	5	5.6	16.8	8.3	8
m_{26}	32.5	34.5	31.6	31.6	33.1	33.5	29.8	30.6	21.2	31.2	32.2	31	31.6	32.3	33.1	31.5	32.3	21.5	28.9	35.8
m_{27}	27.5	29.4	26.6	26.5	28.1	28.4	24.8	25.5	16.2	26.5	27.2	25.9	26.6	27.3	28	26.5	27.3	16.5	23.8	30.8
m_{28}	2	3.4	0.65	2.1	3.3	1.4	4.2	2.5	14.9	4.9	2.2	2.2	3.1	1.4	2.9	1.2	0.85	17.3	7.6	2.4
m_{29}	5	6.6	4.1	4.1	3.7	4.4	3.5	2.5	10.9	0.35	4.6	3.8	3	4.8	5.5	4	4.8	16.9	3	6.9
m_{30}	9.2	10.6	8.5	7.7	7.7	8.7	7.9	6.9	7.2	4.3	8.8	8.2	7.4	8.8	9.7	8	8.8	13.5	1.2	10.9

EK 6: Model II için; Depolar-Kargo Dolapları ve Kargo Dolapları-Kargo Dolapları Arası Mesafe Matrisi (c_{de})

	d_1	d_2	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}	e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}
d_1	0	3.7	1.1	3.4	1.2	1.2	1.6	2.4	4.3	1.8	13.9	4.3	1.2	3.2	2	2.3	3.9	1.1	1.9	16.7	7	3.8
d_2	3.7	0	4.3	4.5	2.5	3.9	5.1	1.9	1.7	2.7	13	4.2	3.9	0.85	3.3	2	1.5	2.9	1.9	15.8	7	4.3
e_1	1.1	4.3	0	2.3	1.9	2.2	1.8	3.4	5.1	3.1	15.6	4.8	1.4	4.1	2.6	3.3	5.3	2.6	2.8	18.4	7.8	2.6
e_2	3.4	4.5	2.3	0	3.7	4.4	3.2	5	6	5.1	17	6.3	3.4	5.8	4.6	5	6.5	4.5	3.8	19.6	9.1	1.6
e_3	1.2	2.5	1.9	3.7	0	1.6	2.5	1.7	3.6	2.2	13.3	4.3	1.4	2.5	2.5	1.6	3.2	0.90	1.1	16.7	7	2.7
e_4	1.2	3.9	2.2	4.4	1.6	0	2	3	4.9	2.1	13.2	4.3	0.60	3.5	1.3	3.2	4.7	1.6	2.5	16.7	7	4.1
e_5	1.6	5.1	1.8	3.2	2.5	2	0	4.3	6.4	2.9	14.2	3.4	1.9	5.6	2.1	4.6	6.2	3	4.1	18.2	6.3	3.8
e_6	2.4	1.9	3.4	5	1.7	3	4.3	0	2.3	2.5	15.1	4.6	3	1.8	3.2	0.90	2.5	1.5	0.90	18.5	7.3	2.9
e_7	4.3	1.7	5.1	6	3.6	4.9	6.4	2.3	0	4.2	13.3	5.5	4.6	2.3	5	2.6	1.8	3.2	2.9	16.7	8.2	3.7
e_8	1.8	2.7	3.1	5.1	2.2	2.1	2.9	2.5	4.2	0	12.6	3	2.1	2.7	1	2.5	3.9	1.4	2.5	16	5.7	4.6
e_9	13.9	13	15.6	17	13.3	13.2	14.2	15.1	13.3	12.6	0	10.8	14.2	13.2	13.8	14.5	15.4	13.6	14.4	6.3	7.7	16.7
e_{10}	4.3	4.2	4.8	6.3	4.3	4.3	3.4	4.6	5.5	3	10.8	0	4.4	4.1	3.2	4.6	5.5	3.5	4.6	16.7	2.9	6.6
e_{11}	1.2	3.9	1.4	3.4	1.4	0.60	1.9	3	4.6	2.1	14.2	4.4	0	3.4	1.4	2.6	4.3	1.3	2.1	16.3	6.6	3.6
e_{12}	3.2	0.85	4.1	5.8	2.5	3.5	5.6	1.8	2.3	2.7	13.2	4.1	3.4	0	3	1.2	1.6	1.8	1.2	16.1	6.9	3.2
e_{13}	2	3.3	2.6	4.6	2.5	1.3	2.1	3.2	5	1	13.8	3.2	1.4	3	0	3.2	4.1	2.1	3.2	16.1	5.9	4.9
e_{14}	2.3	2	3.3	5	1.6	3.2	4.6	0.90	2.6	2.5	14.5	4.6	2.6	1.2	3.2	0	2.5	0.60	1.1	16	6.4	3.1
e_{15}	3.9	1.5	5.3	6.5	3.2	4.7	6.2	2.5	1.8	3.9	15.4	5.5	4.3	1.6	4.1	2.5	0	2.6	1.9	17.2	8.7	3.1
e_{16}	1.1	2.9	2.6	4.5	0.90	1.6	3	1.5	3.2	1.4	13.6	3.5	1.3	1.8	2.1	0.60	2.6	0	1.2	16	6.3	3.3
e_{17}	1.9	1.9	2.8	3.8	1.1	2.5	4.1	0.90	2.9	2.5	14.4	4.6	2.1	1.2	3.2	1.1	1.9	1.2	0	17.8	8.1	2
e_{18}	16.7	15.8	18.4	19.6	16.7	16.7	18.2	18.5	16.7	16	6.3	16.7	16.3	16.1	16.1	16	17.2	16	17.8	0	13.9	19.4
e_{19}	7	7	7.8	9.1	7	7	6.3	7.3	8.2	5.7	7.7	2.9	6.6	6.9	5.9	6.4	8.7	6.3	8.1	13.9	0	9.3
e_{20}	3.8	4.3	2.6	1.6	2.7	4.1	3.8	2.9	3.7	4.6	16.7	6.6	3.6	3.2	4.9	3.1	3.1	3.3	2	19.4	9.3	0

