

SON AŞAMA TESLİMATINDA YENİLİK YOLCULUĞU:

Mevcut çözümler ve Gelecek Perspektifleri

Editörler

PROF. DR. MEHMET TANYAŞ

DR. ÖĞR. ÜYESİ HALİL KARLI

EĞİTİM
yayınevi

SON AŞAMA TESLİMATINDA YENİLİK YOLCULUĞU: MEVCUT ÇÖZÜMLER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Editörler: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş, Dr. Öğr. Üyesi Halil Karlı

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğın (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Kübra Konca Nam

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 76780

E-ISBN: 978-625-5971-44-9

1. Baskı, Aralık 2024

Kütüphane Kimlik Kartı

SON AŞAMA TESLİMATINDA YENİLİK YOLCULUĞU: MEVCUT ÇÖZÜMLER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Editörler: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş, Dr. Öğr. Üyesi Halil Karlı

V+147 s., 160x240 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-5971-44-9

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM

yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah.

Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok,

No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye

+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42

bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Eğitim Publishing Group, Inc.

P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America

americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah.

10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye

sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye

+90 332 499 90 00

bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr

+90 537 512 43 00

bilgi@kitapmatik.com.tr

 **kitapmatik**
İnternet Kitapçısı

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZV

**SON AŞAMA TESLİMATIN KAVRAMSAL TEMELLERİNE
YÖNELİK BİR İNCELEME** 1

Halil Karlı, Mehmet Tanyaş

**SON AŞAMA TESLİMAT HİZMETİ MÜŞTERİ DENEYİMİ VE
YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLER ÜZERİNE İÇGÖRÜLER**.....23

Neslihan Paker

**YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN SON AŞAMA
TESLİMATINDAKİ ROLÜ**.....45

Abdullah Oktay Dünder

**BUGÜNDEN YARINA SON AŞAMA TESLİMAT VE GELECEK
PROJEKSİYONU**63

Dr. Öğr. Üyesi Emre İpekçi

**SON AŞAMA TESLİMATTA OTONOM DRONE KULLANIMI
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**.....79

Muhammed Ali Erdem, Hatice Camgöz Akdağ, Yavuz Toraman

**SON AŞAMA TESLİMAT SÜREÇLERİNDE BÜYÜK VERİ
ANALİTİĞİ UYGULAMALARI.....99**

Dilan Özdemir

**SÜRDÜRÜLEBİLİR SON AŞAMA TESLİMATLAR: YENİ
TEKNOLOJİ VE GÜNCEL UYGULAMALAR..... 116**

Umut Kazancı

**SON AŞAMA TESLİMATIN GİZLİLİK BOYUTU:
İHLALLER VE ÖNLEMLER 135**

Halit Kaya

ÖN SÖZ

Prof. Dr. Oğuz Manas'ın 14 Şubat 1991 tarihinde Yeni Asır gazetesine verdiği röportajda, "2000'li yıllarda oturduğumuz yerden alışveriş yapacağız" beyanı, o dönemde bu ifadeyi okuyan binlerce kişi için oldukça hayali görünmüş olabilir. Ancak günümüzde, birçok insanın satın alımlarının önemli bir kısmı e-ticaret üzerinden gerçekleşmektedir. E-ticaret sektörü, hala büyük bir gelişim potansiyeline sahip olmakla birlikte, bu gelişimi sınırlayan temel unsurlardan biri, fiziksel ürünlerin tüketicilere teslim edilme sürecidir. Bu sürecin en kritik aşaması ise müşteriyle doğrudan ilişki kurulan "son aşama teslimat"tır. Son aşama teslimat, yeni bir kavram olması ve farklı uygulama alanlarında kullanılması nedeniyle tanım açısından sürekli bir evrim geçirmekte, aynı zamanda ilgili disiplinlerle birlikte gelişim göstermektedir. Diğer lojistik süreçlerin aksine, son aşama teslimat gönderinin bireyselleşerek doğrudan alıcıya teslim edilmesini kapsar. Bu durum, son aşama teslimat sağlayıcıları, göndericiler, alıcılar ve diğer birçok paydaş açısından farklı çıkarların ortaya çıkmasına neden olmakta ve bu alanın çok yönlü bir inceleme gerektirdiğini göstermektedir. Son yıllarda Türkçe literatürde de bu alanda çalışmalara artan bir ilgi olduğu görülmekle birlikte, konuya odaklanmış kapsamlı bir kitap eksikliği dikkat çekmektedir. Bu kitap, son aşama teslimat alanına dair farklı boyutları ele alan çok yönlü bir çerçeve sunmaktadır.

Bu kitap, son aşama teslimat konusunu farklı boyutlarıyla ele alan sekiz bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, son aşama teslimatla ilişkili kavramlar ve kapsam açıklanarak okuyuculara temel bir çerçeve sunulmuştur. İkinci bölümde, son aşama teslimat sürecinde müşteri deneyimi ele alınmış ve bu alandaki kritik içgörüler ortaya koyulmuştur. Üçüncü bölümde, yapay zekâ teknolojilerinin son aşama teslimatta nasıl kullanıldığı ve bu teknolojilerin süreci nasıl dönüştürdüğü incelenmiştir. Dördüncü bölümde, son aşama teslimat süreçlerine yönelik gelecekteki olası gelişmelerin bir projeksiyonu çizilmiştir. Beşinci bölümde, özellikle otonom dronelerin tüketiciler tarafından kabul edilmesine etki eden faktörler değerlendirilmiştir. Altıncı bölümde ise son aşama teslimatta büyük veri kullanımının sağladığı fırsatlar ve bu veriden nasıl faydalanılabileceği analiz edilmiştir. Yedinci bölümde, son aşama teslimatta kullanılan yenilikçi yöntemlerin sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri ele alınmış ve bu alandaki uygulamalara dair değerlendirmeler yapılmıştır. Son olarak, sekizinci bölümde, son aşama teslimat süreçlerinin gizlilik boyutu derinlemesine incelenmiş ve bu konudaki tartışmalara ışık tutulmuştur.

Bu kitabın hazırlanmasında büyük emekleri olan değerli bölüm yazarlarımıza ve yayınevine içten teşekkürlerimizi sunarız.

Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ-Dr. Öğr. Üyesi Halil KARLI

SON AŞAMA TESLİMATIN KAVRAMSAL TEMELLERİNE YÖNELİK BİR İNCELEME¹

Halil Karlı², Mehmet Tanyaş³

GİRİŞ

E-ticaret sektörü, son yirmi yılda kaydettiği hızlı büyüme ile tüketici davranışlarında ve alışveriş alışkanlıklarında köklü değişimlere neden olmuştur. 2023 yılında sektörün toplam hacmi, bir önceki yıla kıyasla %115,15 oranında artarak 1,85 milyar TL'ye ulaşmış ve bu talebin yaklaşık yarısı fiziksel ürün alımlarından kaynaklanmıştır (Ticaret Bakanlığı, 2023). E-ticaret alışverişlerinin hız kazanmasıyla birlikte lojistik süreçlerin önemi artmış, ürünlerin tüketicilere daha hızlı, verimli ve güvenilir bir şekilde ulaştırılmasını sağlama gerekliliği kritik hale gelmiştir. Bu bağlamda, özellikle son aşama teslimat, tüketicilerin doğrudan deneyimlediği ve beklentilerinin en yüksek olduğu süreçlerden biri olması nedeniyle stratejik bir öneme sahiptir. Etkili bir son aşama teslimat, teslimat sürelerini kısaltmanın yanı sıra maliyetlerin düşürülmesine ve müşteri memnuniyetinin artırılmasına olanak tanımaktadır (Allen vd., 2018; Aized ve Srail, 2014). Bu nedenle, göndericiler, e-ticaret şirketleri ve son aşama teslimat hizmet sağlayıcıları başta olmak üzere tüm paydaşlar, bu süreci kendi operasyonel ve stratejik hedefleri doğrultusunda iyileştirmeye yoğunlaşmaktadır.

Son yıllarda, özellikle e-ticaret bağlamında, son aşama teslimat üzerine yapılan araştırmaların sayısında belirgin bir artış gözlenmiştir. Bu çalışmaların önemli bir bölümü, süreçlerin optimizasyonuna odaklanmaktadır. Özellikle, teslimat sürecini farklı boyutlarda iyileştirmeyi hedefleyen rota optimizasyon çalışmaları, literatürde ön plana çıkan konular arasında yer almaktadır (Agatz vd., 2018; Murray ve Chu, 2015; Özarık vd., 2024; Sacramento vd., 2019). Bunun yanı sıra, yenilikçi teslimat yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte, hangi yöntemin daha uygun olduğuna yönelik karşılaştırmalı analizler de önemli bir araştırma alanı oluşturmuştur (Simic vd., 2021; Svadlenka vd., 2020; Wang vd., 2014; Wang vd., 2023). Diğer bir araştırma odağı ise yeni teslimat yöntemlerinin ekonomik ve çevresel etkilerinin analizine yöneliktir (Baldisseri vd., 2022; Comi ve Savchenko, 2021). Son olarak, yenilikçi teslimat yöntemlerine ilişkin kullanıcıların veya muhtemel kullanıcıların teknoloji kabul

1 Bu çalışma Dr. Öğr. Üyesi Halil Karlı'nın Prof. Dr. Mehmet Tanyaş danışmanlığında "Tüketicilerin Son Aşama Teslimat Seçimlerinde Yenilikçi Teslimat Çözümlerinin Etkileri" başlıklı doktora tezinden üretilmiş ve genişletilmiştir.
2 Dr. Öğr. Üyesi, Bartın Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, 0000-0002-5366-9774, karli.halil@yahoo.com
3 Prof. Dr., Maltepe Üniversitesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, 0000-0001-8934-3787, mehmettanyas@maltepe.edu.tr

süreçlerini değerlendiren çalışmalar literatürde dikkat çekmektedir (Asdecker, 2021; Paker, 2021; Toraman ve Öz, 2023; Toraman vd., 2024; Wang vd., 2021).

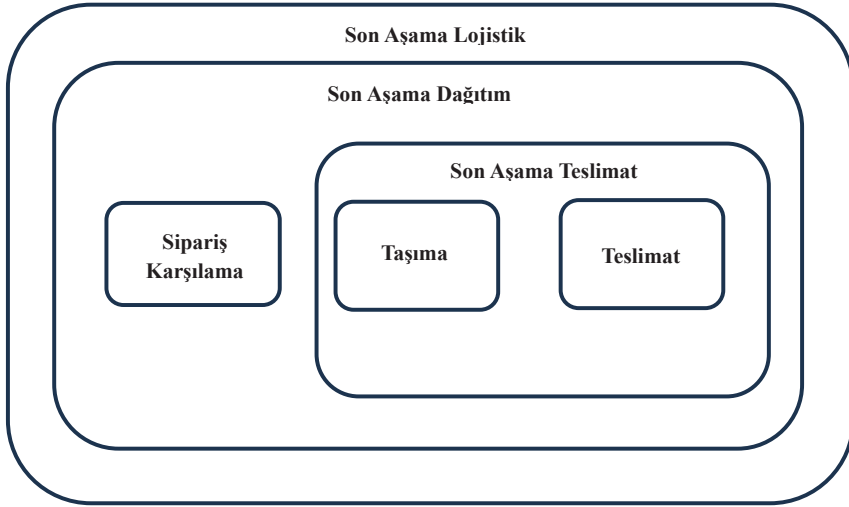
Son aşama teslimatla ilgili literatürde karşılaşılan önemli sorunlardan biri, terimin hem İngilizce hem de Türkçe kaynaklarda farklı anlam ve kullanımlara sahip olmasıdır. Bu kavram, çeşitli çalışmalarda farklı şekillerde tanımlanmakta ve farklı kapsamlarla ele alınmaktadır. Bazı çalışmalarda son aşama teslimat, yalnızca kent içi lojistik faaliyetlerinin son adımı olarak değerlendirilirken, bazı çalışmalarda daha geniş bir çerçevede ele alınarak alıcıya ulaşana kadar geçen tüm lojistik süreçleri içermektedir. Ayrıca, bu kavram e-ticaretin ötesinde farklı alanlarda da çeşitli boyutlarıyla ele alınmaktadır. Bu durum, son aşama teslimatın lojistik disiplindeki anlamının ve kullanımının, araştırma konusu ve bağlamına bağlı olarak değişiklik göstermesine neden olmaktadır. Literatürdeki bu tanım ve kapsam çeşitliliği, ortak bir kavramsal çerçevenin oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, son aşama teslimat kavramını tanım ve kapsam açısından değerlendirmek ve bu süreçte yer alan paydaşları ayrıntılı bir şekilde ele almaktır. Bu değerlendirme ile kavramın farklı kullanım biçimlerini ortaya koymak ve gelecekteki araştırmacıların akademik yaklaşımlarına uygun bir şekilde bu kavramları etkin bir biçimde kullanmalarına katkı sunmak hedeflenmektedir.

Bu çalışmada ilerleyen bölümlerde, son aşama lojistik, son aşama dağıtım ve son aşama teslimat kavramlarının tanımları üzerinde durulacaktır. Daha sonra, son aşama teslimatın kapsamı ayrıntılı bir şekilde ele alınacak; bu kapsamda, uygulama alanları, başlangıç noktası, gönderi türleri ve varış noktası gibi unsurlar detaylandırılacaktır. Devam eden kısımlarda, son aşama teslimat sürecine dahil olan paydaşlar ile bu paydaşların hedefleri ve rolleri incelenecektir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında ise son aşama teslimat yöntemlerinin sınıflandırması yapılacaktır ve sonunda genel bir değerlendirme sunulacaktır.

SON AŞAMA TESLİMATIN TANIMI

Son aşama teslimat, e-ticaretin hızla gelişmesiyle birlikte popüler bir kavram olarak araştırmalara sıkça konu olmaya başlamıştır. Ancak hem İngilizce hem de Türkçe literatürde “son aşama teslimat” (last mile delivery) için farklı kavramların kullandığı görülmektedir. İngilizce literatürde “last mile logistics”, “last mile distribution”, “last mile solution”, “last mile supply chain”, “last mile transport”, “last mile operation”, “last mile freight”, “last kilometer” gibi çeşitli terimler bu kavramı ifade etmek için tercih edilmiştir (Liu ve Hassani, 2024; Motavallian, 2019; Olsson vd., 2019). Türkçe literatürde ise “son adım teslimat” (Dündar, 2021; Karlı ve Tanyaş, 2021; Nakiboğlu, 2020), “son kilometre lojistiği” (Paker, 2021), “son kilometre dağıtım” (Özbekler, 2021), “son kilometre teslimat” (Özdemir, 2022) ve “son aşama teslimat” (Kazancı ve Tanyaş, 2023) kavramları kullanılmıştır. Araştırmacıların atıfta

buldukları kaynaklardaki kavramlar yerine farklı kavramları tercih ettikleri de dikkat çekmektedir. Örneğin, Lim vd.'nin (2018) son aşama lojistik için yaptığı tanım, Mangiaracina vd. (2019) tarafından son aşama teslimat olarak kavramsallaştırılmıştır. Benzer şekilde, Gevears vd.'nin (2014) son aşama lojistik tanımı, Jaller vd. (2021) tarafından son aşama dağıtım ve Ayyıldız ve Erdoğan (2024) tarafından ise son aşama teslimat olarak ifade edilmiştir. Bu duruma neden olan temel etkenlerden biri, Lim vd.'nin (2018) belirttiği üzere, son aşama teslimat süreçlerindeki başlangıç ve bitiş noktalarına ilişkin belirsizliklerdir. Ayrıca, kavramların kapsamının net bir şekilde tanımlanmaması ve aralarındaki ilişkiyel bağlamın yeterince ortaya koyulmaması, aynı tanımın farklı kavramlarla ifade edilmesine veya farklı tanımların aynı kavramlarla açıklanmasına yol açmaktadır. Bunun sonucunda, son aşama lojistik, son aşama dağıtım ve son aşama teslimat eş kavramlar olarak birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bu bağlamda, literatürdeki kavramlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi ve mevcut tanımların karşılaştırmalı bir perspektifle tartışılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, son aşama lojistik, son aşama dağıtım ve son aşama teslimata ilişkin tanımlar, farklı yaklaşımları içerecek şekilde ele alınarak karşılaştırılmaktadır.



Şekil 1: Son Aşama Lojistik-Son Aşama Dağıtım-Son Aşama Teslimat İlişkisi (Olsson vd., 2019 temel alınarak geliştirilmiştir)

Son Aşama Lojistik

Son aşama lojistiğe ilişkin kavramsal farklılıkları ele alan çalışmalar, kavramın kapsamı ve vurgulanan boyutlar açısından çeşitlilik göstermektedir. Bu alanda ilk belirgin tanımlardan biri Lim vd. (2018: 310) tarafından gerçekleştirilmiştir. Son aşama lojistiği “İşletmeden tüketiciye (B2C) paket teslimat hizmetinin son adımınıdır.” olarak tanımlamıştır. Özellikle daha önceki tanımlardaki başlangıç

noktası ve bitiş noktası konusundaki belirsizliği gidermek amacıyla sipariş kabul noktasını dağıtım merkezi, üretim tesisi ve perakende mağazası gibi gelen müşteri siparişini karşılan lokasyonlar olarak detaylandırmıştır. Teslimat noktasını da benzer şekilde ev/ofis, teslimat kutusu veya önceden belirlenmiş bir teslimat noktası olarak belirtmiştir. Son aşama lojistik ile ilgili yaygın kabul gören bir diğer tanım ise Olsson vd. (2019) tarafından yapılmıştır. Olsson vd. (2019: 10) son aşama lojistiği, “Siparişin kabul noktasından nihai müşteriye kadar ürünlerin verimli ve etkili bir şekilde taşınması ve depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi süreci” olarak tanımlamıştır. Bu tanım başlangıç ve bitiş noktasının yanı sıra sahip olduğu rolü de içermektedir. Olsson vd. (2019) son aşama lojistiğini kapsayıcı bir terim olarak ele almakta ve bu sürecin stratejik ve uzun vadeli planlama boyutlarını vurgulamaktadır. Liu ve Hassini (2024: 328) ise son aşama lojistiği, “Herhangi bir tedarik zincirinin son kısmı. Dağıtım merkezinden nihai varış noktasına kadar uzanan stratejik karar ve uzun vadeli planlama ufku seviyelerindeki lojistik operasyonları kapsar.” şeklinde tanımlamıştır. Olsson’un (2019) tanımına benzer şekilde son aşama lojistiğinin daha uzun dönemli stratejik kararları kapsadığını ifade etmektedir. Ancak Liu ve Hassini’nin (2024) başlangıç noktası, Lim vd. (2018) ve Olsson vd.’nin (2019) bulgularından farklılık göstermektedir. Başlangıç noktası, dağıtım merkezi olarak kabul etmektedir. Liu ve Hassini’ni (2024: 326) dağıtım merkezini, “hizmet verdiği tüm sipariş karşılama merkezlerinin uzun vadeli envanter ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan büyük bir bölgesel depo tesisidir.” şeklinde tanımlamaktadır. Bu noktada süreç, alıcı talebiyle değil, tedarik zinciri içerisindeki lojistik gereksinimlerle başlamaktadır. Bu çerçevede, klasik dağıtım lojistik ağlarıyla benzerlik göstermektedir (Hiremath vd., 2013). Ancak, son aşama lojistiği geleneksel dağıtım lojistiğinden ayıran temel unsur, gönderilerin (Çalışmada farklı son aşama teslimat uygulama alanlarına bağlı farklı gönderi türleri olması nedeniyle kapsayıcı olması için gönderi ifadesi kullanılmıştır.) doğrudan tüketiciye gönderilmesidir (Aized ve Srari, 2014). Son aşama lojistik, dağıtım lojistiğinin bir parçası olup, alıcı tarafından sipariş verilmesiyle sürecin sipariş karşılama noktasından itibaren başlamasını ifade etmektedir. Sağlık ve acil hizmetler gibi doğrudan alıcı tarafından gerçekleştirilmeyen taleplerin bulunduğu alanlarda dahi, dolaylı olarak birey ihtiyaçlarına dayalı bir talep oluşmaktadır. Bu bağlamda, Olsson vd.’nin (2019) tanımı e-ticaret özelinden çıkarılarak diğer uygulama alanlarını kapsayacak şekilde bu çalışmada kullanılmıştır. Bu doğrultuda, son aşama lojistik süreçleri; uzun vadede tedarik zincirlerini etkileyen lojistik ağ tasarımı, dijital dönüşüm, iş birliği modellerinin geliştirilmesi, talep tahmini ve stok yönetimi, depo yer seçimi gibi stratejik alanlara odaklanmaktadır.

Son Aşama Dağıtım

Son aşama lojistiğın altında son aşama dağıtım yer almaktadır. Son aşama dağıtım, “Ürünlerin çeşitli kanallar aracılığıyla tüketim noktasına elleçlenmesi, taşınması ve depolanması” sürecini ifade etmektedir (Olsson vd., 2019: 11). Liu ve Hassini (2024: 329) ise son aşama dağıtımını “taktiksel ve orta planlama ufkunda, yük depolama, elleçleme ve son sipariş karşılama merkezinde sipariş karşılamanın yanı sıra yükün sipariş karşılama merkezinden tüm kanallar aracılığıyla nihai varış noktasına taşınması için son aşama kararlar” olarak tanımlamaktadır. Son aşama dağıtım, son aşama lojistiğın bir alt süreci olarak tanımlanmaktadır (Olsson vd., 2019). Burada sipariş karşılama, taşıma ve teslimat olmak üzere üç temel operasyon yürütülmektedir. Bu süreçte firmalar, dağıtım kanalları üzerinden alıcıya teslim sürecinin yürütülmesini planlamaktadır. Son aşama lojistik, sipariş kabul noktasından başlayarak tüm süreci kapsayan daha geniş bir stratejik çerçeve sunarken, son aşama dağıtım, ürünlerin alıcıya ulaştırılmasına yönelik taktiksel düzeydeki kararlara odaklanmaktadır. Örneğın, son aşama lojistikte müşteri ihtiyaçlarına göre bir genel strateji oluşturulurken, son aşama dağıtım bu strateji doğrultusunda ürünlerin hangi dağıtım kanalları veya yöntemleri ile sevk edileceğine karar vermektedir. Son aşama lojistik, emisyonların azaltılması amacıyla son aşama lojistiğın elektrikli hale dönüştürülmesine yönelik bir karar alırken, son aşama dağıtım hangi araçların nasıl kullanılacağına karar vermektedir. Son aşama dağıtımın taktiksel planlamasında temel unsur, mevcut dağıtım kanallarının sayısı ve bu kanalların kullanım stratejileridir. Bu planlama, dağıtım ağıının etkinliğini belirleyen taşıma türü, ağ bağlantılarının yapısı, operasyonel yönetim modeli ve teslimat noktalarının özellikleri gibi kararlara doğrudan ilişkilidir. Bu tür kararlar, son aşama lojistik ağıının tasarımını destekleyen taktiksel bir çerçeve içinde alınmaktadır.

Son Aşama Teslimat

Son aşama teslimat, lojistik sürecin son halkası olarak, teslimat merkezi ile nihai varış noktası arasındaki operasyonel düzeyde alınan gönderim kararlarını kapsamaktadır (Liu ve Hassani, 2024). Bu süreçte, teslimat merkezleri (örneğin, mağaza, mikro (cep) depo veya kentsel dağıtım merkezi) şehir içinde konumlanmış sipariş karşılama noktası olarak kullanılıyorsa, gönderiler doğrudan son aşama teslimat yoluyla alıcılara ulaştırılabilmektedir. Ancak, sipariş karşılama noktasının şehir dışında yer alan dağıtım merkezleri, fabrika depoları veya merkezi depolar gibi lokasyonlarda bulunması durumunda, gönderilerin teslimat merkezlerine iç nakliye yoluyla taşınması gerekmektedir.

Son aşama teslimatta geçen nihai varış noktası, alıcı tarafından belirlenen ve gönderinin son olarak ulaştırılacağı yeri ifade etmektedir. Bu nokta genellikle alıcının evi veya iş yeri gibi kişisel adresler olmakla birlikte,

e-ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte alternatif teslimat yerlerinin çeşitlendiği gözlemlenmektedir. Örneğin, teslimat dolapları, teslimat noktaları veya mobil teslimat dolapları gibi alternatif varış noktaları, alıcılara esneklik sağlamak amacıyla giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Olsson vd. (2019), son aşama teslimatı yalnızca teslimat operasyonu ile sınırlandırarak tanımlamıştır. Ancak son aşama teslimat, yapısı gereği teslimat merkezinden sonraki taşıma ve teslimat operasyonlarını kapsamaktadır. Bu süreçte; araç yükleme, rota optimizasyonu, teslimat araçlarının yönetimi, teslimat zamanı planlaması, müşteri iletişimi ve bilgilendirme, gerçek zamanlı takip, teslimat güvenliği ve kimlik doğrulama, temassız teslimat seçenekleri ve teslimat sonrası hizmetler gibi günlük ve operasyonel kararlar son aşama teslimat kapsamında yer almaktadır. Bu çalışmada son aşama teslimat, genellikle kentsel bölgelerde teslimat merkezinden tüketiciye kadar uzanan taşıma sürecini ve teslim operasyonlarını içeren, operasyonel düzeydeki lojistik faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Son aşama teslimatın kapsamı, uygulama alanı, başlangıç noktası, gönderi türü ve varış noktası gibi unsurlara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu konular aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır.

SON AŞAMA TESLİMATIN KAPSAMI

Uygulama Alanı

Son aşama teslimat kavramı, farklı uygulama alanlarındaki kullanılabilmektedir. Moshref-Javadi ve Winkenbach (2021), insansız hava araçları (drone) ile gerçekleştirilen son aşama teslimatı, perakende ve e-ticaret, posta hizmetleri ve paket teslimatı, yiyecek ve içecek teslimatı ile sağlık ve acil hizmetler olmak üzere dört ana kategoriye ayırmıştır. Benzer şekilde Liu ve Hassini'de (2024), insani yardım faaliyetlerinde son aşama teslimatın önemine vurgu yapmıştır. Bu durum, son aşama teslimatın yalnızca belirli bir alanla sınırlı olmadığını ancak e-ticaretin ölçeği ve ticaret içindeki ağırlığı nedeniyle bu alanda yoğun olarak araştırıldığını göstermektedir. Literatürde, e-ticaret terimi yerine çevrimiçi alışveriş, çevrimiçi perakendecilik, e-satış, web tabanlı iş veya e-iş gibi farklı ifadeler de kullanılmaktadır (Bosona, 2020). Çalışmaların bir kısmı e-ticaret işlemlerini işletmeden tüketiciye (B2C) süreçleriyle sınırlandırırken, diğerleri işletmeden işletmeye (B2B) veya tüketiciden tüketiciye (C2C) işlemleri de kapsamına dahil etmiştir (Motavallian, 2019; Olsson vd., 2019). Son aşama teslimatta kullanılan kanallar incelendiğinde, Allen vd. (2007), e-ticaret dışındaki alıcıların diğer kanallar üzerinden gerçekleştirdiği satın alımları da son aşama teslimat kapsamına dahil etmiştir. Olsson vd. (2019) ise benzer şekilde son aşama teslimatın tüm kanal türlerini kapsadığını ifade etmektedir. Ancak çalışmaların büyük bir kısmı, doğrudan e-ticareti veya bütünleşik kanal (omnichannel) yapısını kapsam olarak belirlemektedir. Bu bağlamda,

son aşama teslimatta önemli olan husus, gönderi akışının kimin tarafından başlatıldığıdır. Alıcı tarafından başlatılan gönderi akışları, doğrudan son aşama teslimat süreçlerine dahil edilebilir.

Başlangıç Noktası

Son aşama teslimatta başlangıç noktası, genellikle teslimat merkezleridir. Bu merkezler, kimi zaman kentsel alanlarda konumlanarak sipariş karşılama noktası işlevi görmektedir ve bu durumda, son aşama lojistiğin başlangıç noktası ile aynı yere dayanmaktadır. Ancak, sipariş karşılama merkezinin şehir dışında bulunduğu ve gönderilerin iç taşıma yoluyla teslimat merkezine ulaştırıldığı durumlarda, teslimat merkezi, müşterilere en yakın nokta olarak konumlanmakta ve genellikle nihai varış noktalarına yönlendirilmek üzere onaylanmış sınırlı bir stok bulundurmaktadır. Teslimat merkezleri, genellikle son aşama teslimat sağlayıcıları tarafından işletilmektedir. Bu merkezler, küçük ölçekli tesisler olup, aynı gün veya ertesi gün e-ticaret teslimatlarını mümkün kılmak amacıyla yoğun nüfuslu bölgelerde yer almaktadır. Bununla birlikte, teslimat merkezlerinin sınırlı da olsa birden fazla kente hizmet edecek şekilde yapılandırıldığı örnekler de bulunmaktadır.

Gönderi Türleri

E-ticaret açısından farklı ürün sınıflandırmaları kullanılmaktadır (Titiyal vd., 2022; Thirumalai ve Sinha, 2005). Son aşama teslimat açısından değerlendirildiğinde Allen vd. (2018), gönderi türlerini beşe ayırmaktadır. Gıda ürünleri, paket taşıma firmalarının paketleri ve dosyaları, kurye firmalarının paketleri ve dosyaları, büyük ev eşyaları ve hazır yemeklerdir. Gıda ürünleri, taze veya paketlenmiş olarak tüketicilere sunulan yiyecek ve içeceklerdir. Taze sebze, meyve, et, süt ürünleri gibi günlük besin ihtiyaçlarını karşılayan ürünlerin yanı sıra, raf ömrü daha uzun olan ve ambalajlanmış ürünleri de kapsamaktadır. Son aşama teslimat firmalarının paketleri ve dosyaları, e-ticaret üzerinden alınmış çeşitli paket ve dosyaları içermektedir. Kurye firmalarının paketleri ve dosyaları, genellikle küçük boyutlu, acil teslimat gerektiren paketler ve dosyalardan oluşmaktadır. Kurye firmaları, şehir içinde hızlı teslimat yapmak için motosiklet veya bisiklet gibi araçları kullanmaktadır. Büyük ev eşyaları, buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, mobilya gibi büyük boyutlu ev aletleridir. Bu eşyaların taşınması özel taşıma ekipmanları ve lojistik hizmet gerektirmekte olup genellikle iki kişilik ekipler tarafından teslim edilmektedir. Hazır yemekler, restoranlardan sipariş edilen ve doğrudan tüketilmeye hazır olarak teslim edilen yemeklerdir. Hızlı teslimat gerektiren bu tür ürünler, genellikle moto-kuryeler tarafından termal çantalarla taşınarak müşteriye hızlı şekilde ulaştırılmaktadır.

Değersel ve hacimsel olarak son aşama teslimatta ana yoğunluk, e-ticaret kaynaklı son aşama teslimat sağlayıcıları tarafından taşınan paketlere aittir.

Ancak Türkçe literatürde, mevzuatlarda, sektörde ve halk arasında “paket” yerine yaygın olarak “kargo” teriminin kullanıldığı görülmektedir. 4925 sayılı Karayolu Taşıma Kanunu’na göre, taşınan yük genel olarak eşya/yük olarak adlandırılmaktadır. Bununla birlikte, kargo kavramı, “Tek parçada en fazla 100 kilogramı geçmeyen ve genellikle ambalaj veya kap içerisinde taşınan küçük boyutlu koli, sandık ve paket gibi parça eşyaları” ifade etmektedir. 6475 sayılı Posta Hizmetleri Kanunu ise “5 kilogram ağırlık ve 50 desimetreküp hacme kadar olan gönderileri” posta gönderisi, “30 kilogram ağırlık ve 300 desimetreküp hacme kadar” olan yükleri ise posta kolisi veya posta kargosu olarak tanımlamaktadır. Her iki kanunun belirlediği üst sınırlar arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bununla birlikte, literatürde kargo (freight/cargo) terimi, genellikle daha geniş bir yük spektrumunu tanımlamak için kullanılmaktadır. Cambridge Sözlüğü’nde (2024) kargo, “bir gemi, uçak veya başka bir büyük araçla taşınan mallar” olarak tanımlanmıştır. Garg vd. (2023), 68 kilogramdan (150 lb) daha ağır yükler için kargo terimini, altındaki yükler için ise paket terimini kullanmıştır. Öte yandan, Ducret vd. (2014) paketin üst ağırlık sınırını 31,5 kilogram olarak belirlemiştir. Bu farklılıklar, son aşama teslimat sağlayıcılarının belirlediği üst sınırların çeşitlilik göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Bilimsel bağlamda, taşınan tüm gönderileri kargo olarak kabul etsek dahi, kargo ve paket kavramları arasındaki farklılıkların net bir şekilde ortaya koyulması gerekmektedir. Bu çerçevede, son aşama teslimat sağlayıcıları tarafından taşınan 31,5 kilograama kadar olan gönderilere kargo yerine paket teriminin kullanılması daha uygun olacaktır. Bu terimsel dönüşüm, bilgilendirme faaliyetleri ve yasal düzenlemelerle desteklenebilir.

Gönderi türleri literatürdeki diğer sınıflandırmaları da dikkate alarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

Paket: 31,5 kilogramın altında, son aşama teslimat sağlayıcıları tarafından belgeler hariç taşınan yükler.

Dosya: 500 gram ağırlığa kadar dosya içerisinde sözleşme, rapor, diploma, fatura vb. belgeler.

Gıda Ürünleri: Taze sebze, meyve, et, süt ürünleri gibi günlük besin ihtiyaçlarının yanı sıra uzun raf ömrüne sahip ambalajlanmış ürünler.

Büyük Ev Eşyaları: Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve mobilya gibi büyük boyutlu ev aletleri.

Hazır Yemekler: Restoranlardan sipariş edilen ve tüketilmeye hazır olarak teslim edilen yemekler.

Bu sınıflama, gönderi türlerinin daha net bir şekilde ayrıştırılmasına ve literatürdeki terminolojik karmaşanın azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Variş Noktası

Son aşama lojistik, son aşama dağıtım ve son aşama teslimat için bitiş noktası ise tüketiciye teslim edildiği nokta olarak kabul edilmektedir. Bu noktaların en yaygın olanı tüketicilerin belirtmiş olduğu adrese teslimattır. Bu teslimat genellikle tüketicilerin ev ve iş yerlerine yapılmaktadır. Bu teslimat şeklinde teslimat kimi zaman doğrudan tüketiciye teslim edilirken, kimi zaman gözetimsiz teslimat yerlerinden biri tercih edilmektedir. Son on yılda kullanımı hızla artan bir diğer teslimat şekli ise teslimat noktaları ve teslimat dolaplarıdır. Bu teslimat şeklinin türleri de her geçen yıl artmaktadır. Bu durumda, tüketicinin doğrudan bulunmasına gerek kalmaksızın, gönderisini ilgili yerlerden uygun bir zamanda teslim alabilmesi mümkün olmaktadır.

SON AŞAMA TESLİMATIN PAYDAŞLARI

Son aşama teslimat, birçok paydaşın rol oynadığı bir akış bütünlüğüdür. Bu paydaşlar, son aşama lojistik ve son aşama dağıtım süreçlerinde de doğrudan veya dolaylı olarak yer almaktadır. Son aşama teslimat paydaşlarının tanımlanması için farklı sınıflandırmalar kullanılmaktadır (Aljohani ve Thompson, 2018; Hagen ve Scheel-Kopeinig, 2021; Kiba-Janiak vd., 2021; Motavallian, 2019; Nuzzolo vd., 2018; Simoni, 2019; Taniguchi ve Tamagawa, 2005).

Bu çalışmada gönderici, alıcı, son aşama teslimat sağlayıcı (lojistik hizmet sağlayıcı), kamu otoritesi, kent sakini ve diğerleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre, paydaşlar belirli roller üstlenmekte ve teslimat sürecinin farklı aşamalarında etkili olmaktadır. Son aşama teslimat işlemi tüketiciden gelen sipariş ile başlamaktadır. Bu siparişe cevap veren gönderici, doğrudan kendi depo/dağıtım merkezinden veya hizmet aldığı 3. parti lojistik firması üzerinden gönderiyi anlaşmalı olduğu son aşama teslimat hizmet sağlayıcısına teslim etmekte, bu firma ise gönderiyi alıcıya ulaştırmaktadır. Son aşama teslimat operasyonu, lojistik tasarıma bağlı olarak sipariş karşılama merkezinden başlayabileceği gibi son aşama teslimat sağlayıcısının teslimat merkezinden de başlayabilmektedir. Kent sakini; son aşama teslimat süreçlerinden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenen kişilerdir. Kamu otoriteleri; politikalar, teşvikler ve kısıtlamalarla bu sürecin düzenlenmesini sağlayan kurumlardır. Diğer paydaşlar ise ana aktörlerle ilişkili onlara hizmet veren veya hizmet alan kurumlardır. Ancak duruma bağlı olarak paydaşlar birden fazla rol oynayabilmektedir (Anand vd., 2012).

Gönderici

Bu sınıflandırmada gönderici, talebe yanıt veren ve gönderiyi son aşama teslimat sağlayıcılarına teslim eden işletme olarak tanımlanmaktadır. Gönderici, birçok farklı işletme türünü kapsayarak üretici, toptancı, perakendeci, e-perakendeci veya dış kaynak kullanımı yoluyla 3. parti lojistik firması veya tedarikçi olabilmektedir (Motavallian, 2019). Ayrıca, acil durum lojistiği

bağlamında kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşları (STK) da gönderici olarak değerlendirilebilmektedir. Gönderici, doğrudan son aşama teslimat sürecinde yer almasa da ürünün teslimatını takip edebilmekte ve teslimatla ilgili sorunlarda iletişim kurabilmektedir. Son aşama teslimat amaçları, belirli koşullara bağlı olarak göndericiden göndericiye değişebilmektedir. Ancak, göndericilerin sahip olabileceği bazı ortak amaçlar şunlardır (Aljohani ve Thompson, 2018; Daleman, 2018):

- Gönderileri alıcılara ulaştırma maliyetini azaltmak
- Talep edilen siparişleri mümkün olan en kısa sürede alıcıya teslim etmek
- Teslimat belgelerini güncel tutmak
- Alıcıya gönderiyi zamanında ve sorunsuz bir şekilde teslim etmek
- Son aşama teslimat sağlayıcılarının teslimat için uygunluğunu ve kapasitesini değerlendirmek
- Çevreye duyarlı son aşama teslimat sağlayıcılarıyla iş birliği yapmak
- Şirket ve paydaş çalışanları için sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturmak
- Tüketici memnuniyetini en üst düzeye çıkarmak

Son Aşama Teslimat Sağlayıcı

Göndericiler son aşama lojistik operasyonunu kendileri yürütebileceği gibi bir son aşama teslimat sağlayıcıdan yararlanarak dış kaynak kullanımıyla gerçekleştirebilmektedirler (Janjevic ve Winkenbach, 2020). Son aşama teslimat sağlayıcı, son aşama lojistik kapsamında, gönderiyi göndericiden alarak alıcıya ulaştırma görevini üstlenen firmaları ifade etmektedir. Sipariş karşılama merkezi kentsel alanlarda bulunduğu, gönderiler göndericiden alınarak aktarma merkezleri aracılığıyla veya göndericinin sınıflandırma sistemi üzerinden ilgili teslimat bölgesine yönlendirilmekte, uygun araçlara yüklenmekte ve nihai teslimat gerçekleştirilmektedir. Sipariş karşılama merkezi şehir dışında yer alıyorsa, iç nakliye için son aşama teslimat sağlayıcı bünyesinde bir lojistik çözüm geliştirilmekte veya dış kaynak kullanılarak başka bir lojistik hizmet sağlayıcısından destek alınabilmektedir. Bu süreçte gönderiler teslimat merkezine ulaştırılmakta ve buradan alıcılara teslim edilmektedir. Özellikle teslimat yeri ve taşıması konusunda da yeni paydaşlar sürece dahil olmaktadır. Teslimat noktaları ve teslimat dolaplarını yöneten firmalar teslimat yeri konusunda yeni bir alternatif oluşturmaktadır (Ducret, 2014; Janinhof vd., 2024). Taşıma konusunda ise kitle kaynaklı teslimat yeni bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Wicaksono vd., 2022). Son aşama teslimat sağlayıcıların amaçları şu şekilde sıralanabilir (Aljohani ve Thompson, 2018; Daleman, 2018; Allen vd. (2018; Kib-Janiak vd., 2021; Alidaee vd., 2023):

- Göndericilere ve alıcılara yüksek düzeyde hizmet sunmak

- Gönderileri mümkün olan en kısa sürede ve zamanında teslim etmek
- Alternatif yük taşımacılık yöntemlerini değerlendirmek
- Gönderilerin daha düşük maliyetle teslim edilmesi ve toplanmasını sağlamak
- Araç kapasitesini optimize ederek uygun araç kullanımını sağlamak
- Teslimat güncellemeleri için hem konsolide teslimat firması hem de diğer taşıyıcılarla etkin bütünleşmiş bilgi sistemleri kurmak
- Teslim edilen gönderileri hasar ve hırsızlığa karşı korumak
- Karbonsuz bir geleceğe geçişi hızlandırmak
- Çalışanlarını güvende ve sağlıklı tutmak
- Taraflar arasındaki iş birliğini arttırarak daha sorumlu bir tedarik zinciri oluşturmak ve böylece tüketicilere daha güvenli gönderiler sunmak
- Tüketici memnuniyetini sağlamak

Alıcı

Son aşama teslimat bağlamında alıcı, B2C için gönderinin gönderildiği bireysel alıcılar yani son tüketiciler ve B2B için işletmelerdir ve acil durum kapsamında ihtiyaç sahipleridir. Diğer uygulama bağlamlarında gönderilerin teslim edilmesi gereken kişilerdir. Alıcı gönderiyi belirtmiş olduğu adres veya seçmiş olduğu teslimat noktasından alabilmektedir. E-ticaret sektöründe son aşama teslimat hizmeti, tüketici odaklı rekabet nedeniyle en iyi hizmeti sunmayı zorunlu kılmaktadır. Çünkü tüketici, sipariş vererek süreci başlatma veya başlatmama kararına sahiptir. Bu şekilde e-ticaret yapan işletmelerin çalışma şeklini dönüştürmektedir (Kolasińska-Morawska vd., 2022). Tüketicinin son aşama teslimat sürecinde beklentilerini doğru bir şekilde anlamak beklentilere uygun çözümler sunmanın yoludur. Alıcıların amaçları şunlardır (Aljohani ve Thompson, 2018; Daleman, 2018; Mangiarana vd., 2019; Allen vd., 2018):

- Gönderileri zamanında teslim almak
- Gönderileri uygun maliyetle almak
- Gönderinin durumu hakkında bilgi sahibi olmak
- Gönderileri yoğun olmayan çalışma saatleri içinde almak
- Yük araçlarının sayısının azaltılmasıyla cazip bir alışveriş ortamına sahip olmak
- Emniyetini ve güvenliğini kontrol ederek gönderileri teslim almak
- Çeşitli teslimat alternatifleri arasından seçim yapabilmek

Kent Sakinleri

Kent sakinleri, son aşama teslimat operasyonlarının ana yoğunluğunun yaşandığı kentlerde yaşayan ve bu süreçlerden yoğun olarak etkilenen

kimselerdir. Macharis vd. (2014), kent sakinlerinin aynı zamanda son tüketiciler olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, kent sakinlerinin hem dışsal maliyetleri azaltarak daha yaşanabilir kentler istemelerine hem de kentlerdeki ihtiyaçlarının en uygun şekilde karşılanması gibi birbirine zıt iki amaca sahip olmalarına neden olmaktadır.

Kent sakinlerinin amaçları şunlardır (Aljohani ve Thompson, 2018; Macharis vd., 2014):

- Yük taşıyan araçların sayısını azaltarak evlerin ve alışveriş alanlarının çevresinin daha güvenli hale gelmesi ve araçların daha az alan kaplaması
- Gürültü kirliliğini, emisyon miktarını ve trafik sıkışıklığını azaltarak konut sakinleri ve alışveriş yapanlar için çekici bir çevre oluşturmak
- Mağazalarda sürekli mal ve hizmet tedarikinin sürdürülmesini beklemek

Kamu Otoritesi

Kamu otoritesi, iyi uygulamaların gelişimini desteklemesi ve kentsel lojistik faaliyetlerine yönelik geliştirilen uygulamaların etkinliğine destek sunması gereken aktörlerdir (Macario vd., 2011). Bu kurumlar içerisinde kentsel lojistiği etkileme gücüne sahip yerelden küresele tüm kurumlar yer almaktadır (Anand, 2015). Bu paydaş grubu, şehirlerdeki kentsel lojistik kaynaklı sorunları azaltmak amacıyla farklı önlemler geliştirmektedir. Kentsel lojistikle ilgili önlemler geliştirebilme yetkisine sahip olması sebebiyle en güçlü aktördür (Yang, 2011). Bu önlemler; kamu altyapısı, arazi kullanım yönetimi, erişim koşulları, trafik yönetimi, denetim ve teşvik başlıkları olmak üzere beş temaya göre uygulanmaktadır (Muñuzuri vd., 2005). Ancak kurumların görev ve sorumlulukları çerçevesinde ilgilileri ve faaliyetleri değiştirebilmektedir. Yerel kamu kurumlarının kentlerdeki sorumluluklarının doğrudan olması sebebiyle sorun temelli çözümler sunarken, bölgesel ve ulusal kamu kurumları daha üst ölçekteki sorunlara genel çerçevede çözümler sunmaya çalışmaktadırlar (Visser, 2014). Örnek olarak, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından hazırlanan Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Stratejisi Belgesi ve Eylem Planları ile Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Stratejik Planı gibi stratejik planlar gösterilebilir (Öztaş Karlı ve Çelikyay, 2022).

Kamu otoritesinin amaçları şunlardır (Aljohani ve Thompson, 2018; Daleman, 2018; Macharis vd., 2014; Ranieri vd., 2018; Karlı vd., 2019):

- Tüm vatandaşlar için düşük düzeyde rahatsızlığa (daha düşük gürültü, daha az emisyon, daha az kaza) sahip bir şehir inşa etmek
- Düşük maliyetli önlemlerle kentsel çevreyi ve yük taşımacılık ağını iyileştirmek
- Mevcut altyapıyı daha etkin ve verimli kullanmak

- Yük araçlarının sayısını azaltarak evlerin ve alışveriş alanlarının yakınındaki trafik sıkışıklığını önlemek
- Güvenli iş ortamı sağlamanın yanı sıra, şehri de mümkün olduğunca güvenli tutmak
- Yüksek yatırım maliyeti oluşturmadan kentsel konsolidasyon (lojistik) merkezleri oluşturmak
- Lojistik tesislerin çevredeki hassas kullanım alanlarına olumsuz etkilerini azaltmak

Diğerleri

Diğerleri, son aşama teslimat operasyonlarının yürütülmesi amacıyla faaliyet gösteren paydaşlarla ilişkili diğer paydaşlardır. Mülk sahipleri, teknoloji üreten firmalar, endüstri birlikleri, yedek parça üreticileri bu grup içerisinde değerlendirilmektedir (van Audenhove vd., 2015).

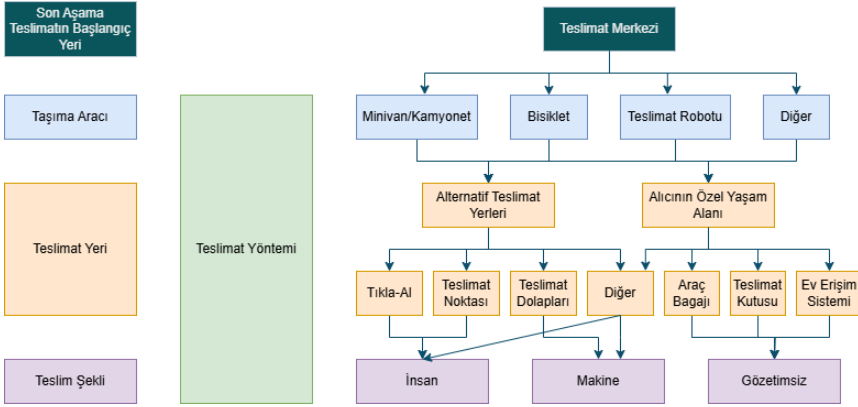
Diğer paydaşların amacı (Aljohani ve Thompson, 2018; van Audenhove vd., 2015):

- Beklentilere uygun hizmet ve ürün geliştirmek
- Kârlılığını yükseltmek

Son aşama teslimat sürecindeki paydaşlar buldukları bağlama göre artabilmekte veya azalabilmektedir. Bu süreçteki paydaşların sahip oldukları amaçlar birbirine paralel olduğu kadar birbiriyle çelişebilmektedir. Süreç içerisindeki amaçlarını gerçekleştirebilmelerinin yolu etkin iletişim ve iş birliğinden geçmektedir.

SON AŞAMA TESLİMAT YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Son aşama teslimatta gönderinin alıcıya ulaştırma sürecinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Yöntem kavramı, içerisinde taşıma aracı, taşıma yeri ve teslim şekli unsurlarını barındırmasına rağmen genellikle tüketicinin etkileşime girdiği teslimat yeri (delivery place), teslimat aracı (delivery vehicle) veya teslim şekli (handover method) üzerinden isimlendirilmektedir. Yöntemler, e-ticaretin başlangıcından itibaren kullanımda olan ve yaygın olarak tercih edilen “geleneksel son aşama teslimat yöntemi” ve bu yöntemin, alıcı, gönderici ve taşıyıcı ihtiyaçlarına cevap vermede yetersiz kalmasından kaynaklı ortaya çıkan “yenilikçi teslimat yöntemleri” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 2: Son Aşama Teslimat Yöntemleri (Asdecker, 2023 temel alınarak geliştirilmiştir)

Geleneksel Son Aşama Teslimat Yöntemi

Geleneksel teslimat, ilk ve en yaygın kullanılan teslimat yöntemidir. Bu yöntemde teslimat süreci, belirli bir başlangıç noktası olan teslimat merkezinden başlamaktadır. Teslimat aracı olarak genellikle dizel veya benzinli motorlara sahip minivan ya da kamyonetler kullanılmakta ve teslimat, alıcının belirttiği adrese doğrudan yapılmaktadır. Teslim işlemi, bir teslimat görevlisi tarafından gerçekleştirilmektedir. Şekil 3'te gösterildiği gibi bu yöntemde teslimat merkezinden çıkış yapan araçlar, belirli rotalar çerçevesinde paket dağıtımını gerçekleştirmektedir. Görevli, rota doğrultusunda sıradaki adrese ulaştığında teslimat aracını uygun bir yere park etmekte ve paketi alıcıya doğrudan teslim etmektedir.

Teslimat, alıcının belirttiği adrese yapılmakta ve güvenlik açısından teslim işlemi sırasında şifre veya T.C. kimlik numarası kontrolü uygulanmaktadır. Bu süreçte teslimat görevlisi, alıcının kimliğini doğruladıktan sonra paketi teslim etmektedir.



Şekil 3. Geleneksel Son Aşama Teslimat Yöntemi

Geleneksel teslimat yöntemi, e-ticaret özelinde değerlendirildiğinde, teslimat yeri, teslimat aracı ve teslim şekli alt başlıkları altında önemli sorunlar barındırmaktadır. Bu yöntemde teslimat yerleri genellikle kişilerin belirttiği adresler olup, büyük oranda konutlar bu adresleri oluşturmaktadır. Adres başına bir paket teslim edilmesi, siparişlerin tek adreslere gönderilmesini gerektirdiğinden maliyetleri artırmaktadır. Bu durum, daha fazla araç rotası oluşturulmasına ve daha yüksek maliyetlere yol açmaktadır (Lin vd., 2022). Geleneksel teslimatın en kritik sorunlarından biri, teslimatın başarıyla gerçekleştirilememesidir. Bu durumun temel sebebi ise teslimat yeri olarak eve teslimatın seçilmesidir. Eve teslimat, alıcının fiziksel varlığını gerektiren katılımlı bir teslimat şeklidir (Hepp, 2018). Bazı ülkelerde, kapı önüne gözetimsiz ve emniyetsiz teslimatlar uygulanmaktadır (An vd., 2022). Türkiye’de ise belirtilen adreste alıcının bulunmaması durumunda teslimat firmaları, sundukları hizmete bağlı olarak ikinci veya üçüncü teslimat denemesi yapmaktadır. İlk deneme başarısız olduğunda paket genellikle teslimat merkezine geri götürülmekte ve alıcı, paketi bu merkezden almak zorunda kalmaktadır. Başarısız teslimatlar, hem son aşama teslimat sağlayıcılar için zaman ve mali kayıplara neden olmakta hem de tüketicilere ek bir yük getirerek kötü bir alışveriş deneyimi yaratmaktadır. Song vd.’nin (2009) çalışmasında, katılımcıların %21’inin bir yıl içinde paketlerini almak için teslimat merkezine 3 ile 11 kez gittiği, bu seyahatlerin büyük çoğunluğunun otomobille gerçekleştiği belirtilmiştir. Buna karşın, adrese teslimat hâlâ en çok tercih edilen teslimat yeri olmaya devam etmektedir. Joerss vd.’nin (2016) çalışmasına göre, tüketicilerin %70’inden fazlası ilk tercih olarak eve teslimatı seçmektedir. Eve teslimat, tüketicilere zaman tasarrufu, siparişi almak için seyahat etmeme rahatlığı ve kolay ve hızlı teslimat gibi avantajlar sunmaktadır. Tüketiciler, sunduğu yüksek düzeydeki rahatlık ve kolaylık nedeniyle adrese teslimatı tercih etmeye devam etse de artan teslimat hacmi, sürdürülebilirlik sorunları, maliyetler, zaman baskısı ve yaşlanan iş gücü bu yöntemi giderek daha elverişsiz bir seçenek haline getirmektedir (Boysen vd., 2021).