EK 7: Model II için; i Düğümü ile j Düğümü Arası Mesafe (c_{ij})

	d_1	d_2	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}	e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}
d_1	0	3.7	1.1	3.4	1.2	1.2	1.6	2.4	4.3	1.8	13.9	4.3	1.2	3.2	2	2.3	3.9	1.1	1.9	16.7	7	3.8
d_2	3.7	0	4.3	4.5	2.5	3.9	5.1	1.9	1.7	2.7	13	4.2	3.9	0.85	3.3	2	1.5	2.9	1.9	15.8	7	4.3
e_1	1.1	4.3	0	2.3	1.9	2.2	1.8	3.4	5.1	3.1	15.6	4.8	1.4	4.1	2.6	3.3	5.3	2.6	2.8	18.4	7.8	2.6
e_2	3.4	4.5	2.3	0	3.7	4.4	3.2	5	6	5.1	17	6.3	3.4	5.8	4.6	5	6.5	4.5	3.8	19.6	9.1	1.6
e_3	1.2	2.5	1.9	3.7	0	1.6	2.5	1.7	3.6	2.2	13.3	4.3	1.4	2.5	2.5	1.6	3.2	0.90	1.1	16.7	7	2.7
e_4	1.2	3.9	2.2	4.4	1.6	0	2	3	4.9	2.1	13.2	4.3	0.60	3.5	1.3	3.2	4.7	1.6	2.5	16.7	7	4.1
e_5	1.6	5.1	1.8	3.2	2.5	2	0	4.3	6.4	2.9	14.2	3.4	1.9	5.6	2.1	4.6	6.2	3	4.1	18.2	6.3	3.8
e_6	2.4	1.9	3.4	5	1.7	3	4.3	0	2.3	2.5	15.1	4.6	3	1.8	3.2	0.90	2.5	1.5	0.90	18.5	7.3	2.9
e_7	4.3	1.7	5.1	6	3.6	4.9	6.4	2.3	0	4.2	13.3	5.5	4.6	2.3	5	2.6	1.8	3.2	2.9	16.7	8.2	3.7
e_8	1.8	2.7	3.1	5.1	2.2	2.1	2.9	2.5	4.2	0	12.6	3	2.1	2.7	1	2.5	3.9	1.4	2.5	16	5.7	4.6
e_9	13.9	13	15.6	17	13.3	13.2	14.2	15.1	13.3	12.6	0	10.8	14.2	13.2	13.8	14.5	15.4	13.6	14.4	6.3	7.7	16.7
e_{10}	4.3	4.2	4.8	6.3	4.3	4.3	3.4	4.6	5.5	3	10.8	0	4.4	4.1	3.2	4.6	5.5	3.5	4.6	16.7	2.9	6.6
e_{11}	1.2	3.9	1.4	3.4	1.4	0.60	1.9	3	4.6	2.1	14.2	4.4	0	3.4	1.4	2.6	4.3	1.3	2.1	16.3	6.6	3.6
e_{12}	3.2	0.85	4.1	5.8	2.5	3.5	5.6	1.8	2.3	2.7	13.2	4.1	3.4	0	3	1.2	1.6	1.8	1.2	16.1	6.9	3.2
e_{13}	2	3.3	2.6	4.6	2.5	1.3	2.1	3.2	5	1	13.8	3.2	1.4	3	0	3.2	4.1	2.1	3.2	16.1	5.9	4.9
e_{14}	2.3	2	3.3	5	1.6	3.2	4.6	0.90	2.6	2.5	14.5	4.6	2.6	1.2	3.2	0	2.5	0.60	1.1	16	6.4	3.1
e_{15}	3.9	1.5	5.3	6.5	3.2	4.7	6.2	2.5	1.8	3.9	15.4	5.5	4.3	1.6	4.1	2.5	0	2.6	1.9	17.2	8.7	3.1
e_{16}	1.1	2.9	2.6	4.5	0.90	1.6	3	1.5	3.2	1.4	13.6	3.5	1.3	1.8	2.1	0.60	2.6	0	1.2	16	6.3	3.3
e_{17}	1.9	1.9	2.8	3.8	1.1	2.5	4.1	0.90	2.9	2.5	14.4	4.6	2.1	1.2	3.2	1.1	1.9	1.2	0	17.8	8.1	2
e_{18}	16.7	15.8	18.4	19.6	16.7	16.7	18.2	18.5	16.7	16	6.3	16.7	16.3	16.1	16.1	16	17.2	16	17.8	0	13.9	19.4
e_{19}	7	7	7.8	9.1	7	7	6.3	7.3	8.2	5.7	7.7	2.9	6.6	6.9	5.9	6.4	8.7	6.3	8.1	13.9	0	9.3
e_{20}	3.8	4.3	2.6	1.6	2.7	4.1	3.8	2.9	3.7	4.6	16.7	6.6	3.6	3.2	4.9	3.1	3.1	3.3	2	19.4	9.3	0