Geleneksel teslimat yönteminde kullanılan araçlar değerlendirildiğinde, bu araçların dizel veya benzin gibi fosil yakıtlar kullanması nedeniyle yüksek seviyede karbon emisyonu ürettiği görülmektedir. Ayrıca, hızlı teslimat baskısının yol açtığı düşük operasyonel verimlilik, paket başına yüksek taşıma maliyetine neden olmaktadır. Artan sipariş hacmi ve bireyselleştirilmiş teslimat talepleri doğrultusunda, teslimat araçlarının sayısı giderek artmakta ve bu durum trafik sıkışıklığı gibi kentsel lojistik sorunlarına yol açmaktadır. Teslimat şekli açısından, sürecin insan gücü ile gerçekleştirilmesi bazı tüketicilerde güvenlik ve gizlilik endişelerine sebep olmaktadır (Lee, vd., 2019; Wang vd., 2018). Bu durum, özellikle teslimat görevlileri ile alıcılar arasında yüz yüze gerçekleşen teslimatlar sırasında daha belirgin hale gelmektedir.

Geleneksel teslimat yöntemi, mevcut yapısıyla hem içsel hem de dışsal olumsuzluklara yol açmakta, e-ticaret ve son aşama teslimat sağlayıcıları için maliyetleri artırmakta, kentlerin yaşanabilirliğini azaltmakta ve tüketici ihtiyaçlarını yeterince karşılayamamaktadır. Teslimat yerinden kaynaklanan sorunlar başta olmak üzere, teslimat aracı ve teslim şekline bağlı problemler, geleneksel teslimatı tüm paydaşlar açısından sorunlu bir yöntem haline getirmiştir. Bu bağlamda, söz konusu sorunların çözümüne yönelik yenilikçi teslimat yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler hem maliyetlerin düşürülmesi hem de kent yaşamının sürdürülebilirliği açısından önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

Yenilikçi Son Aşama Teslimat Yöntemleri

Son aşama teslimat, paketlerin alıcılara ulaştırılmasındaki sürecin son halkasını oluşturmaktadır ve bu süreçte çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Kapsler ve Abdelrahman'a göre (2020), son aşama teslimat sağlayıcılarının geleneksel teslimat uygulamaları hızlı değişen koşullara uyum sağlamakta yetersiz kalmaktadır. Göndericiler ve son aşama teslimat sağlayıcıları için bu sorunların çözülmesi, hem tüketici memnuniyeti açısından kritik bir öneme sahiptir hem de sektörel başarı için bir öncelik olarak değerlendirilmektedir. Gevaers vd. (2014), son aşama teslimat sorunlarının çözülmeden tüketici memnuniyetinin sağlanmasının oldukça zor olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle, sektördeki bu zorlukların üstesinden gelebilmek için yeni lojistik çözümler araştırılmaktadır. Son aşama teslimat sorunlarının çözümünde yenilikçi, verimli ve otomatik teslimat yöntemlerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır (Mangiaracina vd., 2019; Srinivas vd., 2022). Teslimat yöntemi kavramı, genel olarak teslimat aracı, teslimat yeri ve teslimat şekli üzerinden kategorize edilmektedir. Örneğin; drone, teslimat robotu, mikromobilite araçları, insan taşımacılığıyla entegre araçlar ve hyperloop (hızıyuar) sistemleri teslimat aracı üzerinden isimlendirilirken, teslimat noktası, teslimat dolapları, araç bagajı ve teslimat kutusu ise teslimat yeri özelinde isimlendirilmektedir. Ayrıca, tıkla-al ve kitle kaynaklı teslimat gibi yöntemler sistem bazında, eve erişim sistemi ise kullanılan teknolojiye dayalı olarak adlandırılmaktadır.

Boysen vd. (2021), teslimat yöntemlerinin büyük bir kısmının hâlen yaygınlaşmadığını ve yalnızca kitle kaynaklı teslimat gibi yöntemlerin geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu belirtmektedir. Bunun yanında, drone, teslimat robotu ve insan taşımacılığı ile entegre yöntemlerin çoğunlukla pilot test aşamasında olduğu veya sınırlı bölgelerde kullanıldığı ifade edilmektedir. Yazarlar, uzak gelecekte karayolu haricindeki modlar için drone iniş-kalkış platformları, uçan depolar, otonom teslimat vanları, otonom mobil teslimat dolapları ve hyperloop sistemlerinin kullanılabilceğini öngörmektedir.

SONUÇ

Son aşama teslimat, e-ticaret sektöründeki hızlı büyümenin bir sonucu olarak lojistik süreçlerin en önemli ve dinamik unsurlarından biri haline gelmiştir. E-ticaretin hızla gelişmesiyle birlikte, son aşama teslimat operasyonları şirketler için yalnızca rekabet avantajı yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda müşteri memnuniyeti sağlama ve tüketici beklentilerini karşılama aracı olarak da kritik bir öneme sahip olmuştur. Ancak, son aşama teslimat kavramı farklı çalışmalar ve sektörlerde çeşitli şekillerde kullanıldığı için bu durum terminolojik bir karmaşaya neden olmaktadır. Farklı literatür tanımları ve uygulama örnekleri üzerinden yapılan incelemeler, “son aşama lojistik”, “son aşama dağıtım” ve “son aşama teslimat” arasındaki sınırların belirlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, tanımlar arasındaki ilişkisel bağlamın netleştirilmesi, literatürdeki belirsizlikleri azaltmak ve kavramın kapsamını açıklığa kavuşturmak açısından önem taşımaktadır. Literatürdeki kavramsal çeşitlilik, araştırmaların etkin bir şekilde yönetilmesinde zorluklar yaratmakta ve bu nedenle ortak bir anlayış geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışma, son aşama teslimatın kavramsal çerçevesini oluşturmayı amaçlamaktadır.

Teslimatta yaygın olarak kullanılan üç temel kavram (son aşama lojistik, son aşama dağıtım ve son aşama teslimat) üzerine bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu kavramların farklı bağlamlarda kullanıldığı göz önünde bulundurularak, sonraki araştırmacıların ilgili tanımları bağlama özgü bir şekilde açıklamaları gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada olduğu gibi ana uygulama alanının genellikle e-ticaret olması nedeniyle başlangıç noktası, gönderi türü, varış noktası ve paydaşlar e-ticaret odağında ele alınmıştır. Bununla birlikte, son aşama teslimat kavramının yalnızca e-ticaretle sınırlı kalmayıp farklı alanlarda da uygulama bulduğu görülmektedir. Son aşama teslimat süreci, aynı zamanda çoklu bir paydaş yapısına sahiptir. Bu yapıdaki paydaş sayısının giderek artması, paydaşlar arasındaki çatışmaların yönetimini zorlaştırmaktadır. Ek olarak, son aşama teslimat yöntemleri zamanla daha fazla çeşitlenmekte ve bu yöntemler teslimat aracı, teslimat yeri ve teslimat şekli temelinde farklı kombinasyonlar oluşturularak çok çeşitli teslimat yöntemlerine olanak tanımaktadır. Bu çeşitlilik, teslimat süreçlerinin dinamik yapısını ortaya koymakta ve gelecekteki araştırmalar için önemli bir alan oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, son aşama teslimatın lojistik süreçlerdeki yerini tanımlamış, literatürdeki kavramsal farklılıkları ve süreçte yer alan paydaşları ele almıştır. Ancak, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, son aşama teslimat ile ilgili literatürde farklı tanımlar yer almakta olup, bu çalışmada tüm tanımlar kapsamlı bir şekilde değerlendirilmemiştir. Bu çalışmada, araştırmacılar tarafından kabul görmüş ana tanımlar üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Bu tanımların önemli bir kısmının odak noktası

e-ticaret olması nedeniyle kapsam içerisinde açıklamaların önemli bir kısmı bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Farklı uygulama alanlarına bağlı olarak başlangıç noktası, gönderi türleri ve varış noktalarında değişimler gözlenebilir. Ayrıca, bu kavramlar zamanla evrimleşmekte ve tanımlar da bu doğrultuda değişim göstermektedir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak araştırmalarda, kullanılan kavramlarla ilgili açık ve uygulama alanına özgü tanımlar yapılması, araştırmanın içeriğinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. İkinci olarak, çalışmada kullanılan Türkçe kavramlar, bu kitabın yazarları tarafından değerlendirilerek çoğunluk kararına göre belirlenmiştir. Ancak, literatürde yabancı terimler için farklı Türkçe karşılıkların kullanılabilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür durumlarda, kullanılan kavramın alternatif ifadelerine atıfta bulunulması, literatür tarama süreçlerini kolaylaştırarak ilgili alandaki araştırmacılara katkı sunacaktır. Son olarak, bu çalışma, e-ticaret lojistiği, tersine lojistik gibi diğer lojistik kavramlar ile bu kavramların son aşama teslimatla olan ilişkilerini ele almamıştır. Bunun temel nedeni, çalışmanın odak noktasının son aşama teslimat olmasıdır. Gelecekteki araştırmalarda, son aşama teslimatın bu tür lojistik kavramlarla ilişkisi derinlemesine incelenebilir ve bu alandaki bilgi birikimi daha da genişletilebilir.

Gelecek çalışmalar için öneriler son aşama teslimat süreçlerinin farklı uygulama alanlarına ve daha spesifik bağlamlara yönelmesini içermelidir. Özellikle e-ticaret dışındaki alanlara, örneğin acil durum lojistiğine bağlı son aşama teslimat süreçlerine, odaklanılması önemli bir araştırma boşluğunu doldurabilir. Bu bağlamda, afet sonrası insani yardım malzemelerinin veya tıbbi ürünlerin son aşama teslimatında karşılaşılan zorluklar ayrıntılı olarak incelenebilir. Başlangıç noktası açısından, sipariş karşılama merkezlerinin aynı zamanda teslimat merkezi olarak çalıştığı durumlarda ortaya çıkan operasyonel ve lojistik sorunlar ele alınabilir. Bu tür merkezlerin kapasite yönetimi, zaman baskısı ve araç yükleme süreçleri gibi spesifik sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi, literatüre değerli katkılar sağlayabilir. Gönderi türleri açısından, özellikle büyük ev eşyalarının son aşama teslimatı dikkate alınmalıdır. Bu tür teslimatların yüksek maliyetli ve operasyonel açıdan karmaşık yapısı göz önünde bulundurularak, rota optimizasyonu, ekip yönetimi ve müşteri memnuniyeti üzerine yapılacak çalışmalar faydalı olabilir. Son olarak, son aşama teslimat sağlayıcılarının, süreçlerde yer alan diğer lojistik hizmet sağlayıcılarıyla olan ilişkileri derinlemesine incelenebilir. Özellikle ortak araç ve teslimat merkezi kullanımı, teslimat noktalarının kullanımına yönelik engellere odaklanılabilir.

KAYNAKÇA

- Agatz, N., Bouman, P., & Schmidt, M. (2018). Optimization approaches for the traveling salesman problem with drone. *Transportation Science*, 52(4), 965-981.
- Aized, T., & Srari, J. S. (2014). Hierarchical modelling of last mile logistic distribution system. The *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70(5-8), 1053-1061. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5349-3>
- Alidaee, B., Wang, H., & Sua, L. S. (2023). The last-mile delivery of heavy, bulky, oversized products: Literature review and research agenda. *Logistics*, 7(4), 98.
- Aljohani, K. ve Thompson, R. (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. doi:10.3390/su11010124
- Allen, J., Picczyk, M., Piotrowska, M., McLeod, F., Cherrett, T., Ghali, K., ... & Austwick, M. (2018). Understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: The case of London. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 325-338. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.020>
- Allen, J., Thorne, G. ve Browne, M. (2007). BESTUFS good practice guide on urban freight transport (Report). 06 Nisan 2021 tarihinde http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/good_practice/English_BESTUFS_Guide.pdf adresinden erişildi.
- An, H. S., Park, A., Song, J. M. ve Chung, C. (2022). Consumers' adoption of parcel locker service: Protection and technology perspectives. *Cogent Business & Management*, 9(1), 2144096. doi:10.1080/23311975.2022.2144096
- Anand, N. (2015). An Agent Based Modelling Approach for Multi-Stakeholder Analysis of City Logistics Solutions. [Doktora tezi, Delft Teknik Üniversitesi]. 17 Aralık 2021 tarihinde <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Adaf2ce7f-8864-4bf9-8fb0-13aaf520ead9> adresinden erişildi.
- Anand, N., Yang, M., van Duin, J. H. R. ve Tavasszy, L. (2012). GenCLON: An ontology for city logistics. *Expert Systems with Applications*, 39(15), 11944-11960. doi:10.1016/j.eswa.2012.03.068
- Asdecker, B. (2021). Building the E-commerce supply chain of the future: what influences consumer acceptance of alternative places of delivery on the last-mile. *Logistics*, 5(4), 90.
- Ayyıldız, E., & Erdogan, M. (2024). Addressing the challenges of using autonomous robots for last-mile delivery. *Computers & Industrial Engineering*, 190, 110096.
- Baldisseri, A., Siragusa, C., Seghezzi, A., Mangiaracina, R., & Tumino, A. (2022). Truck-based drone delivery system: An economic and environmental assessment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 107, 103296.
- Bosona, T. (2020). Urban freight last mile logistics—Challenges and opportunities to improve sustainability: A literature review. *Sustainability*, 12(21), 8769.
- Boysen, N., Fedtke, S. ve Schwerdfeger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: A survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 43(1), 1-58. doi:10.1007/s00291-020-00607-8
- Cambridge University Press. (2024). Freight. In Cambridge dictionary. Erişim adresi <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-turkish/freight> (E.T.: 15.08.2024)
- Comi, A., & Savchenko, L. (2021). Last-mile delivering: Analysis of environment-friendly transport. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103213.
- Ducret, R. (2014). Parcel deliveries and urban logistics: Changes and challenges in the courier express and parcel sector in Europe—The French case. *Research in Transportation Business & Management*, 11, 15-22.
- Dündar, A. O. (2021). Kitle kaynak lojistiğinin son adım teslimatlarda uygulanması üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 24(2), 511-527. doi:10.29249/selcuksbmyd.998149
- Garg, V., Niranjan, S., Prybutok, V., Pohlen, T., & Gligor, D. (2023). Drones in last-mile delivery: A systematic review on Efficiency, Accessibility, and Sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 123, 103831.
- Gevaers, R., Van de Voorde, E., & Vanelander, 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.

- Hepp, S. B. (2018). Innovation in last mile delivery: Meeting evolving customer demands: the case of In-Car Delivery. [Yüksek Lisans Tezi, Católica-Lisbon School of Business & Economics ve Università Bocconi]. 21.07.2021 tarihinde <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/25359/1/01%20-%20Full%20Dissertation.pdf> adresinden erişildi.
- Hiremath, N. C., Sahu, S., & Tiwari, M. K. (2013). Multi objective outbound logistics network design for a manufacturing supply chain. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 24, 1071-1084.
- Jaller, M., Pineda, L., Ambrose, H., & Kendall, A. (2021). Empirical analysis of the role of incentives in zero-emission last-mile deliveries in California. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128353.
- Janinhoff, L., Klein, R., Sailer, D., & Schoppa, J. M. (2024). Out-of-home delivery in last-mile logistics: A review. *Computers & Operations Research*, 106686.
- Janjevic, M. ve Winkenbach, M. (2020). Characterizing urban last-mile distribution strategies in mature and emerging e-commerce markets. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, 164-196. doi:10.1016/j.tra.2020.01.003
- Joers, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C. ve Mann, F. (2016). Parcel delivery: The future of last mile. McKinsey & Company.
- Kasper, S. ve Abdelrahman, M. (2020). Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany – Extending UTAUT2 with risk perceptions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111, 210-225. doi:10.1016/j.trc.2019.12.016
- Karlı, H. ve Tanyaş, M. (2021). Akıllı paket dolapların kullanılmayan kriterlerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile incelenmesi. *Uluslararası Stratejik Boyut Dergisi*, 1(2), 129-142.
- Karlı, H. (2019). Kentsel lojistik. Çukurova 3. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 3-6 Ekim 2019, Adana, Türkiye.
- Kazancı, U., & Tanyaş, M. (2024). E-ticarette son aşama teslimatlarının kentsel lojistiğe olan etkileri. İçinde E. İpek & M. Turgut (Ed.), *Tedarik zinciri ve lojistik yönetimde dijitalleşme ve güncel yaklaşımlar* (s. 53–79). Paradigma Akademi.
- Kiba-Janiak, M., Marcinkowski, J., Jagoda, A. ve 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. doi:10.1016/j.scs.2021.102984
- Kolasińska-Morawska, K., Sułkowski, Ł., Bula, P., Brzozowska, M. ve Morawski, P. (2022). Smart logistics—sustainable technological innovations in customer service at the last-mile stage: the Polish perspective. *Energies*, 15(17), 6395. doi:10.3390/en15176395
- Lee, H., Chen, M., Pham, H. T. ve Choo, S. (2019). Development of a decision making system for installing unmanned parcel lockers: Focusing on residential complexes in Korea. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 23(6), 2713-2722. doi:10.1007/s12205-019-1398-y
- Lim, S. F. W., Jin, X., & Srai, J. S. (2018). Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 308-332.
- Lin, Y., Wang, Y., Lee, L. H. ve Chew, E. P. (2022). Profit-maximizing parcel locker location problem under threshold Luce model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 157, 102541. doi:10.1016/j.tre.2021.102541
- Liu, S., & Hassini, E. (2024). Freight last mile delivery: a literature review. *Transportation Planning and Technology*, 47(3), 323-369.
- Macario, R., Rodrigues, M., Gama, A., Timms, P., Lama, C., Amaral, M. ve Quinn, D. (2011). Handbook on urban logistics-Turblog_ww: Transferability of urban logistics concepts and practices from a worldwide perspective. TIS. pt-Transportes, Inovação e Sistemas, SA, Lisbon.
- Macharis, C., Milan, L. ve Verlinde, S. (2014). A stakeholder-based multicriteria evaluation framework for city distribution. *Research in Transportation Business & Management*, 11, 75-84. doi:10.1016/j.rtbm.2014.06.004
- Mangiaracina, R., Perego, A., Seghezzi, A., & Tumino, A. (2019). Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(9), 901-920.
- Moshref-Javadi, M., & Winkenbach, M. (2021). Applications and Research avenues for drone-based models in logistics: A classification and review. *Expert Systems with Applications*, 177, 114854.
- Motavallian, J. (2019). Last mile delivery in the retail sector in an urban context. (Doktora Tezi). RMIT Üniversitesi, Avustralya, Melbourne.

- Muñuzuri, J., Larrañeta, J., Onieva, L. ve Cortés, P. (2005). Solutions applicable by local administrations for urban logistics improvement. *Cities*, 22(1), 15-28. doi:10.1016/j.cities.2004.10.003
- Murray, C. C., & Chu, A. G. (2015). The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 54, 86-109.
- Nakiboğlu, G. (2020). Drone taşımacılığı ve son-adım teslimatta kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 285-298.
- Nuzzolo, A., Persia, L. ve Polimeni, A. (2018). Agent-based simulation of urban goods distribution: A literature review. *Transportation Research Procedia*, 30, 33-42. doi:10.1016/j.trpro.2018.09.005
- Olsson, J., Hellström, D. ve Pålsson, H. (2019). Framework of last mile logistics research: A systematic review of the literature. *Sustainability*, 11(24), 7131. doi:10.3390/su11247131
- Özarık, S. S., da Costa, P., & Florio, A. M. (2024). Machine learning for data-driven last-mile delivery optimization. *Transportation Science*, 58(1), 27-44.
- Özbekler, T. M. (2021). Kentsel lojistiğin son kilometre dağıtım ağ yapısında mikro tesis yer seçimi ve çok aktörlü yaklaşımla teslimat alternatiflerinin belirlenmesi. (Yayın no. 675486) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Özdemir, D. (2022). Kentsel lojistikte son kilometre teslimat ve uygulamaları. İçinde Kutlu, H.A., Çubukçu M. İ., Aydemir, A.F., Karabacak, E. (ed.) Uluslararası Ticaret ve Lojistikte Güncel Yaklaşımlar ve Değerlendirmeler-3. Ss. 139-157. Efeakademi Yayınları.
- Öztaş Karlı, R. G., ve Çelikyay, H. S. (2022). Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) üzerine Türkiye'deki politikaların araştırılması. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 1-14.
- Paker, N. (2021). Esnaf teslim noktası hizmetinin algılanan değeri üzerine öncü bir çalışma. *Pazarlama İlgörüsü Üzerine Çalışmalar*, 5(2), 71-82.
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B. ve Roccotelli, M. (2018). A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability*, 10(3), 782. doi:10.3390/su10030782
- Sacramento, D., Pisinger, D., & Ropke, S. (2019). An adaptive large neighborhood search metaheuristic for the vehicle routing problem with drones. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 102, 289-315.
- Simić, V., Lazarević, D., & Dobrodolac, M. (2021). Picture fuzzy WASPAS method for selecting last-mile delivery mode: a case study of Belgrade. *European Transport Research Review*, 13, 1-22.
- Simoni, M. D. (2019). Urban freight distribution and innovative last-mile solutions from a traffic perspective. [Doktora Tezi, Austin Texas Üniversitesi]. 18 Şubat 2022 tarihinde <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/83054> adresinden erişildi.
- Song, L., Cherrett, T., McLeod, F. ve Guan, W. (2009). Addressing the last mile problem: Transport impacts of collection and delivery points. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2097(1), 9-18. doi:10.3141/2097-02
- Srinivas, S., Ramachandiran, S. ve Rajendran, S. (2022). Autonomous robot-driven deliveries: A review of recent developments and future directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 165, 102834. doi:10.1016/j.tre.2022.102834
- Švadlenka, L., Simić, V., Dobrodolac, M., Lazarević, D., & Todorović, G. (2020). Picture fuzzy decision-making approach for sustainable last-mile delivery. *Ieee Access*, 8, 209393-209414.
- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2023). *2023 yılı Türkiye'de e-ticaretin görünümü raporu*. <https://ticaret.gov.tr/data/66506fa313b87685dc0dbce8/2023%20y%C4%B1%C4%B1%20Tu%CC%88rkiye'de%20E-Ticaretin%20Go%CC%88ru%CC%88nu%CC%88mu%CC%88%20Raporu.pdf> (E.T.: 16.06.2024)
- Tang, Y. M., Chau, K. Y., Xu, D., & Liu, X. (2021). Consumer perceptions to support IoT based smart parcel locker logistics in China. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 62, 102659.
- Taniguchi, E. ve 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.
- Thirumalai, S., & Sinha, K. K. (2005). Customer satisfaction with order fulfillment in retail supply chains: implications of product type in electronic B2C transactions. *Journal of Operations Management*, 23(3-4), 291-303.
- Titijal, R., Bhattacharya, S., & Thakkar, J. J. (2022). E-fulfillment across product type: a review of literature (2000–2020). *Management Research Review*, 45(11), 1450-1478.

- Toraman, Y., Bayirli, M., & Ramadani, V. (2024). New technologies in small business models: use of electric vehicles in last-mile delivery for fast-moving consumer goods. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 31(3), 515-531.
- Toraman, Y., ve Öz, T. (2023). The Use of New Technologies in Logistics: Drone (UAV) Use in Last Mile Delivery. *Sosyoekonomi*, 31(58), 105-124.
- van Audenhove, F.-J., Durance, M. ve De Jongh, S. İnternet Sitesi (2015). Urban logistics: How to unlock value from last mile delivery for cities, transporters and retailers. Arthur D Little.
- Visser, J. (2014). Role of the public sector. In E. Taniguchi & R. G. Thompson (Eds.), *CityLogistics. Mapping The Future* (pp. 25–40). Hoboken: Taylor and Francis.
- Wang, C. N., Chung, Y. C., Wibowo, F. D., Dang, T. T., & Nguyen, N. A. T. (2023). Sustainable Last-Mile Delivery Solution Evaluation in the Context of a Developing Country: A Novel OPA–Fuzzy MARCOS Approach. *Sustainability*, 15(17), 12866.
- Wang, X., Yuen, K. F., Wong, Y. D. ve Teo, C. C. (2018). An innovation diffusion perspective of e-consumers' initial adoption of self-collection service via automated parcel station. *The International Journal of Logistics Management*, 29(1), 237-260. doi:10.1108/IJLM-12-2016-0302
- Wang, X., Zhan, L., Ruan, J., & Zhang, J. (2014). How to Choose “Last Mile” Delivery Modes for E-Fulfillment. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014(1), 417129.
- Wicaksono, S., Lin, X. ve Tavasszy, L. A. (2022). Market potential of bicycle crowdshipping: A two-sided acceptance analysis. *Research in Transportation Business & Management*, 45, 100660. doi:10.1016/j.rtbm.2021.100660
- Yang, M. (2011). An ontology for city logistics. [Yüksek Lisans Tezi, Delft Teknik Universitesi]. 18 Eylül 2021 tarihinde <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:991f4cbe-acf5-464b-9c4c-7c8d133e315e/datastream/OBJ/download> adresinden erişildi.

SON AŞAMA TESLİMAT HİZMETİ MÜŞTERİ DENEYİMİ VE YENİLİKÇİ ÇÖZÜMLER ÜZERİNE İÇGÖRÜLER

Neslihan Paker¹

GİRİŞ

Elektronik ticaret (e-ticaret) hacmi, Covid-19 pandemisinin de etkisiyle, üssel bir büyüme hızına ulaşmıştır. Bu artışla birlikte, siparişin müşteriye ulaştırılmasını sağlayan son aşama teslimat hizmetlerinde bir dizi dönüşüm yaşanmıştır. Taşınan paketin büyüklük, miktar ve özellikler bazında çeşitlenmesi, sipariş frekansının artması, alıcılarının geniş coğrafyalara dağılımı gibi sebeplerle operasyonel verimlilik düşmüş, dağıtım maliyetleri artmış, çevresel kirlilik, kazalar ve trafik sıkışıklıkları gibi problemler daha çok gündeme taşınır olmuştur. Tüm bu gelişmelerle birlikte, müşterilerin teslimat hizmetine dair artan beklentileri ve pazarda yaşanan yoğun rekabet; başarısız sonuçları daha gözle görülür kılmış ve son aşama teslimat hizmetlerinin yeni yöntemler kullanılarak geliştirilmesi ihtiyacı daha büyük bir önem kazanmıştır (Li vd., 2020:1).

İşletmelerin sunmuş oldukları hizmetlerde sadece kendi kaynak kullanımlarını optimize etmeye odaklanmalarının kısa vadede faydası olsa dahi, uzun vadede rekabette üstünlük sağlamayacağı muhakkaktır. Müşterinin entegrasyonunu sağlamayan ve benimsemediği değer tekliflerinin pazara nüfus etmesi tüm işletmeler için olduğu gibi, son aşama teslimat hizmeti üreten işletmeler için de neredeyse olanaksızdır. Dolayısıyla hizmetlerin sunumunda müşteri odaklılık dikkate alınması gereken bir yaklaşım olup, müşteri deneyimini etkileyen unsurların neler olduğunun ortaya konması incelenmeye değer bir konudur. Müşterinin sunulan hizmete dair deneyimi, hizmet kullanımına karar verme aşaması da dahil olmak üzere, deneyim sırasındaki hizmet karşılaşmalarını ve kullanım sonrası davranışları da kapsayan çok katmanlı bir süreçtir. Dolayısıyla, müşterinin hizmet deneyimi yolculuğunu analiz etmek hem hizmet beklentilerinin iyi anlaşılmasını hem de sonrasında ne ölçüde karşılandığının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca, hizmetin sunulması ve sonrasında gerekli desteğin sağlanması çok sayıda aktörü içerse de, müşteri e-ticaret alış veriş deneyimini bir bütün olarak yaşamaktadır (Vakulenko vd., 2019b:464; Paker ve Kızılırmak, 2023:1400). Son aşama teslimat hizmeti değerlendirmelerinin, müşteri memnuniyeti ve elektronik ticaret deneyimi arasındaki ilişkiyi açıklayıcı bir rol üstlendiği

¹ Doç.Dr., İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu, ORCID: 0000-0001-8087-7758, neslihan.paker@kavram.edu.tr

görülmektedir (Vakulenko vd., 2019a:313). Dolayısıyla, son aşama teslimat hizmetlerinde müşteri ihtiyaçlarını dikkate alan hizmet tasarımlarının e-ticaret müşteri deneyimi üzerinde de olumlu yansımaları olacağı muhakkaktır (Li vd., 2020:3). Bu konuda yapılacak iyileştirmelerin e-ticaret sektörüne ve sonrasında elbette ki paket dağıtım şirketlerinin pazarına olumlu yansımaları kaçınılmazdır.

Müşterinin son aşama teslimat hizmetleri deneyimine bir bütünsellik yaklaşımı içerisinde odaklanan çalışmalar oldukça azdır (Olsson vd., 2022a:185). Dahası, bu alanda yürütülen çalışmaların daha çok hizmetin fonksiyonel faydasına odaklandığı, müşteri beklentilerinin işletmeler tarafından belirlendiği ve daha çok işletmelerin kendi kaynaklarının verimliliğine önem verdiği görülmektedir. Oysaki özellikle son yıllarda pazara sunulan teslimat noktası gibi son aşama teslimatlarında kullanılan yenilikçi yaklaşımlar, müşterilerin kendi kaynaklarını kullanarak hizmete katılımlarını gerektirmektedir. Dolayısıyla, müşteri deneyimini esas alan çalışmaların yürütülmesi müşterinin hizmeti kabulü ve alanda ihtiyaç duyulan etkin iyileştirmelerin yapılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı; son aşama teslimat hizmetine dair müşteri deneyimi üzerinde etkili olan unsurları belirlemek ve unsurlar arasındaki ilişkileri sentezleyerek deneyimi çok katmanlı boyutlar halinde tartışmaktır. Çalışma sonuçlarının; müşteri odaklı içgörülerini ortaya koyması, gelecek trendlerin müşteri davranışında yaratacağı etkiler üzerine öngörüler sunması ve son aşama teslimat hizmetine dair özellikle yeni yaklaşımların nasıl tasarlanması gerektiği konusunda katkılarda bulunması hedeflenmektedir.

Çalışmanın araştırma örneklemini; son aşama teslimat hizmetine dair uluslararası yazında yer alan ampirik çalışmaların sistematik literatür taraması yapılmak suretiyle elde edilmiştir. Elde edilen bulguların değerlendirilmesinde yönlendirilmiş içerik analizi kullanılmış ve sonuçlar yorumlayıcı bir yaklaşım benimsenerek ortaya konmuştur.

Çalışmada sırasıyla; hizmet deneyimi, hizmet deneyimi öncülleri ve sonuçları kavramları tanıtılacak, sonrasında takip edilen araştırma yöntemi hakkında bilgiler verilecektir. İlerleyen bölümlerde çalışmanın bulguları tartışılacak, yenilikçi yaklaşımlara dair içgörüler ve gelecek çalışmalara dair öneriler paylaşılacaktır.

ALAN YAZIN

Hizmet Deneyimi

Hizmet baskın mantığa göre (SDL), müşteri deneyimi; geniş bir ekosistem içerisinde müşterinin söz konusu hizmete dair diğer aktörlerle birlikte yaşadığı tüm etkileşimlerin bir fonksiyonudur (Ramaswamy, 2011:195; Lusch and Vargo, 2006:285; Grönroos ve Voima, 2013:4). Müşterinin hizmet deneyiminin

yaratılmasında sahip olduğu bu önemli rol; deneyimi çok boyutla ele alınması ve bütünsel bir yaklaşım içerisinde değerlendirilmesi gereken bir kavram haline getirmektedir (Pine ve Gilmore, 1998:102; Schmitt, 1999:58; Holbrook, 2006:714; Olsson vd., 2022a:194).

Müşteri deneyimi sadece hizmet sunumu sırasında yaşanan sonuçlardan ibaret değildir. Deneyim; reklam, ambalaj, ürün ve hizmet özellikleri, kullanım kolaylığı ve güvenilirlik de dahil olmak üzere, bir işletmenin sunduğu hizmetin her yönünü kapsamaktadır (Meyer ve Schwager, 2007:1). Dolayısıyla, hizmet satın alımı öncesi karar aşamasından başlayarak hizmet sonrası da dahil olmak üzere sürecin tüm fazlarına dair hizmet karşılaşması (*service encounters*) unsurları müşteri deneyiminin parçalarıdır. Voorhees vd., (2017:271) söz konusu unsurları; satın alım öncesi için iletişim, bilgi kaynakları arayışı, hizmet sunumu esnasında etkileşimde bulunulan personel, teknoloji, çevre, diğer müşteriler ve sonrası için ise hizmet hataları telafileri, müşteri yorumları, müşteri değerlendirmeleri ve geri bildirimleri başlıkları ile tanımlamıştır.

Lemon ve Verhoef (2016:81)' a göre ise müşteri deneyimi, “müşteri yolculuğunu oluşturan ve fiili satın alma veya işletmeyle etkileşimden çok önce başlayan bir temas noktaları zincirine verilen müşteri yanıtları dizisidir”. Söz konusu temas noktası unsurları; marka (örneğin marka iletişim unsurları, pazarlama karması), partner (örneğin dağıtım kanalı üyeleri, teknolojik kolaylaştırıcılar), müşteriler (örneğin, ödeme yöntemi tercihi, ortak değer üretimi-*müşteri tarafından yapılan reklamlar*), sosyal veya dış çevre (diğer müşteriler, arkadaşlar, sosyal medya, fiziksel çevre) kaynaklı olmak üzere 4 temel kategori altında toplanmaktadır. Temas noktalarının görece önemi sürecin tamamında aynı kalmamakla birlikte, müşteri deneyimini etkilemektedir. Müşterinin söz konusu temas noktalarına yanıtları, yani deneyimin boyutları ise 5 ana başlık altında yapılandırılmaktadır (Lemon ve Verhoef, 2016:71; Olsson vd., 2022a:190):

Bilişsel deneyim (cognitive experince); risk, çaba, uygunluk, verimlilik, kullanım kolaylığı, işlevsellik, güvenlik gibi hizmetin fonksiyonel faydalarına dair bilişsel değerlendirmelerdir.

Duygusal deneyim (emotional experince): Keyif, eğlence, mutluluk, özgürlük, esneklik, heyecan gibi deneyimin duygular, hisler üzerinde yarattığı etkilerdir.

Davranışsal deneyim (behavioral experince): Müşterinin hizmete dair sadakati, yeniden satınalmaya karar vermesi ve başkalarına tavsiye etmesi gibi davranış bazlı cevaplarıdır.

Duyusal deneyim (sensorial experince): Müşterinin görsel, işitsel, dokunsal kısaca hizmetin duyusal uyaranlarına dair verdiği cevaplarıdır.

Fiziksel deneyim (physical experince): Müşterinin hizmeti kullanım için ortaya koyduğu fiziksel çabasına dair değerlendirmeleridir.

Sosyal deneyim (Social experince): Müşterinin hizmet deneyimi boyunca insan unsuruyla yaşadığı etkileşimlere dair cevaplarıdır.

Hizmet Deneyimi Öncülleri ve Sonuçları

Hizmet deneyimini anlamak, müşterinin hizmet teklifine verdiği cevapları değerlendirmeyi gerektirmektedir. Bu bağlamda, müşterinin deneyim yolculuğuna dair çok sayıda kavramı dikkate almak mümkündür (Lemon ve Verhoef, 2016:71). Ancak, literatüre sıklıkla konu olan başlıklara değinmek gerekirse; müşteri memnuniyeti hizmet deneyiminin önemli sonuçlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Olsson vd., 2022a:198). Müşteri memnuniyeti Oliver (1980:460)'ın "beklentinin onaylanma(*ma*) sı/ disconfirmation of expectation" teorisine dayanmaktadır. Teoriye göre müşteri; deneyim öncesi beklentilerine dayalı olarak bir referans çerçeve oluşturmakta ve elde ettiği sonuçlarla karşılaştırarak memnuniyetini (*olumlu ya da olumsuz*) tanımlamaktadır. Müşteri memnuniyeti müşterinin aynı hizmeti tekrar satınalma veya başkalarına tavsiye etme davranışı yani sadakati üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Oliver (1999: 34) müşteri sadakatini; pazardaki alternatiflere ve durumsal faktörlere rağmen müşterinin derin bir bağlılıkla aynı ürün veya hizmeti tercih etmesi olarak tanımlamaktadır. Bu kavrama daha sonra başkalarına tavsiye etme unsuru da eklenmiştir (Caruana, 2002: 812-813). Müşterilerin hizmet performansını değerlendirdikleri hizmet kalitesi (Cronin vd., 2000:203), müşterinin hizmeti satınalmak için harcadığı kaynaklar ve elde ettiği kazançları kıyaslayarak vardığı sonuç yani algılan değer (Sweeney vd., 1999: 79) gibi kavramlar da hizmet deneyiminin çıktıları olarak değerlendirilen yaygın kavramlardır. Ayrıca, hizmet sağlayıcısının müşterisine verdiği sözleri yerine getirme konusundaki istekliliği ve bunları gerçekleştirme kapasitesi yeterliliğinin değerlendirildiği hizmet sağlayıcıya güven (Kim vd. ,2009, s. 240) de bu kavramlara dahil edilmektedir.

Müşterinin hizmet deneyimi değerlendirmeleri, hizmet satın alımları öncesindeki beklentilerine önemli ölçüde bağlıdır. Dolayısıyla, müşteri ihtiyaç ve isteklerinin neler olduğunun tanımlanması sunulan hizmetlerin tasarımında veya geliştirilecek yönlerinin tespit edilmesinde önem kazanmaktadır. Öte yandan, müşteri deneyimi; kişiye özel ve her seferinde yeniden yaratılan biricik doğası dolayısıyla, aslında öznel ve durumsal bir değerlendirmeler olup (Holbrook, 2006:716), beklentinin oluşmasında müşterilerin özellikleri (örneğin kültür, yaş, ekonomik durum, alışkanlıklar, önceki deneyimler) karar süreçlerini etkileyen unsurlardır. Örneğin; gelişen teknoloji sayesinde son aşama teslimatında yenilikçi çözümlerde artış olmuştur. Ancak çözümlerin müşteri tarafından kabulü, müşterinin ve hatta hizmet sağlayıcının hazır olmasına

(readiness) da yüksek oranda bağlıdır (Larivière vd., 2017:242). Ayrıca, müşterinin satın alacağı ürün ve hizmet ile ilgili algıladığı riskler yani olumsuz sonuçların ortaya çıkması olasılığına dair değerlendirmeleri (Cunningham vd., 2005:360) de hizmet deneyimin önemli öncülleri arasında sayılabilir.

YÖNTEM

Araştırmanın amacı; son aşama teslimatına dair müşteri deneyiminin tüm fazları boyunca etkili olan unsurların neler olduğunu belirlemek ve unsurlar arasındaki ilişkiyi betimlemektir. Ayrıca çalışma; son aşama teslimat hizmetlerinden beklenen faydaları genişletilmiş hizmet demeti içerisinde tanımlamak suretiyle yenilikçi yöntemlerden beklenen faydaları da tartışmaktadır. Bu bağlamda bulgular arasında sistematik bir örüntü oluşturulmuş ve ilgili unsurlar hiyerarşik bir tasarımla katmanlara ayrılmıştır.

Çalışma bulgularını ortaya koymak için iki aşamalı bir yol izlenmiştir. Birinci aşamada meta-analizi kapsamında sistematik literatür taraması yapılmıştır. Meta-analiz genellikle analizlerin analizi olarak tanımlanmakta olup, bütüncü veya yorumlayıcı olmak üzere iki yaklaşımı benimseyebilmektedir. Yorumlayıcı analizde amaç, bütüncü analizden farklı olarak, verileri bir araya getirmek değil (*örneğin genel etki büyüklüğünü belirlemek*), yeniden yorumlamaktır. Bu analiz türünde, birincil çalışmalardan elde edilen bulgular aynı zamanda sentezleyici bir yaklaşımla da tartışılmaktadır. Çalışmanın amacına bağlı olarak; meta-etnografi, tematik analiz veya öykücü özetleme gibi yollar takip edilebilmektedir (Given, 2007:505-506). Bu çalışmada meta-analiz kapsamında yapılan çalışmaların bulguları yorumlayıcı bir yaklaşımla ele alınmıştır. İkinci aşamada ise temalar arası hiyerarşik ilişkiyi kurmak için yönlendirilmiş içerik analizi kullanılmıştır.

Araştırmanın adımları aşağıda özetlenmektedir:

Birinci Aşama:

- Son aşama teslimat hizmeti sunumunun son yıllardaki değişim hızını dikkate alınarak, yayın yılı 2017-2024 arasında olan ve İngilizce dilinde yazılan, makale ve kitap bölümleri çalışmaya dahil edilmiştir.

- Çalışmaya referans olan kaynak taramasında; Web of Science (WoS) veri tabanı kullanılmıştır.

- “Last Mile” anahtar kelimesi seçilmiştir. Sonrasında anahtar kelime veya öz kısmında “müşteri” yazan yayınlar dışında kalanlar örneklemden çıkarılmıştır. Bu aşamada örneklem sayısı 63 adet olarak bulunmuştur.

- Örneklem kümesine sadece müşteri deneyimini esas alan ve birincil veriye dayalı ampirik çalışmaların sonuçları dahil edilmiştir. WoS çalışmalarından 34 adeti, müşteri deneyimine dayanmadığı için araştırma örnekleminde çıkarılmıştır. Söz konusu çalışmalar daha çok maliyet, teslimat süresi veya

karbon emisyonunu azaltmayı hedefleyen, simülasyon veya rota optimizasyonu çalışmalarıdır.

İkinci Aşama:

- Birinci aşamanın çıktıları, yönlendirici içerik analizine tabi tutulmuştur. Yönlendirilmiş içerik analizinde başlangıç kod listesi teorik bir çerçeveye dayalı olarak ortaya konduktan sonra, yeni kodlar oluşması halinde listeye eklenmektedir (Hsieh ve Shannon, 2005:1281). Müşteri memnuniyeti, hizmet deneyimi, genişletilmiş hizmet sunumu literatürü başlıkları dikkate alınarak başlangıç kodları oluşturulmuş ve açık kodlama yapılmıştır. Sonrasındaki eksene kodlama aşamasında ise bazı kodlar birleştirilmiş ve kodlar arası hiyerarşi kurulmuştur (Neuman, 2006). Araştırmacı farklı zaman dilimlerinde kodları tekrar tekrar inceleyip değerlendirmiş ve böylece iç güvenilirliği artırmaya çalışmıştır (Krippendorf, 2013). Kod listesinin ilgili literatürde yer alan temalara dayalı olarak oluşturulması ve araştırma prosedürünün detaylı bir şekilde aktarılması suretiyle çalışmanın şeffaflık ve inandırıcılığı (trustworthiness) artırılmış ve böylece çalışmanın geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır (Başkale, 2016, s.24-26).

- Son olarak, içerik analizi bulguları yorumlayıcı bir yaklaşımla analiz edilmiş ve kavramlar arasındaki ilişki Venn şemaları aracılığıyla sentezlenmiştir.

BULGULAR

Araştırmanın bulguları; hizmet sunumu, hizmet deneyimini etkileyen girdiler, hizmet deneyimi çıktıları ve hizmet deneyimi boyutları olmak üzere 4 ana başlık altında toplanmıştır. Elde edilen ana kodlar ve alt kodları Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1: Son Aşama Teslimat Hizmeti Deneyimi Kodları

Ana Kodlar	Alt Kodlar
1.Hizmet Sunumu	
2.Hizmet Deneyimini Etkileyen Girdiler	2.1. Müşteri Özellikleri 2.2. Hizmet Beklentileri 2.3. Hizmetlerde Kişiselleştirme ve Esneklik 2.4. Alternatif Hizmetlerin Performansı 2.5. Algılanan Riskler
3. Hizmet Deneyimi Çıktıları	3.1. Müşteri Memnuniyeti ve Sadakat 3.2. Hizmet Kalitesi Performansı 3.3. Güven 3.4. Değer Yaratımı ve Algılanan Değer
4.Hizmet Deneyimi Boyutları	

Ana temalar ve alt başlıklar aşağıda detaylı bir şekilde tartışılmaktadır.

1) Hizmet Sunumu

Son aşama teslimat hizmetleri; paketi teslim alan, paketi teslim eden ve teslim yeri temelinde farklılaşarak çeşitli şekillerde müşteriye sunulmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar yenilikçi teslimat hizmetlerine odaklanmakla birlikte, söz konusu hizmetler geleneksel eve teslimat hizmeti ile kıyaslanarak tartışılmaktadır. Yenilikçi teslimat hizmetleri arasında; teslimat dolapları hizmeti en sık atıf verilen hizmettir. Diğer yenilikçi hizmetler arasında mikro depolardan bisikletli teslimat, araç bagajına teslimat, kitle kaynaklı teslimat, müşterinin evinin dışına kurulan market alışverişi teslimat noktası gibi seçenekler bulunmaktadır.

Son aşama teslimatında paketi teslim eden unsur olarak insan kaynağının öne çıktığı görülmektedir. Büyük veri analitiği, yapay zekâ gibi unsurların optimizasyon amaçlı yapılmış çalışmalarda kullanıldığı gözlenmiştir. Robotlar, dronelar gibi otonom araçlar aracılığıyla yapılan teknolojik teslimat seçenekleri üzerine yazılmış ve müşteri deneyimini esas alan birincil veriye dayalı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2) **Hizmet Deneyimini Etkileyen Girdiler**

Hizmet deneyimini etkileyen girdiler; müşteri özellikleri, hizmet beklentileri, hizmetlerde kişiselleştirme ve esneklik, alternatif hizmetlerin performansları ve algılanan riskler başlıkları altında toplanmıştır.

Müşteri Özellikleri

Son aşama teslimat tercihleri üzerinde müşterilerin özellikle demografik özelliklerinin etkili olduğu görülmektedir. Örneğin; 65 yaş üstü müşterilerin, çok büyük oranda geleneksel yöntemlerle eve teslimatı tercih ettikleri gözlenmektedir (Jagoda vd., 2023: 869). Kırsal bölgede yaşayan müşteriler üzerinde yapılan bir çalışmada da yaş ve tercih edilen teslimat yeri arasında anlamlı ilişki bulunduğu ve müşterilerin alışageldikleri geleneksel hizmetlerin kullanımına daha sıcak baktıkları ortaya konmuştur. Ayrıca, müşterinin gelir düzeyinin, teslimat maliyetinin bir seçim kriteri olarak öncelik kazanmasında önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir (Markowska ve Marcinkowski, 2022:12). Kırsal kesim üzerine yapılan diğer bir çalışmada, müşterinin yaş dışında, cinsiyet ve aile büyüklüğünün de son aşama teslimat tercihini etkilediği bulguları elde edilmiştir (Markowska vd., 2023:597).

Teslimat yeri olarak teslimat dolaplarını kullanma niyeti üzerinde yaş, eğitim ve gelir seviyesinin etkisi olup olmadığı araştırılmış ve sadece gelir düzeyinin anlamlı etkisi olduğu bulunmuştur (Yuen vd., 2019:322). Mikro depolardan teslimat alternatifinin seçiminde ise; müşterinin yaşadığı yere yakın olması ve müşterilerin yaş ve gelir düzeyinin yanı sıra, cinsiyet, yaşadığı bölge ve ev tipi ve çalışma durumu da etkilidir (Hagen ve Scheel-Kopeinig, 2021). Ayrıca, başka bir çalışmaya göre, müşteri ihtiyaçları (*stres azaltma, sosyal teması azaltma, boş zaman artışı vb.*), teknolojik okuryazarlık ve durumsal faktörler son aşama teslimat hizmetinden beklentileri etkilemektedir (Olsson vd., 2022b:7).

Hizmet Beklentileri (Çekirdek ve Kolaylaştırıcı Hizmetler)

Çekirdek hizmet (*core product*); müşterinin hizmetten beklediği temel faydadır, yani bir işletmenin faaliyette bulunmasının ana sebebidir (Öztürk, 2019). Literatürde son aşama teslimat konusunda, kullanılan yöntem ne olursa olsun; teslimat süresinin kısa olması, teslimatın söz verilen zamanda gerçekleşmesi, hasarsızlık/uygun paketleme, çalınma vb. risklere karşı güvenli olması hizmetten beklenen temel faydalar yani çekirdek hizmetler olarak belirtilmiştir. Bu beklentiye sağlamak uğruna müşterinin feda edeceği kaynakların (para, zaman ve çaba) uygunluğu (*convenience*) çalışmalara sıklıkla konu olmuştur. Teslimat hizmetine ödenecek ücret bu kaynaklar içerisinde en önemli olanıdır. Örneğin, Çin’de yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre teslimat fiyatı ve iadenin ücretsiz yapılabilmesi teslimat yerinin seçimi konusunda en belirleyici unsurlardır (Jagoda vd., 2023: 863). Polonya’da yapılan başka bir çalışmada, kırsal bölgede yaşayan e-ticaret müşterileri için son aşama teslimat seçeneğinin belirlenmesinde en etkili faktörler sırasıyla teslimatta uygunluk sağlanması ve hizmetin fiyatıdır (Markowska ve Marcinkowski, 2022:7) Uygunluk kavramı ise hizmet deneyiminin fazları için farklı şekillerde kullanılmıştır. Örneğin teslimat noktası için fiziksel olarak yakınlık, iade için işlemler için gerekli belgelerin hazırlanması için harcanan zaman ve çaba bu bağlamda anılmaktadır (Yurt vd., 2023:598-599).

İşletmeler çekirdek hizmet tekliflerini genişleterek pazara sunabilmektedirler. Temel faydanın müşteriler tarafından kullanılabilirliğini veya ulaşılabilirliğini artırmak için sunulan kolaylaştırıcı hizmetler bu genişlemenin çeşitlerinden biridir (Öztürk, 2019). Çalışma sonuçlarına göre, kolaylaştırıcı (*facilitating supplementary services*) hizmetler içerisinde en çok vurgulanan unsur paketin izlenebilirliğidir. Günümüzde paketin teslimat bilgisiyle birlikte taşınması yani izlenebilirliği artık neredeyse bir zorunluluk haline gelmiştir. Müşteriye paketin izlenebilirliği konusunda bilgilendirme sağlayan otomatik bilgilendirme sistemleri (*e-posta ve SMS*), e-ticaret sitelerinin uygulamaları, paket dağıtım şirketlerinin takip sistemleri ve müşteri hizmetleri bu kapsamda anılmaktadır. Örneğin, Suudi Arabistan’da yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre; teslimat ücreti, hızı, uygun dağıtım zamanı faktörlerinin yanı sıra, paketin izlenebilirliği de müşterinin dağıtım şirketini tercih ederken kullandığı kriterler arasındadır (Aljohani, 2024:15). Endonezya’da yapılan bir araştırma sonucuna göre; hizmetin hızı, teslimat elemanının tutumu, paketin hasarsızlığı, teslimat noktasının yakınlığı dışında, sipariş takibinin yapılabilirliği de dağıtım şirketi seçiminde dikkate alınmaktadır (Restuputri vd., 2022:13).

Müşterilerin son aşama teslimatına dair beklentilerine göre pazar bölümlendirmesinin yapıldığı çalışmalar az sayıda da olsa literatürde yer almaktadır. Örneğin Çin’de teslimat yeri seçiminde teslimat noktasının uzaklığı,

güvenlik, teslimat saati esnekliği gibi unsurlar ve hizmetin fiyatı arasındaki ilişki esas alınarak, müşterinin bu unsurlara önem değeri atfetmesine dayalı olarak pazarın segmentlere ayrılabilceğini belirtilmiştir (Li vd., 2020:7). İngiltere’de teslimat yerine dair hizmet beklentisi unsurlarının önceliklendirmesi esasına göre pazarı segmentlere ayıran başka bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre; sipariş takibi, paket teslimat ücreti ve iade ücreti tüm pazar bölümleri için önemlidir (Yurt vd., 2023:595-596).

Hizmetlerde Kişiselleştirme ve Esneklik:

İşletmeler, hizmetin değerini artırmak ya da rakiplerinden farklılaştırmak amacıyla destekleyici hizmetleri (*enhancing supplementary services*) hizmet tekliflerini genişletmede kullanabilmektedir (Öztürk, 2019). Son aşama teslimat hizmetlerinde destekleyici hizmetler altında hizmetlerin kişiselleştirilmesi ve tercihlerde esneklik alternatifleri sağlaması öncelikli olarak dikkate alınabilir özelliklerdir. Hizmetlerin kişiselleştirilmesi; işletmenin pazarlama karması unsurlarından bir veya birkaç tanesinin müşteri tarafından özelleştirilmesini ifade etmektedir (Arora vd., 2008:306). Başka bir ifadeyle müşteri özel ihtiyaçlarının karşılanması için hizmet teklifinde değişiklikler yaratmaktadır (Hu vd., 2016:488). Bu tür istekler; hem sipariş hem de iade dönüşü için; teslimat zamanı, koşulları, teslimat yeri ve teslimat şekli olabileceği gibi, paket takibi konusunda iletişim yöntemi tercihlerini de (*e-posta, cep telefonu, SMS vb.*) kapsayabilmektedir (Hagen ve Scheel-Kopeinig, 2021:6).

Son aşama teslimat hizmetlerinde yenilikçi yaklaşımlardan beklenenler, mevcut geleneksel hizmetlerin sağlayamadığı olanakların müşteriye sunulmasıdır. Müşterinin paketini istediği yerden, istediği zaman diliminde, istediği şekilde ve hızda teslim alabilmesi, gerekiyorsa seçimlerini güncelleyebilmesi, paket dağıtım şirketinin son aşama teslimat yöntemi konusunda seçenekler sunabilmesi çalışma sonuçlarında karşımıza çıkmaktadır. Bu anılan unsurlar içerisinde özellikle paket teslimatının yapılacağı zaman seçimi hizmetlerin kişiselleştirmesinde en önemli faktördür. Örneğin, İtalya, Polonya ve Ukrayna’da yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre; 7/24 hizmet verebilir olması ve hizmet hızı teslimat yeri tercihini en çok etkileyen faktörlerdir (Kunyska vd., 2023:91). Almanya’da yapılan başka bir çalışma; müşterinin teslimat yeri olarak aracının bagajını tercih etmesinin sebeplerinin; esneklik, zamanında teslimat konusunda güven ve zaman tasarrufu olduğunu ortaya koymuştur (Asdecker, 2021:13). Özellikle çalışan müşteriler kendi istedikleri zaman pencerelerinde paket teslimatını talep etmektedirler. Almanya’da ve İsveç’te yürütülen çalışmalara göre en çok akşam saatlerinde paket teslimatı tercih edilmektedir (Hagen ve Scheel-Kopeinig, 2021:6; Patowary vd.,2023:880). Avusturya’da müşterilerin eve teslimat ile ilgili en çok tercih ettikleri zaman dilimi Cumartesi günü veya hafta içi 18:00-

22:00 arasındaki akşam saatleridir. Ancak müşterilerin neredeyse %80'i eve teslimat zamanını seçebilme esnekliğine sahip olmayı arzu etmektedirler. Öte yandan 3 saat içerisinde yani hızlı teslimat için müşterilerin yaklaşık %60'ının daha fazla ödemeye razı oldukları görülmektedir (Otter vd., 2017: 466, 470). İsveçli müşteriler de uygun saat aralıklarında ve uygun fiyatta paket teslimatını istemekle birlikte, benzer şekilde, daha hızlı teslimat için daha çok para ödemeye razıdır (Patowary vd., 2023:881). Ayrıca durumsal faktörler dolayısıyla da müşteriler teslimat yöntemini değiştirebilme esnekliğinde olmayı istemektedirler. Örneğin İsveç'te market alışverişinin teslimatı konusunda müşteriler bazen teslimatı bekleyecek zamanları olmadığı için kendileri alışveriş yapmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir (Olsson vd., 2022a:197).

Alternatif Hizmetlerin Performansları

Müşterilerin son aşama teslimat yöntemi seçiminde, pazarda hali hazırda var olan seçeneklerin performansı bir referans beklenti yaratması bakımından önemli bir faktördür. Yapılan çalışmalara göre, geleneksel yöntemlerle eve teslimat, teslimat noktasının en yaygın olduğu ülkelerde dahi, en çok tercih edilen yöntemdir. Örneğin İsveç'te son yıllarda yapılan bir çalışmaya göre, teslimat noktası, ancak eve teslimattan sonra, en çok tercih edilen ikinci seçenektir (Patowary vd., 2023:881). Yenilikçi yöntemlerin tercih edilmesi ancak geleneksel yöntemlerden farklı faydalar yaratarak pazara sunulması, yani hizmetin genişletilerek teklifi halinde olanaklıdır. Örneğin, İsveç'te yürütülen, otomatik dolapların yeni teknoloji olarak müşteri tarafından test edilmesinin sağlandığı bir simülasyon çalışmasının sonuçlarına göre; müşteri yeni alternatiflere dair mevcut seçeneklerin problemlili konularına bir çözüm olması beklentisi içerisinde. Bu beklentinin karşılanması halinde müşteri memnuniyeti artmaktadır (Vakulenko vd., 2019b:464).

Dolayısıyla, son aşama teslimatında yenilikçi yöntemlerin performansı geleneksel yöntemlerle kıyaslanarak değerlendirilmektedir. Bu noktada; önceki kısımda bahsedilen esneklik, hizmetin kişiselleştirilmesi faydalarının yanı sıra, paket teslimatı sırasında müşterinin anonim kalabilmesi, teknoloji odaklılık, fütüristlik, çevrecilik/özgecilik gibi motivasyonlarının karşılanması gibi beklentileri ön plana çıkmaktadır. Örneğin, teslimat dolapları değerlendirmelerinde önem kazanan üstünlükler İsveçli müşteriler tarafından; teknoloji baskın olması bakımından çekicilik, insan etkileşiminden uzak olması bakımından rahatlık, esnek teslimat zamanına uygunluk, daha düşük fiyatlı olmak, teslimat sırasında bekleme kuyruğunun olmaması ve paket teslimatı sırasında anonim kalabilmek olarak tanımlanmıştır (Vakulenko vd., 2019b:464).

Polonya'da yürütülen ve teslimat dolapları seçim kriterleri arasında önem atfedilmesi istenilen bir çalışmada; esneklik, verimlilik, fiyat ve güvenlik en önemli unsurlar olarak tanımlanmıştır. Hizmetin gerçekleşme süresi, iletişim

becerileri, anonim olarak hizmetten faydalanmak ise, bu araştırma sonuçlarına göre, en düşük öneme sahiptir. İşletmenin marka değeri ve şikâyet çözme hızı ise orta dereceli ödeme sahiptir (Kolasińska-Morawska vd., 2022:22-23). İsvetç'te gözetimsiz market teslimatları üzerine yapılan bir çalışmaya göre; hizmet için ayrılan zaman tasarrufu, teslimat yeri ve zamanı konusunda esneklik kazanma, kullanım kolaylığı müşterilerin temel beklentileridir. Ayrıca müşteriler gereken düzeyde güvenlik beklentisi içerisinde olup, söz konusu beklentilerini ürün iadeleri için de aktarmaktadırlar (Olsson vd., 2022b:7).

Öte yandan, sürdürülebilirlik esaslı uygulamaların son aşama teslimat hizmetlerinde önem kazanması ve müşteri motivasyonunun da bu yönde olması beklendiği halde, ekolojik kaygıların müşteri gözünde henüz önem kazanmadığı veya tercih kriteri olarak çok dikkate alınmadığı görülmektedir (Hagen ve Scheel-Kopeinig, 2021). Dolayısıyla yenilikçi hizmetlerin diğerlerine göre çevrecilik yönüyle üstünlüğü müşteri gözünde bir performans kriteri olarak henüz kabul edilmemiştir. Polonya'da yürütülen bir araştırmaya göre, teslimat yeri tercihi ne olursa olsun, müşterilerin son aşama teslimatlarındaki tercihleri daha çevre dostu teslimat yöntemlerine odaklandığı belirtilmekle birlikte (Markowska ve Marcinkowski, 2022:7), Polonya'da yürütülen başka bir çalışmanın sonuçlarına göre, katılımcıların yarıdan fazlası hizmetin ekolojik yönünün oldukça önemli olduğunu belirtmekle birlikte, bunu daha çok elektrikli araç kullanımı ve rota optimizasyonu gerekliliği için vurgulamışlardır (Marcysiak, 2021:190).

Algılanan Riskler

Müşteriler özellikle teslimat noktalarında yüksek emniyet ve güvenlik olmasını istediklerini sıklıkla vurgulamışlardır (Liv d., 2020:6; Laia vd., 2021:24; Marcysiak, 2021:190). Dolayısıyla, araştırma örneğinde yer alan çalışmalar dikkate alındığında, riskin daha çok bu yönüyle teslimat yöntemi üzerinde etkisi olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca, yeni teknolojiler beraberinde belirsizlikler de getirdiği için, özellikle teknolojiyi kendi kendine öğrenme konusunda öz yeterliliği düşük müşterilerin kaygısını artırdığını ve dolayısıyla risk algısını tetiklediği görülmektedir. Buna bağlı hizmet hatalarının müşteri sadakati üzerinde olumsuz etkisi olabileceğine dair araştırma bulguları elde edilmiştir (Vakulenko vd., 2019b:464).

3) Hizmet Deneyimi Çıktıları

Hizmet deneyimi çıktıları; algılanan değer, müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakati, hizmet kalitesi performansı, güven, değer yaratımı ve algılanan değer başlıkları altında toplanmıştır.

Müşteri Memnuniyeti ve Müşteri Sadakati

Müşteri memnuniyetine dair çalışmalar, Oliver (1980)'in teorisine paralel bir şekilde, müşteri beklentilerinin ne ölçüde karşılandığını değerlendirmek üzere yürütülmüştür. En çok tercih edilen teslimat yeri olan geleneksel eve

teslimat yönteminin kullanılması halinde, müşterilerin hem son aşama teslimat hizmetine hem de genel olarak e-ticaret hizmet sağlayıcısına (*satıcıya*) dair memnuniyetini artırdığı görülmektedir (Singh ve Söderlund, 2022:370). Beklentinin en büyük unsurlarından olan düşük hizmet fiyatı (Marcysiak, 2021:190) ve hızlı teslimat-*ertesi gün teslimat-* başta olmak üzere (Aljohani, 2024:15), teslimat yeri bağımsız (*eve veya teslimat noktasına*), müşterilerin kendileri için yaratacakları faydayı maksimize edebilecekleri teslimat seçeneklerinin var olmasının, paket takibi yapabilmelerinin ve paket iadesinin kolaylığının (Mogire vd., 2023:7) müşteri memnuniyetini olumlu yönde etkileyen faktörler olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca geleneksel eve teslimat yönteminde, paketin görsel özelliklerinin olumsuz, teslimat hizmetine güvenin ise olumlu yönde müşteri memnuniyetini etkilediği (Vrhovac vd., 2024:1) başka araştırmaların sonuçlarında gözlenmektedir.

Teslimat hizmetlerine ilişkin müşteri memnuniyetini olumlu yönde etkileyen en güçlü belirleyici zamanında teslimat iken, güvenilirlik ve güvenlik, yanıt verebilirlik ve hizmetin fiziksel özellikleri de memnuniyet üzerinde etkilidir (Lai vd., 2021:24). Ayrıca gözetimsiz eve teslim edilen paketler (*unattended home delivery*) üzerine yapılan çalışmalarda; teslimat süresinin müşteri memnuniyetini etkilediğini ve sonrasında bu faktörün alternatifler içerisinde uygun teslimat kanalının seçimi ve gelecek satınalma davranışı (*sipariş sıklığı ve büyüklüğü*) üzerinde de belirleyici olduğunu göstermektedir (Olsson vd., 2022a:198). Kitle kaynaklı teslimat hizmetinde ise zamanında teslimat, fiyat ve güvenilirlik müşteri memnuniyetini etkilemektedir (Ta vd., 2023:358).

Son aşama teslimat hizmeti müşteri memnuniyeti üzerine yapılan çalışmaların sonuçları, müşterinin yeniden satınalma davranışını (Uvet vd., 2024:1303) ve başkalarına tavsiye etmelerini, yani müşteri sadakatini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Olsson vd., 2022a:198). Ayrıca, müşterinin e-ticaret üzerinden aldığı ürünlerin iadesi sürecindeki hizmet performansı da müşteri memnuniyetinin ve dolayısıyla hizmet deneyiminin bir parçasıdır (Vakulenko vd., 2019b:465).

Hizmet Kalitesi Performansı

Polonya’da SERVQUAL ile e-ticaret hizmet kalitesi üzerine yapılan bir çalışma sonucuna göre beklenti ve hizmet gerçekleştirme performansı arasındaki en büyük farkın güvenilirlik yani zamanında teslimat olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca müşterilerin hizmetten en büyük beklentileri de hizmetin bu boyutuyla ilgilidir (Gajewska vd., 2020:679). Öte yandan, yapılan başka bir çalışmaya göre; müşteriler erken ve akşamüstü saatlerinde (06:00-09:00) yapılan teslimatların hizmet kalitesini düşük olarak algılamaktadırlar. Paket teslimatları hakkında kendilerine iletilen bilgilendirmeler ise hizmet kalitesi algılarını artırmaktadır. Paket teslimatının söz verilen zamanda değil, yeniden

teslimat tarihi belirlenerek dağıtılması ciddi olumsuzluk yaratmaktadır. Ayrıca, kötü hizmet kalitesi müşterinin yeniden satın alınmasını ve sadakatini olumsuz yönde etkilemektedir (Aljohani, 2024:14-15).

Güven

Son aşama teslimat hizmetine dair güven kavramı altında en çok değinilen unsur zamanında teslimat (Ta vd., 2023:358; Vrhovac vd., 2024:1) olup, güvenin müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırdığı görülmektedir. Ayrıca, Güney Kore’de gerçekleştirilen bir araştırmaya göre, şirketlerin müşterileriyle yeşil iş birliği içerisinde olması (*teslimat dolapları gibi hizmetler sunması*); hem müşterilerin sürdürülebilir tüketici davranışını benimsemelerine hem de teslimat sağlayıcıya karşı güven duymalarına olumlu yönde yansımaktadır. Hizmetin maliyeti ise bu ilişkileri olumsuz etkilemektedir. Ayrıca güven, müşteri sadakatini yanı sıra sürdürülebilir tüketici davranışını da olumlu etkilenmektedir (Yang vd., 2023:1).

Değer Yaratımı ve Algılanan Değer

Müşteri davranışı ve katılımı hizmet değerini yaratmada kritik bir halka olarak görülmektedir. Vakulenko vd. (2018:422-424)’nin çalışma bulgularına göre; teslimat noktasına dair müşterilerin sıklıkla hizmet değeri olarak tanımladıkları unsurlar hizmetin fonksiyonel yönüyle ilgilidir. Teslimat noktasının evlerine veya işyerlerine yakınlığı veya güzergâhları üzerinde olması, teslimat ve iadeler için 7/24 hizmet verebilir olmaları bu başlık altında belirtilmiştir. Ayrıca geleneksel eve teslimat yöntemine göre kuyrukta bekleme süresini azaltması veya ortadan kaldırması, hızlı hizmet, kullanım kolaylığı ve kullanım için kimlik gösterme zorunluluğunun olmaması hizmete değer katan unsurlardır. Değerin duygusal boyunda ise hizmetin kullanımında rahatlık, hizmetin güvenli ve kontrol edilebilir oluşu dile getirilmiştir. Sosyal boyutun tanımı ise değişkendir; kimi müşteri için teslimat aşamasında insanın olmaması olumlu kimisi için bir eksiklik. Finansal değer ise ancak hizmetin alternatiflerine göre ucuz olması halinde olumlu yorumlanmaktadır.

Teslimat dolapları üzerine yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, teslimat yerinin özellikleri; uygunluk (*lokasyon, hizmeti kullanım zamanı, hizmeti verimli kullanmak için gerekli çaba*), mahremiyet güvenliği (*insan etkileşimi gerektirmemesi*), güvenilirlik (*kaybolma, hırsızlık*) müşterinin bu hizmeti kullanma niyetini etkilemektedir. Söz konusu ilişkiyi açıklamada ise algılanan değer rol oynamaktadır (Yuen vd., 2019:316-318).

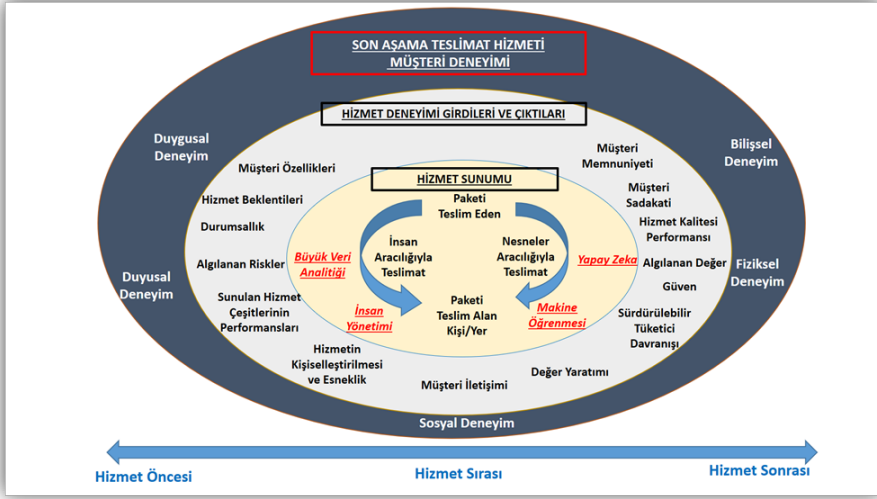
4) Hizmet Deneyimi Boyutları

Son aşama teslimat hizmetini bir deneyim demeti olarak ele alan çalışmalar sınırlıdır. Olsson vd., (2022a:190-197) gerçekleştirdikleri araştırmalarında, müşterinin evinin önüne kurulan ve market alışverişi teslimatının yapılabildiği

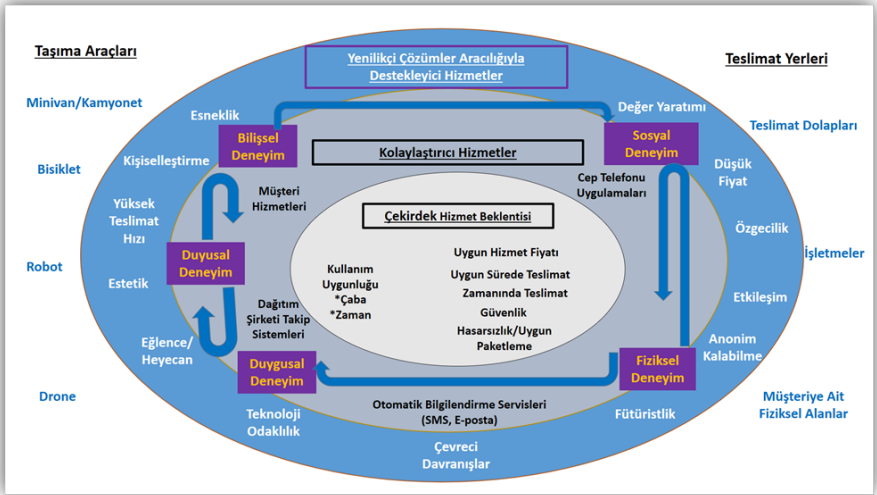
soğutuculu teslimat dolapları deneyimini Lemon ve Verhoef (2016)'in boyutlarını dikkate alarak değerlendirmişlerdir. Bulgulara göre; müşteriler bilişsel boyut altında, teslimat noktasının kullanım kolaylığını, harcanan çaba ve zaman tasarrufunu, güvenliğini oluşunu (*hırsız karşı korunaklı, gözlemlenebilir, kontrollü giriş*) ve yiyeceğin bozulmadan depolanabilmesini (*emniyetli oluşu*) dile getirmişlerdir. Duygusal boyut ile ilgili betimlemeler; teslimat yerine dair esneklik sağlamasından dolayı özgürlük hissi, modern bir teslimat yöntemi kullanıyor olmaktan ötürü memnuniyet ve fütüristik deneyimler, ayrıca özellikle teknik yönleri dolayısıyla alışılmadık yöntemlerle başa çıkmanın yarattığı karışık hislerdir. Müşteriler davranışsal boyuta dair; gelecekte bu hizmeti kullanma konusunda hizmetin fiyatı dolayısıyla çekimsizlik yaşadıklarını ancak başkalarına tavsiye etme konusunda olumlu eğiliminde olduklarını ifade etmişlerdir. Teslimat dolaplarının uygun boyutta ve modern tasarımda olması duysal boyuta dair deneyimleridir. Müşteriler, hizmeti kullanmak için fazla çaba harcamadıkları için fiziksel deneyimi sınırlı yaşamışlardır. Teslimat noktası evin önündedir dolayısıyla teslimat için rota seçimi veya zaman ayırmak söz konusu değildir. Mobil uygulama aracılığıyla dolap açılmakta ve paket teslim alınabilmektedir. Öte yandan teslimat dolaplardan yapıldığı için insan etkileşimi yoktur. Dolayısıyla sosyal boyut özelinde, kimisi bu durumu olumlu değerlendirmekle birlikte, insan etkileşiminin olmamasını bir eksiklik olarak nitelendiren ve dağıtımda insan unsurunun olması gerektiğini belirten müşteriler de vardır.

Hizmet deneyimi üzerine yürütülen diğer çalışmada ise; teslimat verimliliği, sipariş takibi, sorunsuz (*etkileşim yönüyle*) teslimat, görsel çekicilik, eğlenceli bekleyiş (*paketi beklerken yaşanan merak, neşe vb.*) ve uygunluk olmak üzere 6 boyut elde edilmiştir. Bu boyutlar aynı zamanda birbirleri üzerinde de etkiye sahiptir. Çalışma bulgularına göre; görsel çekicilik alışveriş deneyiminin tamamında etkilidir. Teslimat verimliliği ve eğlenceli bekleyiş arasında güçlü bir ilişki olup, her ikisi de müşteri memnuniyeti üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Vrhovac vd., 2023:13).

Araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak elde edilen temalar ve aralarındaki ilişki Şekil 1.'de gösterilmektedir. Ayrıca son aşama teslimat hizmetinden beklenen çekirdek ve kolaylaştırıcı hizmetler, yenilikçi hizmetler aracılığıyla sunulması beklenen destekleyici hizmetler, kısaca hizmetin genişletilmesi için takip edilmesi gereken hiyerarşik yapı Şekil 2.'de sentezlenmiştir.



Şekil 1: Son Aşama Teslimat Hizmeti Müşteri Deneyimi



Şekil 2: Yenilikçi Çözümler Aracılığıyla Hizmetin Genişletilmesi

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma son aşama teslimat hizmetine dair müşteri deneyimi üzerinde etkili olan unsurları ve söz konusu unsurlar arasındaki ilişkiyi bütünsel bir yaklaşım içerisinde ortaya koyan öncül bir çalışma olması bakımından ilgili yazına katkı sunmaktadır. Ayrıca son aşama teslimat çözümleri unsurlarının genişletilmiş hizmet sunumu içerisinde nasıl konumlandırılması gerektiği konusunda çıkarımlarda bulunması yönüyle de hem uygulayıcılara hem de alana yeni yaklaşımlar kazandırmayı hedeflemiştir.

Çalışma bulguları dikkate alındığında; öncelikle, son aşama teslimat hizmetlerinde kullanılan yenilikçi yöntemlerin, son yıllarda daha yaygın bir şekilde pazara sunulmasına rağmen, müşteri tarafından henüz yeterince benimsenmediği ve geleneksel eve teslimat hizmetlerinin ağırlıklı olarak tercih edildiği görülmektedir. Bu sonucu yaratan sebepleri; paket dağıtım hizmetleri pazarındaki rekabetin yoğunluğu ve müşteri beklentilerinin yüksek oluşuna dayalı olarak açıklamak olasıdır. Geleneksel dağıtım hizmetlerinin yaygınlığı karşısında özellikle teslimat noktası hizmetlerinin tek başına bir hizmet olarak sunumundan ziyade, geleneksel eve teslimat hizmetleriyle ulaştırılamayan paketlere alternatif bir çözüm noktası olması yani tamamlayıcı bir hizmet olarak konumlandırılması uygun stratejilerden biri olabilir (Vural ve Aktepe, 2021:10). Ayrıca iade deneyimi mutlaka deneyim katmanlarına dahil edilmeli ve müşteri hizmet deneyiminin sipariş öncesinden başlayarak hizmet sonrasını da kapsayan bir bütün olduğu dikkate alınmalıdır. Öte yandan, hedef kitlenin yaş, cinsiyet, ekonomik durum, eğitim düzeyi, yaşanan yer gibi özellikleri dikkate alınarak hizmet tasarımları yapılmalıdır. Örneğin belli bir yaş üstü için teknolojik çözümler veya zaten gözetimsiz teslimat yeri kendi evi olabilecek güvenli sitelerde yaşayan müşteriler için ayrıca teslimat noktası seçeneği sunmak doğru olmayabilir.

Yenilikçi hizmetlerin tek başına bir hizmet olarak sunulması halinde ise müşterilerin çekirdek hizmet beklentilerini karşıladıktan sonra, destekleyici hizmet unsurlarına odaklanmak suretiyle hizmet teklifinin genişletilerek sunulması doğru olacaktır (Öztürk, 2019). Destekleyici unsurlar hizmet deneyiminin bilişsel beklentilerini karşılamak suretiyle, geleneksel eve teslimat hizmetine göre asıl farkı duygusal, duygusal, fiziksel ve sosyal deneyim boyutlarında yaratmayı hedeflemelidir. Kişiselleştirme, özellikle rekabetin yüksek olduğu ve dolayısıyla alternatiflerden farklılaşma gerekliliğinin kaçınılmaz olduğu pazarlarda işletmelerin tercih etmesi gereken bir strateji olup, uzun dönemde müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırmaktadır (Arora vd., 2008:309). Müşteri deneyimi unsurları dikkate alındığında, müşterinin özellikle teslimat tarihlerinde esneklik beklentisi içerisinde olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin, İtalya, Polonya ve Ukrayna’da yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre; 7/24 hizmet verebilir olması, hizmetin fiyatı, uygun lokasyonda olması ve hizmet hızı sırasıyla teslimat noktası tercihinin en çok etkileyen faktörlerdir. Lokasyon seçimi konusunda; teslimat noktalarının eve yakın olması öncelikli olmak üzere, müşterinin iş yerine veya aktif kullanılan bir süpermarketin önüne yerleştirilmesi takip eden tercih seçenekleridir. (Kunyska vd., 2023:91). Kısaca yeni teknolojilerin öncelikli olarak bu esneklikleri ve kişiselleştirmeyi merkeze alması tercih edilebilirliğini artıracaktır. Ayrıca, müşterinin farklı durumlarda farklı teslimat kanallarını seçtiği dikkate alınmalı ve geniş bir çeşitlilik içerisinde teslimat şekilleri müşteriye sunulmalıdır. Örneğin, Trendyol firmasının

komşuma bırak, farklı zamanda veya farklı yere bırak uygulamalarının olması bu bağlamda olumludur ancak müşteri tarafından ne derece benimsendiğine dair araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Öte yandan, komşuma bırak uygulamasının bir süre sonra ücretli bir hizmete dönüşmesi-*komşuların bir teslimat noktası olması*-oldukça mümkündür.

Dronelar ve otonom araçların son aşama teslimatta kullanımına dair müşteri deneyimi yaygın değildir, hatta ilgili yazında bu konuda yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak müşterinin destekleyici hizmet beklentileri kapsamında yer alan, deneyimin bilişsel boyutu ile ilgili yüksek hızda teslimat, duygusal ve duyuşsal boyutu ile ilgili anonim kalabilme, eğlence/heyecan, estetik, fütürizm beklentileri ile hizmet farklılaştırılarak ve sınırlı dağıtım ağı ile pazara sunulması halinde yeniliğe açık müşteri segmenti tarafından kullanımı mümkün olabilir. Böyle bir hizmetin ücreti muhtemelen yüksek olacağı için, lüks bir hizmet olarak konumlandırılması, gelir düzeyi yüksek ve risk alabilir müşterileri hedeflemesi uygun olacaktır.

Ekolojik problemlerin son aşama teslimat hizmet beklentisinde müşteri gözünde gerçekten önemli olup olmadığı sorgulanmalıdır. Yeşil son aşama teslimat çözümleri her pazar bölümü için uygun olmayabilir. Sürdürülebilirlik konularında öncü ve yenilikçi çözümlerin yaygın olduğu ülkelerde yürütülen çalışmalarda bile, müşteriler kendi kaynaklarını daha fazla kullanmaları gerektiği durumda çevreci teslimat çözümlerini tercih etmemektedir (Patowary vd., 2023:881). Müşterilerin teslimat yeri seçimindeki tercihler hiyerarşisinin ne olduğu alanda yürütülecek çalışmalarla belirlenmelidir. Müşteriye dayatmacı bir çevrecilik seçeneği sunmak yerine, teşvik edici motivasyon unsurları ile yenilikçi hizmetleri teklif etmek daha doğru olacaktır. Örneğin Parker (2021, 79-80), esnaf teslimat noktasının algılanan değeri üzerinde yaptığı çalışmasında, fiyat promosyonlarının algılanan fayda üzerinde en büyük etkiyi yarattığını ve fakat müşteriye ancak uygun kampanyalarla sunulması halinde hizmetin algılanan değerini ve dolayısıyla tercih edilebilirliğini artıracakını belirtmiştir. Karlı ve Tanyaş'ın (2024) çalışma bulgularına göre katılımcıların teslimat noktasına karşı negatif bir bakış açısına sahip olduğu gözlenmektedir. Teslimat ücreti hem adrese teslimat için hem de teslimat noktasına teslimat için en önemli özelliklerden birisi olup, teslimat süresi ikinci dikkate alınan kriterdir. Dolayısıyla, müşterinin kendi kaynaklarını harcamasını gerektiren çözümlerde, fiyat avantajı veya daha hızlı teslimat avantajlarının yaratılması, beraberinde sürdürülebilirlik vurgusunun hizmet promosyonlarında kullanılması uygun yaklaşımlar olabilir. Hizmetler yaygınlaştıkça doğal olarak müşterinin kaynak harcaması azalacak ve algıladığı değer artacak, hizmeti kullanım alışkanlığı da zamanla gelişecektir.

Kitle kaynaklı teslimat şeklinin kullanımı, söz konusu kitlenin aynı zamanda müşteri olması durumu dikkate alındığında, yenilikçi çözümlerin

benimsenmesini artırabilir. Ancak hizmet karşılaşmalarında insan faktörü müşteri deneyiminin sosyal boyutunu etkileyen en önemli unsurdur. Dağıtım elemanının temsil ettiği şirketin imajını olumsuz yönde etkilemesi oldukça mümkündür. Marka imajının tutarlılığı, kurumsallaşma karşıtı farklı tutumlar hizmetlerin kendine has doğası gereği zaten var olan değişkenlik/ heterojenlik probleminin altını çizebilir. Dağıtım şirketlerinin kitlelerin gücünü kullanması olumlu bir yaklaşımdır, aynı zamanda sürdürülebilirliğin sosyal boyutuna katkı koymaktadır. Ancak bu konuda temel hizmet standartlarının oluşturulması ve kitle dağıtım elemanlarına aktarılması elzemdir.

Gelecek için sektördeki uzun vadeli trendler ve potansiyel dönüşümler incelendiğinde, otonom araçların yaygın kullanımının artacak olması beklentisi bir yana, perakende sektörünün müşteri beklentilerini karşılamada gittikçe rekabetçi olan farklı uygulamalarının da son aşama teslimat hizmetleri pazarını etkileyebileceği öngörülmektedir. Örneğin, müşterinin deneme içeren ürünleri sipariş ettiği ancak satın alınmadığı, 90 dakika içerisinde hızlı teslimat ile kendisine ulaştırılan, teslimat ile eş zamanda ürün performansını deneyimlediği ve sonrasında uygun olmayan ürünleri hemen iade edebildiği Boyner firmasının Boyner Now (BoynerNow, 2024) hizmeti yakın bir geçmişte pazara sunulmuştur. Söz konusu hizmetin başarısı beraberinde son aşama teslimat çözümlerinin de rekabetçi olmasını gerektirmektedir. Örneğin böyle bir hizmet sunumunun yenilikçi yöntemler eşliğinde insan teması olmadan robotlar ile sunulması ilginç olabilir. Başka bir gelişme, Malllogistics tarafından Easy Point (EasyPoint, 2024) hizmeti olarak pazara sunulmuştur. Müşterilerin alışveriş merkezlerinde (AVM) satın alımını yaptıkları paketleri taşımadan daha rahat ve böylece daha uzun süre dolaşmaları için geliştirilmiş bir hizmettir. Söz konusu şirket mağazalardan yapılan alışveriş sonrası paketlerin topluca eve teslimat hizmetini sunmaktadır. Son aşama teslimat çözümlerinin satın alım noktasından başlayarak ve müşterinin perakende alışveriş deneyimiyle entegre edilerek sunulması gene üzerine düşünülmesi değerli bir konu olabilir.

Bu çalışmanın en büyük kısıtı ikincil veriye dayalı ve belirli bir dönem aralığındaki WoS yayınlarını dikkate almış olması ve örneklem büyüklüğüdür. Gelecek çalışmalarda; son aşama teslimat hizmetlerinin çeşitleri özelinde hizmet deneyimi boyutları üzerine kalitatif ve büyük örneklemli kantitatif çalışmalar yürütülebilir. Yenilikçi yaklaşımların müşteri deneyimi ile ilgili unsurlarının sahada gözlenebilmesi için zamana ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, artırılmış gerçeklik, deneysel tasarımlar, pilot uygulamalar gibi çalışmaların yapılması bu aşamada yardımcı olabilecektir. Ancak bu gözlemlerin uzamsal olması yani belli bir süreye yayılması ve tabakalandırılmış örneklem üzerindeki etkilerinin gözlenmesi daha uygun olacaktır. Hizmetin yaygınlaşması sonrası diğer yaşam evrelerinde müşteri deneyimi üzerinde nasıl bir etki yarattığının

karşılaştırmalı bir şekilde analiz edilmesi, yeni sunulacağı pazarlar için etkili sonuçlar üretebilecektir. Ayrıca, müşterilerin demografik özelliklerinin (gelir, eğitim, yaş, cinsiyet, medeni durum, çalışma durumu vb.), yerleşim yerlerinin, yaşam mahallerinin ve ait oldukları kültürün hizmet deneyimleri üzerindeki etkisini dikkate alan çalışmalar da son derece faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Aljohani, K. (2024). The Role of Last-Mile Delivery Quality and Satisfaction in Online Retail Experience: An Empirical Analysis. *Sustainability*, 16(11), 4743.
- Asdecker, B. (2021). Building The E-Commerce Supply Chain Of The Future: What Influences Consumer Acceptance Of Alternative Places Of Delivery On The Last-Mile. *Logistics*, 5(4), 90.
- Başkale, H. (2016). Nitel Araştırmalarda Geçerlik, Güvenirlik Ve Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28.
- BoynerNow. (2024). Boyner Now ile Siparişlerin 90 Dakikada Kapında. <https://www.boyner.com.tr/mag/boyner-now-ile-siparislerin-90-dakikada-kapinda/>, (E.T.: 03.10.2024).
- Caruana, A. (2002). Service Loyalty: The Effects Of Service Quality And The Mediating Role Of Customer Satisfaction. *European Journal of Marketing*, 36(7/8), 811-828.
- Cronin, J. J., Brady, M. K. ve Hult, G. T. M. (2000). Assessing The Effects Of Quality, Value, And Customer Satisfaction On Consumer Behavioral Intentions In Service Environments. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 76, 193-218. doi: 10.1016/S0022-4359(00)00028-2.
- Cunningham, L. F., Gerlach, J. H., Harper, M. D. ve Young, C. E. (2005). Perceived Risk And The Consumer Buying Process: Internet Airline Reservations. *International Journal of Service Industry Management*, 16(4), 357-372. <https://doi.org/10.1108/09564230510614004>.
- EasyPoint. (2024). Kargon Seni Beklesin Sen Hayatı Yakala!. <https://www.linkedin.com/company/easy-point/posts/?feedView=all>, (E.T.: 10.10.2024).
- Gajewska, T., Zimon, D., Kaczor, G. ve Madzik, P. (2020). The impact of the level of customer satisfaction on the quality of e-commerce services. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(4), 666-684.
- Given, L.M. (2008). *The Sage Encyclopedia Of Qualitative Research Methods*, Sage Publications.
- Grönroos, C. ve Voima, P. (2013). Critical Service Logic: Making Sense Of Value Creation And Co-Creation. *Journal of The Academy of Marketing Science*, 41, 133-150.
- Hagen, T. ve Scheel-Kopeinig, S. (2021). Would Customers Be Willing To Use An Alternative (Chargeable) Delivery Concept For The Last Mile?. *Research in Transportation Business & Management*, 39, 100626.
- Holbrook, M. B. (2006). Consumption Experience, Customer Value, And Subjective Personal Introspection: An Illustrative Photographic Essay. *Journal of Business Research*, 59(6), 714-725.
- Hu, M., Huang, F., Hou, H., Chen, Y. ve Bulysheva, L. (2016). Customized Logistics Service And Online Shoppers' Satisfaction: An Empirical Study. *Internet Research*, 26(2), 484-497.
- Hsieh, H.-F. ve Shannon, S. E. (2005). Three Approaches To Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. doi: 10.1177/1049732305276687
- Jagoda, A., Kolakowski, T., Marcinkowski, J., Cheba, K. ve Hajdas, M. (2023). E-Customer Preferences On Sustainable Last Mile Deliveries In The E-Commerce Market: A Cross-Generational Perspective. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 18(3), 853-882.
- Karlı, H., & Tanyaş, M. (2024). Innovative Delivery Methods in the Last-Mile: Unveiling Consumer Preference. *Future Transportation*, 4(1), 152-173.
- Kim, D. J., Ferrin, D. L. ve Rao, H. R. (2009). Trust And Satisfaction, Two Stepping Stones For Successful Ecommerce Relationships: A Longitudinal Exploration. *Information Systems Research*, 20(2), 237-257. doi:10.1287/isre.1080.0188.
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis: An Introduction to its Methodology*, USA, Sage Publications, Inc.
- Kolasińska-Morawska, K., Sułkowski, Ł., Buła, P., Brzozowska, M. ve Morawski, P. (2022). Smart Logistics—Sustainable Technological Innovations In Customer Service At The Last-Mile Stage: The Polish Perspective. *Energies*, 15(17), 6395.
- Kunytska, O., Persia, L., Iwan, S., Datsenko, D., Kijewska, K. ve Gurrieri, A. (2023). Comparative Analysis Of The Parcel Lockers Market And Its Users In Italy, Poland, and Ukraine. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*.
- Lai, P. L., Jang, H., Fang, M. Ve Peng, K. (2022). Determinants Of Customer Satisfaction With Parcel Locker Services In Last-Mile Logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(1), 25-30.

- Larivière, B., Bowen, D., Andreassen, T. W., Kunz, W., Sirianni, N. J., Voss, C., ... ve De Keyser, A. (2017). "Service Encounter 2.0": An Investigation Into The Roles of Technology, Employees And Customers. *Journal of Business Research*, 79, 238-246.
- Lemon, K. N. ve Verhoef, P. C. (2016). Understanding Customer Experience Throughout The Customer Journey. *Journal of Marketing*, 80(6), 69-96.
- Li, F., Fan, Z. P., Cao, B. B. ve Li, X. (2020). Logistics Service Mode Selection For Last Mile Delivery: An Analysis Method Considering Customer Utility And Delivery Service Cost. *Sustainability*, 13(1), 284.
- Lusch, R. F. ve Vargo, S. L. (2006). Service-Dominant Logic: Reactions, Reflections And Refinements. *Marketing Theory*, 6(3), 281-288.
- Markowska, M. ve Marcinkowski, J. (2022). Rural E-Customers' Preferences For Last Mile Delivery: Evidence From Poland. *Energies*, 15(22), 8351.
- Markowska, M., Marcinkowski, J., Kiba-Janiak, M. ve Strahl, D. (2023). Rural E-Customers' Preferences For Last Mile Delivery And Products Purchased Via The Internet Before And After The COVID-19 Pandemic. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(1), 597-614.
- Marcysiak, A. (2021). Customer Service Quality Management on The Courier Services Market. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 9(1), 190.
- Meyer, C. ve Schwager, A. (2007). Understanding Customer Experience. *Harvard Business Review*, 85(2), 116.
- Mogire, E., Kilbourn, P. J. Ve Luke, R. (2023). Customer Satisfaction With Last-Mile Delivery in Kenya: An Online Customer Perspective. *Journal of Transport And Supply Chain Management*, 17, 844.
- Neuman, W. L. (2006). *Social Research Methods: Qualitative And Quantitative Approaches* (6 ed.). Boston, MA.: Allyn and Bacon.
- Oliver, R. L. (1980). A Cognitive Model of The Antecedents And Consequences Of Satisfaction Decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460-469.
- Oliver, R.L. (1999). Whence Consumer Loyalty? *Journal of Marketing, Fundamental Issues and Directions for Marketing*, 63, 33-44.
- Olsson, J., Hellström, D. ve Vakulenko, Y. (2022a). Customer Experience Dimensions İn Last-Mile Delivery: An Empirical Study On Unattended Home Delivery. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 53(2), 184-205.
- Olsson, J., Osman, M. C., Hellström, D. ve Vakulenko, Y. (2022b). Customer Expectations Of Unattended Grocery Delivery Services: Mapping Forms and Determinants. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 50(13), 1-16.
- Otter, C., Watzl, C., Schwarz, D. ve Priess, P. (2017). Towards Sustainable Logistics: Study of Alternative Delivery Facets. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(4), 460-476.
- Öztürk, A.S. (2019). *Hizmet Pazarlaması*. Ekin Yayınevi: Bursa
- Paker, N. (2021). Esnaf teslim noktası hizmetinin algılanan değeri üzerine öncü bir çalışma. *Pazarlama İlgörüsü Üzerine Çalışmalar*, 5(2), 71-82.
- Paker, N. ve Kızılırmak, B. (2023). Çevrim İçi Müşteri Yorumlarını Etkileyen Faktörler Üzerine Keşifsel Bir Çalışma: Trendyol Örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(4), 1393-1414.
- Patowary, M. M. I., Peulers, D., Richter, T., Melovic, A., Nilsson, D. ve Söilen, K. S. (2023). Improving Last-Mile Delivery for E-Commerce: The Case of Sweden. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 26(7), 872-893.
- Pine, B. J., & Joseph, B. (1998). Welcome to The Experience Economy. *Harvard Business Review*.
- Ramaswamy, V. (2011). It's About Human Experiences . . . and Beyond, To Co-Creation. *Industrial Marketing Management*, 40 (2), 195-196. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2010.06.030>
- Restuputri, D. P., Fridawati, A. ve Masudin, I. (2022). Customer Perception On Last-Mile Delivery Services Using Kansei Engineering And Conjoint Analysis: A Case Study Of Indonesian Logistics Providers. *Logistics*, 6(2), 29.
- Schmitt, B. (1999). Experiential Marketing. *Journal of Marketing Management*, 15(1-3), 53-67.

- Singh, R. ve Söderlund, M. (2022). There is No Place Like Home: Home Satisfaction And Customer Satisfaction in Online Grocery Retailing. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 32(4), 370-387.
- Sweeney, J. C., Soutar, G. N. ve Johnson, L. W. (1999). The Role Of Perceived Risk İn The Quality-Value Relationship: A Study in a Retail Environment. *Journal of Retailing*, 75, 77-105. doi: 10.1016/S0022-4359(99)80005-0.
- Ta, H., Esper, T. L., Rossiter Hofer, A. ve Sodero, A. (2023). Crowdsourced Delivery And Customer Assessments Of E-Logistics Service Quality: An Appraisal Theory Perspective. *Journal of Business Logistics*, 44(3), 345-368.
- Uvet, H., Dickens, J., Anderson, J., Glassburner, A. ve Boone, C. A. (2024). A Hybrid E-Logistics Service Quality Approach: Modeling The Evolution of B2C E-Commerce. *The International Journal of Logistics Management*, 35(4), 1303-1331.
- Vakulenko, Y., Hellström, D. ve Hjort, K. (2018). What's İn The Parcel Locker? Exploring Customer Value İn E-Commerce Last Mile Delivery. *Journal of Business Research*, 88, 421-427.
- Vakulenko, Y., Shams, P., Hellström, D. ve Hjort, K. (2019). Online Retail Experience And Customer Satisfaction: The Mediating Role Of Last Mile Delivery. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 29(3), 306-320.
- Vakulenko, Y., Shams, P., Hellström, D. ve Hjort, K. (2019b). Service Innovation in E-Commerce Last Mile Delivery: Mapping The E-Customer Journey. *Journal of Business Research*, 101, 461-468.
- Vrhovac, V., Vasić, S., Milisavljević, S., Dudić, B., Štarchoň, P. ve Žižakov, M. (2023). Measuring E-Commerce User Experience in the Last-Mile Delivery. *Mathematics*, 11 (6), 1482.
- Voorhees, C. M., Fombelle, P. W., Gregoire, Y., Bone, S., Gustafsson, A., Sousa, R. ve Walkowiak, T. (2017). Service Encounters, Experiences And The Customer Journey: Defining The Field And A Call To Expand Our Lens. *Journal of Business Research*, 79, 269-280.
- Vural, C.A. ve Aktepe, Ç. (2021). Why Do Some Sustainable Urban Logistics İnnovations Fail? The Case Of Collection And Delivery Points. *Research in Transportation Business Management*, 100690.
- Vrhovac, V., Dakić, D., Milisavljević, S., Ćelić, Đ., Stefanović, D. ve Janković, M. (2024). The Factors Influencing User Satisfaction in Last-Mile Delivery: *The Structural Equation Modeling Approach*. *Mathematics*, 12(12), 1857.
- Yang, H. J., Fang, M., Yao, J. ve Su, M. (2023). Green Cooperation İn Last-Mile Logistics And Consumer Loyalty: An Empirical Analysis of A Theoretical Framework. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 73, 103308.
- Yuen, K. F., Wang, X., Ma, F. ve Wong, Y. D. (2019). The Determinants Of Customers' İntention To Use Smart Lockers For Last-Mile Deliveries. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 49, 316-326.
- Yurt, O., Sorkun, M. F. ve Hsuan, J. (2023). Modularization of The Front-End Logistics Services İn E-Fulfillment. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 583-608.

YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN SON AŞAMA TESLİMATINDAKİ ROLÜ

Abdullah Oktay Dünder¹

GİRİŞ

Tarihsel olarak, son aşama teslimatı daha çok fiziksel güce dayalı bir süreçti. Ancak, e-ticaretin ortaya çıkmasıyla birlikte, teslimatların sayısı ve çeşitliliği artmış, aynı zamanda teslimat süreleri kısalmıştır. Bu durum, lojistik şirketlerinin daha karmaşık ve dinamik bir ortamda faaliyet göstermelerini zorunlu hale getirmiş ve lojistik şirketlerinin operasyonel süreçlerini daha iyi yönetebilecekleri ve verimliliklerini arttırabilecekleri yeni teknoloji ve yöntemler aramaya itmektedir. Son yıllarda bu teknoloji ve yöntemlerin önde gelenlerinden biri de yapay zekâdır.

Sanayi devrimi endüstrilerde işlerin insan ve makine etkileşimiyle birlikte gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Makineler yavaş yavaş insan kas gücünün yerini almış, üretim miktarları ve verimlilik arttırılmıştır. Yapay zekâ insan makine etkileşimini bir adım ileriye taşıyarak, makinelerin insan kas gücüne ilaveten insan zekâsı kazanmasını sağlayacak bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk olarak makinelerin insan gibi düşünebileceği fikri 1956 yılında Alan Turing tarafından ortaya atılsa da (Turing,1956) yapay zekâ ile ilgili atılım Endüstri 4.0 teknolojilerinin ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir.

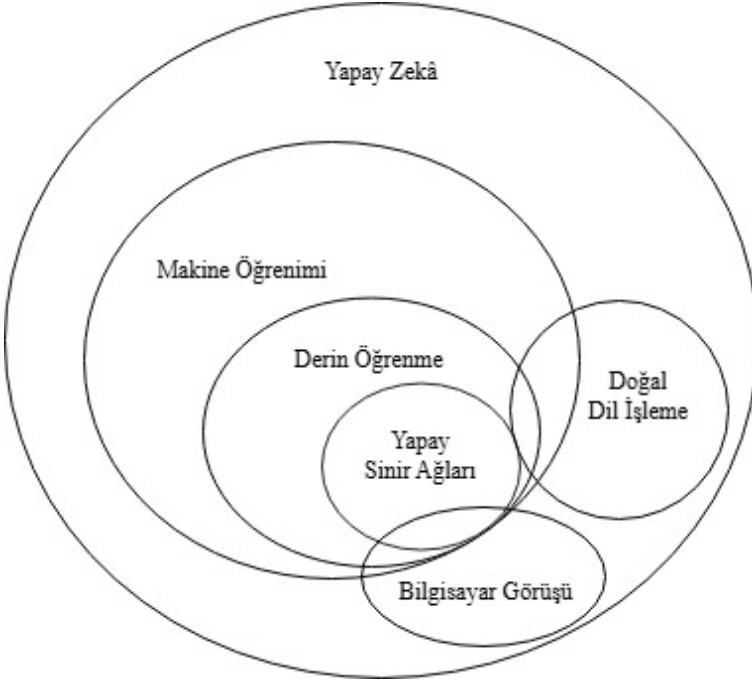
Yapay zekâ sağlık, finans ve üretim gibi birçok sektörde olduğu gibi lojistik sektöründe de köklü değişimlere yol açmaktadır. Yapay zekâ büyük veri setlerini analiz etme, karmaşık problemleri çözüme ve insan hatalarını en aza indirme yetenekleri sayesinde lojistik süreçlerini optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Özellikle son aşama teslimat gibi karmaşık ve dinamik ortamda gerçekleşen süreçlerde yapay zekâ destekli teknolojilerin kullanımı lojistik işletmelere önemli rekabet üstünlüğü sağlama potansiyeli içermektedir.

YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ, bilgisayarların insan benzeri bilişsel işlevleri taklit etme yeteneğini inceleyen bir disiplindir. Kökenleri, 1950'lerde bilgisayar bilimcilerin makinelerin düşünme kapasitesine dair felsefi sorgulamalarına dayanmaktadır. Genellikle insan zekâsının gerektirdiği görevleri otomatikleştirme amacıyla geliştirilen yapay zekâ, günümüzde makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay sinir ağları, doğal dil işleme ve bilgisayar görüşü gibi alt dallarıyla önemli

¹ Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, orcid.org/0000-0002-8508-165X , aodundar@erbakan.edu.tr

bir araştırma alanıdır. Bu alt dallar, bilgisayarlara veri üzerinden öğrenme ve karmaşık problemleri çözme yeteneği kazandırmayı hedefler. Ancak yapay zekâ, sadece insan zekâsının taklidinden ibaret değildir. Aynı zamanda, insanın ötesinde yeni bilgi ve beceriler üretme potansiyelini de barındırır.



Şekil 1: Yapay Zekâ ve Ana Bileşenleri (Kamran, 2021).

Yapay zekâ insanın yapabildiği her bilişsel faaliyetin daha verimli şekilde yapay sistemler tarafından nasıl yapılabileceğini araştıran bilim dalıdır (Say, 2018). Bir başka deyişle yapay zekâ, insan zihninin çalışma mekanizmalarını anlama ve bu mekanizmaları bilgisayar ortamında simüle etme çabasıdır. Çalışmalar sonucunda bilgisayarlara insan zekâsına benzer özellikler kazandırılmaktadır. Bu teknolojinin temel amacı, insanın fiziksel ve zihinsel yeteneklerini desteklemek ve yeni imkânlar sunmaktır.

2000'li yıllardan sonra teknolojideki baş döndürücü gelişmeler yapay zekâyâ bakış açısının değişmesine neden olmuştur. Teknolojik gelişmelerle birlikte yapay zekâ olaylarla ilgili bilgiyi toplayabilen, bu bilgiyi yorumlayabilen ve elde edilen sonuçlara göre aksiyon alabilen bütünleşik bir sistem haline gelmiştir (Grewal,2014). Dolayısıyla yapay zekâ artık sadece bir algoritma veya yazılım olmaktan öte aynı zamanda doğal dil işleme, görüntü tanıma, otonom araçlar ve robotik gibi birçok alanda pratik uygulamaları olan sistemler bütünü haline gelmiştir. Böylelikle makineler öğrenerek gelişebilmekte, kararlar alabilmekte ve hatta yaratıcı işler yapabilmektedir. Diğer taraftan yapılan çalışmalar

yapay zekânın aldığı kararların sonuçlarını işleyerek olası daha iyi kazançları öğrenebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Samoili vd., 2020).

Yapay zekâ, karmaşık modelleri analiz edebilme, davranışları algılayabilme ve fiziksel sistemleri doğru bir şekilde çalıştırabilme kapasitesine sahiptir. Ana hedef, doğru bir şekilde yapılandırılıp karmaşık sorunları belirlemek, sorunlarla ilgili kararlar almak ve alınan kararları uygulayarak sorunları çözmektir. Ancak yapay zekâ otomatikleştirilmiş görevler konusunda oldukça etkili olmasına rağmen hala hata yapabilmektedir. Bu sebeple denetleme işleri otomatikleştirilmiş görevler arasında yer alsada çıktılarının halen insanlar tarafından kontrol edilmesi gerekmektedir (Narvaez Rojas vd., 2021).

Yapay zekâ, otonom robotik sistemler de dâhil olmak üzere basit metin yazmadan karşılıklı konuşmaya kadar birçok faaliyeti metin işleme, ses işleme, görüntü işleme ve makine öğrenimi gibi teknolojileri kullanarak gerçekleştirir. Yapay zekâ nesnelere interneti, büyük veri ve bulut bilişim gibi endüstri 4.0 teknolojileri ile birleştirilerek verimli, esnek ve sürdürülebilir çözümler sunar. En temel avantajı ise insandan farklı olarak çok karmaşık ortamlardaki çok yönlü verileri bile çok kısa zaman dilimleri içinde analiz ederek kararlar alabilmesidir (Lee vd., 2018).

Literatürde yapay zekâ ile ilgili yapılan çalışmalar farklı uzmanlık ve işlevsellik düzeylerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında problem çözme, akıl yürütme ve öğrenme yetenekleri açısından yapay zekâ üç grupta incelenebilir. Bunlar; dar yapay zekâ, genel yapay zekâ ve süper yapay zekâdır (Russell ve Norvig, 2005).