EK 8: Mahalle Nüfusları

Mahalleler	Nüfus
m_1	495
m_2	601
m_3	111
m_4	22.430
m_5	3.928
m_6	287
m_7	627
m_8	245
m_9	688
m_{10}	320
m_{11}	515
m_{12}	2.934
m_{13}	457
m_{14}	2.528
m_{15}	5.237
m_{16}	487
m_{17}	1.629
m_{18}	265
m_{19}	89.802
m_{20}	320
m_{21}	1.404
m_{22}	451
m_{23}	238
m_{24}	559
m_{25}	2.531
m_{26}	342
m_{27}	579
m_{28}	26.617
m_{29}	933
m_{30}	612

TEZ İNTİHAL RAPARU

Büşra Demir Yüksek Lisans Tezi

Yazar Büşra Demir

Gönderim Tarihi: 22-Eyl-2025 11:02ÖÖ (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 2758420526

Dosya adı:
GELENEKSEL_ADRESE_TESLİMAT_VE_KARGO_DOLABI_ARACILIĞIYLA_TESLİMAT_MODELLERİNİN_KARŞILAŞTIRILMASI_TALAS_İLÇESİ_ÖRNEĞİ.docx (6.29M)

Kelime sayısı: 23406

Karakter sayısı: 166156

Büşra Demir Yüksek Lisans Tezi

ORİJİNALLİK RAPORU

%11	%10	%5	%4
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%2
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
3	acikerisim.tarsus.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	%1
5	abis-files.erciyes.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	dspace.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	Submitted to Beykent Universitesi Öğrenci Ödevi	<%1
8	dspace.trakya.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
9	acikerisim.maltepe.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1

63	studylibtr.com İnternet Kaynağı	<%1
64	www.doczz.it İnternet Kaynağı	<%1
65	www.duvaryayinlari.com İnternet Kaynağı	<%1
66	Bolat, Merve. "Türkiye'De Iklim Değişikliğinin Baklagil Tarımına Ekonomik Etkisi ve Uyum politikaları: Nohut Örneği", Ankara Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
67	Erdir, Aylin. "Kentsel Lojistik: İzmir Ili Için Bir Uygulama", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1

Alıntıları çıkart Kapat Eşleşmeleri çıkar < 7 words
Bibliyografyayı Çıkart üzerinde

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**Büşra DEMİR**

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lise	**Kocasinan Ahmet Erdem Ticaret Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi** **Bilişim Teknolojileri, WEB Programcılığı**	**2015**
Lisans	**Erciyes Üniversitesi** **Uluslararası Ticaret ve Lojistik**	**2019**
Yüksek Lisans	**Kayseri Üniversitesi** **Uluslararası Ticaret ve Lojistik**	**2025**

YAYINLAR

Demir, B. & Demirel, N., (2024). Sürdürülebilir Son Adım Teslimatta Yöneylem Araştırması Tekniklerinin Kullanılmasına Yönelik Bir Araştırma. 13. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi (pp.173-174). Afyonkarahisar, Turkey



Uygulama ve Proje Odaklı, İş Dünyası ile Bütünleşen Üniversite

BÜŞRA DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2025