Dar yapay zekâ, dar bir beceri kapasitesine sahip verilen sınırlı sayıda görevleri yapabilen yapay zekâ türüdür (Corea, 2019). Mevcut yapılan çalışmalarla elde edilebilen tek yapay zekâ türüdür. Dolayısıyla şu anda kullanılan tüm yapay zekâ uygulamaları dar yapay zekâ olarak adlandırılmaktadır. Dar yapay zekâ, sadece yapılış amacıyla ilişkili çalışır ve amacı dışındaki görevleri gerçekleştiremez. Örneğin çeviri yapan bir yapay zekâ programından sizin için rotalama yapmasını isteyemezsiniz. Dolayısıyla her dar yapay zekâ programının bir uzmanlık alanı vardır. Bu durum dar yapay zekânın uzmanlık alanı dışındaki görevleri gerçekleştiremediği anlamına gelmektedir. Bununla birlikte uzmanlık alanı ile ilgili konularda fiziksel ve bilişsel olarak yüksek performanslara ulaşılabilir. Mevcutta insanlar tarafından yapılan birçok rutin görev dar yapay zekâ tarafından yapılmaya başlanmıştır. Ancak dar yapay zekâ bu aşamada olsa bile halen insan zekâsını temsil etmekten çok uzaktadır (Russell ve Norvig, 2005).

Genel yapay zekâ, olayları ve çevresini bir insan kadar tanımlayıp anlayabilen, gerektiğinde insan gibi mantık yürüterek insan becerileri sergileyebilen yapay zekâ türüdür. Araştırmacılar yıllardır bu zekâ türüne ulaşmaya çalışsa da henüz

başarılabilmiş değildir. Ancak son yıllardaki çalışmalar çok önemli mesafeler kat etmiştir (Corea, 2019). Bununla birlikte beynin işleyiş mekanizmalarının henüz tam olarak çözülemeyişi ve insandan insana değişen akıl yürütme mekanizmalarının bilinmemesi genel yapay zekâya ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Bilgisayarlar verileri insanlardan daha hızlı işleyebilir ancak insan olaylar arasında ilişkiler kurarak soyut bir şekilde düşünebilir ve genel çözümler üretebilir. Hatta var olmayan düşünceleri ve yenilikleri üreterek icatlar yapabilir. Şu an için icat etmek halen insana özgü olarak görülmektedir. İnsan karar verirken algılarını, düşüncelerini, bilgilerini ve hatıralarını kullanarak karmaşık bir bilişsel yol izler (Russell ve Norvig, 2005). Günümüzde bilgisayarların bu karmaşık bilişsel yolu taklit etmesi mümkün görünmemektedir.

Yapay zekânın insan zekâsının bir modellemesi olduğu düşünüldüğünde zekânın işleyiş ve kapasite sınırlarının belirlenmesi önemlidir. Hali hazırda insan zekâsının tam kapasite ile kullanılıp kullanmadığı bile bilinmemektedir. Mevcutta kullanılan zekâ ölçme ve değerlendirme araçları insanların ortaya koyabildikleri becerilere odaklanmakta, zekânın sahip olabileceği kapasite sınırlarını belirlemede yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizlik süper yapay zekâ kavramını ortaya çıkarmıştır. Süper yapay zekâ genel yapay zekâya göre daha belirsiz bir kavramdır. Bazı araştırmacılar süper yapay zekâya ulaşıldığında insanlığın sonunun geleceğini düşünmekte bu karşın bazı araştırmacılar ise insanların çevreyi korumaya, hastalıkları azaltmaya, evreni ve kendini anlamaya odaklanacağını söylemektedir (Cellan-Jones, 2014; Hassabis, 2017).

YAPAY ZEKÂ UYGULAMA ALANLARI

Yapay zekânın en önemli avantajı çok kısa zaman dilimlerinde büyük miktardaki veriyi işleyip, analiz edip sonuçlar çıkararak kararlar alabilmesidir. Büyük veri kaynağı ise metin, görüntü ve ses olabilir. Dolayısıyla yapay zekâ doğal dil işleme, bilgisayarlı görüş, görüntü işleme ve ses işleme gibi alanlarda kullanılabilir (Nadimpalli, 2017).

Doğal Dil İşleme

Doğal dil işleme ile metinleri okuyarak anlayabilen, dil bilgisi kontrolü yapabilen, metinleri sınıflandırabilen ve hatta çeviri yapabilen uygulamalar geliştirilmektedir. Bu uygulamalar konuşma ve tercüme yapma becerilerine odaklanmaktadır. Diğer taraftan dil bilgisi hatalarının düzeltilmesi, zamansal ilişkilerin kurulması, özet çıkarımı ve chat botlar gibi soru-cevap uygulamaları da dil işlemenin kapsamındadır (Küçük ve Arıcı, 2018). Dolayısıyla doğal dil işleme bilgisayarlara insan gibi okuma ve konuşma becerileri kazandırarak dillerin makineler tarafından anlaşılmasını ve makine insan etkileşimini en üst düzeye çıkartacak uygulamalar sunmaktadır (Öztürk, 2021).

Doğal dil işleme uygulamaları dil yapısını ve kelime anlamlarını çözümlenebilmek için ses bilimi, biçim bilimi, söz dizimi ve anlam bilimini

kullanmaktadır (Adalı,2012). Bu çözümlenmeden sonra farklı görevleri yerine getirebilecek akıllı sistemler oluşturulur. Akıllı sistemler dil algılama, kavramsal ilişkilerin oluşturulması, etiketleme ve sınıflandırma gibi işlemleri gerçekleştirir. Burada amaç dil yapısını en temel küçük parçalara ayırarak parçalar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bu parçalar bir araya geldiğinde nasıl çalıştıklarını anlamaya çalışmaktır (Kabacan, 2021).

Doğal dil sürekli değişen ve gelişen dinamik bir yapıya sahip olduğu için anlayıp konuşabilmek zaman alıcı ve karmaşık bir süreci içerir. Bu karmaşıklığı gidermede doğal dil işleme uygulamalarının oldukça etkili olduğu görülmektedir. Son yıllarda chat bot uygulamalarının hızla yaygınlaşması insanların makinelerle iletişim etkileşimini arttırmıştır. Zaman içerisinde makinelerin insanların iletişim biçimini öğrenerek bu yeteneği taklit eder hale geleceği düşünülmektedir.

Bilgisayar Görüşü ve Görüntü İşleme

Bilgisayar görüşü literatürde bakış açısı olarak da nitelendirilmekte ve insanların görüş becerisiyle karşılaştırılmaktadır. Bilgisayar görüşü, insanların gözlerini kullanarak elde ettiği verilerin makineler aracılığı ile elde edilmesidir. Bu uygulama optik araçları kullanarak nesnelere algılamakta, tanımlamakta ve nesnelere ile ilgili çıkarımlarda bulunabilmektedir (Adalı, 2017). Bilgisayar görüşü, dijital görüntü ve videoları işleyerek çıkarımlarda bulunmaktadır. Böylelikle insanın sahip olduğu görme duyusunun özellikleri taklit edilerek otomatik hale getirilmeye çalışılmakta ve makineler tam olarak nerede olduğunu algılayabilmektedir (Aylak, vd., 2021).

Bilgisayar görüşünde verilerin işlenebilmesi için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birisi de görüntü işlemedir. Görüntü işleme dijital fotoğraf ve videoları filtreleme, aydınlatma, yumuşatma veya keskinleştirme uygulayarak görüntü kalitesini arttırmakta ve daha iyi hale getirmekte (Sevli, 2022) ve herhangi bir dijital görsel ya da videonun temel özelliklerini belirleyebilmektedir (Sucu ve Ataman, 2020). Bu işlemde dijital görsel veriler sayısal verilere dönüştürülmekte ve yapay zekâ algoritmaları kullanılarak anlamlandırılmaktadır. Böylelikle makineler görme fonksiyonu kazanmakta ve ortamda bulunan nesne veya insanları tanımlayabilmektedir (Sucu, 2019).

Bilgisayar görüşü ve görüntü işleme son yıllarda özellikle yüz tanıma, nesne algılama ve plaka tanıma gibi alanlarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Görüntüleri algılama, tanımlama ve sınıflandırma işlemlerinde eğitilen algoritmalar bir alışveriş merkezindeki insanların yürüyüşlerini ve yüz ifadelerini değerlendirerek satın alma davranışları hakkında çıkarımlarda bulunabilmektedir (Acar, 2020). Diğer taraftan depolarda çalışanların hareketleri incelenerek yorgunluk seviyeleri, uzun yol şoförünün yüz ifadeleri incelenerek

kaza yapma ihtimalleri belirlenebilir veya depolarda dronelardan alınacak görüntüler ile çok kısa bir zaman içerisinde envanter sayımı yapılabilmektedir.

Ses Tanıma

Ses tanıma insanların duyma sürecinin makinelerle aktarılmasını ifade eder. Bu süreçte sesler algılanmakta beyne aktarılmakta ve yorumlanarak anlamlandırılmaktadır. Makinelerin sesleri tanıyabilmesi için ses dalgalarının dijital verilere dönüştürülmesi ve frekansların oluşturulması gerekmektedir. Bu frekanslardaki sözcükler veya harfler tanımlanarak anlamlandırma gerçekleşmektedir. Amaç insanlar ve makinelerin konuşarak karşılıklı iletişimde bulunabilmesidir (Sucu ve Ataman, 2020).

Ses tanıma sistemleri ile insanlar makinelerle sesli komutlar vererek birçok işi kolay bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Google asistan ve Siri buna örnek gösterilebilir. Diğer taraftan yeni nesil araç sistemlerinde sesli komut uygulamaları da kullanılmaya başlanmıştır.

YAPAY ZEKÂ ALGORİTMALARI

Yapay zekâ, günümüzde birçok farklı algoritma kullanarak insan benzeri zekâ görevlerini gerçekleştirmeye çalışır. Bu algoritmalar, problemlerin karmaşıklığına ve çözümün istenen doğasına göre farklılık gösterir. Bu algoritmalara makine öğrenimi, derin öğrenme ve yapay sinir ağları örnek gösterilebilir.

Makine Öğrenimi

Makine öğrenimi, verilerdeki daha önce bilinmeyen kalıpları belirleyerek bu kalıplara uygun şekilde yeni veri tahmini ve karar süreçlerinde kullanılmaktadır (Murphy, 2012). Makine öğrenimi, veri yapısına göre veri işleme yöntemini öğrenerek potansiyel sonuçların belirlenebildiği bir sistemdir. Öğrenme, probleme özgü eğitim verilerinden makinelerin çıkarım yeteneğini ifade eder. Bu çıkarımlar sistemin analitik modeller oluşturmasını ve ilgili problemi otomatik bir şekilde çözmesini sağlamaktadır (Janiesch vd., 2021). Bununla beraber öğrenme süreci sonucunda daha önce bilinmeyen karmaşık örüntüler tespit edilerek kararların doğruluk derecesi artırılmaya çalışılmaktadır.

Makine öğreniminin amacı algoritmaların genelleme yeteneklerini kullanarak, veri setlerindeki var olan ama bilinmeyen ilişkileri ortaya çıkarmak, gelecekteki olayları tahmin etmek ve kararlarının doğruluk derecesini arttırmaktır. Bunun için büyük ve karmaşık veri setlerinin analiz edilmesi, modellenmesi ve anlamlandırılması gerekmektedir. Makine öğrenmesi bu işlemleri yapabilmek için sınıflandırma, kümeleme, regresyon ve pekiştirmeli öğrenme gibi pek çok teknik kullanır. Bu nedenle makine öğrenimi bilgisayar, matematik, istatistik ve veri bilimi gibi bilim alanlarını içeren multidisipliner bir yaklaşımdır (Akman vd., 2023).

Derin Öğrenme

Makine öğrenimi ham veriden anlamlı bilgi çıkaran bir yapay zekâ algoritmasıdır. Bu algoritma ile daha önce sadece insanların çözebileceği problemleri makineler çözmeyi öğrenebilmektedir. Ancak günümüz teknolojik gelişmeleri neticesinde ortaya çıkan büyük miktardaki veri makine öğrenimi algoritmasının yetersiz kalmasına ve derin öğrenme algoritmasının ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt dalı olan bir model ailesine odaklanan bir algoritmadır (Çentik, 2013). Derin öğrenme, makine öğrenimi gibi verilen bilgiyi kullanmak yerine hangi bilgiyi nasıl öğreneceğine kendisi karar vermektedir. Bu özelliği sayesinde bilinen diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar üretebilmektedir (Rumelhart, vd. 1986). Makine öğrenimi veri miktarının daha az olduğu problemlerde hızlı sonuçlar alabilmek için tercih edilirken derin öğrenme veri miktarının çok olduğu karmaşık problemlerin çözümünde tercih edilmektedir.

Derin öğrenme katmanlı hesaplama yöntemiyle daha karmaşık hale gelmekte ve makine öğreniminden ayrılmaktadır. Son katmandan elde edilen çıktılar, yeni başlangıç katmanı için girdi olarak kullanılmaktadır. Böylece sistem en doğru sonuca ulaşıncaya kadar katmanlı yapıyı tekrar etmektedir (Şeker vd., 2017). İlk katman dışında üretilen tüm katmanlar bir dizi yapay sinir hücresinden oluşmaktadır. Daha sonra yapay sinir hücreleri birleştirilerek yapay sinir ağı oluşturulmaktadır.

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları bilgiyi öğrenme, yeni bilgiler üretme, bilgileri çoğaltma ve yeni keşifler yapma gibi insan özelliklerinin bilgisayar sistemi tarafından taklit edilmesidir. Dolayısıyla yapay sinir ağları, çözümü zor olan problemler için insan karar alma mekanizmalarını bilgi işleme süreçlerine uyarlayan bir algoritmadır (Öztemel, 2006). Yapay sinir ağlarının amacı insan beynindeki sinir sistemini taklit ederek öğrenme, genelleme yapma, hatırlama ve keşfetme gibi insani özellikleri yardım almadan gerçekleştirebilmektir (Öztürk ve Şahin, 2018).

Yapay sinir ağlarında bilgi öğrenme süreci ile elde edilmekte ve bilgiler sinir hücrelerini birbirine bağlayan snaptik bağlar tarafından depolanmaktadır. Bu iki özellik yapay sinir ağının çalışma mekanizmasını insan beynine yaklaştırmaktadır (Haykin, 1998). Yapay sinir ağları eksik veri ile çalışabilen, hatalara karşı tolerans seviyeleri kullanan, belirsizlikler altında çalışabilen ve adaptasyon yeteneği gelişmiş bir algoritmadır (Keskenler ve Keskenler 2017).

SON AŞAMA TESLİMAT VE YAPAY ZEKÂ

Günümüz küresel rekabet ortamında tedarik zincirinin en son halkası olan son aşama teslimatta müşteri beklentilerini karşılamak en önemli öncelikler

arasında yer almaktadır. Birçok müşteri ürünle ilgili beklentilerinin yanında teslimat sürecinin düşük maliyetli, hızlı ve verimli olmasını beklemektedir. Bu beklentiler tedarik zincirinin daha karmaşık hale gelmesine ve teslimat süreçlerinin zorlaşmasına sebep olmaktadır (Pincay vd., 2020).

Son aşama teslimat işletmelere önemli rekabet üstünlüğü sağlama potansiyeline sahip olmakla birlikte, dinamik bir süreç olması sebebiyle tedarik zincirinin en zor halkası olarak görülmektedir. Trafikğin anlık durumu, değişen hava koşulları, beklenmedik olaylar, sürdürülebilirlik baskısı veya müşterinin teslimat anında teslimat noktasında olmaması teslimat sürecinin verimliliğini, maliyetleri ve müşteri memnuniyetini doğrudan etkileme potansiyeline sahiptir (Mangiaracina vd., 2019; Lim vd., 2018).

Son aşama teslimatta aynı anda birçok zorluk ve sorunla başa çıkmaya çalışan işletmeler yenilikler geliştirmenin yanından problemleri yeni yöntemlerle de çözmeye çalışmaktadır (Jucha, 2021). Yapay zekâ yöntemleri işletmeler tarafından kullanılan yeni yöntemler arasında öne çıkmaktadır. Lojistik işletmeleri genel olarak yapay zekâyı bir mal veya hizmeti nasıl, ne zaman ve nerede teslim edeceklerini bulmak, harcamaları gereken zamanı ve maliyetleri azaltmak için kullanmaktadır. Bu noktada yapay zekâ son aşama teslimatla ilgili en karmaşık veri setlerinin bile doğru bir şekilde analiz edilerek yönetilmesini ve olayları tahmin etmek için analitik yöntemler kullanarak veri modelleri üretilmesini sağlamaktadır (Telluru, 2019).

Yapay zekâ teslimat zamanlarının tahmin edilmesi, rotaların optimizasyonu, talep tahmini ve otonom teslimat gibi konularda son aşama teslimat çözümleri sunmaktadır.

Tahmini Teslimat Zamanları

Bir ürünün teslimatı için gereken gerçek süre genellikle önceden bilinmediğinden, belirtilen veya vaat edilen teslimat süresi talebin önemli bir belirleyicisidir. Müşteriler zaman içinde geçmiş deneyimlere dayanarak bir satıcının teslimatının zamanlaması hakkında bilgi edinirler ve sonuçta sipariş sırasında vaat edilen tahmini teslimat süresine göre satın alma kararları verirler (Oblander & Jerath, 2024). Yapay zekâ, tahmini teslimat zamanlarının belirlenmesinde geçmiş teslimat verileri, trafik durumu, hava koşulları, rota bilgileri, araç filosunun durumu gibi birçok farklı veri kaynağını bir araya getirerek geleneksel yöntemlere göre daha hassas ve doğru tahminler yapabilmektedir. Yapay zekâ, daha önceki günlerde gerçekleşen trafik yoğunluk saatlerini öğrenerek teslimat zamanlarında iyileştirmeler sağlamakta diğer taraftan gerçek zamanlı güncellemeler ile tahmini teslimat zamanlarını müşterilere bildirerek müşteri memnuniyetini arttırmaktadır.

De Araujo ve Etemad (2021), Kanada Posta Teşkilatı'nın Toronto'daki teslimat sürelerini tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmada 2017 yılına ait

veriler kullanılarak derin öğrenme algoritması ile teslim zamanlarını tahmin etmişlerdir. Çalışmada IOT verileri ve bulut tabanlı mimarisi ile akıllı şehir konseptine uygun hava durumu bilgilerini de değerlendiren model geliştirilmiştir. Ayrıca farklı özelliklerdeki hatalar derin öğrenme yöntemi ile iyileştirilerek tahmin doğruluk derecesi yükseltilmiştir. Araştırmacılar gelecekte tahmin sürecine teslimatın hangi şoför tarafından yapıldığı, şoförün teslimat geçmişi, teslim edilen paket sayılarının da ilave edilebileceğini, güncel trafik bilgileri ve potansiyel rota girdileri ile teslimat zamanının iyileştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Salari vd. (2022) çalışmalarında makine öğrenimi algoritması ile yeni siparişlerin teslimat süresini belirlemek için veri odaklı ve gerçek zamanlı tahminler yapabilen bir model geliştirmişlerdir. Model teslimat süresi ile zamanla değişen veriler arasındaki karmaşık ilişkiyi değerlendirmektedir. Model geç teslimat ve erken teslimatlarla ilgili farklı sınıflandırma maliyetlerini dikkate alarak teslimat sürelerini uygun maliyetli bir şekilde belirleyebilmektedir.

Rotalama Optimizasyonu

E-ticaret hacminin her geçen gün artması son aşama teslimatın gerçekleştiği şehirlerde yük trafiğinin artmasına ve sürdürülebilirlikle ilgili sorunların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Genellikle çakışan rotalara sahip teslimatlar için araçların yarattığı fazladan trafik tıkanıklığa, emisyonların artmasına ve yol güvenliğinin azalmasına sebep olmaktadır (Interreg Europe, 2020). Bununla beraber toplam taşıma maliyetlerinin %53'ü son aşama teslimattan kaynaklanmaktadır (Jucha, 2021). Tüm bu sebeplerle rota optimizasyonu son aşama teslimat açısından çok büyük önem taşımaktadır.

Rota optimizasyonunda farklı senaryolar ve kısıtlamalar nedeniyle çok çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Tek araç için gezgin satıcı problemi (Dündar vd., 2019), birden çok araç için araç rotalama problemi (Ekşioğlu vd., 2009), teslimat zamanları için zaman pencereli araç rotalama problemi (El-Sherbeny, 2010), değişken durumlar için dinamik araç rotalama problemi (Pillac vd., 2013), toplama ve teslimatların aynı rotada gerçekleştirilebilmesi için topla-dağıt araç rotalama problemi (Soleimani vd., 2018) örnek gösterilebilir. Rotalama optimizasyonu çok büyük veri seti içermekte olup çözümü zor olan problemlerdir. Yapay zekâ, deterministik geleneksel yöntemlere göre çok daha kısa zamanlarda verimli ve başarılı sonuçlar üretmektedir. Yapay zekâ trafik verileri, hava koşulları ve yol durumu gibi dinamik verileri gerçek zamanlı işleyerek araç kapasitesi ve teslimat zamanları verileriyle eşleştirir ve ilk seferde teslimat oranlarını artırır. Geçmiş verilerden öğrenerek hangi rotaların daha verimli olduğunu belirleyebilir. Müşterinin konum değiştirmesi veya teslimat zamanını değiştirmesi gibi değişen koşullara göre rotaları güncelleyerek sürecin verimli olmasını sağlayabilir.

James ve Gu (2019) çalışmalarında son aşama teslimatı yapan işletmeler için çevirim içi araç rotalama problemine derin öğrenme tabanlı bir optimizasyon modeli önermişlerdir. Model Almanya'nın Köln kentinin ulaşım ağı ve trafik verileri kullanılarak farklı senaryolar üzerinde denenmiştir. Önerilen modelin hem statik hem de dinamik lojistik sistemlerde geleneksel yöntemlerden daha kısa zamanda daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Xing ve Cai (2020) çalışmalarında fastfood sektöründe teslimat servisi için derin öğrenmeye dayalı bir algoritma modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen model geleneksel yöntemlerden tabu algoritması ile karşılaştırılmış ve teslimat süresi ve teslimat verimliliği açısından önerilen modelin daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir.

Talep Tahmini

Talep tahmini geçmiş yılların satış miktarları ve satışları etkileyen faktörlerin incelenerek gelecekteki olası talebin önceden belirlenmesidir. Bu açıdan bakıldığında tedarik zincirinin en zorlu aşamalarından biri olan son aşama teslimatın operasyonel verimliliğinin ve müşteri memnuniyetinin sağlanması açısından talep tahminleri kritik öneme sahiptir. Tahmin yöntemlerinden hiçbiri %100 doğrulukla tahminlerde bulunamaz, mutlaka bir hata payı vardır. Burada önemli olan %100'e en yakın tahminler yapabilmektir. Böylelikle araç, insan, para ve zaman gibi kaynaklar daha doğru ve verimli şekilde yönetilebilir.

Yapay zekâ geçmiş satış verileri, mevsimsel değişkenlikler, pazar bilgisi ve müşteri davranışları gibi talebi etkileyen birçok faktörü bir arada analiz ederek daha doğru talep tahminlerinde bulunabilir. Diğer taraftan büyük veri setleri içindeki eksik verileri tamamlayarak doğruluk derecelerini yükseltebilir. Zaman içinde verilerdeki değişimleri dinamik bir şekilde öğrenerek yeni durumlara adapte olur ve tahmin doğruluğunu her yeni seferde arttırabilir.

Paul ve Sarkar (2021) çalışmalarında operasyonel giderleri azaltmayı amaçlayan konum tabanlı talep tahmini için makine öğrenimi destekli yeni bir model geliştirmişlerdir. Model geçmiş satış, konuma özgü değişken ve ekonomik gösterge verilerini kullanarak bu veriler arasında karmaşık örüntüleri tespit etmeye çalışmaktadır. Geliştirilen model ARIMA ve SARIMA gibi geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Yazarlar makine öğreniminin son aşama teslimat talebini tahmin etmede çok önemli bir potansiyele sahip olduğunu ve son aşama teslimatta operasyonel giderlerin azaltılması ve verimliliğin artırılmasına önemli katkılar sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

Zinnenlauf vd. (2024) çalışmalarında talep tahminini belirsizlik altında taktiksel bir son aşama teslimat filo karması problemine entegre eden sıralı bir öğrenme ve optimizasyon problemi önermişlerdir. Çalışmada, orta vadeli bir gelecekteki müşteri talebini yüksek doğruluk derecesi ile tahmin edebilmek için makine öğrenimi algoritması kullanmışlardır. Tahmin sonuçlarını operasyonel

verimliliği arttırmak amacıyla optimum filo karmasını belirleme problemi ile entegre etmişlerdir. Geliştirilen model, Brezilya'nın Sao Paulo kentindeki bir e-ticaret işletmesinin verileri üzerinde denenmiş ve yüksek doğrulukta talep tahmini yaparak belirlenen filo karmasının ekonomik uygulanabilirliğini ortaya koymuştur. Çalışmada doğru talep tahminlerinin son aşama teslimatta kiralık araç filo büyüklüğünün ve araç tipinin belirlenmesi gibi operasyonel taktik kararlarda önemli maliyet tasarrufları sağladığı bildirilmiştir.

Otonom Teslimat

Son on yılda dünya genelinde e-ticaret satışları hızla artmıştır. 2024 yılında perakende e-ticaret satışlarının 4,1 trilyon doları aşacağı ve gelecek yıllarda da yeni rekorlar kıracağı beklenmektedir (Van Gelder, 2024). E-ticaretteki bu büyüme son aşama teslimattaki hacimleri hızla arttırmıştır. Lojistik işletmeleri mevcut kaynakları ve geleneksel yöntemlerle artan hacimleri karşılamakta önemli zorluklarla karşılaşmaktadır. Örneğin daha fazla teslimat aracı ve şoför ihtiyacı bunların başında gelmektedir. İnsanların şoför olarak çalışmak istememesi ve şoför bulunamaması bu zorluğu arttırmaktadır. Diğer taraftan pandemi döneminde yaşanan kısıtlamalar otonom teslimat konusunu daha da önemli hale getirmiştir.

Otonom teslimat, insan müdahalesi olmadan robotik sistemlerin verilen konum ve rota bilgisi ile teslimatları gerçekleştirmesidir. Otonom robotlar kaldırım teslimat robotları gibi kara aracı veya drone gibi hava aracı olabilir. Bu araçlar elektrikle çalıştığı için çevre dostudur. Sahip oldukları sensörlerden gelen veriler yapay zekâ tarafından işlenerek çevrelerini algırlar, trafik kurallarına uyarlar ve olası engellerden kaçınılırlar. Otonom teslimatın son aşama teslimattaki zorlulukların üstesinden gelebileceğine ve devrim yaratarak teslimatların %100'e yakınına gerçekleştirebileceğine inanılmaktadır (Joers vd., 2016).

Lemardelé vd., (2021) çalışmalarında, dronelerin ve teslimat robotlarının son aşama teslimattaki yeteneklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma uygulaması yoğun bir bölge olan Barselona merkezi ile daha az yoğun olan Paris banliyölerinde gerçekleştirilmiştir. Tek paket taşıma kapasiteleri ile dronelar daha az yoğun bölgelerde düşük operasyon maliyetleri, birden çok paket taşıma kapasiteleri ile teslimat robotları daha yoğun bölgelerde düşük operasyon maliyetleri ile teslimatları gerçekleştirmiştir.

Jennings ve Figliozzi (2019) çalışmalarında, yaya boyutlarındaki kaldırım teslimat robotlarının ABD'deki yasal düzenlemelerden nasıl etkilendiğini inceleyerek, farklı senaryolar üzerinde özel bir teslimat kamyonu ile kombine ettikleri kaldırım teslimat robotlarının teslimat performanslarını incelemişlerdir. Önerilen yöntemin bazı senaryolarda insan kullanılan geleneksel yöntemlere göre önemli maliyet ve zaman tasarrufu sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Son aşama teslimat, tüm tedarik zinciri sürecinin küçük bir parçası ve son halkası olarak düşünülse de taşıma maliyetlerinin ve müşteri memnuniyetinin önemli bir kaynağıdır. Son aşama teslimatta operasyonlar kentin karmaşık ortamında gerçekleştirilmekte, yasal kısıtlamalara maruz kalınmakta ve yüksek müşteri beklentileri gibi faktörler süreci daha da zorlu hale getirmektedir. Son yıllarda işletmeler bu zorluklarla mücadele edebilmek ve sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde edebilmek için yapay teknolojilerinden yararlanarak stratejiler geliştirmektedir. Bu noktada hem teslimat şirketlerinin hem de bilişim ve yapay zekâ destekli şirketlerin yoğun çalışmaları bulunmakta ve sektörde yeni startupların faaliyetleri hızla artmaktadır.

IBM tarafından geliştirilen watsonx platformu, karmaşık veri setlerinde insanların tespit edemeyeceği kalıpları üretken yapay zekâ ve makine öğrenimi yöntemiyle tespit ederek talep tahminlerinin iyileştirilmesini ve dağıtım operasyonlarında kullanılan kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır (DHL, 2024). Walmart 2014 yılında çalışanlarını veri bilimi ve makine öğrenimi ile uğraşan kişileri bir araya getiren kaggle platformu aracılığıyla seçmek için bir yarışma düzenlemiştir. Walmart 2010-2012 yıllarına ait satış verilerini bu platformda açarak yarışmacıların 2012-2013 yıllarına ait talebi tahmin etmelerini istemiştir. Araştırmacılar Walmart'ın satış verilerini yapay zeka kullanarak tahmin etmeye çalışmaktadır (Chawla vd., 2019; Neba vd., 2024).

Amazon son aşama teslimatta 2025 yılına kadar Görüntü Destekli Paket Alma (Vision-Assisted Package Retrieval – VAPR) özelliğine sahip elektrikli araçları devreye almayı planlamaktadır. Teslimat sürücülerini genelde araçta doğru paketi almak için belirli bir zaman harcamaktadır. Araç bir teslimat noktasına geldiğinde VAPR otomatik olarak o lokasyondaki müşteriye ait tüm paketleri yeşil “O” ile diğer paketleri kırmızı “X” ile işaretlemektedir. Sistem sesli ve görsel uyarılarla sürücünün doğru paketi bulmasını garanti etmektedir. Yapay zekâ destekli VAPR sistemi sürücünün doğru paketi bulmak için harcayacağı zamanı önemli miktarda azaltarak teslimat zamanlarını iyileştirmektedir (Levine, 2024).

UPS tarafından kurulan UPS Flight Forward Inc. ABD’de drone hava yolu işletmek için lisans alan ilk şirket olmuştur. UPS drone ile teslimat ağını genişleterek hastanelere ilaç teslimatının yanında sağlık sektörü dışındaki müşterilerine de paket teslimatı hizmeti konusunda çalışmaktadır (Aviation Turkey, 2019) UPS son aşama teslimatta kullanmak üzere kendi tesislerine operasyon yapacak 150 adet elektrikli dikey kalkış ve iniş (eVTOL) uçağı alacağını duyurmuştur (Moradi vd., 2024). DHL, son aşama teslimat için 2013 yılından buyana Parcelcopter ismini verdiği bir proje yürütmektedir. Parcelcopter, Tan-

zanya'nın dağlık ve yeterli ulaşım altyapısına sahip olmayan Ukerewe adasına tıbbi malzeme ve kan teslimatında kullanılmaktadır. Parcelcopter tamamen otonom şekilde zorlu hava koşullarında hizmet verebilmektedir (DHL 2019). Amazon hafif sağanak yağışlı havalarda uçabilen ve 2,2 kg'a kadar yükleri teslim edebilen yeni Prime Air drone'nu tanıtmıştır. Amazone bu yeni droneleri 2024 yılı sonuna kadar ABD'de hâlihazırda kullanılan dronelerin yerine geçirmeye hazırlanmaktadır. Diğer taraftan İngiltere ve İtalya'da dronelerle teslimat için yeni lokasyonlar üzerinde çalışmaktadır. Yeni drone, insanlar, evcil hayvanlar ve diğer engelleri algılayarak küçük bahçelere ve yoğun nüfuslu bölgelere güvenli teslimat yapabilmektedir (Amazon, 2023). Wing, 2018 yılında Google'ın yan kuruluşu Alphabet'in bir parçası olarak faaliyet göstermeye başlamıştır. ABD, Avrupa ve Avustralya'da ilaç, kitap ve gıda içeren 350.000'den fazla paketi müşterilerine teslim etmiştir. Teslimat sırasında müşteriler, gerçek zamanlı olarak Wing dronelerini takip edebilmektedir. Aynı zamanda elektrikle çalıştığı için sıfır emisyonu neden olmaktadır. Wing'in gerçekleştirdiği en hızlı teslimat süresi 2 dk. 47 sn.'dir (Wing,2024).

Alibaba'nın lojistik kolunu oluşturan Cainiao tarafından geliştirilen otonom teslimat robotları karada 4. Seviye otonom sürüş özelliklerine sahiptir. Cainiao'nun teslimat robotları işçilik maliyetlerinde %20-%30 oranında tasarruflar sağlamış ve bir teslimat maliyetini 0,1 Çin Yuanı'na kadar düşürmüştür (Cainiao,2024a). Cainiao son aşama teslimatta otonom robotlarla bir rekor kırarak Mart 2023'e kadar 29 milyondan fazla paketi teslim etmiştir (DHL, 2024). FedEx, SameDay Bot isimli teslimat robotunu ilk kez Jimmy Fallon'ın sunduğu The Tonight Show'da tanıtmıştır (Fedex,2019). Fedex, Sameday Botun kaldırımına çıkabildiğini, çukurların üzerinden geçebildiğini ve merdivenlere tırmanabildiğini bildirmiştir (Pehlivan, 2019). Amazon ise son aşama teslimatta Scout isimli robotunu 2019 yılında Washington'daki Snohomish County'de denemeye başlamıştır. Scout Amazon tarafından geliştirilmiş, küçük bir soğutucu boyutunda ve kaldırımlarda insan yürüme hızında ilerleyebilmektedir (Scott, 2019). Başarılı örnekler arasında Starship Technologies tarafından geliştirilen otonom teslimat robotları yer almaktadır. Şirket 2017 yılından Ocak 2024'e kadar 6 milyondan fazla otonom teslimat gerçekleştirmiştir (DHL, 2024). Robotlar market ürünleri, sıcak yiyecekler ve diğer paketleri teslim edebilmektedir. Robot 3 büyük paketi aynı anda taşıma kapasitesine sahip ve 1,78 m/s hızla yani hızlı bir yaya yürüyüşü hızında hareket edebilmektedir. Robotlar yollarda çalınma riskine karşı beklenmeyen hareket durumlarında caydırıcı şekilde yüksek sesle alarm çalmaktadır (Starship, 2024a). Bununla birlikte Starship otonom teslimat verimliliğini arttırmak için Mercedes Benz ile ortaklık kurarak Robovan projesini yürütmektedir. Projede Mercedes Benz Sprinter minibüsleri sekiz teslimat robotunu taşıyacak şekilde yeniden dizayn edilmiştir. Robovanlar teslimat yoğunluğuna ve talebe göre

belirlenen lokasyonlarda Starhip teslimat robotlarını bırakmakta teslimat sonrası tekrar almaktadır. Minibüsleri ve teslimat robotlarını entegre eden Robovan projesi her 9 saatlik vardiyada 400 adet paketin teslim edilmesini sağlamaktadır. Sadece teslimat robotları ile yapılan teslimata göre verimlilik %120 artırılmıştır (Starship, 2024b).

Diğer taraftan son aşama teslimatta dronelerin ve teslimat robotlarının üstün yönlerini birleştirmek için çalışmalar hızla sürmektedir. Otomobil devi Ford bir kamyonet içinden droneun kalkış ve inişi üzerine yaptığı çalışmaları patentlemeye çalışmaktadır. Geliştirilen sistem drone-kamyonet entegrasyonu sağlamaktadır. Drone iniş gerçekleştirdikten sonra kamyonette konumlandırılmaktadır. Sistem yolcuların ve paketlerin sınıflandırılması ve konumlarını belirlemek için yapay zekâ ve makine öğrenimi yöntemlerini kullanmaktadır (Rubio-Licht, 2024). Ford drone-kamyonet entegrasyonu için Drone Delivery Canada şirketi ile işbirliği yapmaktadır (Plaza, 2024).

Cainiao, kampüsler ve köylerde üçüncü taraflarca işletilen paket toplama istasyonlarını ve teslimat dolaplarını otonom teslimat robotları ile entegre etmektedir. İstasyonlardan tüketicilerin kapılarına kadar teslimatları gerçekleştirmek için 800'den fazla teslimat robotu kullanmaktadır. Cainiao'nun sistemi Fudan Üniversitesi, Sichuan Üniversitesi, Schanghai Jiao Tong Üniversitesi ve Tianjin Normal Üniversitesinde 72.000'den fazla öğretmen ve öğrenciye hizmet vermektedir (Cainiao,2024b).

2022 yılında Amerika'da teslim edilen paketlerin %79'u çalınmıştır. UPS bu paket hırsızlığı ile mücadele etmek ve son aşama teslimatın güvenliğini sağlamak için yapay zekâ destekli UPS Delivery Defense sistemini geliştirmiştir. Sistem konum, kayıp sıklığı, iade hacmi ve teslimat girişimleri ile ilgili verileri yapay zekâ ile işleyerek güvenlik risklerini analiz etmektedir (UPS, 2024a). Böylelikle teslimat bölgeleri için risk düzeylerini gösteren bir adres güven puanlaması oluşturulmaktadır (UPS,2024b).

Bir UPS şirketi olan Roadie, son aşama teslimatta kitle kaynaklı çözümler sunmaktadır. 200.000'den fazla bağımsız sürücü ile Amerika'nın %97'sine teslimat imkânı sunmaktadır. Rodaie paketin kaynağı ve teslimat noktası ile kitle sürücülerin özellikleri gibi birçok veriyi işleyerek paket ve sürücü eşleştirmesi yapmakta ve en uygun rotada en hızlı teslimat seçeneklerini belirlemektedir. Roadie, lojistik profesyoneli olmayan insanların sahip olduğu lojistik kapasiteyi son aşama teslimatta kullanarak daha verimli, daha az maliyetli ve daha sürdürülebilir teslimat hizmeti üretebilmektedir (Roadie,2024). Fransız menşeli Stuart ise restoran, market ve perakende sektörü için kitle kaynaklı son aşama teslimat hizmeti vermektedir. Stuart Fransa, İngiltere, Polonya ve İtalya'da paket sahipleri ile kitle sürücülerini birbirine bağlamaktadır. Stuart geliştirdiği API teknolojisi ile topladığı verileri rota optimizasyonu ve en uygun

paket sürücü eşleştirmelerinde kullanmaktadır (Stuart, 2024).

Yapay zekâ gerektirdiği pahalı donanım ve yoğun bilgi birikimi ile birçok işletme için yatırım yapılması zor bir alan olarak görülmektedir. Bu sebeple son yıllarda az kodlu veya kodsuz (Low code- No code) platformlar hızla yayılmaktadır. Kapsamlı kodlama bilgisi gerekmeden yapay zekâ destekli uygulama geliştirilebilecek platformlardan birisi de Mendix'tir (Hermans ve Mileff, 2023). Tıbbi malzeme ve ilaç tedarik şirketi AntTail Mendix kullanarak ilaç teslimatı için bir yazılım geliştirmiştir. Uygulamada bazı sensörler eczaneden hastaya gittiği için son aşama teslimat rolü atanmaktadır. Bu sensörler ilacın saklandığı sıcaklığın yanı sıra uyumu da izleyerek hastanın ilacı aldığından emin olmaktadır. Hasta paketi açıldığında sensör tetiklenmekte ve sistem hastanın ilacı aldığından emin olmaktadır. Mobil çözüm sayesinde hastalar, eczacılar ve lojistik müşterileri uygulamanın verilerine her yerden ve her zaman erişebilmekte, analiz edebilmekte ve yorumlayabilmektedir (Mendix, 2024).

Yukarıda anlatılan yapay zekâ destekli uygulama örneklerine ek olarak son aşama teslimatta potansiyel olarak keşfedilebilecek alanlar hala mevcuttur. Bu alanlardan bir tanesi teslimatların kişiselleştirilmesidir. Müşterilerin teslimat zamanı ve paket seçimi gibi verileri yapay zekâ ile analiz edilerek her müşterinin ihtiyaç ve tercihlerine göre teslimatlar gerçekleştirilebilir. Örneğin geri dönüştürülmüş paket tercih eden müşteriler için elektrikli araçlar veya teslimat bisikletleri ile daha çevreci teslimat seçenekleri önerilebilir ve katma değerli hizmetlerden elde edilen getiri artırılabilir (DHL, 2024).

Yapay zekâ üstün veri işleme ve analiz yetenekleri ile son aşama teslimat şirketlerine önemli fırsatlar sunmaktadır. Ancak özellikle otonom teslimat gibi alanlarda hukuki ve kanuni düzenlemelerin yapılması ve müşterilerin bu teknolojileri kabulü noktasında atılması gereken adımların olduğunu kabul etmek gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, O. (2020). Yapay zeka fırsat mı, yoksa tehdit mi?, İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Adalı, E. (2012). Doğal dil işleme. Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 5(2).
- Adalı, E. (2017). Yapay zeka. İTÜ Vakfı Dergisi, 75, 8-13.
- Akman, G., Yorur, B., Boyacı, A. I., ve Chiu, M. C. (2023). Assessing innovation capabilities of manufacturing companies by combination of unsupervised and supervised machine learning approaches. *Applied Soft Computing*, 147, 110735.
- Amazon (2023). 11 photos of Amazon's new Prime Air drone that can fly in light rain and deliver packages up to five pounds in under an hour. <https://www.aboutamazon.co.uk/news/operations/photos-of-amazons-new-prime-air-drone> E.T: (04.11.2024)
- Aviation Turkey (2019) UPS Flight Forward, Drone Hava Yolu için FAA'dan Tam Onay Alan İlk Şirket Oldu. <https://www.aviationturkey.com/en/content/ups-flight-forward-drone-hava-yolu-icin-faa-dan-tam-onay-ilan-ilk-sirket-oldu-152> E.T: (04.11.2024)
- Aylak, BL., Oral, O., ve Yazıcı, K. (2021). Yapay Zeka ve Makine öğrenimi Tekniklerinin Lojistik Sektöründe Kullanımı, *Ei-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8 (1), 74-93.
- Cainiao, (2024a) Cainiao logistics unmanned vehicle <https://www.cainiao.com/en/technology-unmanned-vehicles.html?spm=a2d524.28498183.0.0.50b15fc1EWiRw> E.T: (05.11.2024)
- Cainiao, (2024b) Cainiao post <https://www.cainiao.com/en/technology-cainiao-post.html?spm=a2d524.28498183.0.0.50b15fc1fvBpua&from=subHeaderClick> E.T: (05.11.2024)
- Cellan-Jones, R. (2014). Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind. *BBC news*, 2(10), 2014.
- Chawla, A., Singh, A., Lamba, A., Gangwani, N., ve Soni, U. (2019). Demand forecasting using artificial neural networks—a case study of American retail corporation. In *Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering: SIGMA 2018, Volume 2* (pp. 79-89). Springer Singapore.
- Corea, F. (2019). *An Introduction to Data*. Springer International Publishing.
- Çentik, G.,(2013) Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Polisomnografik Verilere Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi.
- de Araujo, A. C., ve Etemad, A. (2021). End-to-end prediction of parcel delivery time with deep learning for smart-city applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(23), 17043-17056.
- DHL (2019) Saving lives, one drone delivery at a time. <https://lot.dhl.com/saving-lives-one-drone-delivery-at-a-time/> E.T: (04.11.2024)
- DHL (2024) Logistics Trend Radar 7,0. <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/csi/documents/pdf/glo-csi-logistics-trend-radar-7-0.pdf> E.T: (04.11.2024)
- Dündar, A. O., Şahman, M. A., Tekin, M., ve Kiran, M. S. (2019). A comparative application regarding the effects of traveling salesman problem on logistics costs. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*. 7(4), 207–215
- Eksioglu, B., Vural, A. V., ve Reisman, A. (2009). The vehicle routing problem: A taxonomic review. *Computers & Industrial Engineering*, 57(4), 1472-1483.
- El-Sherbeny, N. A. (2010). Vehicle routing with time windows: An overview of exact, heuristic and metaheuristic methods. *Journal of King Saud University-Science*, 22(3), 123-131.
- Fedex (2019) Delivering the Future: FedEx Unveils Autonomous Delivery Robot <https://newsroom.fedex.com/newsroom/united-states/thefuturefedex> E.T: (05.11.2024)
- Grewal D. S., (2014), A critical conceptual analysis of definitions of artificial intelligence as applicable to computer engineering, *IOSR Journal of Computer Engineering*, 16(2), 9–13.
- Hassabis, D. (2017). Artificial intelligence: chess match of the century. *Nature*, 544(7651), 413-414.
- Haykin, S. (1998). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall PTR.
- Hermans, M. P., ve Mileff, P. (2023). Short introduction to Mendix. *Production Systems and Information Engineering*, 11(3), 64-84.)
- Interreg Europe (2020) Sustainable Urban Logistics: A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-Carbon Economy. http://www.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/plp_uploads/policy_briefs/Sustainable_urban_logistics.pdf (E.T.: 29.10.2024).

- James, J. Q., Yu, W., ve Gu, J. (2019). Online vehicle routing with neural combinatorial optimization and deep reinforcement learning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(10), 3806-3817.
- Janiesch, C., Zschech, P., ve Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685-695.
- Jennings, D., ve Figliozzi, M. (2019). A study of sidewalk autonomous delivery robots and their potential impacts on freight efficiency and travel. *Transportation Research Record*, 2673(6), 317-326.
- Joerss, M., Neuhaus, F., ve Schröder, J. (2016). How customer demands are reshaping last-mile delivery. *The McKinsey Quarterly*, 17, 1-5.
- Jucha, P. (2021). Use of artificial intelligence in last mile delivery. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 92, p. 04011). EDP Sciences.
- Kamran, H. (2021). Pazarlamada Yapay Zeka'nın Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi.
- Keskenler, M. F., ve Keskenler, E. F. (2017). Geçmişten günümüze yapay sinir ağları ve tarihçesi. *Takvim-i Vekayi*, 5(2), 8-18.
- Küçük, D., ve Arıcı, N. (2018). Doğal Dil İşlemede Derin Öğrenme Uygulamaları Üzerine Bir Literatür Çalışması. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 2(2), 76-86.
- Lee, J., Davari, H., Singh, J., ve Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 18, 20-23.
- Lemardelé, C., Estrada, M., Pagès, L., ve Bachofner, M. (2021). Potentialities of drones and ground autonomous delivery devices for last-mile logistics. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 149, 102325.
- Levine, I. (2024) New AI tech in Amazon vans spotlights packages to save drivers effort and time <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/amazon-vapr-delivery-van-packages> E.T: (05.11.2024)
- Lim, S. F. W., Jin, X., ve Srari, J. S. (2018). Consumer-driven e-commerce: A literature review, design framework, and research agenda on last-mile logistics models. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 308-332.
- Mangiaracina, R., Perego, A., Seghezzi, A., ve Tumino, A. (2019). Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(9), 901-920.
- Mendix (2024). AntTail tackles last mile medication delivery with a smart app. <https://www.mendix.com/customer-stories/anttail-tackles-last-mile-medication-delivery-smart-app/> E.T: (06.11.2024)
- Moradi, N., Wang, C., ve Mafakheri, F. (2024). Urban Air Mobility for Last-Mile Transportation: A Review. *Vehicles*, 6(3), 1383-1414.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: a probabilistic perspective*. MIT press.
- Nadimpalli, M. (2017). Artificial intelligence—consumers and industry impact. *International Journal of Economics & Management Sciences*, 6(03), 4-6.
- Narvaez Rojas, C., Alomia Peñafiel, G. A., Loaiza Buitrago, D. F., ve Tavera Romero, C. A. (2021). Society 5.0: A Japanese concept for a superintelligent society. *Sustainability*, 13(12), 6567.
- Neba, C., Gerard, S. F., Nsuh, G., Amouda, P., Neba, A., Webnda, F., ... ve Sylla, N. A. (2024). Advancing Retail Predictions: Integrating Diverse Machine Learning Models for Accurate Walmart Sales Forecasting. *Asian Journal of Probability and Statistics*.
- Oblander, S., ve Jerath, K. (2024). The Non-Linear Impact of Delivery Time on Online Purchasing, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4959549>, (E.T.: 29.10.2024).
- Öztemel, E. (2006). Yapay sinir ağları. Papatya Yayınevi, İstanbul.
- Öztürk, H. (2021). Arşivler ve Yapay Zekâ. *Bilgi Yönetimi*, 4(2), 283-300.
- Öztürk, K., ve Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Paul, R. K., ve Sarkar, B. (2021). AI-powered forecasting algorithms to optimize last mile delivery. *International Journal Of Data Science Research And Development (IJDSRD)*, 1(2), 1-8.
- Pehlivan, B. (2019). FedEx Teslimat Robotları Çok Yakında Bizlerle! <https://www.yapayzekatr.com/2019/03/06/fedex-teslimat-robotlari-cok-yakinda-bizlerle/> E.T: (05.11.2024)

- Pillac, V., Gendreau, M., Guéret, C., ve Medaglia, A. L. (2013). A review of dynamic vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 225(1), 1-11.
- Pincay, J., Portmann, E., ve Terán, L. (2020). Towards a Computational Intelligence Framework to Smartify the Last-Mile Delivery. *Polibits*, 62, 85-91.
- Plaza, J. (2024) The Ford Motor Company Enters the Drone Race <https://www.commercialuavnews.com/the-ford-motor-company-enters-the-drone-race> E.T: (05.11.2024)
- Roadie (2024) , <https://www.roadie.com> E.T: (06.11.2024)
- Rubio-Licht, N. (2024). Ford Drone Patent May Create an Autonomous Driving Russian Doll <https://www.thedailyupside.com/industries/autos/ford-drone-patent-may-create-an-autonomous-driving-russian-doll/> E.T: (05.11.2024)
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., ve Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *nature*, 323(6088), 533-536.
- Russell, S., ve Norvig, P. (2005). AI a modern approach. *Learning*, 2(3), 4.
- Salari, N., Liu, S., ve Shen, Z. J. M. (2022). Real-time delivery time forecasting and promising in online retailing: When will your package arrive?. *Manufacturing & Service Operations Management*, 24(3), 1421-1436.
- Samoilı, S., Cobo, M. L., Gómez, E., De Prato, G., Martínez-Plumed, F., ve Delipetrev, B. (2020). AI Watch. Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence. 1st Edition, Publications Office of the European Union.
- Say, C., (2018). 50 Soruda Yapay Zeka. İstanbul: 7 Renk Basım Yayın
- Scott, S. (2019). Meet Scout <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/meet-scout> E.T: (05.11.2024)
- Sevli, O. (2022). Sağlık ve Yapay Zeka. Yapay Zekanın Değiştirdiği Dinamikler. Ed. Dr. Mehmet Bilen. Eğitim Yayınevi, 47-67.
- Soleimani, H., Chaharlang, Y., ve Ghaderi, H. (2018). Collection and distribution of returned-remanufactured products in a vehicle routing problem with pickup and delivery considering sustainable and green criteria. *Journal of cleaner production*, 172, 960-970.
- Starship (2024a) Starship Robots – Your Local, Community Helpers <https://www.starship.xyz/the-starship-robot/> E.T: (05.11.2024)
- Starship (2024b) 'Robovan' by Starship Technologies and Mercedes-Benz Vans: future-proof local delivery https://www.starship.xyz/press_releases/robovan-by-starship-technologies-and-mercedes-benz-vans-future-proof-local-delivery/ E.T: (05.11.2024)
- Stuart (2024). <https://stuart.com> E.T: (06.11.2024)
- Sucu, İ., ve Ataman, E. (2020). Dijital evrenin yenedünyası olarak yapay zekâ ve her filmi üzerine bir çalışma. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 4(1), 40-52.
- Şeker, A., Diri, B., ve Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 47-64.
- Telluru, P. (2019). How AI is Transforming Last Mile Delivery. <https://shipconsole.com/shipping-automation-last-mile-delivery/>, (E.T: 29.10.2024).
- UPS (2024a) UPS's DeliveryDefense pits AI against criminals <https://about.ups.com/us/en/our-stories/innovation-driven/ups-s-deliverydefense-pits-ai-against-criminals.html> E.T: (06.11.2024)
- UPS (2024b) UPS DeliveryDefense Solutions <https://learningcenter-ihub.ups.com/Solutions/DigitalInc/UPSCapital/DeliveryDefense> E.T: (06.11.2024)
- Van Gelder, K. (2024), E-commerce worldwide - statistics & facts. <https://www.statista.com/topics/871/online-shopping/#topicOverview> E.T: (01.11.2024)
- Wing (2024) <https://wing.com/> E.T: (05.11.2024)
- Xing, E., ve Cai, B. (2020, October). Delivery route optimization based on deep reinforcement learning. In 2020 2nd International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence (MLBDBI) (pp. 334-338). IEEE.
- Zinnenlauf, P., Pina-Pardo, J. C., ve Winckenbach, M. (2024). The Value of Demand Forecasting in Stochastic Last-Mile Fleet Sizing and Composition Planning. MIT Center for Transportation and Logistics.

BUGÜNDEN YARINA SON AŞAMA TESLİMAT VE GELECEK PROJESİYONU

Dr. Öğr. Üyesi Emre İpekcı¹

GİRİŞ

Uluslararası ticaretin her geçen gün artan ivmesi ve tüketicilerin git gide e-ticareti daha fazla tercih etmesi lojistik hizmetlerin çeşitliliğini ve boyutunu giderek arttırmaktadır. Lojistiğin temelinde taşımacılık olsa da günümüzde geline aşama da katma değerli birçok farklı hizmeti barındırmaktadır. Depolama, gümrük yönetimi, stok yönetimi ve sigortalama gibi farklı hizmetler lojistik hizmet sunumunda en sık karşılaşılan hizmetlerdir. Ürünlerin artan hareketlilik talep ve çeşitliliği lojistik hizmetlerin sayısını arttırdığı gibi farklı lojistik yaklaşımlarında ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Örneğin yangın, sel ve deprem gibi doğal afetlerde ihtiyaç duyulan acil yardım önlemlerinin nasıl hayata geçirileceği afet lojistiği kavramını ortaya çıkarmıştır. Şehirlerde artan ürün hareketliliğinden dolayı lojistik unsurların insan hayatını daha fazla etkilemesi sebebiyle de kentsel lojistik kavramı ortaya çıkmıştır. Kentsel lojistik; bir yerleşim yerinde gerçekleşen her türlü lojistik faaliyetin insan hayatına ve çevreye olabilecek olumsuz etkilerini en asgari düzeye indirmenin yollarını aramaktadır. Son aşama teslimatta benzer değişim ve dönüşümlerin bir sonucu olarak son yıllarda lojistik literatüründe yer almaya başlayan konulardan biridir.

Kitabın geçmiş bölümlerde son aşama teslimat yöntemleri detaylıca anlatılmıştır. Bu bölümlerden de anlaşılacağı üzere son aşama teslimat teknoloji yoğun bir hizmet sürecidir. Ayrıca dış faktörlerden yoğun bir şekilde etkilenmektedir. Son aşama teslimat başta e-ticaret gönderileri olmak üzere satın alınan ürünlerin tüketicilere ulaştırılması sürecinde son çıkış veya dağıtım merkezinden tüketicilere doğru gerçekleşen ürün hareketini ifade eder. Bu yönüyle son aşama teslimat daha büyük resimde kentsel lojistik ile yakın bir ilişki içindedir. Örneğin kaldırım teslimat robotları son aşama teslimatta kullanılan insansız yöntemlerdendir. Bu robotlar e-ticaret firmaları, marketler ve restoranlar tarafından kullanılabilir. Robotların hareket için ihtiyaç duydukları enerjiyi elektrik ile karşılaması sayesinde bu teslimatlar aynı zamanda karbon nötr olarak yapılabilir. Fakat kaldırım teslimat robotlarının sorunsuz çalışabilmesi için kentlerin yol ve kaldırımalarının belirli bir düzende ve yapıda planlanmış olması gerekmektedir. Yaya veya araç trafiğinin yoğun olduğu sokaklar ve bazı güvenlik endişeleri bu yöntemin

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-0389-2089, emre.ipekci@giresun.edu.tr

kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Elektrikli araçlar ile yapılacak dağıtımlar içinse şehir geneline yayılmış şarj istasyonları gerekmektedir. Bu özellikler son aşama teslimat yönetiminde çok boyutlu hareket etmeyi gerektirmektedir.

Klasik lojistik yönetimi yaklaşımında gönderici, alıcı ve taşıyıcı sürecin üç ana bileşenini oluşturur. Lojistik operasyonlar mücbir sebeple karşılaşmadığı müddetçe önceden planlanmış şekilde ilerler. Ürün hareketi sıklıkla tek yönlü, yüksek hacimli ve alışlagelmiş şekilde ilerler. Son aşama teslimatında ise küçük paketler nihai alıcılar olan tüketiciler içindir ve iade ya da teslimat sorunları kaynaklı tersine süreçlere daha sık rastlanır. Son aşama teslimatlar dış etkenler ile daha fazla etkileşim halindedir. Ayrıca son aşama teslimatlarda yerel yönetimler ve onların regülasyonları ile birlikte farklı yaklaşımlarda devreye girmektedir.

Kitabın bu bölümünde lojistik literatüründe henüz yeni sayılabilecek bir konu olan son aşama teslimat yöntemlerinde karşılaşılan zorluklar ilk aşamada ele alınmıştır. Son aşama teslimatın lojistik yönetiminden daha farklı bir bakış açısı ve yönetim anlayışıyla ele alınması gerektiği üzerinde durulmuştur. İlerleyen bölümlerde son aşama teslimatın gelecek yıllarda karşı karşıya kalabileceği gelişmelere ve olası dönüşümlere değinilmiştir. Son aşama teslimatta gelecek teknolojileri başlığı altında ise önümüzdeki yıllarda son aşama teslimatta kullanılabilecek farklı yöntem ve teknolojilere değinilmiştir. Son bölümde ise işletmeleri son aşama teslimatta bekleyen fırsatlara değinilmiştir.

SON AŞAMA TESLİMAT ZORLUKLARI

Son aşama teslimat kentsel lojistiğin önemli bir bileşenidir. Şehirlerdeki yük hareketliliği lojistik bakış açısıyla planlanıp uygulandığında kent sakinlerinin hayatını kolaylaştıracaktır. Fakat kent planlanmasında sadece lojistik bakış açısına sahip olmak doğru bir yaklaşım değildir. Kentler planlanırken, altyapı, iş sahaları, yaşam alanları ve doğal afetlerde dahil olmak üzere birçok temel konuya odaklanmak gerekmektedir (Jeong vd., 2021). Günümüzde kentler ekonomik aktivitelerin merkezi konumundadır (O'Connor, 2010). Bu durum kent planlanmasının farklı paydaşları arasında optimum bir çözüm bulunmasını zorlaştırmaktadır. Planlamada tüm tarafların mutlu olduğu bir yaklaşım çoğu zaman bulunmamaktadır (Bibri vd., 2020). Fakat kentsel lojistik ve son aşama teslimat çözümleri yaşanabilir kentler inşa etme vizyonunda ayrışan unsurlar barındırmamaktadır. Yine de süreçlerin doğası gereği birtakım zorluklar ve birbiriyle çatışan hedeflerle her zaman karşılaşabilmek mümkündür.

Son aşama teslimat çözümlerinin uygulanmasındaki temel zorluk bu çözümlerin her bir kent için aynı şekil ve yöntemler ile uygulanmasının mümkün olmamasıdır (Balaska vd., 2022). Son aşama teslimat yöntemlerinden hangilerinin kentler için uygulanabilir olduğu öncesinde titiz bir araştırma süreci gerektirmektedir (Sánchez-Corcuera vd., 2019). Bu yöntemler bazı

durumlarda şehirlerin farklı bölgeleri için bile değişiklik gösterebilir. Örneğin gelir düzeyi yüksek ailelerin yaşadığı bir mahalde teslimat dolapları mantıklı bir seçim olmayabilir. Bir metro hattı üzerinde teslimat dolaplarını tüm istasyonlara yerleştirmek de ekonomik bir yaklaşım olmayacaktır. Dolayısıyla kentlerin fiziki koşulları, müşteri beklentileri, güvenlik ve teknolojik alt yapı gibi birçok unsur birlikte değerlendirilerek karar verme süreci yönetilmelidir (Bachofner vd., 2022).

Son yıllarda ekonomik aktivitelerin merkezi haline gelen kentlerde araç trafiği büyük bir sorun haline gelmiştir. Kent yöneticileri bu durumun önüne geçmek için birtakım önlemler almaya çalışsalar da çoğu durumda bu önlemler yeterli olmamaktadır. Artan e ticaret hacmi kentlerdeki günlük paket teslimat miktarlarını da arttırmaktadır. Otonom teslimat yöntemleri son aşama teslimatlarda araçlara ve insana olan bağlılığı azaltsa da paket teslimatında kayda değer bir hacmin yönetilmesi için henüz yetersiz kalmaktadır (Engesser vd., 2023). Bu durum kent yönetiminde amaçlanan trafikteki azalma hedeflerine erişmeyi de zorlaştırmaktadır.

Son aşama teslimat çözümlerinde karşılaşılan zorluluklardan biri de tüketicilerin bu yeni çözümleri deneyimleme ve kullanmaya dönük çekinceleri olmaktadır. Yapılan bir çalışmada katılımcıların %98'i teslimatın bir markaya olan sadakatlerinde en önemli faktörlerden biri olduğunu söylerken, %44'lük bir kesim ise aldıkları teslimat hizmetinden memnun olmadıklarını ifade etmişlerdir (Digital Commerce 360, 2019). Tüketicilerin alışılmış rutini satın aldıkları ürünlerin ev veya iş yerlerine ulaşması yönündedir. Fakat zaman zaman tüketiciler son aşama teslimatta yer alan farklı çözümleri deneyimlemek için önyargılı olabilmektedir. Şehir içi dağıtımına uygun ticari araçlar genellikle son aşama teslimat için tercih edilmektedir. Fakat içten yanmalı motor kullanan bu araçlar sebep oldukları emisyon yüzünden günümüzün birçok büyük şehrinde sürüş yasakları ile karşı karşıya kalmaktadır. Gelecekte bu durumun artacağı göz önüne alındığında çevreci son aşama teslimat yöntemlerinin kullanılması bir mecburiyet haline gelecektir.

E ticareti tercih eden bireylerin beklentilerinden biri de eş zamanlı paket takibi yapabilmektir. Yapılan bir araştırmada katılımcıların neredeyse yarısı (%47) gönderilerinin gerçek zamanlı olarak konumu takip etmek istediklerini belirtmişlerdir (Banker, 2023). Günümüzde kullanılan bazı son aşama teslimat yöntemleri tüketici için son aşama teslimattaki belirsizlikleri ortadan kaldırırsa da gerçek zamanlı takip için hala yeterli seviyede değildir. E ticaret gönderilerindeki taşıma süresinin büyük bir kısmı aktarma merkezleri arasında geçmektedir (eMarketer, 2023). Dağıtım merkezine ulaşan ürünlerin şehir içi teslimatlarının hangi gün yapılacağı, kuryelerin teslimat adresine günün hangi saatinde uğrak yapacağı ve müşterilerin o esnada ilgili konumda bulunup bulunmayacakları

son aşama teslimatın belirsizlikleri arasında yer almaktadır. Son aşama teslimat için kullanılan teslimat noktaları ve dolapları ise yukarıda sayılan belirsizlikleri büyük oranda azaltsa da tümüyle ortadan kaldırmamaktadır.

Paket teslimatı yapan işletmelerin dağıtımda kullandıkları araçlar çoğu zaman kapasitelerinin altında yüklenerek günlük operasyonlarını gerçekleştirmektedir (Ulmer vd., 2018). Bu araçların yükleme optimizasyonların doğru yapılması işletmelerin ek hacim yatırımı yapmadan günlük teslim edilecek paket sayılarını artırmalarını sağlayacaktır. Tüketiciler için paketlerin ellerine hızlı bir şekilde ulaşması önemli olsa da kentlerdeki teslimat bölgelerinin belirli günlere bölünerek bu günlerde daha dar bir alanda maksimum sayıda teslimatın yapılmasına yönelik yöntemler kapasite kullanım oranını ciddi düzeyde arttıracaktır.

Son yıllarda gerçekleşen sera gazı emisyonlarındaki artış ülkeleri önlemler almaya itmektedir. Emisyonların azaltılması için alınan önlemler genelde üretim sistemlerine odaklanmaktadır. Fakat yapılan çalışmalar lojistik ve taşımacılık kaynaklı emisyonların karbon ayak izinin önemli bir bölümünü oluşturduğunu göstermektedir (Hülemeyer ve Schoeder, 2019). Eğer 2030 yılına kadar önlem alınmazsa son aşama teslimatlarda kullanılan araçların sayısının %36 oranında artacağı ve bunun ilgili emisyonları %32 oranında arttıracığı öngörülmektedir. Bu durumun kentlerdeki trafik sıkışıklığını da %21 oranında arttırması düşünülmektedir (World Economic Forum, 2020). İşletmeleri gelecekte bekleyen en büyük zorluklardan biri de son aşama teslimat kaynaklı bu emisyonların düşürülmesi olacaktır. Son aşama teslimatlara gelmesi muhtemel regülasyonlara karşı alınacak olan önlemler lojistik maliyetleri arttıracak bu durum aynı zamanda ürün satış fiyatına da etki edecektir.

Birçok ülkede son aşama teslimatta kullanılan araçlar için sıkı regülasyonlar bulunmaktadır. Özellikle nüfusun yoğun olduğu kentlerde kentlerin tamamı ya da bazı kısımları düşük emisyon bölgesi ilan edilmektedir. Bu kentlerde elektrikli veya otonom araçların farklı versiyonları ile dağıtım yapmak bir çözüm olabilmektedir. Otonom hareket kabiliyetine sahip araçların veya teslimat robotlarının yolları kullanan diğer araçlar ve insanlarla birlikte hareket edebilmesi için arka planda kusursuz işleyen yazılımlara ihtiyaç vardır. Günümüzde otonom teslimata yönelik birçok firma ve girişim kurulmuş olsa da araçlar için navigasyon, engel algılama ve karar alma gibi algoritmalar henüz yeterli düzeyde değildir (Fact.MR, 2024). Özellikle nüfus yoğun bölgelerde otonom araçların güvenli bir şekilde çalışması da işletmeleri zorlamaktadır.

Birçok şehirde mevcut lojistik sistemler geleneksel olarak üretilen araçlar için kurulmuştur. Bu araçlar hem yüksek oranda emisyona sebep olmakta hem de şehir içinde park sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır. Kent yöneticilerinin ve işletmelerin içten yanmalı bu araçlara alternatif olarak geliştirilen modern

araçlar için güncel sistemlere uyumlu ve son aşama teslimat yöntemlerine entegre çözümler sunabilen yaklaşımlar da geliştirmeleri gerekmektedir.

SON AŞAMA TESLİMAT ÇÖZÜMLERİNDE GELECEK PROJEKSİYONU

Son aşama teslimat sistemlerinin şehirlere uygulanması aşamasında dikkate alınması gereken farklı değişkenler vardır. Nüfusun şehirlerde nasıl dağıldığı bunların ilkidir. Nüfus şehrin geneline yayılabileceği gibi belirli mahallelerde yoğunlaşabilir. Teslimatı yapılacak ürünlerin hacimleri de bir diğer kriterdir. Teslimatların küçük paketler halinde mi yoksa daha büyük ebatlarda hacimli yüklerden mi oluştuğuna dikkat edilmelidir. Otonom yöntemler hacimli yüklerin teslimatı için henüz yeterli düzeyde esneklik sağlamaktan uzaktır. Son aşama teslimat yöntemlerine yönelik regülasyonlar bazı kentlerde uygulanırken bazı kentlerde ise düzenlemeler yeterli düzeyde değildir. İşletmeler bu kentlerde kuracakları sistemleri son kullanıcı mı yoksa regülasyon odaklı mı yapacaklarına da dikkat etmelidir. Özellikle kentlerde yaşayan bireylerin son aşama teslimat isteklerine yönelik yapılacak olan saha araştırmaları ve kentlere özgü regülasyonlara bakarak karar verme süreçlerine odaklanmaları gerekmektedir. Son aşama teslimat lojistik maliyetlerin önemli bir kısmını oluşturduğundan ötürü işletmelerin karlılıklarını optimum düzeyde tutabilmesi için paket başına birim taşıma maliyetlerini doğru yönetmesi gerekmektedir (World Economic Forum, 2020). İşletmeler müşterileri için maksimum fayda sağlarken çevreye karşı olan sorumluluklarına özellikle emisyon yönetimi aşamasında dikkat etmelidir.

Tablo :1 Son Aşama Teslimat Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Süreçler (Kaynak: World Economic Forum, 2020)

Ana Değişkenler		Çıktılar	
Şehir Yapıları	Nüfusun merkezlerde yoğunlaşması	Çevre	Emisyon
	Nüfusun kent geneline yayılması		Trafik Sıkışıklığı
Teslimat Biçimleri	Paketler	İnsan	Müşteri faydaları
	Hacimli yükler		İşçi güvenliği
Sistem Tasarımı	Regülasyon odaklı	Kar	Birim Maliyet
	Son Kullanıcı odaklı		Araç kapasiteleri
			İş modeli bozulması
			Yatırım ihtiyacı

Son aşama teslimat yöntemlerinin temelinde hareketliliği sürdürülebilir yöntemlerle gerçekleştirmek ve yüksek oranda insandan ayırıştırmak yatmaktadır (Shah vd., 2021). Bu amaçla son aşama teslimatlarında otonom çözümlerin önemi giderek artmaktadır. Otonom son aşama teslimatlarının küresel çaptaki değerinin 17,45 Milyar Dolar olduğu tahmin edilmektedir. Sektör büyüklüğünün önümüzdeki on yılın sonunda ise 106.27 Milyar

Dolara ulaşması beklenmektedir. Son aşama teslimat yöntemlerinin insandan arındırılması için gereken teknoloji ve alt yapı maliyetlerine karşılık uzun vadede işçilik maliyetlerinde azalma, yakıt tasarrufu ve teslimat hatalarının azaltılması sağlanacağı için bu pazarın hızlı bir büyüme içerisinde olacağı tahmin edilmektedir (Fact.MR, 2024). Ayrıca tüketicilerin yarısından fazlasının otonom teslimat robotları ile yapılan teslimatlar için daha fazla ödeme yapmayı da göze alması bu teknolojilerin yaygınlaşma sürecini hızlandıracaktır (Pani vd., 2020).

Son aşama teslimat da kullanılıp kullanılmadığına bakılmaksızın elektrikli araçların ne düzeyde çevreci olduğuna dair birçok farklı endişe vardır. Elektrikli araçlarda kullanılan bataryaların üretim sürecinde çevreye verilen zarar, bataryaların kısa ömürlü olması, geri dönüşümünün zorluğu ve araçları şarj etmek için kullanılan elektriğin hangi kaynaklardan elde edildiği bu endişelerin başında gelmektedir (Xia, ve Li 2022). Bu sebeple dağıtımda kullanılan elektrikli araçların çevreciliği tartışma konusudur. Gelecekte hem e-ticaretin hem de ekolojik kaygıların artacağı göz önüne alındığında son aşama teslimat da geleneksel yöntemlerin büyük oranda terkedileceği düşünülmektedir. Geleneksel yöntemlerin yerini teslimat dolapları, otonom teslimat robotları ve insansız hava araçları gibi farklı teknolojiler alacaktır. Özellikle insansız hava araçlarının, geleneksel teslimat yöntemlerine göre teslim edilen paket başına %94'e kadar daha az enerji tüketeceği hesaplanmaktadır (Rodrigues vd., 2022).

Son aşama teslimat yönetiminde odaklanılan konulardan farklı olarak ekolojik kaygıların artmasıyla birlikte farklı yöntemlerin gelecekte uygulanabilir olması beklenmektedir. Uygun olan şehirlerde iç su yollarının kullanılması ve demiryolu ağının şehir içi paket teslimatında kullanılması bu uygulamalar arasında sayılabilir. Akarsulara sahip Amsterdam, Venedik, Bangkok, Sidney, Utrecht, Stockholm ve Hamburg iç su yolu taşımacılığının örneklerinin görüldüğü şehirler arasındadır (Wojewódzka-Król ve Rolbiecki, 2019). Bu kentlerde şehir içi yolcu ve yük taşınmasında nehirler taşıma sistemlerine entegre bir şekilde kayda değer bir düzeyde taşıma yapabilmektedir.

Son yılların hızlı büyüyen teknolojilerinden olan yapay zekanın kullanımı son aşama teslimat için daha önemli hale gelmektedir. Yapay zekâ sayesinde otonom teslimat yöntemleri gelişirken akıllı trafik yönetimi sistemlerine entegre edilmesi sayesinde daha dinamik rotalama yapılabilmesine de imkân sağlanmaktadır. DHL, yapay zekâ sayesinde geleneksel rota optimizasyon araçlarına kıyasla teslimat maliyetleri ve teslimat süresinde %20 tasarruf sağlayan bir algoritma geliştirmiştir. Tesco'nun yapay zekâ destekli araç rotalama ve planlama sistemi ise sipariş başına %8 yakıt tasarrufu sağlamıştır (Sorooshian vd., 2022). Özellikle otonom araçlarda yapay zekâ kullanımının artmasıyla birlikte bu maliyetlerin çok daha düşük seviyelere indirilmesi

mümkün olacaktır. Gelecekte ortaya çıkması muhtemel teknolojilerin yapay zeka ile daha derin bir ilişki içerisinde olması beklenmektedir.

E-ticaretin artmaya devam eden hızıyla birlikte tüketicilerin satın aldığı ürünlere daha hızlı ulaşma isteği de artmaya devam etmektedir. Bu beklentilere karşılık vermek isteyen işletmeler ise müşterilerine daha hızlı çözümler sunmaktadır. Ertesi gün teslimat seçeneğinin yanına artık aynı gün teslimat seçeneği de eklenmektedir. 2022 yılında ABD’de yapılan bir çalışma perakendecilerin %99’unun 2025 yılına kadar aynı gün teslimat hizmeti sunmaya başlayacağını ortaya koymuştur (FreightWaves, 2023). Gelecek projeksiyonunda net olarak görünen durum son aşama teslimatların ölçeğinin büyüyeceği ve farklı yöntemler kullanılmasına rağmen artan talebi karşılamının kentler ve işletmeler için yönetilmesinin oldukça güç olacaktır. Bu kapasite artışının yaratacağı hareketlilik talebinin karşılanabilmesi için alternatif olarak tercih edilebilecek bir yöntemde tüketicilerin ürünleri mağazadan teslim almasıdır. Bu esnek satın alma tercihi tüketicilerin zaman kısıtı olmadan satın aldıkları ürünlere erişebilmesine olanak sağlarken aynı zamanda teslimat trafiğinin azalmasına imkân sağlayabilir. Bu yöntem e ticaret gönderisinin satıcının yerel bir mağazasından veya son aşama hizmet sağlayıcı tarafından seçilen sabit bir noktadan paketlerin teslim alınmasına dayanır. Fakat bu teslim yöntemi henüz yeterli oranda satıcı tarafından sunulmamaktadır (Bloomreach, 2024). Son aşama teslimat maliyetlerin toplam lojistik maliyetler arasında önemli bir yer tutuyor olması (Ranieri vd., 2018) göz önüne alındığında tüketicilerin bu seçime yönlendirilmesi işletmeler içinde karlı bir tercih olacaktır.

Son aşama teslimat yönetimini daha geniş yaklaşımlarla da değerlendirmek gerekmektedir. Örneğin bir afet anında insani yardım lojistiğinin en önemli yardımcılarının birinin kentlerde kurulan son aşama teslimat altyapısı olması beklenebilir. Son aşama teslimat için inşa edilen yerel dağıtım merkezleri afet öncesinde gereken ilk yardım malzemelerinin depolandığı afet sonrasında ise etkilenen insanlara yardım malzemelerinin ulaştırıldığı dağıtım merkezleri olarak planlanabilir (Balçık vd., 2008). Deprem ve sel gibi doğal afetlerin yaşandığı zamanlarda son aşama teslimatında kullanılan insansız hava araçları da ihtiyaç duyulan bu malzemelerin ulaştırılmasında kullanılabilecektir (Rabta vd., 2018). Önümüzdeki yıllarda güncel teknolojik gelişmelerin son aşama teslimat çözümlerine entegre edilmesi ile birlikte farklı teknolojilerin bu alanda kullanılabilirliği artacaktır.

SON AŞAMA TESLİMATTA GELECEK TEKNOLOJİLERİ

Nüfusun kentlerde yoğunlaşmasının etkilerinden biri de şehir içinde trafik yükünün artması olmuştur. Kent yöneticileri ise trafiğin insan ve çevre üzerine olan etkilerini azaltmak için farklı yaklaşımlar ve yöntemler geliştirmektedir. Fakat geliştirilen bu yöntemler çoğu zaman istenen sonuçların elde edilmesi

için yeterli olmamaktadır. Kentsel lojistik faaliyetleri de şehir içi trafiği arttırdıkça farklı çözümler bulmak bir mecburiyet haline almaktadır. Özellikle son aşama teslimatta kullanılan yöntemlerin otonom ve yapay zekâ destekli hale gelmesiyle gelecekte farklı teknolojik çözümler de hayata geçecektir. Bu çözümlerinin odak noktasında ise trafik yükünü ve taşımacılık kaynaklı emisyonları azaltmak yatmaktadır. Hyperloop teslimat sistemleri, şehir içindeki raylı sistemlerin paket taşınması kullanılması, yer altı teslimat boru sistemleri gibi teknolojiler alternatif taşıma biçimleri olarak gelecekte son aşama teslimatlarda kullanılabilir yöntemlerdir. Bu yöntemlerin temel amacı son aşama teslimat araçlarının şehir içi trafikten çekilerek hem trafiğin hem de emisyonların azaltılmasına katkı sağlamaktır. Bu teknolojilere ek olarak kendi kendini imha eden paketleme ekipmanları, kendi kendini şarj eden teslimat robotları, robotik teslimat asistanları ve sürücüler için akıllı gözlük gibi teknolojiler son aşama teslimatın çevresel etkilerini azaltmaya ve teslimatları daha da kolaylaştırmaya yönelik teknolojiler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şehirlerde artan araç sayısının gelecekte karada yapılan teslimatların hızını daha da yavaşlatması beklenmektedir (Alessandrini vd., 2015). Bunun önüne geçebilmek için havadan teslimat sistemleri bir alternatif olarak görünse de henüz yeterli düzeyde uygulanabilir değildir. Karadaki hızın artırılması için alternatif olarak kullanılabilir sistemlerden biride yer altı hyperloop boru hatlarıdır. Bu boru hatları özellikle trafiğin yoğun olduğu şehirlerde ve büyük şehirler arasında karadan yapılan taşımalarda kullanılabilir. İlk olarak Elon Musk tarafından ortaya atılan bu fikir için kurulan The Boring Company firmasından hemen sonra fikre sahip çıkan birçok firma sayesinde günümüzde konuyla ilgili farklı girişimler hayata geçmiştir. Hyperloop One, HyperloopTT ve Hardt Hyperloop gibi firmalar yer altında inşa ettikleri ve edecekleri tünellerle hem yolcu hem de yük taşınması için bu sistemin geliştirilmesi için çalışmalarını sürdürmektedir.



Şekil 1: Boru Hattı ve Hyperloop Tünellerinin Son Aşama Teslimatta Kullanılması

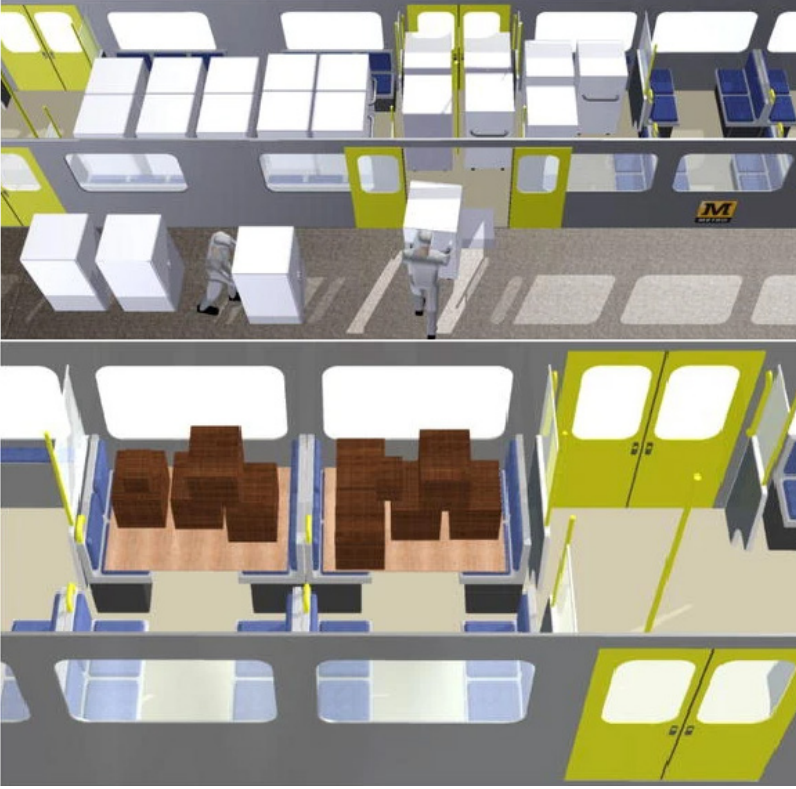
Hyperloop teknolojisinin ortaya çıkışındaki temel amaç şehirlerin trafik yükünü azaltmasına yönelik farklı bir çözüm sunmaktır. Geleneksel noktada ise bu teknolojinin son aşama teslimatta da kullanılması fikrin farklı bir

versiyonu olarak değerlendirilmektedir. Oysaki doğrudan son aşama teslimata odaklanan alternatif yer altı çözümlerinin de gelecekte kullanılabilir olması beklenmektedir. Yer altı teslimat boru sistemleri olarak isimlendirilen bu yöntem tıpkı hyperloop gibi yer altında ama kendine özgü bir hatta kendine özgü otonom taşıma araçlarıyla teslimat yapılmasına dönük bir fikir olarak hayata geçmiştir. 20.yüzyılın başında New York şehrinde pnömatik tüpler kullanarak sıkıştırılmış hava vasıtasıyla posta taşınması fikri bu yöntemin ilk uygulaması gibi gözükse de yer altında tamamen otonom bir taşımacılık alt yapısı inşa etmek geleceğin son aşama teslimatında önemli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Bloomberg, 2023). Günümüzde Pipedream Labs gibi bazı teknolojik girişimler, küçük otonom araçlarla yeraltı tüpleri üzerinden teslimat yapmayı hedefleyen teknolojiler geliştirerek farklı şehirlerde bu teknolojilerin gerçek hayatta denemesi üzerine projeler geliştirmektedir. Yeraltı tüpleri şehirlerde halihazırda kullanılan internet ve elektrik iletimi gibi tüpler ile benzer veya biraz daha büyük çaplarda tasarlandığı için, hyperloop gibi yüksek inşa maliyetine de gerek duymamaktadır.



Şekil 2: Yer Altı Teslimat Boru Sistemlerinin Kullanımı

Hyperloop ve yer altı teslimat boru sistemleri gibi gelişim sürecinde olan teknolojilerin gelecekte oldukça faydalı olması beklenmektedir. Fakat günümüzde son aşama teslimatın artan hacmini yönetmek için farklı yaklaşımlara da ihtiyaç vardır. Hali hazırdaki taşımacılık altyapısının ihtiyaç halinde son aşama teslimat için kullanılabilmesi için değerlendirilen bir diğer yöntemde metro ve tramvay gibi toplu taşıma sistemlerinin kullanılmadığı veya yoğun olmadığı saatlerde paket taşınması için kullanılmasıdır. Örneğin DHL, Almanya'da tramvaylarda taşıma yapabilmek için toplu taşıma hat operatörü olan NVS ile bir anlaşma imzalamıştır (RailFreight, 2022). Ayrıca literatürde mevcut bazı çalışmalar trenlerin ve istasyonların paket (kargo) taşımacılığında modüler kullanımına yönelik farklı çözümlere yer vermektedir.



Şekil 3: Raylı Sistemlerinin Paket Taşımacılığında Kullanımına Dönük Proje Örnekleri
(Kelly ve Marinov, 2017)

Otonom teknolojilerin gelecekte son aşama teslimat çözümleri için daha fazla yaygınlaşması beklense de kuryeler hala müşteri teslimatları için en birincil çözümdür. Özellikle büyük şehirlerde dağıtımda kullanılan araçların şehir içindeki kısıtlı erişim kabiliyeti ve araç girişine kapalı caddelerin varlığı kuryelerin teslimat sürelerinde uzamaya sebep olmaktadır. Paket teslimatı için aracını kendine ayrılan yere park eden bir kurye teslimat için paketini taşıırken adrese sorunsuz bir şekilde ulaşması günlük teslimat hedeflerine ulaşmak için oldukça önemlidir. Sürücüler için geliştirilen akıllı gözlükler paketlerin doğru bir şekilde ve hızlıca teslim edilmesini sağlamak için tasarlanmış akıllı cihazlardır. Gözlükler sahip oldukları artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler sayesinde sürücülerin müşterinin evine ulaşmasının son aşamasını kolaylaştırmak için binalar arasında, binaların içinde ve çevresinde rehberlik etmek üzere tasarlanmıştır. Amazon tarafından sürücüler için geliştirilen akıllı gözlüklerin ise sadece teslimat aşamasında değil aynı zamanda sürüş güzergahı boyunca ve her durakta küçük bir gömülü ekran üzerinden navigasyon yardımı yapması da düşünülmektedir. Gözlüklerin Amazon'un yapay zekâ uygulaması ile birlikte çalışması ve paket teslimatını kanıtlaması için kamera ile görüntü

almasına imkân sağlaması da içerdiği diğer teknolojiler arasında sayılmaktadır (Reuters, 2024).

Son aşama lojistiğinde karbon ayak izinin azaltılması sadece sürüş esnasında değil tüm bir sürece odaklanmayı gerektirmektedir. Paket teslimatında kullanılan ambalajların da belirli bir karbon yükü olduğu göz ardı edilmemelidir (Su vd., 2020). Kendi kendini yok eden paketler çevresel faktörler göz önünde bulundurularak tasarlanmış yenilikçi bir ambalaj teknolojisidir. Bu tür paketler kullanıldıktan sonra, belirli koşulların oluşmasıyla kendiliğinden parçalanarak kullanılmaz hale gelmektedir. Özellikle e-ticaret ve eve yemek teslimatında bu tür paketlerin kullanılması daha çevreci bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle insan hayatının daha da kolaylaşacağı kabul edilen bir durumdur. İnsan hayatını kolaylaştırmaya ve mobilitayı daha çevreci yöntemlerle yapmaya odaklanan teknolojilerin son aşama teslimatın farklı boyutlarında gelecekte yer bulması beklenmektedir. Örneğin son yılların popüler teknolojileri olan robotların insan hayatında giderek daha fazla yer alması beklenmektedir. İnsansı bir yapıda tasarlanan robotların gelecekte evlerde insanlara yardım eder hale geleceği hatta otonom teslimat robotlarıyla evlere kadar ulaştırılan paketlerin yine evlerde kullanılan bu robotlar tarafından teslim alınacak düzeye geleceği düşünülmektedir (Boysen vd., 2018). Günümüzde farklı alanlarda elektrik üretmek için kullanılan yöntemlerin gelecekte otonom teslimat sistemlerinin dönüşümünde kullanılması beklenmektedir. Otonom teslimat araçları hareket etmek için ihtiyaç duyduğu enerjiyi içinde barındırdıkları şarj edilebilir pillerden sağlamaktadır. Bu araçların günlük kat edebilecekleri mesafeler yapıları gereği sınırlıdır. Fakat yapılan bazı çalışmalar otonom teslimat robotlarının gelecekte yapılacak güncellemeler ile daha uzun menzillere sahip olacaklarını göstermektedir. Frenleme sırasında kaybolan enerjiyi yakalayıp depolayabilen kinetik enerji geri kazanım sistemleri, otonom araçların güneş panelleri ile tasarlanması ve güneşten gelen ışığın elektrik enerjisine dönüştürülmesi, aracın hareketinden kaynaklanan titreşimlerin elektriğe dönüştürülmesi ve araç içerisine küçük rüzgar türbinleri entegre edilerek sürüş esnasında hava akımından elektrik üretilmesi gibi yöntemler ile bu araçların menzilleri arttırılabilecek ve taşıma maliyetlerinde düşüş sağlanabilecektir (CBA Consult. 2024). Görüleceği üzere son aşama teslimat kendine özgü teknolojilere sahip olduğu gibi aynı zamanda farklı alanlarda kullanılan teknolojilerle de birlikte çalışacak bir yapıya dönüşme potansiyeline sahiptir.

SON AŞAMA TESLİMATTA FIRSATLAR

Satın alma gücü ve şehirleşmede ki artışla birlikte kentlerdeki araç sayısı giderek artmaktadır. Ulaşımında kullanılan bu araçlar şehir içi trafiği arttırırken aynı zamanda trafik ve emisyon gibi hedeflerle uyuşmamaktadır. Aynı zamanda e ticaretin her geçen gün artan hacmine rağmen karbon emisyonu çekinceleri kamu otoritelerini çeşitli önlemler almaya itmektedir. Bu nedenle; son aşama dağıtım, teslimat dolapları ve kitle kaynaklı teslimat gibi yöntemlerin önemi gelecekte daha da artacaktır. Son aşama teslimatın karbon ayak izini düşürmek gelecek projeksiyonunda işletmeler için en önemli hedeflerden biri haline gelecek ve sektördeki rekabeti belirleme de en kritik başarı faktörlerinden biri olacaktır.

Günümüzde son aşama teslimat rolünü üstlenen firmalar sektörde uzun yıllardır varlıklarını sürdürmektedir. Türkiye özelinde bakılacak olduğunda ise bu tür firmalara ek olarak fark uluslararası oyunculara (UPS, DHL, FedEx vb.) pazarda hizmet sunmaktadır. Sektördeki firmaların bu baskın yapısı sektöre yeni girişlerin oldukça zor olduğu gibi bir intiba oluşturabilir. Fakat yapılan çalışmalar son aşama teslimat pazarının gelecekteki payının büyümeye devam edeceğine işaret etmektedir (Wang vd., 2016). Sektör genelinde kullanacak olan teknolojik yazılımlar ve donanımlar bu büyümeden payını alacaktır. Yapay zekâ sistemleri ile birlikte çalışacak gelişmiş robotik araçların önemi gelecekte daha fazla artacaktır. Özellikle otonom araçların ve dronların karmaşık kentsel ortamlarda gezinmesini sağlamada yapay zekâ ve otonom karar alma yazılım ve donanımların etkisi önemli olacaktır. Bu sistemler, gerçek zamanlı kararlar almak için gelişmiş algoritmalar ve sensör verilerini kullanarak paketlerin güvenli ve verimli bir şekilde teslim edilmesini sağlar. Örneğin, yapay zekâ algoritmaları anlık trafik durumunu analiz edebilir ve verimliliği optimize etmek için teslimat rotalarını dinamik olarak değiştirebilir. Fakat bu lidar, radar ve kameralar gibi farklı arabirimlerden elde edilen veriler ile ancak mümkün olur. Sensör teknolojilerinin entegrasyonu teslimat sürecinde önemli bir rol oynar. Örneğin, lidar sensörleri aracın çevresinin üç boyutlu haritasını çıkararak hassas navigasyon ve engellerden kaçınma olanağı sağlar. Radar ve kameralar, nesnelerin algılanmasına ve çevresel farkındalığa katkıda bulunarak araçların yoğun şehir sokakları ve öngörülemeyen hava koşulları gibi çeşitli ve dinamik ortamlarda otonom olarak çalışmasını sağlar (Fact.MR, 2023). Bu sistemler filo yönetimi yazılımlarıyla birleştiğinde ise son aşama teslimat için dinamik rotalama yapma imkânı sağlayarak taşımacılık kaynaklı maliyetlerin ve teslim sürelerinin düşürülmesine imkân sağlar.

Yapay zekâ, robotik ve otonom araçların dönüşümünde ortaya çıkan teknolojik gelişmeler gelecekte son aşama teslimat pazarının genişlemesini sağlayacak önemli pazar güçleri arasında sayılabilir. Bu teknolojik adımlar, karmaşık ve yoğun trafik akışına sahip kentsel ortamlarda gezinme, müşterilerle

etkileşim kurma ve paketlerin güvenli ve verimli teslimatını garanti etme yeteneğine sahip son derece gelişmiş otonom teslimat sistemlerinin yaratılmasını sağlayacaktır. Yapay zekâ, bu sistemlerin karar alma yeteneklerini geliştirerek dinamik ortamlara uyum sağlamalarını ve teslimat rotalarını gerçek zamanlı olarak optimize etmelerini sağlamaktadır. Gelecekte yapay zekâyı son aşama teslimat çözümlerine entegre etmeye dönük proje ve girişimler bu alanda önemli bir yer tutacaktır.

Günümüzde e-ticaret bireylerin rutin ihtiyaçlarını dahi karşıladıkları bir mecra haline gelmiştir. Bu nedenle bazı ürün gruplarında yapılan satın almalarda aynı gün hatta aynı saat teslim alma gibi seçenekler karşımıza çıkmaktadır (Archetti ve Bertazzi, 2021). Bu tür satın almalarda genellikle motorlu kuryeler hizmet vermektedir. Gelecekte kaldırım teslimat robotları veya yol teslimat robotlarının bu alanda kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir. Ayrıca e-ticaret gönderileri son aşama teslimat kullanımında ilk sırayı alsa da market, yemek ve ilaç sektörlerinde de yoğun olarak tercih edilmektedir (Guru vd., 2023). Gelecekte bu ürün gruplarına yönelik olarak tasarlanmış otonom teslimat robotlarının kullanımına daha çok ihtiyaç duyulacaktır. Ayrıca otonom teslimat sistemlerinde enerji verimliliğini arttırmak ve kullanım alanlarını genişletmeye dönük girişimler sektörün dinamik yapısının devam etmesine imkân sağlayacaktır.

SONUÇ

Günümüzde lojistik insan hayatının birçok farklı noktasına etki eden süreçleri bünyesinde barındıran bir iş haline gelmiştir. Lojistik sistemler küresel ticaretin devamlılığını sağlarken, milyarlarca insanın hayatını kolayca devam ettirebilmesi için gereken hareketlilik talebinin yönetilmesini sağlamaktadır. Yer küre üzerine yayılmış taşımacılık sistemleri kimi zaman bir fabrikanın enerji ihtiyacı için gereken yakıtı taşıırken, kimi zaman bireylerin özel isteklerine ulaşabilmesi için gereken birkaç gramlık bir ürünün taşınmasını da gerçekleştirmektedir. Büyük resim içerisinde çeşitlenen lojistik sistemlerden biri olan son aşama teslimat ise lojistiğin insan hayatındaki yerinin tüketici nezdinde en fazla hissedildiği hizmetlerden biridir.

Birçok faktör son aşama teslimatın öneminin giderek artmasını sağlarken son aşama teslimat pazarı her yıl artan bir hacimle büyümeye devam etmektedir. Son aşama teslimatın henüz yeni sayılabilecek bir alan olması, git gide artan ve çeşitlenen müşteri beklentisiyle birleştiğinde işletmeler için çoğu zaman yönetilmesi güç bir süreç haline gelmesini sağlamaktadır. Süreçte kullanılan farklı teknolojiler ve alışıl gelmişin dışındaki teslimat yöntemleri tüketiciler için bazı durumlarda bir sorun haline gelebilmektedir.

Lojistik hizmet sunan işletmeler bir taraftan tüketicileri sundukları hizmetler ile memnun etmeye çalışırken bir diğer taraftan farklı paydaşları ve süreçleri

de hesaba katmak zorunda kalmaktadırlar. Son aşama teslimat yapan işletmeler bireyler ile satıcı işletmelerin kurduğu ilişki de memnuniyetin sağlanması için önemli bir paydaş olarak yer almaktadır. Satın alınan ürünün kalitesi ne kadar yüksek olursa olsun lojistik süreçlerin yönetilmesinde ortaya çıkan ufak bir zaaf bile çoğu zaman nihai müşterinin tatminini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Son aşama teslimatın bu hassas durumu süreçlerin geleneksel lojistik yaklaşımla yönetilebilmesinin çok daha ötesinde ele alınmasını gerektirmektedir. Lojistik işletmeler; satıcı, tüketici, kanun koyucu ve yerel yönetimler arasındaki dengeyi bozmadan tüm süreci sorunsuz olarak yürütmek zorundadır.

Son aşama teslimatın hizmet sunum sürecindeki bu karmaşık yapısı işletmeleri zorluyor olsa da teknoloji yoğun çözümler işletmeler ve tüketiciler için birçok farklı alternatifin uygulanmasına imkân sağlamaktadır. Son aşama teslimat yöntemlerinin farklı teknolojiler ile birlikte çalışmaya müsait yapısı her zaman dinamik ve gelişime açık yönler barındırmasına imkân sağlamaktadır. Her ne kadar ekolojik kaygılar işletmeleri zorlasa da süreçte ortaya çıkan yeni teknolojiler ve farklı yaklaşımlar ile bu durum aşılmaya çalışılmaktadır. Gelecekte son aşama teslimat sistemlerine eklenmesi muhtemel yeni teknolojiler hem bu ekolojik kaygıların engellenmesine hem de ilgili süreçlerin daha hızlı yapılmasına olanak sağlayacaktır. Özellikle gelecekte yapay zekanın ilgili süreçlere dahil edilmesi işlerin daha da kolaylaşmasını sağlayacaktır. İşletmeler arası rekabetteki en büyük faktörlerden biri bu sürecin yönetilmesi aşamasında ortaya çıkacaktır. Sektörün gelecek yıllarda artması beklenen payı özellikle teknoloji destekli işletmelerin pazara girişini de hızlandıracaktır.

Son aşama teslimat farklı taraflara sahip bir hizmet sunum sürecidir. Kentlerin dönüşümünde tarafların birlikte çalışabilirliği ise olumlu sonuç almak önemli bir faktördür. Örneğin gelecekte kullanım alanında artış öngörülen insansız hava taşıtlarının kullanımına dönük olarak yapılan kanuni düzenlemelerde kent tüzükleri, kolluk kuvvetlerinin altyapısı, özel mülk sahipleri ve kamu gibi birçok farklı paydaş vardır. Yapılacak bir düzenlemenin tüm tarafları memnun etmesinin oldukça zor olduğu gerçeği birlikte çalışabilirliğin önemini daha fazla ortaya çıkarmaktadır. Farklı taraflar arasında önemli olan bir konu olmasına karşılık teslimat hizmeti sunan işletmelerin bile iş süreçlerinde birlikte çalışabilirliğe açık olmaları gerekmektedir. Bu aşamada kamu otoritelerinin üzerine de önemli bir sorumluluk düşmektedir. Gelecekte kanun koyucuların hayata geçireceği regülasyonlar bir ülkede veya şehirdeki son aşama teslimat hizmetinin gelişebilmesi için önemli birer eşik teşkil edecektir.

KAYNAKÇA

- Alessandrini, A., Campagna, A., Delle Site, P., Filippi, F., & Persia, L. (2015). Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities. *Transportation Research Procedia*, 5, 145-160.
- Archetti, C., & Bertazzi, L. (2021). Recent challenges in Routing and Inventory Routing: E-commerce and last-mile delivery. *Networks*, 77(2), 255-268.
- Bachofner, M., Lemardelé, C., Estrada, M., & Pagès, L. (2022). City logistics: Challenges and opportunities for technology providers. *Journal of urban mobility*, 2, 100020.
- Balcik, B., Beamon, B. M., & Smilowitz, K. (2008). Last mile distribution in humanitarian relief. *Journal of intelligent transportation systems*, 12(2), 51-63.
- Balaska, V., Tsiakas, K., Giakoumis, D., Kostavelis, I., Folinias, D., Gasteratos, A., & Tzovaras, D. (2022). A viewpoint on the challenges and solutions for driverless last-mile delivery. *Machines*, 10(11), 1059.
- Banker, S. (2023). Last Mile Delivery, Visibility, And Vehicle Capacity. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2023/02/26/last-mile-delivery-visibility-and-vehicle-capacity/?sh=2cacec307f3c>, (E.T.:10.11.2024)
- Bibri, S. E., Krogstie, J., & Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the built environment*, 4, 100021.
- Bloomberg. (2023). Are underground tubes the future of home delivery? This startup hopes so. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-12-14/are-underground-tubes-the-future-of-home-delivery-this-startup-hopes-so>, (E.T.:02.12.2024)
- Bloomreach. (2024). E-ticaret müşteri deneyimi. <https://www.bloomreach.com/en/blog/ecommerce-customer-experience#the-impact-of-covid-19>, (E.T.:02.11.2024)
- Boysen, N., Schwerdfeger, S., & Weidinger, F. (2018). Scheduling last-mile deliveries with truck-based autonomous robots. *European Journal of Operational Research*, 271(3), 1085-1099.
- CBA Consult. (2024). Exploring self-charging electric vehicles: Technologies and innovations. Retrieved from <https://blog.cbaconsult.eu/exploring-self-charging-electric-vehicles-technologies-and-innovations>, (E.T.:03.12.2024)
- Digital Commerce 360, 2019, How a lack of delivery visibility produces frustrated customers? <https://www.digitalcommerce360.com/2019/04/05/how-a-lack-of-delivery-visibility-produces-frustrated-customers/>, (E.T.:10.01.2024)
- eMarketer. (2023). How Ecommerce Is Transforming FedEx's Logistics and Last-Mile Delivery? <https://www.emarketer.com/content/how-ecommerce-is-transforming-fedex-s-logistics-and-last-mile-delivery>, (E.T.:05.01.2024)
- Engesser, V., Rombaut, E., Vanhaverbeke, L., & Lebeau, P. (2023). Autonomous delivery solutions for last-mile logistics operations: A literature review and research agenda. *Sustainability*, 15(3), 2774.
- Fact.MR. (2024). Autonomous last-mile delivery market outlook (2024 to 2034). <https://www.factmr.com/report/autonomous-last-mile-delivery-market>, (E.T.:10.01.2024)
- FreightWaves. (2023). Retail leaders: Same-day delivery is no longer optional. <https://www.freightwaves.com/news/retail-leaders-same-day-delivery-is-no-longer-an-option>, (E.T.:05.01.2024)
- Guru, S., Verma, S., Baheti, P., & Dagar, V. (2023). Assessing the feasibility of hyperlocal delivery model as an effective distribution channel. *Management Decision*, 61(6), 1634-1655.
- Hülemeyer, D., & Schoeder, D. (2019). Carbon Footprint Accounting for General Goods—A Comparison. *Progress in Life Cycle Assessment 2018*, 139-153.
- Kelly, J., & Marinov, M. (2017). Innovative interior designs for urban freight distribution using light rail systems. *Urban Rail Transit*, 3, 238-254.
- O'Connor, K. (2010). Global city regions and the location of logistics activity. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 354-362.
- Pani, A., Mishra, S., Golias, M., & Figliozzi, M. (2020). Evaluating public acceptance of autonomous delivery robots during COVID-19 pandemic. *Transportation research part D: transport and environment*, 89, 102600.
- Jeong, D., Kim, M., Song, K., & Lee, J. (2021). Planning a green infrastructure network to integrate potential evacuation routes and the urban green space in a coastal city: the case study of Haeundae District, Busan, South Korea. *Science of the Total Environment*, 761, 143179.

- Rabta, B., Wankmüller, C., & Reiner, G. (2018). A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations. *International journal of disaster risk reduction*, 28, 107-112.
- RailFreight. (2024,). DHL's cargo tram service in German city gets scrapped. <https://www.railfreight.com/railfreight/2024/03/25/dhls-cargo-tram-service-in-german-city-gets-scrapped/?gdpr=accept>, (E.T.:28.10.2024)
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M. (2018). A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability*, 10(3), 782.
- Reuters. (2024). Amazon developing driver eyeglasses to shave seconds off deliveries, sources say. Reuters. <https://www.reuters.com/technology/amazon-developing-driver-eyeglasses-shave-seconds-off-deliveries-sources-say-2024-11-11/>, (E.T.:02.12.2024)
- Rodrigues, T. A., Patrikar, J., Oliveira, N. L., Matthews, H. S., Scherer, S., & Samaras, C. (2022). Drone flight data reveal energy and greenhouse gas emissions savings for very small package delivery. *Patterns*, 3(8).
- Sánchez-Corcuera, R., Nuñez-Marcos, A., Sesma-Solance, J., Bilbao-Jayo, A., Mulero, R., Zulaika, U., ... & Almeida, A. (2019). Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(6), 1550147719853984.
- Shah, K. J., Pan, S. Y., Lee, I., Kim, H., You, Z., Zheng, J. M., & Chiang, P. C. (2021). Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies. *Journal of Cleaner Production*, 326, 129392.
- Sorooshian, S., Khademi Sharifabad, S., Parsaee, M., & Afshari, A. R. (2022). Toward a modern last-mile delivery: Consequences and obstacles of intelligent technology. *Applied System Innovation*, 5(4), 82.
- Su, Y., Duan, H., Wang, Z., Song, G., Kang, P., & Chen, D. (2020). Characterizing the environmental impact of packaging materials for express delivery via life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122961.
- Ulmer, M. W., Mattfeld, D. C., & Köster, F. (2018). Budgeting time for dynamic vehicle routing with stochastic customer requests. *Transportation Science*, 52(1), 20-37.
- Wang, Y., Zhang, D., Liu, Q., Shen, F., & Lee, L. H. (2016). Towards enhancing the last-mile delivery: An effective crowd-tasking model with scalable solutions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 93, 279-293.
- Wojewódzka-Król, K., & Rolbiecki, R. (2019). The role of inland waterway transport in city logistics. *Transport Economics and Logistics*, 84.
- World Economic Forum. (2020). The future of the last-mile ecosystem: Transition roadmaps for public- and private-sector players. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_the_last_mile_ecosystem.pdf, (E.T.:05.01.2024)
- Xia, X., & Li, P. (2022). A review of the life cycle assessment of electric vehicles: Considering the influence of batteries. *Science of the Total Environment*, 814, 152870.

SON AŞAMA TESLİMATTA OTONOM DRONE KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA¹

Muhammed Ali Erdem², Hatice Camgöz Akdağ³, Yavuz Toraman⁴

GİRİŞ

Teknolojinin amacı canlıların refah seviyesini artırmak olmalıdır. Bunu yaparken sürdürülebilirlik kavramı dikkate alınarak uygulanmalı dolayısıyla insan ile birlikte tüm yaşamların refah seviyesini artırma amacını taşımaktadır. Son yıllarda, covid-19 ile birlikte hızı artarak, son aşama teslimat kavramının önemi artmıştır. Hızlı tüketim mallarının online kanallar vasıtasıyla talep edilmesinde bir artış gerçekleşmiştir. Bu alandaki talebin artmasıyla birlikte yeni ihtiyaçlar oluşmuştur. Bu ihtiyaçlara cevap olabilecek son aşama teslimat kanallarından birisi de drone ile teslimat olacağı söylenebilir.

Son aşama teslimat ürünün müşteriye ulaştırılması için son aşama olarak nitelendirilebilir. Tedarik zinciri açısından bakılacak olursa, ham maddeden nihai ürünün oluşturulup tüketiciye ulaştırılması anlamına gelen tedarik zinciri halkalarının son halkası son aşama teslimat olarak adlandırılır. Drone kelimesi birtakım pervaneler vasıtasıyla uçabilen, yatay veya dikey olarak hareket edebilen, araçları ifade etmektedir. Bu pervane sayıları üründen ürüne değişiklik göstermekte olup en az 3 adet olmaktadır. Otonom drone kavramı kendi kendine dışarıdan bir müdahale olmaksızın veya kısmi müdahale ile yatay ve dikey rotalar izlenerek uçarak varış noktasına ulaşabilen araçları ifade etmektedir. Lojistik süreçlerde, ürünün tüketiciye zamanında hasarsız olarak ulaştırılması müşteri açısından önemlidir. Bu süreçlerdeki gecikme müşterinin ürüne ve markaya dair aidiyet duygusunu azaltma potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, son aşama teslimat hızının holistik perspektifte optimum seviyeye getirilmesi şirketler açısından önem arz etmektedir. Burada optimum seviyeyi yakalayabilmiş şirketler pazar payını koruyarak veya arttırarak rekabet avantajı sağlayacaklardır. Mevcut araştırmada tüketicilerin son aşama teslimatta otonom drone kullanımını nasıl algıladıkları incelenmiştir.

Araştırmada yeni teknolojilerin kabulünde sıklıkla kullanılan Teknoloji Kabul ve Kullanım Birleştirilmiş Modeli (UTAUT) kullanılmıştır. Araştırmada birden fazla değişken ve arasındaki ilişkinin incelenmesi nedeniyle Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) kullanılmıştır.²⁷⁸ katılımcı sorulara yanıt vermiştir.

¹ Bu çalışma Muhammed Ali Erdem'in yüksek lisans tezinden türetilmiştir

² University of Birmingham, mxe486@student.bham.ac.uk, ORCID: 0009-0009-4933-876X

³ Prof.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, camgozakdag@itu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9818-6012

⁴ İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, yavuz.toraman@nisantasi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5196-1499

Değişkenler 5'li Likert (5= Kesinlikle Katılıyorum; 1= Kesinlikle Katılmıyorum) ölçeğinde hazırlanmıştır. Analiz sürecinde ise Smart-PLS 4 paket programı kullanılmıştır.

UTAUT modeliyle oluşturulan aracı değişkenlerin (Performans Beklentisi, Çaba Beklentisi, Sosyal Etki ve Kolaylaştırıcı Koşullar) aracılık ettiği bağımsız değişkenlerin (Kalite, Teslimat Güvenilirliği, Risk ve Güven), bağımlı değişken Davranışsal Niyet üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H11 hipotezleri desteklenmiş, H10 ve H12 hipotezleri ise desteklenmemiş olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece, Desteklenen hipotezler; kalitenin performans beklentisine etkisinin olduğu görülmüştür. Kullanıcıların cevaplarına göre, Teslimat güvenliğinin, performans beklentisine etkisi vardır. Kalitenin çaba beklentisine etkisi vardır. Teslimat güvenliğinin çaba beklentisi üzerinde etkisi vardır. Riskin sosyal etkiye etkisi bulunmaktadır. Ayrıca, güvenilirliğin sosyal etkiye etkisi vardır, riskin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır, güvenilirliğin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır, performans beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır, sosyal etkinin davranışsal niyete etkisi vardır, sonuçlarına da ulaşılmıştır. Desteklenmeyen hipotezlere bakıldığında ise; çaba beklentisinin davranışsal niyet üzerindeki etkisi ve kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisi anlamlı değildir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda literatüre paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Söz konusu teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte, yeni bilimsel çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmanın bilime katkı sağlayacağı ve toplumun refah seviyesinin yükselmesine etki edeceği umut edilir.

ALAN YAZIN

Nihai tüketicilere ürünlerin ulaştırılması maksadıyla gelecekte kullanımının yaygın olması beklenen drone'ların daha hızlı ve uygun maliyetli teslimat sağlaması, fosil yakıtla çalışan araçlara göre daha çevreci olması gibi avantajları bulunmaktadır (Aydın, 2022).

Son aşama teslimatta drone kullanan firmalar ürün maliyetleri içinde yer alan dağıtım maliyetlerinin azalmasıyla şirketler ürünleri daha uygun maliyetle satabilecek ve böylelikle rekabet avantajı elde edecektir. Bununla birlikte, çevreye karşı duyarlı hareket etmek artık firmalar için bir zorunluluk doğurmuştur. Tüketicilerin de çevreye duyarlılığının giderek arttığı göz önünde bulundurulduğunda dağıtım faaliyetleri için drone kullanmak firma tercihinde önemli bir faktör olabilecektir (Aydın, 2022). Mesafe bazında drone'ların küçük taşıma yükleri için geleneksel dizel kamyonetlere göre karbondioksit açısından daha fazla verimli olduğu söylenebilir (Figliozzi, 2017). Bu nedenlerle, araştırma konumuz olan son aşama teslimatta drone kullanımının çevresel etkileri göz önüne alınarak sürdürülebilirlik açısından pozitif etkilerinin olduğunu söyleyebiliriz.

Son Aşama Teslimat

Artan kentsel parsel talepleri, şehir merkezlerine çok daha fazla sayıda teslimat kamyonunun girmesine neden olmakta, bu da mevcut altyapıya ek yük getirmekte, trafik sıkışıklığını artırmakta ve sağlık, çevre ve güvenlik üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Sonuç olarak, artan müşteri farkındalığı ve yeni hükümet mevzuatı, kurye hizmetlerinin sürdürülebilir ve çevre dostu operasyonlara yönelik çabaları yoğunlaştırmasını zorunlu kılmaktadır (Hu W. vd., 2019).

Son aşama teslimatı, ürünün alıcının evinde veya toplanma noktasında tüketiciye teslim edildiği tüketici teslimat hizmetinde son iletim aşaması olarak değerlendirilebilir. Genelde bir lojistik zincirinin aşamaları şu şekildedir: hammaddeler tedarikçinin üretim alanına iletilir, üretim aşamasının gerçekleştirilmesinin ardından bitmiş ürünler depoya (tedarikçi veya lojistik sağlayıcı) doğru harekete geçer. Sonrasında bitmiş ürünler doğrudan perakende mağazalar veya süpermarketler gibi geleneksel mağazalar aracılığıyla veya doğrudan son tüketicilere teslim edilir. Son aşama teslimatı genellikle depodan nihai varış noktasına teslimatla ilişkilidir (Nurcan, 2020; Chen, 2014). Son aşama teslimatı tedarik zincirinde ürünün son tüketiciye ulaştırıldığı evre olarak veya tedarik zincirinin, ürünün son tüketiciye ulaştırıldığı evrede sonlandırıldığı varsayarsak zincirin son halkasıdır.

AB ve Japonya'daki eski şehirlerde dar sokaklar, teslimat kamyonlarının kentsel alana girmesini zorlaştırıyor ve sınırlı park alanı, yükleme ve boşaltma faaliyetlerinin caddede yapılmasına neden oluyor ve dolayısıyla trafiği engelliyor. Los Angeles ve Chicago gibi ABD şehirlerinde yük kamyonları şehirdeki hava kirliliğine ve gürültüye önemli miktarda katkıda bulunuyor (Chen, 2014).

Son aşama lojistiği, çok sayıda müşteri açısından belirleyici rol oynamaktadır. Perakendeciler ve süreç ortakları, pazar payı kazanmak ve marka saadeti yaratmak için müşteriye özel hizmetler sunmak onlara rekabet avantajı sunacaktır çünkü tüketici tercihi, alternatif ürünler arasında kolaylıkla değişebilir (Nurcan, 2020). Son aşama teslimat şirketin müşteri memnuniyeti açısından önemli bir konuma sahiptir. Müşteri memnuniyeti de talebi doğrudan etkileyen kavramlardan biridir. Bütün şirketler ürün veya hizmetlerin talebine göre bir değere sahiptir. Talebi iyi yönetmek isteyen şirketler son aşama teslimatta optimum zamana dikkat etmelidir.

Endüstriyel teslimatlarda son aşama teslimatın önemi daha da artmaktadır. Bu endüstriyel teslimatı tedarik zincirinin bir parçası olarak düşündüğümüzde kamçı etkisiyle bu teslimatta oluşacak bir optimum durumdan çıkışın zincirin diğer halkalarında çok daha büyük bir etkiye sahip olur. Bu nedenle tedarik zincirinin halkalarını oluşturan firmalar holistik perspektifle hareket etmelidir.

Drone

Drone'lar, özellikle yüksek işçilik maliyeti, tehlikeli çalışma ortamı, ulaşım zorluğu gibi durumlar söz konusu olduğunda büyük avantaj sağlamakta ve özellikle vahşi hayatın izlenmesi, hastalık yönetimi, altyapının kontrolü, acil ilaç teslimatı gibi alanlarda oldukça kullanılacağı öngörülmektedir (Chung vd., 2020).

Drone teslimatının temel avantajı çok hızlı olup teslimat süresinin daha kısa olmasıdır. Bir müşteri ürünleri internetten sipariş ederse ve ürünü drone ile kargo veya ürün teslimatı şeklinde alırsa, müşteri 30 dakika içinde alabilir. Şu anda Amazon, Google, Walmart ve 7-eleven gibi bazı şirketler drone teslimatına adapte olmaya hazırlanıyor (Yoo vd., 2018).

Küresel Hava Trafik Yönetimi Operasyonel Konsept Dokümanı 9854 uyarınca insansız hava aracı Şikago Konvansiyonu'nun 8. maddesinde düzenlenmiş olan ve içerisinde pilotu barındırmayan araçlar şeklinde tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle ve en yalın tanımıyla UAV içinde pilot olmadan otomatik olarak gidebilen hava aracı olarak tanımlanmaktadır (Can ve Kahveci, 2017; Dictionary.com, 2016). Günümüzde drone'lar, yerdeki bir pilot tarafından yönlendirilerek uzaktan kumanda ile görev icra ettirilen veya önceden hazırlanmış olan uçuş programı yüklenerek otomatik olarak uçurulan hava araçlarıdır. Bunlar için çok genel olarak; teknik özelliklerine göre (ağırlıklarına göre, yakıt/enerji kaynağına göre, kanat yapısına göre, otomatik veya uzaktan kumandalı olmasına göre, vb.) ve kullanım amaçlarına göre (askeri amaçlı (keşif, silah, saldırı vb.) ve sivil (hobi, bilimsel ve ticari)) iki ana sınıflandırma yapılabileceği söylenir (Can ve Kahveci, 2017; Icao, 2011).

Bu makinelerin tarihsel geçmişi sanıldığından daha eskiye dayanmaktadır. 22 Ağustos 1849 yılında Avusturyalıların, 200 pilotsuz balonunu (bu balonlar içlerinde zaman fitilli bombalar barındırmaktaydı) Venedik şehrine göndermesi, hava saldırısında ilk insansız hava aracı kullanımı olarak kabul edilmektedir. 1900'lü yılların başında balonların silahlandırılması ve daha sonra küçük yapılu uçakların insansız olarak uçurulması, drone kullanımının temeli olarak varsayılmaktadır. Sivil kullanımlarının da artması ile birlikte drone sektörü kendi ekonomisini ve pazarını oluşturmuştur (Can ve Kahveci, 2017).

Drone, içerisinde bir kullanıcı kontrolü olmadan, otonom olarak kendi kendine uçabilen makinelerdir (Atılğan ve Bozkurt, 2023; Rabta vd., 2018).

DHL firması Ocak 2016 ile Mart 2016 yılları arasında the Bavarian community of Reit im Winkl bölgesinde tüketici mallarının ulaşımı için tam otonom drone sistemlerini kullanmıştır (Burgess, 2016; Chung vd., 2020).

Son Aşama Teslimat ve Otonom Drone

Drone konusundaki son gelişmeler nedeniyle, ortaya çıkan uygulamalardan biri, son kilometre gıda teslimatı gibi lojistik operasyonların desteklenmesidir (Liu

vd., 2024; Pasha vd., 2022).

Küreselleşen pazarlarda rekabetçi kalabilmek ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmek için şirketlerin müşterilerine sürekli olarak daha kolay hizmet sunması ve ihtiyaç duyulan ürünlere sorunsuz ve hızlı şekilde erişmesi gerekiyor. Bu yeniliklerin perakendeciler ile müşterileri arasındaki etkileşim ve iletişim modelleri üzerinde ve sonuçta müşteri memnuniyeti ve belirli perakendecilere olan aidiyet üzerinde dikkate değer bir etkisi vardır. Bu bağlamda, özellikle hizmet tabanlı drone'ların benimsenmesiyle hayata geçirilen yeni teknolojik gelişmelerin ortaya çıkmasına ışık tutmak büyük önem taşımaktadır. Bu tür teknolojilerin adapte edilmesi, tüketici-marka ilişkisinin müşterinin ortak yarattığı bir değerden (örneğin ATM'ler) müşteri-teknoloji ilişkisine (örneğin drone'lar) kaymasından sorumludur (Ramadan vd., 2017).

Sahip olduğu önem, karmaşıklık ve yüksek maliyet sebebi ile son-aşama teslimatta iletişim ve bilişim teknolojileri, zeki taşıma sistemleri, Endüstri 4.0 ve yeni taşıma araçları söz konusudur. Yeni teknolojik gelişmelerle birlikte drone'lar ticari kullanımda özellikle son-aşama teslimatta bir çözüm olarak değerlendirilmekte ve online ticaretin etkinliğini de artırıcı bir unsur olmaktadır. Çoğu lojistik ve e- ticaret işletmesi, drone kullanmaya başlamıştır (Nakiboğlu, 2020).

(Goodchild ve Toy (2018),kısa mesafelerde (≤ 15 km) veya daha az müşteriyle (≤ 50 kişi) dağıtım sürecinde, lojistikte drone kullanımının kamyon kullanımına kıyasla çevresel açıdan rekabetçi olduğunu kanıtladı (Liu vd., 2024).

Son-aşama teslimat, ürünün lojistik ağı içindeki son aşamayı ifade etmek için kullanılır ve çoğunlukla son perakendeciden veya depodan nihai müşteriye olan taşımayı içerir. Başka bir deyişle, tedarik zincirinde bulunan birçok halkanın son halkası da denebilir. Bu halka, lojistik süreci içinde en problemli ve maliyetli, ama müşteri memnuniyeti üzerinde de doğrudan etkisi olan bir aşamadır. Son-aşama teslimat, çevre kirliliği, gürültü kirliliği, trafik yoğunluğu gibi kamuyu da ilgilendiren birçok sorunu içermektedir. Ancak bu aşama ek olarak, tüketicilerin en talepkâr olduğu alanlardan biri olduğunu söyleyebiliriz. Mamulün çok kısa sürelerde, kendi istediği zaman aralığında ve istediği konuma iletilmesi, teslimata dair tatminini artırıcı kavramlardır. Özellikle online alışveriş satışlarının arttığı son yıllarda, son-aşama teslimat gün geçtikçe daha önemli hale gelmiştir. Bu aşamanın karmaşıklığı araştırmacıları ve uygulayıcıları yeni yöntemler keşfetmek, bu süreci müşteri isteklerine uygun olacak şekilde hatasız, daha esnek ve daha hızlı yapabilmek için bu yöntemleri kullanmaya yönlendirmiştir. Özellikle bilişim teknolojisindeki farklılaşmalar da akıllı-şehir ve akıllı-lojistik uygulamalarını hızlandırmış, son-aşama teslimatta kullanılacak yöntemler içinde drone taşımacılığı ve drone'lar sıkça konuşulur, araştırılır, yürütülür ve uygulanır olmuştur. Özellikle online

perakende işletmelerinin drone taşımacılığı uygulamaları, drone'ların ticari kullanımını daha da yaygınlaştırmıştır (Nakiboğlu, 2020).

YÖNTEM

Anket Tasarımı

Modelimizi incelemek için otonom drone ile son aşama teslimatı uygulamasının potansiyel kullanıcılara yönelik çevrimiçi bir anket gerçekleştirildi. Verilerin tümü bu çevrimiçi anketi dolduran kişilerden elde edildi.

Anketin ilk bölümünde envanter hakkında bilgi verilmiştir. 2. Bölümde yapısal sorular yer almıştır. Son kısımda kullanıcı veya adayların demografik özellikleri yer almaktadır. Bu; cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim durumu bilgilerini içermektedir. Katılımcılardan kimlik bilgilerini açıklayacak herhangi bir kişisel bilgi istenmemiştir. Anket formundaki ifadelerin açık ve anlaşılır olduğunu anlamak, yanlış anlaşılmayı ortadan kaldırmak adına envanter dağıtılmadan önce 10 kişiye gönderilmiş geri bildirimler alınmıştır.

Veri Toplama ve Örneklem

Araştırmaya 278 kişi katılmıştır. Değişkenler 5'li Likert (5= Kesinlikle Katılıyorum; 1= Kesinlikle Katılmıyorum) ölçeğinde hazırlanmıştır. Katılımcılara online olarak ulaşılmıştır. Katılımcılar Google form üzerinden sorulara yanıt vermiştir. Veri toplama yöntemi olarak uygulanan envanter, 32 soru ve 2 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde hızlı tüketim malları ve otonom drone kavramları hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölüm ise ölçek soruları ve demografik özellikler yer almaktadır.

Demografik özellikler incelendiğinde 18-29 yaş aralığındaki bireyler %82,8'ini oluşturup ağırlıklı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada tesadüfi olmayan kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Özdamar, 2004). Bu çalışmada örneklem olarak; Türkiye'de ikamet eden, 18-60 yaş aralığında, ilköğretim ve üstü eğitim düzeyine sahip, akıllı telefon kullanıcıları kapsamaktadır.

Katılımcılara online olarak ulaşılmıştır. Araştırmanın envanteri, 2024 yılı Nisan ayında Google Formlar aracılığıyla uygulanmıştır. Katılımcılar Google form üzerinden sorulara yanıt vermiştir. Veri toplama yöntemi olarak uygulanan envanter, 32 soru ve 2 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde hızlı tüketim malları ve otonom drone kavramları hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölüm ise ölçek soruları ve demografik özellikler yer almaktadır.

Modelimiz literatüre dayalı olduğundan modelimizi oluşturmak için seçtiğimiz öğelerin tamamı literatürdeki önceki çalışmalardan alınmıştır. Model 9 yapı ve 32 maddeden oluşmaktadır. Demografik sorulara verilen cevaplar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Demografik sorulara verilen cevaplar.

Cinsiyet (%)	
Erkek	38,5
Kadın	61,5
Yaş (%)	
18-20	37,1
21-29	45,7
30-39	8,6
40-49	7,9
50-59	0,7
Medeni Durum (%)	
Evli	15,8
Bekar	84,2
Eğitim Durumu (%)	
İlköğretim	0,2
Lise	5,8
Önlisans	63,3
Lisans	19,1
Lisansüstü	11,2

Araştırma Modeli

Performans Beklentisi (PB)

Performans beklentisi, bireyin sistemi kullanmanın bir işte kazanç elde etmesine yardımcı olacağına inanma derecesi olarak tanımlanır (A. Chang, 2012; Davis vd., 1992; D. H. Shin, 2009). Performans beklentisi, kullanıcının benimsenmesinin en güçlü itici gücüdür (Venkatesh vd., 2012). Performans beklentisi çoğu durumda niyetin belirleyicisi gibi görünmektedir. İlişkinin gücü cinsiyete ve yaşa göre değişmektedir, öyle ki erkekler ve genç çalışanlar için daha anlamlıdır (Venkatesh vd., 2003). A. Chang (2012), performans beklentisinin, görev teknolojisi uygunluğunun, sosyal etkinin ve kolaylaştırıcı koşulların kullanıcı benimseme üzerinde önemli etkileri olduğunu buldu. Zhou (2010), yapmış olduğu çalışmada performans beklentisi, kullanıcıların mobil bankacılığı benimsemesini önemli ölçüde etkiler, sonucunu bulmuştur. Performans beklentisi öğrencilerin davranışlarının en önemli dolaylı belirleyicisidir. Bu durum öğrencilerin Moodle'ı akademik performanslarını artırmalarına yardımcı olduğu için kullanmak istediklerini göstermektedir (Abbad, 2021).

H1. “Kalitenin performans beklentisine etkisi vardır”.

H2. “Teslimat güvenliğinin performans beklentisine etkisi vardır”.

Çaba Beklentisi (CBEK)

UTAUT'ta efor beklentisi, kullanılan bir sistemde kişinin ne ölçüde efor sarf ettiği anlamına gelmektedir. Davis (1989), insanlar tarafından algılanan kullanımı daha kolay bir uygulamanın kabul edilme olasılığının daha yüksek

olduğunu bulmuştur (Chang, 2012). Çaba beklentisinin niyet üzerindeki etkisi de cinsiyet ve yaş tarafından düzenlenmektedir, öyle ki bu etki kadınlar ve yaşlı çalışanlar için daha anlamlıdır ve bu etkiler deneyimle birlikte azalmaktadır (Venkatesh vd., 2003). UTAUT'a göre çaba beklentisi performans beklentisini olumlu etkilemektedir (Venkatesh vd., 2003; Zhou vd., 2010). Zhou (2010) yapmış olduğu çalışmada çaba beklentisi, kullanıcıların mobil bankacılığı benimsemesini önemli ölçüde etkiler, sonucunu bulmuştur. Bu sonuca ek olarak, çaba beklentisinin performans beklentisine önemli etkisi vardır.

H3. “Kalitenin çaba beklentisine etkisi vardır”.

H4. “Teslimat güvenliğinin çaba beklentisine etkisi vardır”.

Sosyal Etki (SE)

Sosyal etki, tüketicilerin önemli diğer kişilerin (örneğin aile ve arkadaşlar) belirli bir teknolojiyi kullanmaları gerektiğine inandıkları algısının derecesidir (Venkatesh vd., 2003). Sosyal etkinin niyet üzerindeki etkisi, söz konusu çalışmaya dahil edilen dört moderatörün(cinsiyet, yaş, gönüllülük, deneyim) hepsine bağlıdır; öyle ki, moderatörler dahil edilmeden veriler analiz edildiğinde bunun önemsiz olduğunu bulunmuştur (Venkatesh vd., 2003). Zhou(2010),yapmış olduğu çalışmada sosyal etki, kullanıcıların mobil bankacılığı benimsemesini önemli ölçüde etkiler, sonucunu bulmuştur. Buna karşın, sosyal etkinin, bir e-öğrenme sistemini benimsemeye yönelik davranışsal niyet üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur (Abbad, 2021). Sosyal etkileşimin, davranış niyetini etkileyen ve gerçek kullanımı etkilemeyen önemli bir belirleyici olmadığını ima edilmektedir. Mevcut dijital nesil, dijital bir ortamda doğmuştur ve bu durum, eğitmen veya akran etkisine olan ihtiyacı azaltmaktadır (Abbad, 2021; Jambulingam, 2013).

H5. “Riskin sosyal etkiye etkisi vardır”.

H6. “Güvenilirliğin sosyal etkiye etkisi vardır”.

Kolaylaştırıcı Koşullar (KK)

Kolaylaştırıcı koşullar, şahısın sistemin kullanımını destekleyecek organizasyonel ve teknik altyapının mevcut olduğuna inanma derecesi olarak tanımlanır (Chang, 2012). Ampirik sonuçlar ayrıca kolaylaştırıcı koşulların, yalnızca davranışsal niyetlerle açıklananın ötesinde, kullanım üzerinde doğrudan bir etki sahibi olduğunu göstermektedir (Venkatesh vd., 2003). Kolaylaştırıcı koşulların kullanıma etkisi incelendiğinde; yaşlı çalışanlarda artan deneyimle birlikte daha güçlü bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Venkatesh vd., 2003). Zhou(2010), yapmış olduğu çalışmada kolaylaştırıcı etkiler, kullanıcıların mobil bankacılığı benimsemesini önemli ölçüde etkiler, sonucunu bulmuştur. Çaba beklentisi, performans beklentisi ve sosyal etkiler doğrudan davranışsal niyetlerle ilişkilidir; nihai kolaylaştırıcı koşullar ise fiili kullanımla ilişkilidir (Abbad, 2021).

H7. “Riskin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır”.

H8. “Güvenilirliğin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır”.

Davranışsal Niyet (DN)

Davranışsal niyetin kullanıma olan etkisi incelenmiş ve doğrudan pozitif bir etkisinin olduğu sonucu bulunmuştur (Venkatesh vd., 2003). Davranışsal niyet; yaş, cinsiyet, deneyim ve gönüllülükten etkilenir (Abbad, 2021).

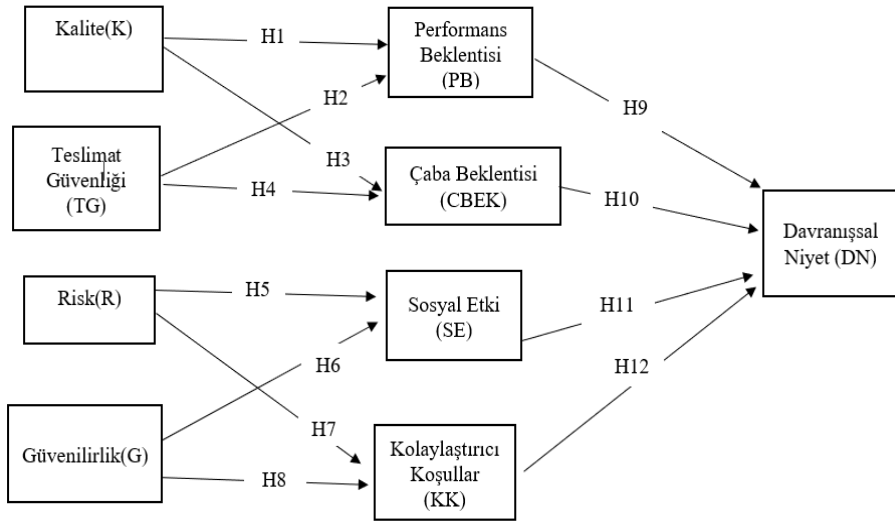
Önem ölçüsüyle ilgili olarak, performans beklentisinin, Ödeme sistemlerini kullanmaya yönelik davranışsal niyeti tahmin etmede en önemli faktör olduğu, ardından sırasıyla sosyal etki, algılanan güven, çaba beklentisi, algılanan maliyet, öz yeterlilik ve algılanan risk yer almaktadır (Al-Saedi vd., 2020).

H9. “Performans beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır”.

H10. “Çaba beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır”.

H11. “Sosyal etkinin davranışsal niyete etkisi vardır”.

H12. “Kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisi vardır”. Önerilen araştırma modeli şekil 1’de gösterilmiştir.

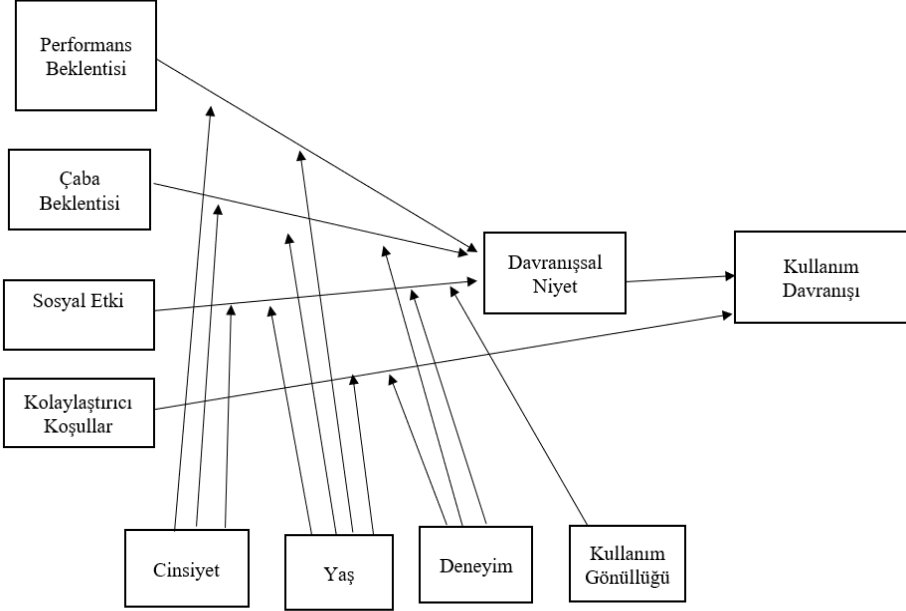


Şekil 1: Önerilen Araştırma Modeli

Teknoloji Kabul ve Kullanım Birleştirilmiş Modeli (UTAUT)

Çalışmada model oluşturulurken UTAUT (Teknoloji Kabul ve Kullanım Birleştirilmiş Modeli) kullanılmıştır. UTAUT, sosyoloji ve psikoloji alanında var olan sekiz teorik modelin sentezlenmesi ve belli başlı öğelerinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkarılmıştır. İncelenen bu sekiz model Gerekçeli Eylem Teorisi, Teknoloji Kabul Modeli, Motivasyonel Model, Planlı Davranış Teorisi, Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli, Kişisel Bilgisayarlardan Faydalanma Modeli, Yeniliğin Yayılma Teorisi ve Sosyal Biliş Teorisidir ve bu modeller

birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Dört farklı işletmeden 6 ay süresince toplanan veriler sonucunda, bu sekiz modelin bilgi teknolojileri kullanım niyet varyansını %17 ile %53 oranında açıkladığı görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle, niyeti ve teknoloji kullanımını belirleyen 4 ana faktör düzenleyici değişken (Cinsiyet, Yaş, Deneyim, Gönüllülük) ile Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanım Teorisi ortaya çıkmıştır (Venkatesh vd., 2003). UTAUT’da, TAM’dan farklı olarak algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve tutum yer almamaktadır (Battal, 2020). UTAUT modeli(Venkatesh vd., 2003) şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2: UTAUT Modeli (Venkatesh vd., 2003).

Yapısal Eşitlik Modeli

Yapısal eşitlik modeli (SEM), gözlemlenen değişkenler arasındaki bağlantıları tanımlamak için çeşitli model türlerini kullanır. Aynı temel amaç doğrultusunda ilerleyen bir araştırmacı tarafından akademik analitik modelin niceliksel testini yapmak için kullanılır. Daha açık bir ifadeyle, değişken kümelerinin yapıları tanımladığı ve bu yapıların birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu varsaydığı SEM’de çeşitli akademik modeller sorgulanabilir. SEM incelemesinin amacı, teknik modelin hangi boyutta bilgi tarafından onaylandığını tanımlamaktır (Çiçeklidağ, 2020; Schumacker ve Lomax, 2012).

Yapısal Eşitlik Modeli, açık (gözlemlenebilen, ölçülebilir) ve gizli (gözlenemeyen, ölçülemeyen) değişkenler arasındaki korelasyonel ilişkilerin (çift yönlü okla gösterilir) ve nedensel (tek yönlü okla gösterilir) birlikte bulunduğu modellerin test edilmesi için kullanılan kapsamlı bir istatistiksel yaklaşımdır (Hoyle, 1995).

Yapısal eşitlik modeli'nde gözlemlenemeyen gizli değişkenler (yapılar veya faktörler), tanınan değişkenlerden hesaplanır ve merkez, gösterge değişkenlerinin etkisine bakılmaksızın gizli değişkenler arasındaki korelasyonların tahmin edilmesidir (Jöreskog, 1973). Gizli değişken (faktör) doğrudan gözlemlenemeyen ölçülemeyen göstergelerdir. Örnek olarak; zekâ, kişilik, duygu, düşünce, davranış doğrudan ölçülememektedir. Gösterge değişken, gizli değişkenleri ölçmek için kullanılan değişkenlerdir. Zeka testinde sorulara verilen cevaplar gösterge değişkenlerdir. Gizli değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkisi ya da korelasyonu yapısal modeli verir. Gizli değişkenler gösterge değişkenlerden faktör analizi ile hesaplanabilir. Böylelikle, gösterge değişkenler arasındaki ilişkiler analiz ederek gizli değişkenleri tahmin edilmektedir. Merkez, gösterge değişkenin etkisine bakılmaksızın gizli değişkenin hesaplanmasıdır.

BULGULAR

Modelin özgünlüğü için faktör yükleri değerlerine bakılmıştır. Faktör yükleri incelenirken Cronbach alfa, CR ve AVE değerleri göz önüne alınmıştır. Faktör yüklerinin incelenmesi için doğrulayıcı faktör analizi kullanılmıştır. DFA değerleri Tablo 2'de gösterilmiş olup bu değerlerin 0.7'den büyük olması beklenmektedir. Tabloda görüleceği üzere bütün değerler bu şartı sağlamaktadır. Çalıştırılan modelde t istatistikleri ($p < 0.05$) değerleri bulunmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Doğrulayıcı Faktör Analizi.

	Madde	Faktör Yükleri
Çaba Beklentisi	CBEK1	0.818
	CBEK2	0.851
	CBEK3	0.852
	CBEK4	0.815
Davranışsal Niyet	DN1	0.894
	DN2	0.885
	DN3	0.906
Güvenilirlik	G1	0.867
	G2	0.923
	G3	0.877
	G4	0.844
Kalite	K1	0.831
	K2	0.856
	K3	0.885
	K4	0.846

Kolaylaştırıcı Koşullar	KK1	0.844
	KK2	0.847
	KK3	0.766
	KK4	0.794
Performans Beklentisi	PB1	0.886
	PB2	0.861
	PB3	0.908
Risk	R1	0.884
	R2	0.868
	R3	0.888
Sosyal Etki	SE1	0.835
	SE2	0.878
	SE3	0.818
	SE4	0.863
Teslimat Güvenliği	TG2	0.795
	TG3	0.882
	TG1	0.883

Cronbach alfa katsayısı 0,7'den büyük olması gerekir. Her yapıdaki elementlerin konsantrasyonunu gösteren AVE değerlerinin de 0,5'in üzerinde olması beklenmektedir. Araştırmadaki modelde kullanılan tüm yapıların Cronbach alfa ve CR değerleri 0,7'nin üzerinde çıkmıştır. Tüm yapıların AVE değerlerinin 0,5'ten yüksek olması yapıların büyük kısmının açıklandığını ifade etmektedir. Bu değerler tablo 5.2'de gösterilmektedir. Geçerlilik ve güvenilirlik tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Geçerlilik ve Güvenilirlik.

	Cronbach Alfa Katsayısı	Bileşik Güvenilirlik (CR)	Ortalama Varyans Çıkarımı (AVE)
CBEK	0.854	0.901	0.696
DN	0.876	0.924	0.801
G	0.901	0.931	0.771
K	0.877	0.916	0.731
KK	0.829	0.887	0.662
PB	0.862	0.916	0.784
R	0.855	0.912	0.775
SE	0.871	0.912	0.720
TG	0.815	0.890	0.730

Bahsedilen ölçümlerin değerlendirilmesinin ardından ayrışım geçerliliği değerlendirilmesi yapılmıştır. Tablodaki çapraz değerler AVE değerinin kareköküdür. Ayrışım geçerliliği iyi bir şekilde belirlenmesi için, AVE'nin

karekökünü temsil eden çapraz faktörlerin, aynı satır ve sütundaki yapılar arasındaki ilişkileri temsil eden çapraz olmayan faktörlerden daha büyük olması gerekir (Hsiu-Hua Chang vd., 2011). Yani çapraz değerlerin buldukları satır ve sütunlardaki değerler içerisinde en büyük değere karşılık gelmelidir. Bu ölçülen farklı kavramlar arasında iyi bir ayırt edici özellik olduğunu vurgulamaktadır. Değişkenler arası korelasyon analizi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Değişkenler Arası Korelasyon Analizi Sonuçları.

	CBEK	DN	G	K	KK	PB	R	SE	TG
CBEK	0.834								
DN	0.704	0.895							
G	0.669	0.800	0.878						
K	0.771	0.674	0.616	0.855					
KK	0.807	0.681	0.684	0.720	0.813				
PB	0.808	0.727	0.686	0.822	0.736	0.885			
R	0.573	0.691	0.772	0.536	0.599	0.593	0.880		
SE	0.768	0.676	0.679	0.699	0.775	0.708	0.658	0.849	
TG	0.641	0.742	0.793	0.635	0.635	0.657	0.668	0.642	0.854

Hipotezler

Hipotezlerin testi için SmartPLS 4 paket programı kullanılmıştır. Katsayılar tablo 5'te, Hipotezler tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 5: Katsayılar

	Katsayılar	P değerleri
K -> PB	0.678	0.000
TG -> PB	0.226	0.000
K -> CBEK	0.610	0.000
TG -> CBEK	0.253	0.000
R -> SE	0.333	0.001
G -> SE	0.422	0.000
R -> KK	0.176	0.010
G -> KK	0.548	0.000
PB -> DN	0.370	0.000
CBEK -> DN	0.136	0.144
SE -> DN	0.195	0.042
KK -> DN	0.147	0.151

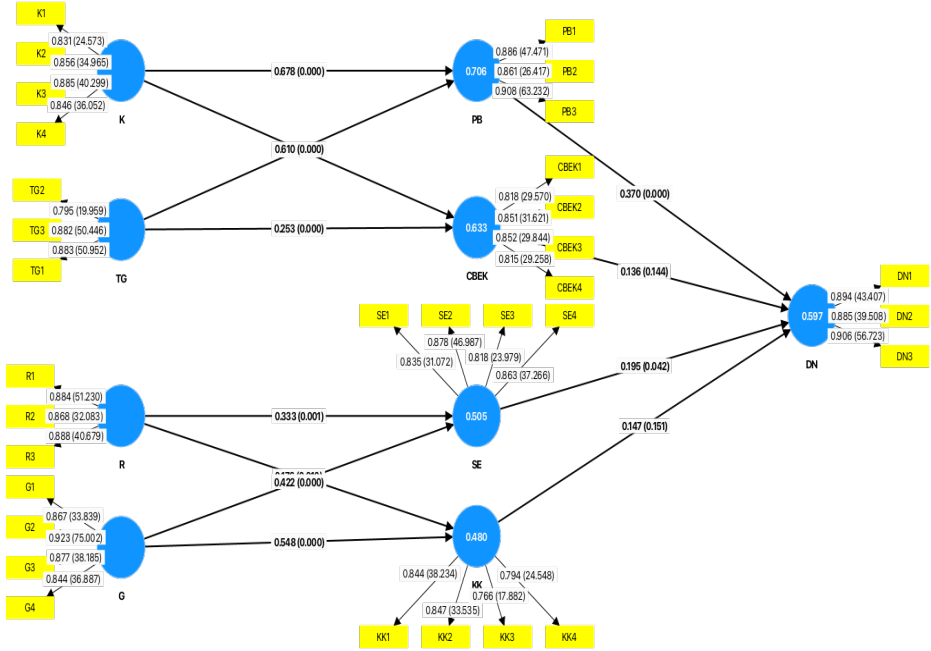
Tablo 6: Hipotezler.

Madde	Hipotez	Desteklenir mi?	Yol
H1	Kalitenin performans beklentisine etkisi vardır.	Evet	K -> PB
H2	Teslimat güvenliğinin performans beklentisine etkisi vardır.	Evet	TG -> PB
H3	Kalitenin çaba beklentisine etkisi vardır.	Evet	K -> CBEK
H4	Teslimat güvenliğinin çaba beklentisine etkisi vardır.	Evet	TG -> CBEK
H5	Riskin sosyal etkiye etkisi vardır.	Evet	R -> SE
H6	Güvenilirliğin sosyal etkiye etkisi vardır.	Evet	G -> SE
H7	Riskin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır.	Evet	R -> KK
H8	Güvenilirliğin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır.	Evet	G -> KK
H9	Performans beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır.	Evet	PB -> DN
H10	Çaba beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır.	Hayır	CBEK -> DN
H11	Sosyal etkinin davranışsal niyete etkisi vardır.	Evet	SE -> DN
H12	Kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisi vardır.	Hayır	KK -> DN

R-Kare değeri, analiz modelinin kritik gücünü veya varyansını göstermektedir. Yani, değişkenin ne oranda açıklandığını göstermektedir. R-kare değerleri tablo 7’de verilmiştir. Araştırma modeli şekil 3’te verilmiştir.

Tablo 7: R-Kare Değerleri.

	R-Kare
DN	0.597
CBEK	0.633
PB	0.706
SE	0.505
KK	0.480



Şekil 3: Araştırma Modeli

Modele ek olarak bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni aracı değişken olmadan etkilediği değerler mevcuttur. Toplam doğru etkiler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Toplam Doğru Etkiler.

	Katsayı	P values
G -> DN	0.163	0.021
K -> DN	0.334	0.000
R -> DN	0.091	0.047
TG -> DN	0.118	0.006

Bağımsız değişkenin aracı değişken vasıtasıyla bağımlı değişken üzerine etkisi gösterilmiştir. Spesifik dolaylı etkiler Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Spesifik Dolaylı Etkiler

	Katsayı	P values
R -> KK -> DN	0.026	0.253
K -> CBEK -> DN	0.083	0.142
TG -> PB -> DN	0.084	0.016
TG -> CBEK -> DN	0.035	0.201
G -> SE -> DN	0.082	0.093
G -> KK -> DN	0.080	0.176
K -> PB -> DN	0.251	0.000
R -> SE -> DN	0.065	0.104

TARTIŞMA

Araştırmanın sonuçlarında genel olarak literatüre paralel sonuçlar elde edilmiştir. Kalite ve performans beklentisi arasındaki ilişkinin bulunması kaliteli görülen faaliyetlerin performansı etkileyeceği algılanmıştır. Camilleri (2024), teknoloji kabul modeli ile yapılan, chatgpt'nin kullanma niyetinin araştırıldığı çalışmada bilgi kalitesi ile chatgpt kullanma niyeti arasında etki olduğuna ulaşılmıştır. Aynı olmayan sonuçların bulunduğu çalışmalar da

Mevcuttur; Sewandono(2023), Endoznezya'da gerçekleştirilen çalışmada kalitenin performans beklentisine etkisinin olduğu sonucu bulunamamıştır. M. Chen (2021), çalışmada kalitenin performans beklentisine etkisi bulunamamıştır.

Teslimat güvenliği covid-19 sonrasında daha önemli hale gelmiştir. İnsanlar bulaşıcı hastalıklardan çekinmektedir. Bundan dolayı teslimat güvenliğinin performansı etkileyeceği yönünde algı olduğu söylenebilir. Abd Aziz (2023), üniversite öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada tekno güvensizliğin performans beklentisini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Kalitenin çaba beklentisi üzerine etkisi vardır. Teslimatta kullanılacak olan drone ile kaliteli bir hizmet sunulması kişilerde daha az çaba harcayacakları algısına sahiptir. Kullanıcılar, düşük kaliteli otonom drone kullanılması halinde çaba beklentilerinin artacağı yönünde tutumları olduğu söylenebilir. (M. Chen (2021), çalışmasında kalitenin çaba beklentisi üzerine etkisinin olduğu sonucuna ulaşılammıştır.

Teslimat güvenliğinin çaba beklentisi üzerine etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teslimat güvenliğinin optimum seviyede olmamasını algılayan kullanıcılar üründe oluşacak hasar gibi nedenlerden dolayı çabalarının artacağı yönünde algıları olduğu sonucu çıkarılabilir.

Riskin sosyal etkiye etkisi bulunmaktadır. Süreçteki risk algısının fazla olması kullanıcının çevreden edineceği sosyal etkiyi değiştirecektir.

Güvenilirliğin sosyal etkiye etkisi vardır. Kullanıcılar güvenilir bir otonom drone hizmetinin çevresindeki sosyal etkiyi etkileyeceği yönünde algısı vardır.

Riskin kolaylaştırıcı koşullar hakkında etkisi bulunmuştur. Otonom drone ile teslimatın potansiyel risk taşıması sistemin diğer sistemlerle uyumlu çalışmasını etkileyeceği, kullanıcılar tarafından algılandığı söylenebilir. Toraman (2021), blok zincir teknolojisinin benimsenmesi hakkındaki çalışmasında Algılanan riskin algılanan kullanım kolaylığına etki ettiğini bulmuştur. Bu sonuç çalışmamızın sonucu ile paralellik göstermiştir. Toraman (2022), yapılan çalışmada da riskin algılanan kullanım kolaylığı üzerine etkisi bulunmuştur. Ayrıca, L. Chang (2023), çalışmasında algılanan risk ile davranışsal niyet arasında ilişki vardır. Bu çalışmamızda bulunan dolaylı etki ile paralellik göstermiştir.

Güvenilirliğin kolaylaştırıcı koşullara etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teslimatta kullanılacak verilerin korunması hakkındaki güvenilirlik, sistemin diğer sistemlerle uyumlu çalışacağı algısını etkileyeceğini söyleyebiliriz. Teslimatta kullanılacak otonom drone, sistemde oluşacak 3.taraflara veri sızdırılması aynı sistemin farklı sistemlerle oluşturacağı senkronizasyonu etkileyebileceği düşünülebilir. Toraman (2022), çalışmasına göre güven, algılanan kullanım kolaylığını etkilemiş olduğuna ulaşılmıştır.

Performans beklentisinin yüksek olması niyeti pozitif etkilemiştir. Bireyler daha yüksek performanslı süreçlerde bulunmayı tercih etmektedir. Rahi (2019), internet bankacılığının adaptasyonunu araştırdığı çalışmasında performans beklentisinin kullanıcı niyetine etkisi olduğunu bulmuş, bu sonuç çalışmamızla paralellik göstermektedir. Camilleri (2024), teknoloji kabul modeli ile yapılan, chatgpt'nin kullanma niyetinin araştırıldığı çalışmada performans beklentisi ile chatgpt kullanma niyeti arasında etki olduğuna ulaşılmıştır. Farklı sonuçların bulunduğu çalışma da mevcuttur; L. Chang (2023), çalışmada performansın davranışsal niyete etkisinin olduğu sonucuna ulaşılammıştır.

Sosyal etkinin davranışsal niyet üzerine etkisi bulunmuştur. Kişi, sosyal etkinin etkisi altında kalarak davranışsal niyetini değiştirebilir. Son aşama teslimatta otonom drone kullanımı hakkında sosyal bir etkiye maruz kalan kişi davranışsal niyetini buna göre şekillendirebilir. Rahi (2019), internet bankacılığının adaptasyonunu araştırdığı çalışmasında Sosyal etkinin, kullanıcıların internet bankacılığını benimseme niyetleri üzerinde etkisi olduğu sonucunu bulmuştur. Bu çalışmanın sonucuyla paralellik gösterdiği söylenebilir. L.Chang(2023), çalışmada davranışsal niyet sosyal etkiden etkilenmiştir. Camilleri (2024), teknoloji kabul modeli ile yapılan, chatgpt'nin kullanma niyetinin araştırıldığı çalışmada sosyal etki ile chatgpt kullanma niyeti arasında etki olduğuna ulaşılmıştır.

Çaba beklentisinin davranışsal niyete etkisi bulunmamıştır. Batucan(2022) çalışmada çaba beklentisi, davranışsal niyete etki etmemiştir. Farklı sonuçların bulunduğu çalışmalara da rastlanmıştır; L. Chang (2023), çalışmasında çaba beklentisi davranışsal niyete etki etmiş olduğu durumuna rastlanmıştır. Camilleri(2024), teknoloji kabul modeli ile yapılan, chatgpt'nin kullanma niyetinin araştırıldığı çalışmada ise çaba beklentisi ile chatgpt kullanma niyeti arasında etki olduğuna ulaşılmıştır.

Kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisi bulunamamıştır. Bu sonuç literatüre paralel bir sonuç olmuştur. L.Chang(2023),araştırmada algılanan kullanım kolaylığının, kullanım niyetine etkisinin olmadığı durumuna ulaşılmıştır. Utomo(2021), çalışmada kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisinin olduğu desteklenmemiştir. Farklı sonuçların bulunduğu çalışmalar da mevcuttur; Batucan (2022),çalışmada kolaylaştırıcı koşulların, davranışsal niyete etki ettiği bir durum söz konusudur.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hızlı tüketim malları özelinde otonom drone'ların son aşama teslimatta kullanımı üzerinde durulmuştur. Teslimat sürecinin son aşamasındaki tüketiciye ulaştırma aşamasında otonom drone kullanımını etkileyen faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Literatür incelendiğinde “son aşama teslimatta otonom drone kullanımının kullanıcı kabulü” hakkında araştırma olmadığı görülmüş bu boşluğun değerlendirilmesi ile bilime katkı yapılacağı görülmüştür. Söz konusu süreci etkileyen faktörler; davranışsal niyet, performans beklentisi, çaba beklentisi, sosyal etki, kolaylaştırıcı koşullar, kalite, teslimat güvenliği, risk, güvenilirlik, değişkenler olarak ele alınmıştır.

Araştırmanın sonuçlarında genel olarak literatüre paralel sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H11 hipotezleri desteklenmiş, H10 ve H12 hipotezleri ise desteklenmemiştir. Desteklenen hipotezler; kalitenin performans beklentisine etkisi vardır, teslimat güvenliğinin performans beklentisine etkisi vardır, kalitenin çaba beklentisine etkisi vardır, teslimat güvenliğinin çaba beklentisine etkisi vardır, riskin sosyal etkiye etkisi vardır, güvenilirliğin sosyal etkiye etkisi vardır, riskin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır, güvenilirliğin kolaylaştırıcı koşullara etkisi vardır, performans beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır, sosyal etkinin davranışsal niyete etkisi vardır, hipotezleridir. Desteklenmeyen hipotezler ise; çaba beklentisinin davranışsal niyete etkisi vardır ve kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisi vardır, hipotezleridir.

Kullanıcıların etkilendiği faktörler incelenmiş, araştırma sonuçları ile genel itibariyle kullanıcıların gelecekte otonom drone'larla teslimatın gerçekleşmesiyle birlikte kullanıma kolay uyum sağlayacağı düşünülmektedir. İlerleyen süreçte, bu teknolojinin aktif kullanılmasına paralel olarak bu araştırmanın benzeri Teknoloji Kabul Modeli (TKM), Teknoloji Kabul Modeli2 (TAM-2) veya Teknoloji Kabul ve Kullanım Birleştirilmiş Modeli-2 (UTAUT-2) gibi modellerle, farklı örneklerle gerçekleştirilebilir. Söz konusu teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte, yeni çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmanın bilime katkı sağlaması ve toplumun refah seviyesine etki etmesi temenni edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abd Aziz, N. N., Aziz, M. A., ve Abd Rahman, N. A. S. (2023). The Mediating Effects Of Student Satisfaction On Technostress–performance Expectancy Relationship In University Students. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 15(1), 113-129. <https://doi.org/10.1108/JARHE-03-2021-0117>
- Aydın, İ. (2022). Hedonik Motivasyonun Drone ile Teslimata Yönelik Tutum Üzerindeki Etkisi: Ağızdan Ağıza İletişimin Aracılık Rolü. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*. <https://doi.org/10.26677/tr1010.2022.962>
- Battal, S. (2020). *Tüketicilerin Anında Teslim Online Sipariş Uygulamalarını Kullanmasının Birleştirilmiş Teknoloji Kabul ve Kullanımı Teorisine(BTKKT-2) Göre İncelemesi: Getir ve Yemeksepeti-Banabi Üzerine Bir Uygulama*. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Batucan, G. B., Gonzales, G. G., Balbuena, M. G., Pasaol, K. R. B., Seno, D. N., ve Gonzales, R. R. (2022). An Extended UTAUT Model to Explain Factors Affecting Online Learning System Amidst COVID-19 Pandemic: *The Case of a Developing Economy*. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.768831>
- Burgess, M. (2016). DHL's delivery drone can make drops quicker than a car. <http://www.wired.co.uk/article/dhl-drone-delivery-germany/>
- Camilleri, M. A. (2024). Factors Affecting Performance Expectancy And Intentions to Use ChatGPT: Using SmartPLS to Advance an Information Technology Acceptance Framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123247>
- Can, N., ve Kahveci, M. (2017). İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi, Tanımı, Dünyada Ve Türkiye'deki Yasal Durumu. Selçuk Üniversitesi *Journal of Engineering Science and Technology*, 5(4), 511-535. <https://doi.org/10.15317/scitech.2017.109>
- Chang, L., Wang, Y., Liu, J., Feng, Y., ve Zhang, X. (2023). Study on Factors Influencing College Students' Digital Academic Reading Behavior. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1007247>
- Chen, M., Wang, X., Wang, J., Zuo, C., Tian, J., ve Cui, Y. (2021). Factors Affecting College Students' Continuous Intention to Use Online Course Platform. *SN Computer Science*, 2(2). <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00498-8>
- Chung, S. H., Sah, B., ve Lee, J. (2020). Optimization For Drone and Drone-truck Combined Operations: A Review of The State of The Art And Future Directions. *Computers and Operations Research* (C. 123). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105004>
- Ciceklidag, Pasa. (2020). Exploring Acceptance Of E-exam Using PLS-SEM Approach :A case Study In Turkey. Master Thesis. İstanbul. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Figliozzi, M. A. (2017). Lifecycle Modeling And Assessment of Unmanned Aerial Vehicles (Drones) CO2e Emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57, 251-261. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2017.09.011>
- Goodchild, A., ve Toy, J. (2018). Delivery By Drone: An Evaluation of Unmanned Aerial Vehicle Technology in Reducing CO2 Emissions in The Delivery Service Industry. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 58-67. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2017.02.017>
- Hoyle, R. H. (1995). *The Structural Equation Modeling Approach: Basic Concepts And Fundamental Issues*. (ss. 1-15) Sage Publications, Inc.
- Hsiu-Hua Chang, Huey-Wen Chou, Chun-Po Yin, ve Cecilia I. Lin. (2011). ERP Post-Implementation Learning, ERP Usage And Individual Performance Impact. Pacis 2011 Proceedings.
- Hu W, Dong J, Hwang BG, Ren R, ve Chen Z. (2019). A Scientometrics Review on City Logistics Literature: Research Trends, Advanced Theory And Practice. *Sustainability*, 11(2724).
- International Civil Aviation Organization. (2011). Unmanned Aircraft Systems (UAS). https://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf
- Jöreskog, K. G. (1973). Analysis of Covariance Structures. *Multivariate Analysis–III*, 263-285. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-426653-7.50024-7>
- Liu, H., Tsang, Y. P., ve Lee, C. K. M. (2024). A Cyber-physical Social System For Autonomous Drone Trajectory Planning In Last-mile Superchilling Delivery. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104448>

- Nakiboğlu, G. (2020). Drone Transportation And Its Use in Last-Mile Distribution. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 24(2), 285-298.
- Nurcan, D. (2020). E-Ticaret Lojistiğinde Son Adım Dağıtım Hizmetlerine Yönelik Çok Seferli Ve Zaman Pencereli Sayısal Bir Yaklaşım. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul . İstanbul Teknik Üniversitesi
- Özcan Atılğan, K., ve Bozkurt, M. (2023). Tüketicilerin Drone Aracılığıyla Ürün Dağıtımına Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Cilt (C. 20). <https://dergipark.org.tr/cagsbd>
- Özdamar, K. (2004). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi
- Pasha, J., Elmi, Z., Purkayastha, S., Fathollahi-Fard, A. M., Ge, Y. E., Lau, Y. Y., ve Dulebenets, M. A. (2022). The Drone Scheduling Problem: A Systematic State-of-the-Art Review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(9), 14224-14247. <https://doi.org/10.1109/TITS.2022.3155072>
- Qin CHEN. (2014). Sustainable Last-mile Solutions: Urban Freight Consolidation and Eco-routing Strategies [Doctoral Thesis].
- Rabta, B., Wankmüller, C., ve Reiner, G. (2018). A Drone Fleet Model For Last-mile Mistrubition In Disaster Relief Operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 107-112. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2018.02.020>
- Rahi, S., Othman Mansour, M. M., Alghizzawi, M., ve Alnaser, F. M. (2019). Integration of UTAUT Model In Internet Banking Adoption Context: The Mediating Role of Performance Expectancy And Effort Expectancy. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 13(3), 411-435. <https://doi.org/10.1108/JRIM-02-2018-0032>
- Ramadan, Z. B., Farah, M. F., ve Mrad, M. (2017). An Adapted TPB Approach to Consumers' Acceptance of Service-delivery Drones. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29(7), 817-828. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1242720>
- Schumacker, R. E., ve Lomax, R. G. (2012). *A Beginner's Guide To Structural Equation Modeling* (Routledge, C. 3).
- Sewandono, R. E., Thoyib, A., Hadiwidjojo, D., ve Rofiq, A. (2023). Performance Expectancy of E-Learning on Higher Institutions of Education Under Uncertain Conditions: Indonesia Context. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4041-4068. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11074-9>
- Toraman, Y. (2021). Blokzincir Teknolojisinin Benimsenmesinin Teknoloji Kabul Modeli Çerçevesinde İncelenmesi: Kripto (Dijital) Paralar Üzerine Bir Araştırma. *Journal Of Social, Humanities Aand Administrative Sciences*, 7(45), 1841-1856. <https://doi.org/10.31589/joshas.753>
- Toraman, Y. (2022). Interest-Free Finance Model by Using Blockchain-Based Company Tokens: Research on Digital Turkish Lira (DTL) and Borsa Istanbul with Technology Acceptance Model (TAM). *Emerging Market Journal*, 12(2). <https://doi.org/10.5195/emaj.2018.134>
- Utomo, P., Kurniasari, F., ve Purnamaningsih, P. (2021). The Effects of Performance Expectancy, Effort Expectancy, Facilitating Condition, and Habit on Behavior Intention in Using Mobile Healthcare Application. *International Journal of Community Service & Engagement* (C. 2, Sayı 4). <https://dinkes.tangerangselatankota.go.id/uploads/lkip/10.pdf>
- URL-1: <https://www.dictionary.com/browse/uav?s=t> (E.T.: 19.01.2024).
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., ve Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Yoo, W., Yu, E., ve Jung, J. (2018). Drone delivery: Factors Affecting The Public's Attitude And Intention To Adopt. *Telematics and Informatics*, 35(6), 1687-1700. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.04.014>

SON AŞAMA TESLİMAT SÜREÇLERİNDE BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ UYGULAMALARI

Dilan Özdemir¹

GİRİŞ

Dünya ekonomisinde yaşanan gelişmeler ile birlikte piyasaların küreselleşmesi, ticari ilişkilerin karmaşıklaşmasına ve işletmeler arası rekabetin artmasına neden olmuş, artan rekabetin hem bir nedeni hem de bir sonucu olarak ise teknolojik gelişmeler piyasalarda hâkim konuma ulaşmıştır. Özellikle bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ve küresel düzeyde veri kaynaklarının artması ile birlikte veriler daha büyük ölçeklerde üretilmeye başlamıştır. Söz konusu veri üretimi, bir yandan yeni fırsatlar yaratırken diğer yandan verilerin analiz edilebilmesini zorlaştırmıştır. Verilerin büyük boyutlara ulaşması ve analizinin zorlaşması, Büyük Veri (Big Data) kavramını gündeme getirmiştir (Borgi vd., 2017). Büyük Veri (BV), dijital ortama aktarılmış her öğeyi bünyesinde veri olarak barındırabilen, aynı zamanda da bu verileri kullanılabilir veriler haline getirebilen bir sistem olarak ifade edilebilmektedir (İyigün, 2019: 96). BV yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış biçimde giderek büyüyen büyük boyutlardaki verileri tanımlamak için kullanılmakta, gelişmiş algoritmaları ve teknolojileri içeren karmaşık bir yapı ile karakterize edilmektedir. Bu nedenle BV uygulamaları, geleneksel iş zekâsı uygulamalarından daha verimli sonuçlar sunabilmektedir (Oussous vd., 2018: 433). BV'nin giderek büyümesi ve verilerin güvenlik, erişilebilirlik, taşınabilirlik, uyumluluk vb. gibi tüm kalite özelliklerinin ölçülebilmesi için ilk aşamada hacim (volume), hız (velocity) ve çeşitlilik (variety) (Laney, 2001; Leveling vd., 2014; Fan vd., 2015), daha sonra doğruluk (veracity), görselleştirme (visualization), değişkenlik (variability) ve değer (value) ölçütleri eklenerek "7V"den oluşan bir model geliştirilmiştir. (Choi vd., 2019; Hattawi vd., 2021).



Volume
(Hacim)



Variety
(Çeşitlilik)



Velocity
(Hız)



Variability
(Değişkenlik)



Veracity
(Doğruluk)



Visualization
(Görselleştirme)



Value
(Değer)

Şekil 1: Büyük Verinin 7V'si

¹ Arş. Gör., Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, 0000-0002-1390-5162, dilanozdemir@tarsus.edu.tr

Şekil 1’de ifade edildiği üzere hacim, işlenmesi ve depolanması gereken çok büyük boyuttaki veriyi; çeşitlilik, birden fazla kaynaktan toplanan yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış verileri; hız, verilerin üretilme, dağıtılma ve toplanma hızını; değişkenlik, verilerdeki tutarsızlıkların sayısı ve büyük verinin yüklenme hızındaki tutarsızlığı; doğruluk, bir veri setinin ne kadar doğru veya gerçekçi olabileceğini; görselleştirme, bilgi ve verilerin grafiksel temsilini ve son olarak değer ise toplanan verilerin iş değerini ifade etmektedir (Hattawi vd., 2021: 811). BV’den elde edilen verilerin işletmelerin operasyonel süreçlerindeki hizmet iyileştirme ve problemle çözme faaliyetleri çerçevesinde kullanılması birtakım analizler yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Bu çerçevede araştırma bileşeni kapsamında Büyük Veri Analitiği (BVA), metin analitiği, web analitiği, ağ analitiği ve mobil analitiğin yanı sıra iş zekâsı ve analitiği teknolojilerini kullanarak veri madenciliği ve istatistiksel analizi içermektedir (Chen vd., 2012). BVA örüntüleri, korelasyonları, eğilimleri ve diğer yararlı teknikleri belirlemek için veri madenciliği, istatistiksel analiz ve tahmine dayalı analiz gibi gelişmiş analitik becerilerin uygulanmasına yönelik genel süreci ifade etmektedir. Operasyonel verimliliğin ve işletme kârının artırılması noktasında etkili olan BVA, BV’nin yayılım göstermesi ve büyümesi ile birlikte işletmeler için elzem hale gelmiştir (Jin ve Kim, 2018: 2).

BVA, sektörel yayınlardan elde edilen veriler ile işletme performanslarını farklı uygulamaları birbirleri ile kıyaslamak ve rekabetçi pazardaki stratejik zorlukların, avantajların ve dezavantajların tahlil edilmesi için kullanılabilen, mikro ve makro çevreden elde edilen bilgilerin BVA kullanılarak işlenebilir veriler haline getirilmesi, işletmelerin gelecek tahmini yapmaları noktasında önem arz etmektedir. Diğer yandan müşteri memnuniyeti anketlerinden elde edilen sonuçlar, işletmeye müşteri davranışlarını ve tercihlerini anlama noktasında bilgi sağlamaktadır. Bir işletmenin BVA uygulamalarına yatırım yapması ve elde edilen sonuçların uygun şekilde yorumlanması için BVA becerilerine sahip personele sahip olması da bu şekilde zorunlu hale gelmektedir (Ayokanmbi, 2021: 4).

Lojistik faaliyetlerin giderek daha fazla teknolojiyi içinde barındıracak şekilde yeniden yapılanması, operasyonların sezgisel bir biçimden ziyade veriye dayalı olarak gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Bünyesinde daha fazla teknolojik unsur barındıran lojistik faaliyetlerde karşılaşılabilecek problemlerin çözümünde tam, doğru ve gerçek zamanlı verilerin varlığına ihtiyaç duyulmaktadır. BV ise bu noktada geniş ve büyük ölçekteki verileri çok daha mikro düzeyde sunabilmesi açısından müşteri odaklı bir yaklaşım ile tedarik zinciri içerisinde yer alan operasyonlar için esnek çalışma alanı yaratabilmektedir (İyigün, 2019: 100). Bu bağlamda pek çok toplu taşıma şirketi, otobüsleri takip etmek ve hizmetlerini iyileştirmek amacıyla RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama) ve GPS kullanarak farklı güzergahlardaki otobüsleri

kullanan yolcuların sayısı hakkında toplanan verileri, otobüs güzergahlarını ve sefer sıklığını optimize etmek için kullanmaktadır. Yolculara yalnızca tavsiyelerde bulunmak için değil, aynı zamanda istenilen varış noktasına götürebilecek bir sonraki otobüsü ne zaman bekleyeceği konusunda değerli bilgiler sunmak için çeşitli gerçek zamanlı sistemler uygulanmaktadır. Bu şekilde BVA, kamu veya özel ağlarla ilgili talebi tahmin ederek operasyonların geliştirilmesine yardımcı olabilmektedir (Oussons vd., 2018: 433).

BVA çerçevesinde veri madenciliği, görselleştirme, istatistiksel analiz ve makine öğrenmesi gibi çeşitli analitik teknikler ve teknolojiler kullanılmaktadır. Söz konusu teknolojiler, verilerin depolanmasını ve yönetilmesini, işlenmesini, sorgulanmasını, veriye erişim sağlanmasını ve verilerin analiz edilmesini içeren pek çok katmandan oluşmaktadır. Bu teknolojilerden, Apache Hadoop, en sık kullanılan BV teknolojisi olmasının yanında BV işlenirken karşılaşılabilecek performans düşüklüğünü ve karmaşıklığını elimine etmek için tasarlanmış geniş hacimli veri setlerini hızla işleyebilen bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Oussous vd., 2018: 435-436).

Bu çalışma Büyük Veri ve Büyük Veri Analitiği çerçevesinde kurgulanmış giriş ve sonuç bölümleri de dahil olmak üzere dört bölümden oluşmakta, genel olarak BVA'nın lojistik operasyonları, son aşama teslimat süreçlerine nasıl entegre edildiği sorusu üzerinde durulmaktadır. Bu bağlamda ilk olarak bütüncül bir yaklaşım sunması için BV'nin lojistik operasyonlarda kullanım alanları üzerinde durulmuş, ikinci bölümde çalışma alanı özelleştirilerek son aşama teslimat süreçleri ele alınmıştır. Çalışmanın son bölümünü ise son aşama teslimat süreçlerinde BV kullanımının avantajları ve dezavantajları üzerinde durulan sonuç bölümü oluşturmaktadır.

LOJİSTİK OPERASYONLARDA BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ

Lojistik sektörü, BV'nin teknolojik ve metodolojik gelişmelerinden yararlanması gereken sektörlerin başında gelmektedir. Eski Yunanca köklerinde lojistiğin "pratik aritmetik" anlamına gelmesi, veri uzmanlığının her zaman bu disiplin için elzem olduğuna dair güçlü bir kanıt sunmaktadır. Günümüz küresel piyasaları dikkate alındığında lojistik sağlayıcıların oldukça büyük miktarlardaki mal akışlarını yönettiği ve aynı zamanda çok büyük veri setleri oluşturduğu söylenebilmektedir. Her gün milyonlarca gönderi için menşe, varış noktası, boyut, ağırlık, içerik ve konum bilgilerinin tümü küresel teslimat ağlarında izlenebilmektedir (Jeske, Grüner ve Weib, 2013: 5). Diğer yandan bilgi teknolojilerinin gelişmesi ve nesnelerin internetinin yaygınlaşması verilerin üstel bir biçimde büyümesine neden olurken, lojistik işletmeleri de veriye dayalı kararlar almak için geniş ve büyük veri kaynakları içerisinde kendilerine uygun olabilecek analitik altyapıyı geliştirmek durumunda kalmaktadır. Bu noktada ise BVA, işletmelere operasyonel süreçleri ile ilgili veri seti oluşturma, veri

setini güncelleme, depolama ve analiz edebilme kolaylığı sağlamaktadır. Bu sayede BVA yardımı ile lojistik işletmeleri hızlı ve etkin kararlar alabilmekte, operasyonel maliyetleri düşürüp daha az risk alarak maliyet avantajı elde edebilmektedir (Ghosh, 2015).

Lojistik operasyonların yönetiminde yer alan lojistik hizmet sağlayıcıları, nakliyeciler ve taşıyıcıların operasyon süreçlerindeki faaliyetlerinin artması veri üretimini artırmaktadır. Bu açıdan bakıldığında lojistik veriler dağıtım ağlarında meydana gelen nakliye giderleri, tedarikçilerin arz ve talep tahminlerinden elde edilebilmektedir. Talep ya da arz belirsizlikleri olması durumunda lojistik operasyonların tedarik zinciri esnekliklerinin tasarlanabilmesi için tahmine dayalı analitik araçların kullanılmasını gerektirmekte, bunun için BVA'ya ihtiyaç duyulmaktadır (Najafi vd., 2013; Wang vd., 2016: 104).

Tedarik zinciri yönetimi bünyesinde gerçekleştirilen faaliyet zincirlerinde kullanılan yeni teknolojiler, lojistikte dijital bir dönüşüme yola açarak giderek büyüyen bir veri kümesi yaratmaktadır. Lojistik ve taşımacılık sektöründeki en yaygın trendlerden biri olan nesnelere interneti (IoT), neredeyse her nesneyi internete bağlamak için Makineler Arası İletişim (M2M) gibi yüksek iletişim teknolojilerinden faydalanmaktadır (Kckelhaus, 2016). IoT, özellikle sensörlerin, Küresel Konumlandırma Sistemlerinin (GPS), Radyo Frekanslı Kimlik Tanımlama (RFID) ve WIFI kullanımının yaygınlaşmasıyla, araçlar ve nesnelere giderek daha fazla bağlanabilirlik kazandırarak, araçtan araca iletişim ve diğer birçok Akıllı Ulaşım Sistemi uygulaması için kullanılabilir. Dolayısıyla taşımacılık ve lojistik, büyük hacimli veri setlerinin önemli bir kaynağı haline gelmektedir. Ancak, bu verilerin kullanılmayan potansiyelinden faydalı yeni iş modelleri yaratma, müşteri deneyimini ve operasyon verimliliğini iyileştirme gibi fırsatlar da elde edilebilmektedir (Borgi, 2017: 46). Diğer yandan BV'nin lojistik sektöründe uygulanması, verilerin üretilmesi ve kullanılması ile yakından ilişkili olmaktadır. Bu noktada lojistik sektöründe rekabet avantajı elde edilebilmesi BVA ile mümkün hale gelebilmektedir. BVA'nın sahip olduğu özellikler BV'nin lojistik sektöründe en etkili şekilde uygulanabileceği yerleri vurgulamakta ve bağlamda Tablo 1'de veri odaklı lojistiğin özellikleri ifade edilmektedir (Jeske, Grüner ve Weib, 2013: 15).

Tablo 1: Veri Odaklı Lojistiğin Özellikleri

Optimizasyon	<ul style="list-style-type: none"> • Teslimat süresi, kaynak kullanımı ve coğrafi kapsama alanı gibi hizmet özelliklerinin optimizasyonu lojistiğin doğasında var olan bir zorluğu ifade etmektedir. • Büyük ölçekli lojistik operasyonlarının verimli bir şekilde yürütülebilmesi için veriye ihtiyaç vardır. Bu bilgiler ne kadar erken elde edilir ve ne kadar kesin olursa optimizasyon sonuçları da o kadar iyi olacaktır. • Gelişmiş tahmin teknikleri ve gerçek zamanlı işleme, kapasite tahmini ve kaynak kontrolünde sağlayabilmektedir.
Somut Mallar ve Gerçek Müşteriler	<ul style="list-style-type: none"> • Somut malların teslimatı, teslim alma ve teslim etme sırasında doğrudan müşteri etkileşimi gerektirmektedir. • Küresel ölçekte, günde milyonlarca müşteri temas noktası pazar istihbaratı, ürün geri bildirim ve hatta demografik bilgiler için bir fırsat yaratabilmektedir. • Büyük Veri kavramları, tüketici duyarlılığı ve ürün kalitesi hakkında değerli bilgiler elde etmek için çok yönlü analitik araçlar sağlamaktadır.
Müşteriler ile Uyum	<ul style="list-style-type: none"> • Modern lojistik çözümleri, çeşitli sektörlerdeki üretim ve dağıtım süreçlerine sorunsuz bir şekilde entegre olmaktadır. • Müşteri operasyonları ile ilişkili entegrasyon seviyesi, lojistik sağlayıcıların ve bireysel işletmelerin yakından takip edilmesini sağlamaktadır. • Analitik metodolojinin kapsamlı bilgiye uygulanması tedarik zinciri aksaklıklarına karşı dayanıklılık sağlamaktadır.
Bilgi Ağı	<ul style="list-style-type: none"> • Taşıma ve dağıtım ağları önemli bir veri kaynağı sunmaktadır. • Verilerin ağın kendisini optimize etmek için kullanılmasının yanı sıra, ağ verileri küresel mal akışı hakkında değerli bilgiler sağlayabilmektedir. • Büyük Veri analitiğinin gücü ve çeşitliliği, gözlem düzeyini mikro ekonomik bakış açısına taşıyabilmektedir.
Küresel kapsam, yerel varlık	<ul style="list-style-type: none"> • Yerel mevcudiyet ve operasyonlar, lojistik hizmetler için gerekli olmaktadır. • Ulaşım güzergahları boyunca yerel bilgileri otomatik olarak toplamak için ülke genelinde hareket eden bir araç filosu gerekmektedir. • Büyük bir teslimat filosundan gelen büyük ölçekli veri akışının işlenmesi, demografik, çevresel ve trafik istatistikleri için değerli bir veri kaynağını ifade etmektedir.

Lojistik operasyonlarda her süreç, veri olarak kullanılabilen ampirik değerler üretmektedir. Her aşamada, taşınan her üründe veya her sistemde değerlendirilmek üzere toplanabilecek ve saklanabilecek bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgilerden çıkarılan sonuçlar, tahmin yapabilmek ve süreçleri otomatikleştirmek için kullanılmaktadır. Böylece BVA, tedarik zincirinde şeffaflığı artırarak karar vermeyi kolaylaştırmaktadır. Diğer yandan BVA, tedarik zincirindeki bir tesiste palet depolamadan müşteri endişelerinin ele alınmasına kadar uzanan adımların stratejik optimizasyonuna olanak tanımakta ve hizmet düzeyini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Bu bağlamda BVA'nın temel amacının operasyonel standartları korumak ve süreçlerin verimliliği artırmak olduğu söylenebilmekte, şeffaf operasyonel veriler ve bunların spesifik analizleri maliyetleri azaltarak hizmetleri iyileştirirken olası riskleri de önlemektedir (DHL, 2023).

Lojistik sektörünün veri odaklı bir sektör olduğu göz önünde bulundurulduğunda BVA'nın pek çok konuda hizmet verdiği ve lojistik operasyonlarda pek çok kolaylık sağladığı anlaşılmaktadır. Söz konusu hizmetler Tablo 2'de ifade edilmiştir.

Tablo 2: Veri Odaklı Lojistikte Büyük Veri Çözümleri

Operasyonel Verimlilik	Müşteri Deneyimi	Yeni İş Modelleri
<p><i>Son Aşama Optimizasyonu</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gerçek zamanlı rota optimizasyonu Kitle kaynaklı teslimat 	<p><i>Müşteri Değer Yönetimi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Müşteri sadakati yönetimi Ürün inovasyonu ve hizmet iyileştirmesi 	<p><i>B2B Talep ve Tedarik Zinciri Tahmini</i></p> <ul style="list-style-type: none"> KOBİler için piyasa istihbaratı Finansal talep ve tedarik zinciri analitiği
<p><i>Öngörülebilir Ağ ve Kapasite Planlaması</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Stratejik ağ planlaması Operasyonel kapasite planlaması 	<p><i>Tedarik Zinciri Risk Yönetimi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Risk değerlendirmesi ve esneklik planlaması 	<p><i>Gerçek Zamanlı Yerel İstihbarat</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Adres doğrulama Çevresel istihbarat

Kaynak: Jeske, Grüner ve Weib, 2013 (Yazar tarafından derlenmiştir)

BVA'nın operasyonel verimlilik konusunda sağlayabileceği kolaylıklar arasında son aşama süreçlerinin optimizasyonu dikkat çekmektedir. Tedarik zincirinin son aşamasını ifade eden son aşama süreçleri, verimlilik ve müşteri odaklı faaliyetler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle kentsel alanlarda süreç verimliliğinin artırılması, maliyetlerin azaltılması ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanmasının yanında müşteri gereksinimlerinin zamanında, tam ve ucuz bir biçimde karşılanabilmesi için BV'den ve BVA'dan yararlanılması önem arz etmektedir. BVA sayesinde kentsel alanlarda trafik sıkışıklığı, nüfus yoğunluğu, altyapı gibi sorunların üstesinden gelinebilmesi için mevcut güzergahlarda gerçek zamanlı olarak optimizasyon yapılabilmekte, yine aynı nedenlerden dolayı kitle kaynaklı teslimat çözümleri gerçekleştirilebilmektedir. Diğer yandan lojistik operasyonlarda özellikle de son aşama teslimat operasyonlarında müşteri deneyimi oldukça önemlidir. Müşteri ihtiyaçlarının en kısa sürede, hızlı, ucuz ve güvenilir biçimde karşılanması müşteri sadakatinin ve memnuniyetinin sağlanması noktasında önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. BV sayesinde elde edilen veriler ile birlikte müşteri beklentileri somut bir biçimde çözümlenebilmektedir.

Lojistik operasyonlarda BV kullanımı çeşitli şekillerde gerçekleştirilmekte, bunlar stok ve depolama kontrolü, rota optimizasyonu, kapasite planlaması, risk yönetimi ve müşteri tatmini olarak ifade edilebilmektedir (DHL, 2023).

- **Stok ve Depolama Kontrolü:** Tüm envanter verilerinin kaydedilmesi ve izlenmesi, herhangi bir zamanda depoda gerekli malzemelerin nerede bulunacağını bilmesi anlamına gelmektedir. Sistemlerden ve sensörlerden gelen envanter verilerinin analiz edilmesi, stokların azalıp azalmadığının veya palet raflarının boş olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Envanter tahminleri, yaklaşan yoğun ve yoğun olmayan sezonlarda gelen siparişlerin ve teslimatların model tahmininde kullanılabilir.
- **Rota Optimizasyonu:** Araç bilgileri, ürün verileri, GPS verileri, hava durumu verileri ve vardiya programları, belirli bir araç için belirli bir yük ile mümkün olan en iyi rotanın hesaplanması için veri olarak kullanılmaktadır. BVA, rota optimizasyonuna bütünsel bir yaklaşım sunarak lojistik operasyonların dinamik ve karmaşık durumlara uyum sağlamasına ve gelişmesine olanak tanımaktadır. Zamanında teslimatlar ve iyileştirilmiş hizmet kalitesi yoluyla müşteri memnuniyetini artırma kabiliyeti, müşteri sadakatini ve rekabet avantajını artırarak işletmeler için stratejik değer oluşturabilmektedir (Meng, 2024: 580).
- **Kapasite Planlaması:** Makine, araç ve personel kapasiteleri veya mevcut araçlarla talep miktarları eşleştirilerek aşırı ya da düşük kapasite miktarlarının önüne geçilebilmektedir.
- **Risk Yönetimi:** Tedarik zincirinde yinelenen aksamalara yol açan faktörler analiz edilip belirlenerek şeffaf hale getirilmekte, söz konusu aksamaları engellemeye yönelik önlemler alınabilmektedir.
- **Müşteri Tatmini:** Başta dijital veri kanalları olmak üzere her türlü veri kanalından müşteriye özgü beğeniler ya da hoşnut olunmayan durumlar hakkında büyük miktarda yapılandırılmamış veri bulunmaktadır. BVA ile tüm bu veriler, müşteri hizmetlerini optimize etmek için sistematik olarak işlenebilmekte, BV sayesinde hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyeti artırılabilir.

Lojistik faaliyetlerde BV'den yararlanılması yukarıda açıklandığı üzere gerek lojistik sektörü işletmeleri gerekse de müşteriler için çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Farklı ve çeşitli veri kaynaklarından sağlanan verilerin BVA ile işlenmesi ve kullanılabilir veriler haline dönüştürülmesi, daha şeffaf veriler üretilmesini, müşteri ihtiyaçlarının doğru bir biçimde belirlenmesini, optimal kapasite kullanımı ile faaliyetlerin yürütülmesini, tedarik zincirinde yaşanabilecek aksaklıklarının önceden tahmin edilerek önlem alınmasını, araç optimizasyonlarının doğru bir biçimde modellenmesi ile çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanmasını teşvik edebilmektedir.

BV, E-ticaret hacminin artması ile kentsel alanlarda ön plana çıkan son aşama teslimat süreçlerinde de önemli bir yere sahiptir. Çalışmanın bir sonraki bölümünü son aşama teslimat süreçlerinde BVA kullanımını oluşturmaktadır.

SON AŞAMA TESLİMAT SÜREÇLERİNDE BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ KULLANIMI

Kentsel nüfusun artması ve buna bağlı olarak hızlı kentleşme, teknolojik gelişmeler ve e-ticaret hacminin artması ile birlikte son aşama lojistik uygulamaları daha karmaşık ve maliyetli bir yapı halini alırken, diğer yandan kentsel sürdürülebilirlik açısından sorun teşkil eder hale gelmiştir. Özellikle nüfusun daha fazla oranda iş hayatına dahil olması, ihtiyaçların e-ticaret kanalı ile karşılanmasını bir noktada gerekli kılmaktadır. Söz konusu bu gereklilik çerçevesinde siparişlerin müşterilere zamanında, hızlı, güvenilir ve ucuz bir biçimde teslim edilmesi müşteri tatmini sağlanması açısından önem arz etmektedir (Yılmaz, Aktaş ve Demirel, 2022: 1087). Bu noktada ise son aşama teslimat süreçleri üzerinde durulması gerekmektedir. Son aşama teslimat, lojistik sürecine girmiş bir ürünün son depodan tüketiciye teslimatını içeren son hareketlilik sürecini ifade etmektedir (Nakiboğlu, 2020).

E-ticaret; alışveriş yapan müşteri sayısı, müşterilerin aldığı ürünler ve teslimat adresleri, beğeni ve yorumları, süreçte yer alan araç sayısı, bu araçların güzergâhları, kullanılan depolar, süreçte görev alan personel gibi pek çok veriyi bünyesinde barındırmakta ve BVA için önemli bir veri seti kaynağı oluşturmaktadır. Söz konusu veri setlerinin BVA ile kullanılabilir veriler haline getirilmesi sayesinde işletmeler müşteri eğilimlerini tespit edilerek müşteri memnuniyetini artırabilmektedir. Tedarik zincirinin en kısa bölümü olmasına rağmen son aşama teslimat, trafik sıkışıklığı, rota verimsizlikleri ve zamanında teslimat misyonu nedeniyle genellikle sürecin en karmaşık, pahalı ve zaman alıcı kısmını oluşturmaktadır (Zampou vd., 2018: 5; Thymschenko, 2024; Olsson vd., 2019). Bu nedenle maliyetlerin düşürülmesi noktasında BVA'ya olan gereksinim artmaktadır.

Son aşama teslimat süreçlerinde kentsel alanlardan kaynaklanabilecek sorunların yanısıra ürünün takibinden kaynaklanan sorunlar da ortaya çıkabilmektedir. Özellikle kolay bozulabilen ürünler için teslimatın doğru bir biçimde planlanması ve yönetilmesi, işletmelerin tüketicilerin satın aldıkları ürünleri uygun koşullarda teslim almalarını sağlamaları gerekmektedir. Bu bağlamda işletmeler, BVA kullanarak veri işlemlerinin güvenli bir kaydına erişebilmekte, ürünün durumunu adım adım izleyerek sorunların kaynağına daha hızlı erişim sağlayabilmektedir (Naclerio ve Giovanni, 2022: 669).

BVA'nın son aşama teslimat süreçlerinde uygulanması noktasında iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Söz konusu yaklaşımlar BVA'yı son aşama verimliliğini artırmak için kullanılan güçlü bir araç haline getirmektedir.

Yaklaşımlardan ilki daha geniş çaplı veriler işlenerek geleneksel teslimat ağının performansını maksimize etmek için kullanılmaktadır. Bu da esas olarak teslimat rotalarının gerçek zamanlı optimizasyonu ile sağlanmaktadır. İkinci yaklaşım ise tamamen yeni bir son aşama teslimat modeli kullanılması için BV'nin işlenmesini öngörmektedir (Jeske, Grüner ve Weib, 2013: 18).

Gerçek Zamanlı Rota Optimizasyonu

Geleneksel rota planlama metodolojileri dalgalı talep, dinamik trafik modelleri ve değişen çevresel koşullarla karakterize edilen modern ulaşım ağlarının karmaşıklığına uyum sağlamada genellikle yetersiz kalmaktadır. Bu zorluklara karşın BVA'nın rotalama süreçlerine entegre edilmesi, rota optimizasyonu için önemli tahminler ve çözümler sunmaktadır (Meng, 2024: 575). Son aşama teslimatta rota optimizasyonu yapılması, teslimat sürecinde zaman tasarrufu sağlamayı amaçlamaktadır. Gerçek zamanlı bilgilerin hızlı bir şekilde işlenmesi bu zaman tasarrufu amacını destekler niteliktedir. Teslimat aracı yüklenirken ve boşaltılırken, gönderilerin sensör tabanlı algılanmasına dayanan optimum teslimat sırası dinamik olarak hesaplanmaktadır. Teslimat sürecinde mevcut trafik koşullarına göre teslimat rotalarını otomatik olarak değiştirmek için BV'den yararlanılmakta ve BVA, başarısız teslimat girişimlerini önlemek için alıcılar tarafından gönderilen kullanılabilirlik ve konum bilgilerini dikkate alarak optimizasyon yapılmasını sağlamaktadır (Jeske, Grüner ve Weib, 2013: 18).



Şekil 2: DHL İşletmesinin Smart Truck (Akıllı Kamyonet: Doğal ve Akıllı Taşımacılık) Uygulaması

Şekil 2'de DHL işletmesine ait akıllı kamyon yer almaktadır. Smart Truck uygulaması ile bir yandan gelen sevkiyat verilerine dayalı olarak günlük

optimize edilmiş ilk tur planlaması yapılırken diğer yandan mevcut sipariş ve trafik durumuna bağlı olarak teslimat rotaları yeniden hesaplayan dinamik bir rotalama sistemi sunulmaktadır. Böylece kentsel alanlardaki CO2 salınımı azaltılarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Teslimat rotası optimizasyonu için en etkili ve modern yol olarak Makine Öğrenmesi ön plana çıkmaktadır. Makine öğrenmesi algoritmaları, gerçek zamanlı trafik izleme gibi klasik yöntemlerin kısıtlarını elimine etmesi sayesinde teslimat rotalarının optimize edilmesi noktasında sık kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Makine öğrenmesi ile birlikte özellikle, geçmiş seyahatlerden elde edilen verilerden veri kalıplarını öğrenebilen tahmin modelleri uygulanarak rotalar optimize edilebilmektedir (Verbytskyi, 2023: 87). Diğer yandan Derin Öğrenme, verilerden öğrenme ve karar vermek için algoritmalar kullanan bir Yapay Zekâ (AI) türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Optimum bir güzergâh ya da işlem sırası belirlemek için müşteri alım noktaları ve trafik koşulları gibi değişkenler hakkında toplanan veriler aracılığıyla teslimat rotası optimizasyonu yapılabilmektedir (Guo vd., 2021: 5).

Kitle Kaynaklı Teslimat

Kitle kaynak kullanımı bireylerin, kurumların, kâr amacı gütmeyen kuruluşların veya işletmelerin esnek ve gönüllü olarak bir görevi üstlenmelerini önerdiği katılımcı bir tür çevrimiçi etkinlik olarak tanımlanmakta ve üstlenilen görevlerin karşılıklı fayda sağlaması amaçlanmaktadır (Estellés Arolas ve Guevara, 2012: 190). Bu bağlamda kitle kaynaklı teslimat, teslimat işlemlerinin dış kaynak kullanılarak gönüllü katılımcı bir kitleye yaptırılmasını ifade etmektedir. Son aşama teslimat paydaşları arasındaki iletişim ise teknolojik bir alt yapı ile sağlanmaktadır (Mehmann, Frehe ve Teuteberg, 2015). Kitlelerin ve taşıdıkları sensörlerin hareketli ve geniş alanları kapsıyor olması BVA için önemli bir veri kaynağı oluşturmaktadır. Son aşama teslimat sürecinde kitle kaynağının maksimum verimlilik düzeyinde çalıştırılması için gerçek zamanlı bilgi sağlayan sensör, harici veri tabanları ya da mobil cihazlara ihtiyaç duyulmakta ve bu kaynaklardan elde edilen veriler BVA ile birleştirilmektedir (Chilipirea, Petre ve Dobre, 2016: 443).



Şekil 3: Kitle Kaynaklı Teslimat

Son aşama teslimat süreçlerinde gerçek zamanlı rota optimizasyonu ve kitle kaynaklı teslimat işlemlerinin verimli ve düşük maliyet ile gerçekleştirilebilmesi için mobil teknolojilerden yararlanılması önem arz etmektedir. Özellikle giyilebilir teknolojilerin yaygın olarak kullanılması ve sistem araçlarının yazılım teknolojileri ile donatılması gerçek zamanlı verilerin elde edilmesi için önemli bir veri kaynağı oluşturabilecektir.

E-ticaret hacminin artması, tedarik zincirinin en karmaşık ve maliyetli aşaması olan son aşama teslimatın kentsel alanlardaki önemini artırmıştır. Kentsel alanlarda trafik, nüfus yoğunluğu, kentleşme ve araç sayısı gibi değişkenler göz önünde bulundurulduğunda müşteri memnuniyetinin sağlanması, maliyetlerin azaltılması ve çevresel sorumluluklar son aşama teslimat operasyonlarının son derece dikkatli yürütülmesi gerektiğini göstermektedir. Bu noktada BV ve BVA'dan yararlanmak son aşama teslimat süreçlerinin daha verimli yürütülmesini sağlayabilmektedir. BV ve BVA'nın son aşama teslimat operasyonlarına entegre edilmesi "Son aşama Teslimat Analitiği (Last-Mile Delivery Analytics)" kavramının oluşmasını sağlamış ve aşağıda ifade edilmiştir.

Son Aşama Teslimat Analitiği

Son Aşama Teslimat Analitiği (SATA), bir ürünün dağıtım merkezlerinden müşterilerin kapılarına kadar olan sürecin iyileştirilmesi için BVA'da olduğu üzere gelişmiş veri analizi tekniklerinden ve teknolojilerinden yararlanılmasını içermektedir. Bu durum teslimat operasyonları, müşteri tercihleri, trafik dinamikleri ve genel teslimat sürecini etkileyen diğer faktörlerle ilgili kapsamlı verilerin toplanmasını ve yorumlanmasını kapsamaktadır. SATA bağlamında gelişmiş algoritmalar, makine öğrenmesi ve tahmine dayalı analizlerin kullanımı

sayesinde filo yöneticileri son aşama teslimat operasyonlarından gelecek operasyonlar için tahmin sonuçları elde edebilmektedir. Söz konusu tahminler, teslimat rotalarının optimize edilmesinde, teslimat süresi hassasiyetinin ve genel müşteri deneyiminin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda SATA'nın izlenmesi gereken çeşitli ölçütleri bulunmaktadır (Michelin, 2024). Bunlar;

- **Teslimat Süresi:** Müşterinin sipariş vermesinden teslimata kadar geçen sürenin ölçülmesi, bir filo teslimatının iş akışındaki verimsizlikleri tespit etmek için önemlidir. Bu ölçüt sipariş işleme süresi, sevkiyat süresi ve transit süre gibi farklı aşamalara ayrılabilen ve geçmiş veri raporlarının oluşturulmasını sağlamaktadır.
- **Siparişin Doğruluğu:** Siparişin doğruluğu ile toplam teslim edilen siparişler içerisinde doğru ve zamanında teslim edilen siparişlerin payı ölçülmektedir. Bu ölçütün izlenmesi, filo yöneticilerinin iade örnekleri gibi hataya açık alanları belirlemelerini ve önleyici tedbirler almalarını sağlamakta, kaynakların tahsisi için teslimat hacmi tahminine olanak tanımaktadır. İşletmeler, geçmiş sipariş verilerinden ve tahmine dayalı analizlerden yararlanarak aşırı veya eksik stoklamayı önleyebilmekte ve doğru ürünlerin hızlı teslimatlar için hazır olmasını garanti edebilmektedir (Spector, 2024).
- **Teslimat Maliyeti:** Filo yöneticileri teslimat giderlerini takip ederek maliyet azaltma yollarını geliştirebilmektedir. Teslimat rotalarının gerçek zamanlı olarak optimize edilmesi, özellikle yakıt giderleri açısından maliyet yönetiminde etkili olmaktadır.
- **Müşteri Geri Bildirimi:** Müşterilerden teslimat deneyimleriyle ilgili geri bildirim istemek, filo kalitesi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Müşteri memnuniyetinin derecelendirilmesi, işletmelerin iyileştirme alanlarını belirlemelerine ve müşterilerin deneyimlerini artırmak için yeni çözümler uygulamalarına yardımcı olmakta ve bu yol ile tekrar satın alımlar teşvik edilerek müşteri sadakati sağlanmaya çalışılmaktadır.
- **Sürücü Performansı:** Filo sürücülerinin davranışlarının analiz edilmesi, zamanında teslimat sağlamak ve üstün müşteri hizmeti sunmak için önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alandaki gelişmiş performans, sert frenlemenin azaltılması ve sık sık aşırı hızlanmanın en aza indirilmesi gibi daha verimli ve daha güvenli sürüş uygulamaları anlamına gelmektedir.
- **Çevresel Etki:** SATA, optimize edilmiş rota planlaması ve araç seçimi yoluyla işletmelerin karbon ayak izlerini azaltmalarına yardımcı olarak yakıt tüketimini ve emisyonları en aza indirmektedir. İşletmeler, veriye dayalı tahminlerden yararlanarak daha çevre dostu ulaşım seçeneklerini

belirleyebilmekte, elektrikli araçları veya alternatif yeşil teknolojileri benimseyerek sürdürülebilir uygulamaları hayata geçirebilmektedir. Böylece daha yeşil ve çevreye karşı daha sorumlu bir son teslimat gerçekleştirilebilmektedir (Spector, 2024).

Veriye dayalı olarak son aşama teslimat süreçlerini geliştiren pek çok işletme bulunmaktadır. Söz konusu işletmelerden bazıları ve SATA uygulamaları aşağıda ifade edilmektedir (Spector, 2024);

Amazon- Konum Hizmeti

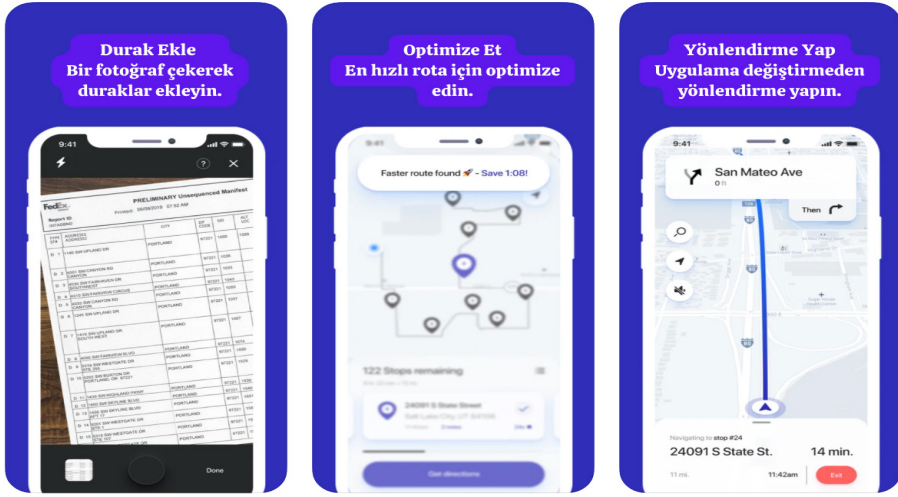
Amazon Konum Hizmeti, kullanıcıların uygulamalarına harita, ilgi noktaları, adres arama, yönlendirme, izleme ve coğrafi sınırlama gibi konum tabanlı özellikleri kolayca entegre etmelerini sağlarken bu hizmetleri kullanıcı gizliliğini ve veri güvenliğini göz önünde bulundurarak sunmaktadır. Amazon konum hizmeti ile birlikte müşteriler, verilerini harita üzerinde görüntüleyebilmekte, rota önerileri alabilmekte, adresleri coğrafi koordinatlara dönüştürmek için coğrafi kodlama kullanabilmekte, koordinatları adreslere çevirmek için ters coğrafi kodlama yapabilmekte ve araç filoları gibi varlıkları izleyip takip edebilmektedir. Bu sayede sunucusuz bir uygulama kullanılarak sürücüler için rota atama sürecini kolaylaştırılarak maliyet tasarrufu sağlanmış ve müşteri deneyimleri iyileştirilmiş olmaktadır



Şekil 4: Amazon Konum Hizmeti Uygulaması (Amazon Web Services, t.y.)

FedEx Straightaway

Küresel bir kurye ve teslimat hizmetleri şirketi olan FedEx, sürücüler için bir rota planlama uygulaması olan Straightaway'ı hayata geçirmiştir. Günlük FedEx komutlarını uygulama ile tarayan sürücüler, trafiğe girmeden, yakıt tasarrufu ve verimli teslimat durakları sağlayan optimize edilmiş rota üzerinde hareket etmektedir. Straightaway'in optimizasyon algoritmaları, normal bir teslimat rotasında bir saatten fazla tasarruf sağlama potansiyelini göstermiştir.



Şekil 5: FedEx Hemen (Straightaway) Uygulaması (Blank, 2021)

Eathos ve Shipox

Dubai merkezli bir restoran işletmecisi olan Eathos, teslimat sürecini yönetmede zorluklarla karşılaşması ve bu nedenle operasyonel verimsizlik ve müşteri memnuniyetsizliği yaşaması nedeniyle Shipox'un teslimat yönetim sistemini (DMS) uygulamaya başlamıştır. Böylece sipariş atama, gerçek zamanlı takip ve sürücü iletişimi otomatikleştirilmiştir. Bu otomasyon sayesinde Eathos ayda 7.000'den fazla siparişi yönetmiş, müşteri memnuniyetini %15 artırmış ve genel teslimat verimliliğini önemli ölçüde geliştirmiştir.

SONUÇ

Kentsel alanlarda nüfusun artması beraberinde trafik sıkışıklığı, hava ve gürültü kirliliği gibi sorunları getirmiştir. Aynı zamanda kentsel alanlardaki iş hayatına katılım oranlarının artması müşteri ihtiyaçlarının e-ticaret ile karşılanmasını gereklilik haline getirerek müşteri ihtiyaçlarının hızlı, ucuz ve tam zamanında karşılanması lojistik operasyonlar içerisinde son aşama teslimatın önemini artırmıştır. Ancak kentsel alanlardaki söz konusu sorunlar son aşama teslimat süreçlerini daha karmaşık ve maliyetli bir hale getirmektedir. Bu nedenle işletmelerin son aşama teslimat süreçlerini daha analitik bir şekilde ele almaları ve gerçek zamanlı olarak sorunlara karşı çözüm üretebilmeleri gerekmektedir. Bu noktada veri odaklı teknolojik çözümler son aşama teslimat operasyonlarının geliştirilmesi için önemli çözümler sunmaktadır. Ancak diğer yandan büyük ve geniş ölçekli verilerin artması bu verilerin ayıklanmasını, depolanmasını, işlenmesini ve uygun amaçlar doğrultusunda analiz edilmesini zorlaştırmaktadır. Tüm bu geniş ve büyük ölçekli, hızlı bir biçimde artan veriler büyük veri, büyük verilerin toplanması, depolanması, ayıklanması, işlenmesi ve analiz edilmesi süreci ise büyük veri analitiği olarak adlandırılmaktadır. Büyük

veri analitiği, özellikle son aşama teslimat süreçlerinin iyileştirilmesi ve müşteri ihtiyaçlarının doğru bir biçimde karşılanması yanı sıra, operasyonların verimli bir biçimde yürütülmesi, teslimat maliyetlerinin azaltılması ve müşteri sadakatini sağlanması için uygun fırsatlar sunmaktadır. Büyük veri analitiği uygulamaları makine öğrenmesi, derin öğrenme ve gelişmiş iş analitikleri ile ifade edilebilmektedir. Özellikle son aşama teslimat süreçlerinde verilen sipariş ve müşteri sayısı, araç sayısı ve araçların güzergahları, sipariş edilen ürünlerin özellikleri, site ziyaretleri gibi çok sayıda verilerin işlenebilir ve kullanılabilir hale getirilerek müşteri deneyiminin iyileştirilmesi büyük veri analitiğinin en önemli çıktısını oluşturmaktadır. Diğer yandan çevrim içi sitelerden elde edilen veriler ile birlikte son trendler ve eğilimlerin tespit edilerek geleceğe yönelik tahminlerin yapılması işletme faaliyetlerinin sürdürülebilir hale gelmesini sağlamaktadır.

Büyük veri analitiği, işletme içerisindeki karar alma süreçlerinde de kullanılmaktadır. Veri setlerinin giderek büyümesi, verilerin yönetilme sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu noktada büyük veri analitiği gibi gelişmiş ve karmaşık analitikler, karar verme süreçlerini önemli ölçüde iyileştirebilmekle birlikte, riski en aza indirerek önemli tahmin sonuçları sunabilmektedir (Elgendy ve Elregal, 2016: 1072). Büyük veri analitiği, mikro ve makro çevre değişkenlerinde yaşanabilecek ani değişim durumlarında da karar alternatiflerini optimize ederek uygun kararın seçilmesini sağlayabilmektedir.

Teslimat maliyetlerinin azaltılması, operasyonların verimliliğinin artırılması, işletmelerin karşılaştırmalı üstünlük elde edebilmesi noktasında büyük veri analitiği işletmelere önemli fırsatlar sunabilmektedir. Ancak bu noktada verilerin gizliliğine de dikkat edilmesi gerekmektedir. Kişisel verilerin yasa dışı amaçlar için kullanılması müşteri sadakatine önemli zararlar verebilmektedir. Bu bağlamda büyük veri ve büyük veri analitiği kullanılırken işletme çıkarlarının yanı sıra müşteri çıkarlarının da gözetilmesi gerekmektedir. Büyük veri analitiği aynı zamanda karmaşık ve gelişmiş yöntemlerin uygulanması noktasında uzman personel yetiştirilmesini ve istihdam edilmesini gerektirmektedir. Bu açıdan bakıldığında büyük veri analitiğinin istihdama katkı sağlayabileceği söylenebilmektedir.

Büyük veri analitiği yalnızca işletme çıkarlarının gözetilmesi ve müşteri deneyimlerinin iyileştirilmesini sağlamamakta aynı zamanda çevresel birtakım sorumluluklar almaktadır. Son aşama teslimat süreçlerinde kentsel alanlarda yaşanabilecek sorunlara karşı güzergahların gerçek zamanlı olarak optimize edilmesi, kitle kaynaklı teslimatın benimsenmesi, otonom araç uygulamaları bir yandan CO2 emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlarken aynı zamanda trafik sıkışıklığının neden olduğu gürültü kirliliğinin de önüne geçilmesinde yararlı olabilmektedir.

KAYNAKÇA

- Amazon Web Services. (t.y.). *Amazon Location Service*. https://aws.amazon.com/location/?nc1=h_ls adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 21.11.2024).
- Ayokanmbi, F. M. (2021). The impact of big data analytics on decision-making. *International Journal of Management IT and Engineering*, 11(4), 1-5.
- Blank, Z. (2021). *FedEx is hiring now: Here's how you can become a holiday helper*. <https://www.getstraightaway.com/blog-posts/fedex-is-hiring-now-heres-how-you-can-become-a-holiday-helper> adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 21.11.2024).
- Borgi, T., Zoghلامي, N., & Abed, M. (2017, January). Big data for transport and logistics: A review. In *2017 International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (IC_ASET)* (44-49). IEEE.
- Chen, H., Chiang, R. and Storey, V. (2012), "Business intelligence and analytics: from Big Data to big impact", MIS Quarterly Special Issue: Business Intelligence Research, 36(4), 1166-1188.
- Chilipirea, C., Petre, A. C., & Dobre, C. (2016). Big Data Uses in Crowd Based Systems. *Resource Management for Big Data Platforms: Algorithms, Modelling, and High-Performance Computing Techniques*, 441-459.
- Choi, W. W., Ahn, J. W., & Shin, D. B. (2019). Study on the development of geo-spatial big data service system based on 7V in Korea. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 23, 388-399.
- DHL (2023). Big Data in Logistics: What Is the True Value of Data?, Trends. <https://dhl-freight-connections.com/en/trends/big-data-in-logistics-what-is-the-true-value-of-data/> adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 30.09.2024).
- Elgandy, N., & Elragal, A. (2016). Big data analytics in support of the decision making process. *Procedia Computer Science*, 100, 1071-1084.
- Estellés-Arolas, E., & González-Ladrón-de-Guevara, F. (2012). Towards an integrated crowdsourcing definition. *Journal of Information Science*, 38(2), 189-200.
- Ghosh, D. (2015, September). Big Data in Logistics and Supply Chain management-a rethinking step. In *2015 International Symposium on Advanced Computing and Communication (ISACC)* (168-173). IEEE.
- Guo, P., Xiao, K., Ye, Z., & Zhu, W. (2021). Route Optimization via Environment-Aware Deep Network and Reinforcement Learning. *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, 12, 1–21.
- Hattawi, W., Shaban, S., Al Shawabkiah, A., & Alzu'bi, S. (2021, July). Recent quality models in bigdata applications. In *2021 International Conference on Information Technology (ICIT)* (pp. 811-815). IEEE.
- İyigün, İ. (2019). Lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde büyük veri kullanımı ve etkilerinin analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7, 95-103.
- Jeske, M., Grüner, M., & Weiß, F. (2013). Big data in logistics: a DHL perspective on how to move beyond the hype. *DHL Customer Solutions & Innovation*, 12, 1-30.
- Jin, D. H., & Kim, H. J. (2018). Integrated understanding of big data, big data analysis, and business intelligence: A case study of logistics. *Sustainability*, 10(10), 3778.
- Kckelhaus, M. (2016). *Logistics trend radar*. Technical report, DHL Trend Research.
- Laney, D. (2001). Application delivery strategies. META Group. *META Delta*, 949(4).
- Leveling, J., Edelbrock, M., & Otto, B. (2014, December). Big data analytics for supply chain management. In *2014 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management* (pp. 918-922). IEEE.
- Mehmann, J., Frehe, V., & Teuteberg, F. (2015). Crowd logistics– a literature review and maturity model. <https://econpapers.repec.org/RePEc:zbw:hiclpr:20,117-145>.
- Meng, Y. (2024). Logistics Transportation Route Optimization Algorithm Based on Big Data Analysis. *Journal of Electrical Systems*, 20(9), 575-581.
- Michelin, (2024). Optimising Performance: Leveraging Analytics in Enhancing Last-Mile Delivery Efficiency, Optimise productivity. <https://connectedfleet.michelin.com/blog/optimising-performance-leveraging-analytics-in-enhancing-last-mile-delivery-efficiency/> adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 30.09.2024)
- Naclerio, A. G., & De Giovanni, P. (2022). Blockchain, logistics and omnichannel for last mile and performance. *The International Journal of Logistics Management*, 33(2), 663-686.

- Nakiboğlu, G. (2020). Drone taşımacılığı ve son-adım teslimatta kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 24(2), 285-298
- Olsson, J., Hellström, D., & Pålsson, H. (2019). Framework of Last Mile Logistics Research: A Systematic Review of the Literature. *Sustainability*, 11, 1-25
- Oussous, A., Benjelloun, F. Z., Lahcen, A. A., & Belfkih, S. (2018). Big Data technologies: A survey. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 30(4), 431-448.
- Spector, S. (2024). Maximizing Efficiency: The Power of Analytics in Last-Mile Delivery. <https://www.dropoff.com/blog/last-mile-analytics/> adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 5.10.2024).
- Thymschenko, D. (2024). Last-mile Delivery Solutions: Optimize Logistics for Better Customer Satisfaction. <https://acropolium.com/blog/last-mile-delivery-solutions-optimize-logistics-for-better-customer-satisfaction/> adresinden alınmıştır (Erişim Tarihi: 5.10.2024).
- Verbytskyi, Y. (2023). Delivery routes optimization using machine learning algorithms.
- Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 176, 98-110.
- Yılmaz, Ş. F., Aktaş, N., & Demirel, N. (2022). Novel last mile delivery models in terms of sustainable urban logistics. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), 1076-1091.
- Zampou, E., Milioti, C., Liapis, A., Rodrigalvarez, V., Flocke, F., Dimitrakopoulos, G., & Bravose, G. (2018). Big data analytics in e-commerce logistics: Findings from a systematic review and a case study. *Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA 2018*.

SÜRDÜRÜLEBİLİR SON AŞAMA TESLİMATLAR: YENİ TEKNOLOJİ VE GÜNCEL UYGULAMALAR

Umut Kazancı¹

GİRİŞ

E-ticaret sektörü, teknolojinin hızla gelişmesi ve dijitalleşme süreçlerinin derinleşmesi ile birlikte küresel ekonomi için vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir. Bu büyüme beraberinde lojistik operasyonların ve özellikle son aşama teslimat süreçlerinin daha verimli, hızlı ve maliyet etkin bir şekilde yönetilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Son aşama teslimatları, ürünün depodan ya da dağıtım merkezinden müşteriye ulaştırıldığı son aşamayı ifade eder ve bu aşama genellikle lojistik operasyonların en karmaşık ve maliyetli kısmını oluşturur. Bu süreçteki etkinlik, müşteri memnuniyetini doğrudan etkilediği gibi çevresel sürdürülebilirlik açısından da kritik bir öneme sahiptir.

Son yıllarda artan çevresel kaygılar ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda lojistik sektörü çevreye duyarlı teslimat yöntemlerine yönelmiştir. Sürdürülebilir son aşama teslimat yöntemleri, karbon emisyonlarını azaltmayı, trafik sıkışıklığını hafifletmeyi ve genel çevresel etkiyi en aza indirmeyi hedefleyen yenilikçi çözümlerden oluşur. Elektrikli araçlar, teslimat dolapları, teslimat noktaları, teslimat bisikletleri, kitle kaynaklı teslimatlar, akıllı lojistik sistemleri ve drone teslimatları gibi yöntemler çevresel sürdürülebilirliği destekleyen önemli gelişmelerdir. Bu uygulamalar e-ticaretin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmanın yanı sıra lojistik süreçlerinde verimliliği artırarak maliyetleri de düşürmeyi amaçlamaktadır. Elektrikli araçlar yoğun şehir içi bölgelerde karbon salınımını minimize etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Fosil yakıtlı araçlara kıyasla çok daha düşük çevresel etkiye sahip olmasıyla birlikte sürdürülebilir ulaşım çözümleri arasında önemli bir yer tutarlar. Benzer şekilde teslimat bisikletleri özellikle kısa mesafeli taşımalarda çevre dostu bir seçenek sunmaktadır ve aynı zamanda şehirlerdeki trafik yoğunluğunu azaltıcı etkiye sahiptir. Avrupa'da giderek popüler hale gelen teslimat bisikletleri karbon ayak izini küçültmekle kalmayıp aynı zamanda esnek ve ekonomik bir çözüm sunmaktadır.

Kitle kaynaklı teslimatlar, bireylerin ya da halihazırda yolculuk yapan kişilerin teslimat süreçlerine dahil olduğu bir yöntemdir. Bu yöntem seyahat eden kişilerin kendi rotaları üzerinde bulunan paketleri teslim alarak ulaştırmasıyla hem maliyetlerin düşmesine hem de çevresel etkinin azalmasına katkıda

¹ Arş. Gör., Maltepe Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-0118-5698 e-posta: umutkazanci@maltepe.edu.tr

bulunur. Bir diğer yenilikçi çözüm olan akıllı lojistik sistemleri ve IoT (Internet of Things) teknolojileri ise rotaların optimize edilmesi ve yakıt tüketiminin en aza indirilmesi sayesinde karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Gerçek zamanlı veri toplama ve analiz yoluyla teslimat süreçlerinin verimliliğini artıran bu sistemler lojistik sektöründe sürdürülebilirliğe yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Drone teslimatları özellikle ulaşılması zor bölgelerde ya da yoğun trafik koşullarında teslimatları gerçekleştirmek için kullanılan yenilikçi bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Henüz gelişmekte olan bu teknoloji hem çevresel hem de operasyonel açıdan büyük bir potansiyele sahiptir. Karbon salınımını minimize etme potansiyeline sahip olmalarının yanı sıra, trafik sıklığından etkilenmeyen hızlı teslimat süreçleri ile de dikkat çekmektedir.

Bu çalışma literatürde önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Geleneksel lojistik ve son aşama teslimat süreçleri üzerine yapılmış çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen bu süreçlerin tamamının bütüncül bir sürdürülebilirlik perspektifiyle ele alınması ve teknolojik yeniliklerle ilişkilendirilmesi sınırlı kalmıştır. Özellikle çevresel etkilerin azaltılması, ekonomik verimlilik ve toplumsal faydaların bir arada değerlendirildiği kapsamlı çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Bu bağlamda elektrikli araçlar, teslimat araçları, teslimat robotları, teslimat dolapları, teslimat noktaları, teslimat bisikletleri, kitle kaynaklı teslimatlar, akıllı lojistik sistemler ve drone teslimatları gibi yeni teknolojiler, sürdürülebilir son aşama teslimat üzerindeki etkilerini bütünsel bir yaklaşımla incelenecektir. Bu yenilikçi uygulamaların yalnızca çevresel değil aynı zamanda ekonomik, toplumsal ve müşteri memnuniyeti gibi farklı açılardan da ele alınarak literatürdeki bu boşluğu doldurması hedeflenmektedir.

İlk olarak sürdürülebilir son aşama teslimat yöntemleri detaylı olarak ele alınacak ve literatürde yer alan tanımlara değinilecektir. Daha sonra bu tanımların karşılığı olan sektördeki uygulama örnekleri yer alacak ve son olarak bu yöntemlerin ekonomik, çevresel, sosyal ve teknolojik açıdan olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilecektir. Aynı zamanda bu yenilikçi çözümlerin gelecekte nasıl daha yaygın hale gelebileceği ve sürdürülebilirliğe olan katkıları da derinlemesine incelenecektir.

YÖNTEM

Bu çalışmada belirli bir konuya yönelik var olan bilgiyi kapsamlı bir şekilde değerlendirip sistematik bir literatür incelemesi yapılarak ilgili araştırma sorularına yanıt aranmıştır. İlk olarak cevaplanmak istenen araştırma soruları formüle edilerek bu soruları destekleyecek anahtar kelimeler belirlenmiştir. Araştırma soruları, incelemenin temel hedeflerini belirlerken ilgili anahtar kelimeler literatür araştırmasında yönlendirici olmuştur.

Bu çalışmada yanıtlanmak istenen araştırma soruları şöyledir;

- Son aşama teslimat yöntemleri nelerdir ve bu yöntemlerin sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri nelerdir?
- Son aşama teslimat yöntemlerine ilişkin güncel saha uygulamaları nelerdir?

Yine bu araştırma sorularını yanıtlamak üzere kullanılan anahtar kelimeler ise; “last-mile delivery”, “last-mile logistics”, “sustainability”, “last-mile delivery applications”, “last-mile delivery concepts”, “electric vehicles”, “cargo bikes”, “parcel lockers”, “crowd-sourcing”, “crowd-shipping”, “drones”, “robots”, “collection and delivery points” şeklinde olmuştur. Bu anahtar kelimelerin farklı kombinasyonları ve farklı bir arada kullanımlarıyla birlikte hedef çalışmalara ulaşılmıştır.

Daha sonra dahil etme ve dışarıda bırakma kriterleri uygulanmıştır. Dahil etme kriterleri, yalnızca belirli nitelikleri taşıyan çalışmaların seçilmesine yardımcı olması amacıyla mümkün olduğunca son yıllarda yayınlanmış çalışmalar dikkate alınmıştır.

Literatür araştırması Google Scholar, Scopus, Web of Science, Ulakbim-TR Dizin gibi akademik veri tabanları kullanılarak yapılmıştır. Bu sayede tamamen akademik içeriğe odaklanılmış ve bilimsel standartlara uygun çalışmaları bulmak hedeflenmiştir. Ayrıca son aşama teslimatlarına ilişkin faaliyet yürüten firmaların web siteleri de incelenerek bu uygulamaların detaylarına erişmek amaçlanmıştır.

Literatür taramasından sonra elde edilen çalışmaların dikkatlice incelenerek araştırma sorularıyla en alakalı olanları seçilmiştir. Çalışmaların soruları doğrudan ele alıp almadığı veya yeni bilgiler sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmiştir. Bu kriterleri karşılayan ve anlamlı bilgiler içeren çalışmalar seçilerek incelemenin güvenilirliği artırılmaya çalışılmıştır.

Son olarak seçilen çalışmalardan elde edilen bulgular sistematik bir şekilde analiz edilmiştir. Çalışmalar arasında tekrar eden kalıplar ve temalar belirlenerek ortak eğilimler belirlenmiştir.

LİTERATÜR İNCELEMESİ

Son Aşama Teslimat

Son aşama teslimat, lojistik ve tedarik zinciri sürecinin çok önemli bir bileşenidir ve özellikle e-ticaret sektöründe kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreç malların bir dağıtım merkezinden veya yerel bir merkezden doğrudan son tüketicinin bulunduğu yere ulaştırıldığı teslimat yolculuğunun son ayağını kapsar. E-ticaretin giderek yaygınlaşmasıyla birlikte son aşama teslimat, tüketici memnuniyetini doğrudan etkileyen temel bir unsur haline gelmiştir. Çevrim içi alışveriş yapan tüketiciler hızlı, güvenilir ve esnek teslimat

seçenekleri beklemektedir. Dolayısıyla son aşama teslimat süreçlerinin doğru ve verimli bir şekilde yönetilmesi rekabet avantajı sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilirlik hedefleri çerçevesinde çevresel etkiyi de azaltmayı amaçlamaktadır. E-ticarette müşteri beklentilerini karşılayabilmek ve marka bağlılığını artırmak için son aşama teslimatlarında verimliliğin sağlanması, tüm tedarik zinciri süreçleri açısından kritik bir başarı faktörüdür.

E-ticaret satış hacminin büyümesiyle birlikte, işletmelerin müşterilere hızlı ve verimli teslimat sağlaması zorunluluk haline gelmiştir. Bu durum daha fazla dağıtım merkezi ihtiyacı, akıllı sipariş yönetimi araçları ve müşteri memnuniyetini sağlama gibi süreçleri de beraberinde getirir. Ancak yüksek maliyetler, çevresel etkiler, trafik sıkışıklığı ve teslim süresi kısıtlamaları gibi zorluklar, sürdürülebilirlik hedefleriyle de çelişebilir (Giuffrida vd., 2017).

Son aşama teslimatları COVID-19 pandemisiyle ve artan çevrim içi alışveriş talebinin etkisiyle birlikte tedarik zincirlerinde güvenlik ve verimlilik eksikliklerine yol açmıştır. Bu süreçte lojistik ağları daha güçlü kamu ve özel sektör iş birliğine ihtiyaç duyarken sürdürülebilir ulaşım sistemleri ve teknolojik yenilikler hızlı teslimat beklentilerini karşılamak için kritik hale gelmiştir. Çevresel sürdürülebilirlik pandemi sonrası lojistik için ekonomik hedefler kadar öncelik kazanmış ve bu kapsamda yeşil lojistik ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik çözümler gibi çevresel faktörler ön plana çıkmıştır. Son aşama teslimat maliyetleri hizmet seviyesi, teslimat türü ve bölgesel özelliklere göre değişmekte olup araç rotalama problemleri gibi lojistik optimizasyon yöntemleri dikkatli planlama gerektirmektedir. Bu kapsamda son aşama teslimata yönelik yeni teknolojiler de çevresel etkileri açısından lojistiğin verimliliğini artırmada önemli rol oynamaktadır (Demir vd., 2022: 550).

Müşteri memnuniyetini ve tedarik zinciri verimliliğini doğrudan etkileyen, aynı zamanda trafik, dar teslimat pencereleri ve sürdürülebilirlik gibi zorluklarla başa çıkmayı gerektiren, malların son tüketiciye ulaştırıldığı kritik bir lojistik süreçtir. Bu aşama genellikle trafik sıkışıklığı, başarısız teslimat girişimleri ve hızlı geri dönüş sürelerine ihtiyaç gibi zorluklarla karşı karşıyadır. Bu faktörler lojistikte sürdürülebilirlikle ilgili tartışmalarda kritik konular olan sera gazı emisyonlarının ve operasyonel maliyetlerin artmasına yol açabilir (Nogueira vd., 2024).

Son aşama teslimat verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Teslimat dolapları, teslimat noktaları, drone ile teslimat, otonom araçlar, elektrikli araçlar, kitle kaynaklı teslimatlar gibi yöntemlerin ayrı ayrı tanımlamaları yapılacaktır. Bu yöntemler, operasyonel maliyetleri düşürmek, çevresel etkileri azaltmak ve müşteri memnuniyetini artırmak gibi hedeflere hizmet etmektedirler.

Son Aşama Teslimat Yöntemleri

-Teslimat Dolapları: Eve teslimatın zaman alıcı ve maliyetli yapısı, müşteri memnuniyetsizliğine yol açarak alternatif teslimat çözümlerine ihtiyaç yaratmaktadır. Teslimat dolapları, teslimat süresini ve maliyetlerini azaltarak erişilebilir yerlerde self servis seçeneği sunarak bu ihtiyaca yanıt verirler. Yapılan çalışmalar teslimat dolaplarının eve teslimata kıyasla emisyonları azalttığını gösterirken küresel olarak maliyet ve çevresel etkileri azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Uygun konumlandırıldığında verimlilik sağlayan bu dolaplar, teslimat bisikletleriyle birleşerek mikro dağıtım merkezleri olarak hizmet verebilir ve teslimat sürelerini iyileştirebilir. Teslimat rotalarını optimize ederek müşteri memnuniyetini artırırken, otonom araçlarla donatılmış dolaplar gelecekte teslimatın yenilikçi bir yöntemi olarak öne çıkma potansiyeline sahiptir (Mohammad vd., 2023: 159).

Müşterilerin çevrim içi siparişlerini kolayca teslim alabilecekleri güvenli depolama birimleridir ve teslimat esnekliği sundukları için giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sistem taşıyıcıya ait ve taşıyıcıya ait olmayan dolap ağları olmak üzere iki farklı şekilde hizmet verirler. Taşıyıcıya ait dolaplarda teslimat şirketleri dolapların yerleşimini ve yönetimini kontrol ederek operasyonel verimliliği artırır. Taşıyıcıya ait olmayan dolaplar ise perakende mağazalar veya bağımsız üçüncü taraflar tarafından hizmet verir ve belirli bir teslimat şekline bağlı kalmaksızın müşterilere erişim sağlar. Farklı şirketlerin dolap sistemine dahil olması dolapların konum ve tasarımında farklılık yaratarak müşteri ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş hizmetler sunulmasına olanak tanır (Rohmer & Gendron, 2020: 4).

Teslimat dolaplarının verimliliğini artırmak ve emisyonları azaltmak gibi çevresel etkiler için stratejik yerleştirme ve müşteri davranışına dayalı optimizasyon gerekmektedir. Bu dolaplar teslimat noktalarının sayısını azaltarak teslimat mesafelerini kısaltır ancak daha geniş alanlarda bu avantaj azalır. Merkezi bölgelerde tek yönlü sokaklar ve dönüş kısıtlamaları gidiş-dönüş mesafelerini artırabilirken teslimat dolaplarının konumu da müşteri erişimini etkiler. Bu faaliyetler kırsal alanlarda sınırlı olduğundan müşteriler dolaplara ulaşmak için daha fazla mesafe kat edebilir. Bu durum da emisyonları artırabilir. Özellikle müşterilerin araçla dolaba gitmesi eve teslimata kıyasla daha yüksek CO² emisyonlarına yol açabilir. Emisyonları azaltmak için doğru yerleştirme stratejileri belirlenmelidir (Schnieder vd., 2021: 8).

Son aşama teslimatlarının maliyetli ve verimsiz yapısı vardır. Teslimat dolapları, teslimatları merkezi noktalara yönlendirerek son aşama maliyetlerini azaltır ve müşterilere evde beklemeksizin güvenli teslimat seçeneği sunar. Dolapların konumu erişim kolaylığı açısından kritik olup, maliyet avantajı sağlarken çevresel sürdürülebilirliği destekler. Kamyonet vb. teslimat

araçlarının daha az kullanımıyla trafik ve emisyon azaltımına katkıda bulunur (van Duin vd., 2020: 38).

-Teslimat Noktaları: Müşterilerin çevrim içi siparişlerini evde teslim almak yerine bizzat teslim alabildikleri mağaza gibi yerlerdir. Müşteriler sipariş sırasında bir teslimat noktası seçebilir ve siparişleri teslim alıma hazır olduğunda bilgilendirilirler. Teslimat sırasında evde olmayabilecek müşteriler için yararlıdır (Loan vd., 2022: 27).

Başarısız eve teslimatların maliyet ve zaman kaybını azaltmak için teslimat noktaları önemli bir alternatiftir. Alıcıların evde olmadığı ya da teslimatın başarısız olması durumunda paketler teslimat noktalarına yönlendirilebilir ve alıcılar paketi uygun bir zamanda bu noktalardan alabilir. İngiltere'nin West Sussex bölgesinde yapılan bir araştırma, teslimat noktaları kullanımının eve teslimatlarda ilk denemede %20'den fazla başarısızlık yaşandığında özellikle faydalı olduğunu göstermiştir. Müşteri açısından seyahat masraflarını %90'a kadar azaltabilirken lojistik hizmet sağlayıcılar da tekrar teslimat denemeleri ve depo masraflarından tasarruf sağlayabilirler. Teslimat noktalarının kullanımı teslimat sürecini hem müşteriler hem de şirketler için daha verimli hale getirerek başarısız eve teslimat sorununa etkili bir çözüm oluşturur (Song vd., 2009: 9).

-Teslimat Bisikletleri: Kalabalık şehirlerde çevre dostu bir teslimat çözümü sunan ve dar alanlara kolayca erişebilen özel bisikletlerdir. Pedallı veya elektrik destekli olan bu bisikletler, özellikle minibüslerin giremediği dar sokaklarda ve yayalara ayrılmış bölgelerde avantaj sağlar. Teslimat bisikletleri hava kirliliğini azaltır, sürdürülebilir lojistiği destekler. Ancak sınırlı taşıma kapasiteleri nedeniyle sık sık mikro depolardan paket alımı yapmaları gerekir. Mikro depolar ve mobil depolar, bu bisikletlerin hızlıca stoklanmasına yardımcı olurken elektrikli modeller ise fiziksel zorlukları azaltarak sürücülerin işini kolaylaştırır (Mohammad vd., 2023: 158).

Bisiklet dağıtım sistemleri emisyonları ve trafik sıkışıklığını azaltarak kamyonet ve daha küçük olan teslimat araçlarına göre %40'a kadar maliyet avantajı sunar ve iki aşamalı bir dağıtım süreciyle teslimat verimliliğini artırır. Bu sistemde mikro depolar teslimat bisikletleri ve minibüsler için merkez görevi görürken depo konumlarının dikkatli seçimi uzun vadeli maliyet optimizasyonuna katkı sağlar. Konum yönlendirme ve filo boyutlandırma gibi süreçler karmaşık algoritmalarla yönetilir. Bu sayede yakıt tüketimi, enerji kullanımı ve emisyon gibi faktörler dikkate alınır. Teslimat bisikletleri özellikle yüksek müşteri yoğunluğuna sahip alanlarda ve düşük hacimli, yakın teslimatlar için uygun maliyetli bir seçenek olarak öne çıkar. Esnek mikro depo konumları, günlük müşteri ihtiyaçlarına uyum sağlar ve rotaları optimize ederken mobil depolar, bisikletlerin boş dönüşlerini azaltarak senkronize teslimat sağlar. Bu dağıtım sistemlerinin zorlukları arasında belirsiz talepler, sınırlı kapasiteler ve zamana duyarlı seyahat süreleri yer alır (Boysen vd., 2021: 15).

-Teslimat Araçları: Yoğun nüfuslu bölgelerde kentsel lojistiği geliştirmek ve emisyonları azaltmak için önemli bir opsiyon olan ve elektrikle çalışan araçları ifade etmektedir. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artmasıyla ivme kazanırken gelişen pil teknolojisi teslimat araçlarının performansını artırmıştır. Ancak yüksek maliyetler ve kentsel lojistiğe uyum zorlukları bu araçların benimsenmesini sınırlamaktadır. Kentsel lojistiğe entegrasyonunu desteklemek için teknik, operasyonel, ekonomik ve politik faktörlerin de ele alınması gereklidir (Iwan vd., 2021: 4).

Kentleşmenin hız kazanmasıyla 2050 yılına kadar dünya nüfusunun %68'inin şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Bu yoğunluk artışı özellikle hava kalitesini olumsuz etkileyen karbon emisyonları nedeniyle kentsel alanlarda ciddi bir zorluk yaratacaktır. Çevrim içi alışverişlerde özellikle gıda sektöründe teslimat talepleri artarak yenilikçi lojistik çözümleri zorunlu kılacaktır. Dizel araç kısıtlamaları lojistik sektörünü elektrikli araçlara yönlendirecektir. Lojistik hizmet sağlayıcılar elektrikli araçların kentsel teslimattaki etkinliğini anlamak için önemli projeler, performans testleri ve operasyonel analizler gerçekleştirerek bu araçların çevresel etkileri azaltma ve e-ticaret taleplerini karşılama potansiyelini değerlendirmektedir (Ehrler vd., 2021: 2).

-Teslimat Robotları: Robot teknolojileri son aşama teslimatlarında da geleceğin önemli aktörleri arasında olacağı sinyallerini vermektedir. Depo içerisindeki operasyonlarda sıklıkla kullanılan bu otonom araçlardan teslimat sırasında da faydalanılmaya başlanmıştır.

Kamyon tabanlı robot teslimat konsepti, yoğun şehirlerde mal teslimatını optimize etmek için kamyonların ve otonom robotların iş birliğine dayanan yenilikçi bir sistem sunmaktadır. Bu süreç, merkezi bir depoda malların kamyonlara yüklenmesiyle başlar ve kamyonlar bu malların yanı sıra sürücüsüz çalışabilen robotları da taşır. Kamyon ya da minibüsler şehir merkezinde belirli bırakma noktalarına ulaşınca her robot bir müşteri teslimatı için paketle yüklenir ve özerk bir şekilde müşteriye doğru yola çıkar. Teslimatı gerçekleştiren robotlar, merkezi olmayan küçük depolara geri dönerek bir sonraki görev için hazır durumda bekler. Kamyon, tüm robotları serbest bırakıp teslimatları tamamlayana kadar rota üzerinde ilerlemeye devam eder ve gerekirse yeniden robot almak için bu merkezi olmayan depolara uğrar. Bu sistem trafik yoğunluğunu azaltırken teslimat sürelerini kısaltır ve özellikle şehirlerde hızlı ve etkin bir dağıtım çözümü sunar (Boysen vd., 2018: 1085).

Teslimat robotları üzerine yapılan sınırlı akademik çalışma bu robotların teslimat maliyetlerini azaltma potansiyeline sahip olduğunu ancak ekonomik ölçeklendirme veya iş birliği yoluyla sağlanabileceğini göstermektedir. Domino's ve Starship Technologies gibi şirketler özellikle gıda dağıtımında başarılı operasyonel sonuçlar elde ederek bu araçların kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Ancak belediyeler ve sivil toplum örgütleri yaya trafiği arasında kaldırımlarda hareket halinde olan bu araçların güvenlik risklerine dair endişelerini dile getirmektedir. Bu kaygılara rağmen mevcut veriler yaya etkileşimlerinde büyük ölçüde olumlu bir izlenim bıraktığını ve ciddi bir kazaya yol açmadığını göstermektedir. Kamusal alanlarda kullanımını düzenleyen yasal çerçeveler bu teknolojinin gelecekteki dağıtım potansiyelini belirlemede kritik öneme sahiptir (Jennings & Figliozzi, 2019: 318).

Teslimat robotları e-ticaretin hızla büyümesi, kentleşme ve artan teslimat taleplerinin yarattığı karmaşık ve maliyetli lojistik zorluklara yanıt olarak öne çıkmaktadır. Starship Technologies, Kiwibot ve Amazon gibi şirketlerin şehir merkezlerinde test ettiği bu robotlar kısa mesafelerde düşük maliyetli ve çevre dostu teslimatlar için ideal bir çözümdür. Kentsel lojistikteki potansiyelleri stratejik planlama ve altyapı yatırımlarının önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir (Alverhed vd., 2024: 2).

-İnsansız Hava Aracı (Drone) ile Teslimat: Akıllı şehirlerde hızlı teslimat ve düşük maliyet avantajları sunarak lojistikte yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. COVID-19 salgını temassız teslimat talebini artırarak drone kullanımını hızlandırmıştır. Amazon, Google ve DHL gibi büyük şirketlerin yatırımları teslimat süresi ve maliyetlerinde ciddi iyileşmelere yol açmıştır. Örneğin, Zipline'in Ruanda ile ortaklığı, tıbbi malzeme teslimatında drone kullanımının etkinliğini kanıtlarken, Çin'deki JD Lojistik drone araçlarının teslimat sürelerini düşürmedeki başarısını göstermiştir. Ancak hava sahası yönetimi, yasal engeller, kapasite ve pil kısıtlamaları gibi zorluklar özellikle kentsel alanlarda yaygın kullanımını zorlaştırmaktadır. Kırsal bölgelerde ise drone menzilin genişletmek amacıyla mobil şarj istasyonu olarak kullanılan hibrit drone-kamyon sistemleri gibi yenilikçi çözümler devreye girmektedir. Tüm bu avantajlarına rağmen drone dağıtım sistemlerinin operasyonel ve düzenleyici engellerin üstesinden gelmek için daha fazla geliştirilmesi gerekmektedir (Mohammad vd., 2023: 160).

Dronlar hızlı ve çevre dostu bir çözüm sunarken hava koşulları, iniş alanı ve müşteri tanımlaması gibi operasyonel engellerle karşı karşıya gelmektedir. Yapay zekâ yazılımlarıyla sürekli bağlantı ve hava koşullarına uyum yeteneğiyle de otonom uçuşlara olanak sunmaktadır. Şarj istasyonları ve filo optimizasyonu ise aşılması gereken önemli konulardır. Özellikle tıbbi yardım, ilaç teslimatı gibi konularda potansiyeli bulunmaktadır (Borghetti vd., 2022: 4).

-Kitle Kaynaklı Teslimatlar: Kitle kaynak lojistiği, teslimat işlerini büyük dağıtım şirketleri yerine kendi araç ve boş zamanlarını kullanan sıradan bireylere devrederek daha sürdürülebilir bir teslimat modeli sunar. Bu yaklaşım yetersiz kullanılan kaynakları değerlendirir. Örneğin; şehre gitmekte olan bir kişi yolda bir paket teslim edebilir. Akıllı telefonlar ve dijital platformlar,

teslimat ihtiyacı olanlarla teslimat yapabilecek bireyleri buluşturur ve bu da “crowdshipping” olarak adlandırılır. Özellikle e-ticaretin artışı ve yoğun şehir içi teslimatlar için popüler hale gelen kitle kaynaklı teslimatlar maliyetleri düşürerek ve çevresel etkileri azaltarak geleneksel teslimat sistemlerine alternatif bir çözüm sağlar. Araştırmacılar bu yenilikçi yöntemin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik çalışmalara büyük ilgi göstermektedir. Bu yöntemler kalabalığın gücünü ve teknolojiyi kullanarak modern şehirlerde teslimat süreçlerini dönüştürme potansiyeli taşımaktadır (Ghaderi vd., 2022).

Kitle kaynaklı son aşama teslimatları paketlerin daha hızlı, düşük maliyetli ve çevre dostu bir şekilde ulaştırılmasını sağlamak için sosyal çevredeki insanlardan yardım almayı amaçlayan bir yöntemdir. Teslimatlar gönüllüler sosyal medya aracılığıyla organize edilerek maliyetlerin düşürülmesi ve güvenilirliğin artırılması hedeflenir (Tiwapat vd., 2018: 318).

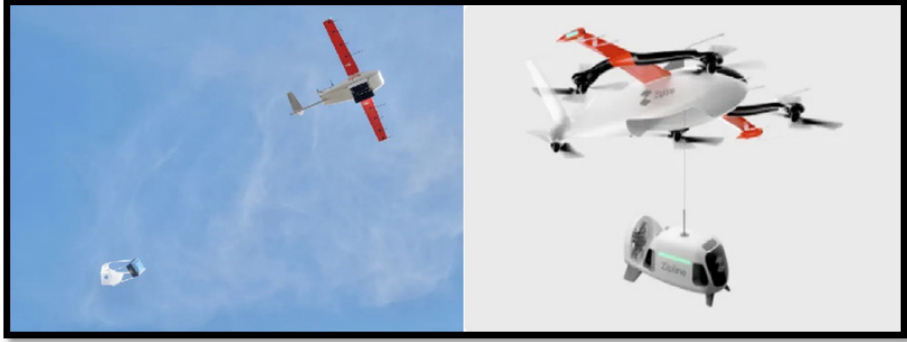
BULGULAR

Literatür incelemesi başlığı altında sürdürülebilir son aşama teslimat yöntemlerinin ne olduğu ve güncel olarak kullanılan uygulamalara değinilmiştir. Bu bölümde ise son aşama teslimat hizmeti veren firmaların kullandığı teknoloji ve araçlara görsellerle birlikte örnekler sunulacaktır. Daha sonra sürdürülebilir son aşama teslimatlarının çevresel, ekonomik, teknolojik ve sosyal açıdan etkileri literatürde yer alan çalışmaları desteklenerek incelenecektir.

Sürdürülebilir Son Aşama Teslimat Uygulama Örnekleri ve Kullanılan Teknolojiler

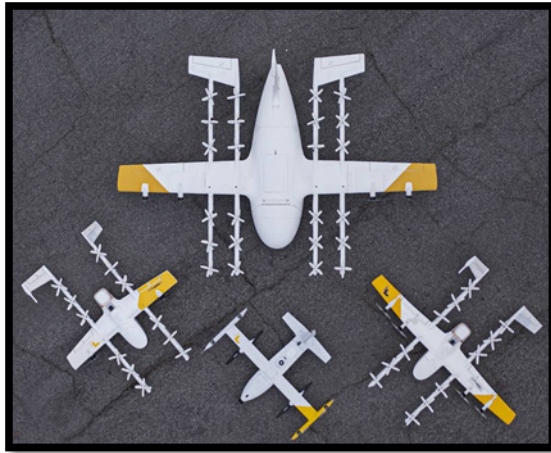
-Zipline: Zipline, 2014 yılında Güney San Francisco, Kaliforniya merkezli olarak kurulan bir insansız hava aracı teslimat şirkettir. Şirketin temel amacı otonom drone teknolojisi ile tıbbi malzeme ve temel ihtiyaç ürünlerini uzak ve hizmete erişimi zor bölgelerdeki insanlara hızlı ve çevre dostu bir şekilde ulaştırmaktır. İlk olarak Ruanda’da başlatılan operasyonları, kırsal kliniklere kan, aşı ve çeşitli tıbbi malzemeler ulaştırarak sağlık hizmetlerine erişimi önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bu başarılı model, Gana ve diğer Afrika ülkeleri de dahil olmak üzere farklı bölgelerde genişletilmiştir.

Zipline, 2023 yılında Platform 2 (P2) isimli yeni bir drone modelini tanıtarak daha büyük yük taşıma kapasitesine sahip, daha sessiz ve verimli uçabilen, özellikle kentsel bölgelerde evlere teslimat yapabilecek şekilde tasarlanmış bir çözüm sunmuştur. Zipline’ın drone teknolojisi tek şarjla 300 kilometreye kadar uçuş yapabilmekte ve teslimatları hedeflenen alanda 5 metre hassasiyetle gerçekleştirmektedir. Bu sayede sadece kırsal değil banliyö ve şehir içi alanlarda da etkili bir şekilde teslimat yapılabilmektedir (Flyzipline, 2024a).



Şekil 1: Zipline İnsansız Hava Araçları (Flyzipline, 2024b)

-**Wing:** Wing, bir drone teslimat şirkettir. ABD, Avustralya ve İrlanda gibi ülkelerde faaliyet gösteren Wing, tıbbi ürünler ve temel ihtiyaç maddelerinin teslimatını gerçekleştirir. Şirket, Dallas-Fort Worth bölgesinde, Walmart mağazalarından başlattığı teslimat hizmetleri vermektedir. FAA'dan (Federal Aviation Administration) aldığı izinle görsel takip olmadan otonom uçuşlar gerçekleştirebilme yetkisi bulunmaktadır (Wing, 2024).



Şekil 2: Wing İnsansız Hava Araçları

-**Amazon Prime Air:** Son aşama teslimat için kullanılan en yenilikçi uygulamalar arasında otonom teslimat araçları, drone'lar ve robot teknolojileri dikkat çekmektedir. Amazon Prime Air drone teknolojisini kullanarak ABD ve İtalya gibi ülkelerde belirli bölgelerde paketleri kısa sürede teslim etmeyi hedefliyor. FAA onayıyla geliştirilmiş engellerden kaçınma sistemleriyle donatılmıştır (Paul, 2024).



Şekil 3: Amazon İnsansız Hava Araçları

-**Starship Technologies:** Dünya genelinde 7 milyondan fazla teslimat yapan otonom robotları bulunmaktadır. Bu küçük tekerlekli robotlar kampüsler ve şehir merkezleri gibi alanlarda yiyecek ve paket teslimatı yapmaktadır. Starship'in robotları enerji verimliliği ve maliyet tasarrufu sağlayarak teslimat süreçlerini optimize etmektedir (Starship, 2024).



Şekil 4: Starship Otonom Robotu

Amazon: Rivian ile ortak geliştirilen elektrikli teslimat araçlarını ABD genelinde aktif olarak kullanmaktadır. Bu araçlar Amazon'un sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda şehir içi teslimat operasyonlarında karbon emisyonlarını azaltmak amacıyla kullanılıyor.

2040 yılına kadar karbon nötr olma hedefi kapsamında ABD genelinde 15.000'den fazla özel Rivian elektrikli teslimat aracı kullanıma sunuldu ve 2030 yılına kadar bu sayının 100.000'e çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu

araçlar güvenliği artırmak için 360 derecelik görüş alanı, çarpışma uyarı sistemi ve sürücünün işini kolaylaştıran entegre navigasyon gibi gelişmiş özelliklere sahiptir. Ayrıca sürdürülebilir teslimat ağına destek için ABD'deki 120'den fazla tesiste 17.000 şarj cihazı kurulmuştur (Amazon, 2024).



Şekil 5: Amazon Elektrikli Teslimat Aracı

InPost: Özellikle Avrupa'da yaygın olarak kullanılan çevre dostu teslimat dolapları ile şehir içi trafik yükünü azaltarak paket teslimat sürecini optimize etmektedir (InPost, 2024).



Şekil 6: InPost Teslimat Dolapları

FedEx: Toronto'da başlattığı e-kargo bisiklet programını Kanada'nın çeşitli şehirlerine genişleterek 2021 itibarıyla Montreal, Ottawa, Calgary ve Vancouver gibi şehirlere de taşımıştır. Bu e-bisikletler pandemi döneminde artan e-ticaret taleplerine yanıt vermek için kullanılırken aynı zamanda FedEx'in 2040'a kadar karbon nötr bir filo oluşturma hedefini desteklemektedir (Foote, 2024).



Şekil 7: FedEx Teslimat Bisikleti

Roadie: 2024 yılı için son aşama teslimatlarında öne çıkan eğilimler özellikle hızlı ve verimli teslimat ihtiyacını vurgulamaktadır. Roadie, ağı gibi kitle kaynak kullanımına dayalı hizmetler ile 200.000 bağımsız sürücü ile ABD’de %97 ev erişim oranıyla aynı gün teslimat çözümleri sunmaktadır. Hızlı teslimat beklentisinin artması aynı gün teslimatta verimliliği artırmak için toplu ve yönlendirilmiş rotaların kullanılması, sürdürülebilir son aşama uygulamalarının öne çıkması ve müşterilerin teslimat tarihini seçme talepleri her geçen gün kitle kaynak kullanımına olan ihtiyacı artırmaktadır. Ayrıca dağıtım merkezlerinin çeşitlendirilmesi ve lojistik ortaklıklarının artırılması da operasyonların esnekliği ve sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu stratejiler müşterilere daha iyi bir deneyim sunarken işletmelerin çevresel etkiyi azaltmasına da yardımcı olur (Walker, 2024a).



Şekil 8: Roadie Kitle Kaynak Kullanımlı Hizmeti (Walker, 2024b)

Sürdürülebilir Son Aşama Teslimatlarının Etkileri

Kitle kaynaklı sistemlerin son aşama teslimatlarına entegrasyonu, lojistik sistemlerinde maliyet etkinliği ve operasyonel esneklik sağlarken çevresel etkiler açısından karmaşık sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle araç paylaşımı temelli yapılarla desteklenen bu süreçlerde lojistik hizmet sağlayıcılarına daha küçük araç filolarıyla operasyonlarını yürütme imkânı tanır. Bu yaklaşım yüksek sermaye gerektiren kamyon gibi orta ve küçük ölçekli boyutlardaki taşıma araçları yatırımlarını azaltırken talep dalgalanmalarına daha hızlı cevap verme esnekliği sağlar. Bu sayede yoğun saatlerde ve belirli bölgelerde teslimat stratejilerinde ayarlamalar yapılabilir. Bununla birlikte paylaşılan mobilitenin çevresel faydaları sınırlıdır. Binek araçlar kilometre başına kamyonlardan daha düşük emisyonla sahip olmalarına rağmen daha fazla seyahat mesafesi gereksinimi genel faydayı azaltır. Bu sistemin kamyon tabanlı teslimatlara kıyasla yaklaşık %35 daha uzun mesafeler kat etmesi emisyonların düşük kalabilmesi için düşük emisyonlu araçlara duyulan ihtiyacı öne çıkarmaktadır. Paylaşılan mobilitenin etkin kullanımı çevresel sürdürülebilirlik sağlamak amacıyla emisyon dostu araçlarla desteklenmelidir. Ayrıca ekonomik ve çevresel faktörlerin ötesinde sunulan hizmet çevikliğini artırarak potansiyel olarak sosyal güven oluşturma ve işsizlik oranlarını azaltıcı etkisi de bulunmaktadır. Yasa koruyucular tarafından ek düzenlemeler ve teşvikler gibi konularda da desteklenmesi gereken bir yapıya sahiptir (Qi vd., 2018: 14).

Son aşama teslimatları kentsel çevrelerde sosyal, teknolojik ve çevresel birçok etki yaratmaktadır. COVID-19 pandemisi sonrası değişen e-ticaret trendleri bu etkilerin önemini artırmıştır. E-ticaretin büyümesi şehir sakinlerinin alışkanlıklarını ve beklentilerini dönüştürmüş ancak başarısız teslimatlar trafiği ve kirliliği artırarak lojistik maliyetleri yükseltmiştir. Bu sorunların çözümü olarak teslimat dolapları ve teslimat noktaları gibi teslimat yöntemlerinin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Teknolojik boyutta, teslimatlarda verimliliği artırmak için dronlar ve teslimat robotları gibi yenilikler gündeme gelmiştir. Ancak bu teknolojilerin kamusal alanlarda uygulanabilmesi için düzenleyici önlemler ve toplumsal kabul gerekmektedir. Çevresel boyutta ise kentsel tıkanıklık ve kirliliği azaltmak için enerji verimliliği yüksek teslimat bisikletleri gibi araçların kullanımı öne çıkmıştır. Bu tür araçlar sürdürülebilirlik adına elektrikli araçlar ve akıllı şehir çözümleriyle desteklenmektedir. Son aşama teslimatlarının kentsel alanlara getirdiği sosyal, teknolojik ve çevresel etkileri azaltmak teknolojik yenilikler, politika geliştirme ve tüketici alışkanlıklarının adaptasyonunu içeren bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir (Viu-Roig & Alvarez-Palau, 2020).

Son aşama teslimatları, e-ticaretin artışıyla tedarik zinciri içerisinde çevresel etki, operasyonel verimlilik ve müşteri davranışlarını etkileyen kritik

bir konu haline gelmiştir. Teslimat noktaları kentsel alanlarda araç duraklarını azaltarak karbon emisyonlarını düşürebilmektedir. Operasyonel verimlilik açısından teslimat noktaları başarısız teslimatları azaltarak maliyetleri düşürse de müşterilerin özellikle kırsal bölgelerde bu noktalara ulaşmak için yarattığı karbon salınımının olumsuz etkisi söz konusudur. Bu nedenle yasal düzenlemeler ve bu noktaların yerleşim planı ile çevresel sürdürülebilirliği en üst düzeye çıkaracak şekilde optimizasyona ihtiyaç duymaktadır (Niemeijer & Buijs, 2023).

Son aşama teslimatları, hızlı teslimat talepleri nedeniyle trafik, kirlilik ve sera gazı emisyonlarını artırarak çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliği zorlaştırmaktadır. Tüketicilere teslimat seçimlerinin etkileri hakkında bilgi verilmesi çevre dostu tercihlere yönelmelerini sağlayabilir. Ayrıca ekonomik teşvikler ve bilinçlendirme sürdürülebilir teslimat seçeneklerinin benimsemelerini teşvik edebilir (Ignat & Chankov, 2020).

Çevresel sürdürülebilirlik açısından bisikletler ve elektrikli scooterlar gibi çevre dostu araçlar karbon emisyonlarını azaltmada etkili alternatiflerdir. Altyapı yetersizlikleri ve güvenlik sorunları özellikle gelişmekte olan bölgelerde son aşama teslimatlarını zorlaştırmaktadır. Küçük aktarma platformları ve yaya teslimatları gibi çözümler şehir içi teslimat ihtiyaçlarına uygun seçenekler sunmaktadır. Stratejik olarak çok kademeli dağıtım sistemleri ekonomik ve çevresel dengeyi sağlayarak kentsel lojistikte sürdürülebilirliği artırabilir (Comi & Savchenko, 2021).

E-ticaret müşterilerinin hız ve maliyet odaklı tercihlerinin çevresel etkilere yol açmasıyla da önemli etkileşimi söz konusudur. Müşterilerin sürdürülebilirlik yerine hızlı teslimatları tercih etmesi çevresel sorunları artırmaktadır. Bu nedenle ileri teknolojilerin entegrasyonu müşteri davranışlarını daha sürdürülebilir tercihlere yönlendirmek için kritik öneme sahiptir (Masteguim & Cunha, 2022). Teslimat dolaplarının kullanımı müşteri davranışını kolaylık, seyahat alışkanlıkları ve çevre bilinci açısından önemli ölçüde etkiler. Teslimat dolapları, müşterilere paketlerini esnek bir şekilde alabilme imkânı sunarak teslimat için evde bulunma zorunluluğunu ortadan kaldırır. Ancak bu dolaplara ulaşım ihtiyacı bazı müşteriler için dezavantaj olabilir. Bu sistem müşterilerin yürüyüş veya bisiklet gibi çevre dostu ulaşım modlarını tercih etmelerini teşvik ederek çevre bilincini artırabilir. Tüketicilerin bu yeni teslimat yöntemini benimsemesine ve dolapların erişilebilirliğine bağlıdır (Bonomi vd., 2022).

Teslimat araçlarının artışı tıkanıklık, gürültü ve kirliliğe yol açarak şehirlerin yaşanabilirliğini olumsuz etkiler. Park yeri bulmak için dolaşan araçlar emisyonları ve yakıt tüketimini artırır. Trafik sıkışıklık artarak seyahat sürelerini uzar ve kentsel yaşam kalitesi düşer. Simülasyonlar ve akıllı ulaşım

sistemleri aracılığıyla rotaların ve park stratejilerinin optimize edilerek bu etkileri azaltmada kullanılması önem arz etmektedir (Muriel vd., 2022).

Otonom araçlar, rota optimizasyonu ve maliyet düşüşü sağlayarak bu olumsuz etkileri azaltabilir. Ayrıca eve teslimat talebindeki artış tüketici beklentilerini dönüştürürken teslimat teknolojileri insan iş gücüne olan ihtiyacı azaltmaktadır (Sorooshian vd., 2022). Drone tabanlı teslimat yöntemleri ise enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltarak çevresel sürdürülebilirliği destekleyen uygulamalardır. Ancak paket ağırlığı ve yasal düzenlemeler gibi kısıtlamalar bu yöntemin etkinliğini sınırlayabilir ve operasyonel başarı için dikkatli bir entegrasyon gerektirir (Bányai, 2022).

TARTIŞMA

Son aşama teslimatları, kentsel lojistik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından karmaşık etkiler barındıran çok boyutlu bir alandır. Bu bölümde incelenen çalışmalar son aşama teslimat yöntemlerinin çevresel, ekonomik, sosyal ve teknolojik etkilerini ortaya koyarken lojistik süreçlerde yaşanan dönüşümlerin sürdürülebilir kent yaşamı üzerindeki etkilerini de gözler önüne sermektedir. Çevresel açıdan geleneksel teslimat yöntemlerinin karbon emisyonları ve trafik sıkışıklığı gibi olumsuz etkileri çevre dostu ulaşım modlarının entegrasyonu ile azaltılabilir. Ancak bu yöntemler her ne kadar çevresel faydalar sunsa da paylaşılan mobiliteye bağlı teslimatların uzun seyahat mesafesi gibi verimlilik sorunları bulunmaktadır. Bu nedenle düşük emisyonlu araçlara yönelik düzenlemeler ve teknolojik yeniliklerin desteklenmesi gereklidir. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde teslimat dolapları ve teslimat noktaları gibi çözümler başarısız teslimat maliyetlerini azaltırken kırsal kesimlerde bu noktaların erişimi ve karbon salınımı sorunları öne çıkmaktadır. Sosyal açıdan ise artan e-ticaret talebi ile birlikte müşteri beklentileri hız, kolaylık ve esneklik yönünde değişim göstermiştir. Bu durum teslimatların hızını artıran ancak potansiyel olarak çalışan güvenliğini tehdit edebilecek otonom araçlar ve dronlar gibi teknolojilerin benimsenmesine neden olmuştur. Bu teknolojilerin kullanımı iş güvenliği ve toplumsal kabul açısından ele alınması gereken konular arasında yer almaktadır. Ayrıca son aşama teslimatlarındaki inovasyonlar kentsel yaşanabilirliğe yönelik çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlamasına rağmen düzenleyici çerçevelerin henüz yeterince oluşmamış olması gibi nedenlerden ötürü toplumsal bilinç eksiklikleri gibi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Akademik literatürde ileri teknolojilerin sosyal etkilerinin ve yasal düzenlemelerin etkinliğinin daha ayrıntılı olarak incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son aşama teslimatların sürdürülebilirliğini artırmak için entegre ve çok yönlü bir yaklaşım benimsenmesi gerekmektedir. İlk olarak çevresel sürdürülebilirlik

açısından düşük karbon emisyonlu araçlara yönelik altyapı yatırımları artırılmalıdır. Teslimat bisikletleri, elektrikli araçlar ve dronlar gibi çevre dostu teknolojilerin kullanımını artıracak yasal zorunluluk ve yeşil teşvikler sağlanmalıdır. Özellikle kent içi ulaşım politikalarının çevre dostu ulaşımı destekleyecek şekilde revize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik açısından ise teslimat noktalarının doğru konumlandırılması ve kırsal bölgelerde lojistik erişimin güçlendirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Teslimat dolapları gibi çözümler uygun konumlandırma stratejileriyle karbon ayak izini düşürecek şekilde optimize edilmelidir. Gelecek araştırmalar teslimat dolaplarının farklı bölgelerdeki erişim ve kullanım oranlarının karbon emisyonları üzerindeki etkisini daha ayrıntılı bir şekilde incelemelidir.

Teknolojik açıdan otonom teslimat araçları, yapay zekâ destekli rota optimizasyonu gibi çözümlerin lojistik sistemlerde yaygınlaşması sürdürülebilirlik için önemli bir adımdır. Bu teknolojilerin iş güvenliği ve toplumsal kabul açısından yaratabileceği etkiler daha derinlemesine araştırılmalıdır. Sosyal sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla ise kitle kaynak kullanımlı taşıma sistemlerinin iş gücü ve istihdam üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışan güvenliği, işsizlik oranları ve toplumdaki sosyal dinamikler üzerindeki potansiyel etkileri kapsamlı bir şekilde ele alınmalıdır. Yeşil lojistik çözümlerinin şehir bazında etkilerinin değerlendirilmesi ve çok modlu lojistik modellerin sürdürülebilir son aşama teslimat stratejileri üzerindeki etkisinin incelenmesi gelecekte bu alanda gerçekleştirilecek akademik çalışmalar için önemli bir odak noktası olacaktır.

KAYNAKÇA

- Alverhed, E., Hellgren, S., Isaksson, H., Olsson, L., Palmqvist, H., & Flodén, J. (2024). Autonomous last-mile delivery robots: a literature review. *European Transport Research Review*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00629-7>
- Amazon. (2024). *Everything you need to know about Amazon's electric delivery vans from Rivian*. <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/everything-you-need-to-know-about-amazons-electric-delivery-vans-from-rivian>
- Bányai, T. (2022). Impact of the Integration of First-Mile and Last-Mile Drone-Based Operations from Trucks on Energy Efficiency and the Environment. *Drones*, 6(9), 249. <https://doi.org/10.3390/drones6090249>
- Bonomi, V., Mansini, R., & Zanotti, R. (2022). Last Mile Delivery with Parcel Lockers: evaluating the environmental impact of eco-conscious consumer behavior. *IFAC-PapersOnLine*, 55(5), 72-77. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.642>
- Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., & Barabino, B. (2022). The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy. *Sustainability*, 14(3), 1766. <https://doi.org/10.3390/su14031766>
- Boysen, N., Fedtke, S., & Schwerdfäger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 43(1), 1-58. <https://doi.org/10.1007/s00291-020-00607-8>
- Boysen, N., Schwerdfäger, S., & Weidinger, F. (2018). Scheduling last-mile deliveries with truck-based autonomous robots. *European Journal of Operational Research*, 271(3), 1085-1099. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.05.058>
- Comi, A., & Savchenko, L. (2021). Last-mile delivering: Analysis of environment-friendly transport. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103213. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103213>
- Demir, E., Syntetos, A., & van Woensel, T. (2022). Last mile logistics: Research trends and needs. *IMA Journal of Management Mathematics*, 33(4), 549-561. <https://doi.org/10.1093/imaman/dpac006>
- Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S. (2021). Challenges and perspectives for the use of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce – Findings from case studies in Germany. *Research in Transportation Economics*, 87, 100757. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100757>
- Foote, V. (2024). *Freewheeling: E-Bikes in Canada*. <https://fedexcares.com/stories/sustainable-logistics/freewheeling-e-bikes-canada>
- Flyzipline. (2024a). <https://www.flyzipline.com>.
- Flyzipline. (2024b). <https://www.flyzipline.com/about/zipline-fact-sheet>.
- Ghaderi, H., Zhang, L., Tsai, P.-W., & Woo, J. (2022). Crowdsourced last-mile delivery with parcel lockers. *International Journal of Production Economics*, 251, 108549. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108549>
- Giuffrida, M., Mangiaracina, R., Perego, A., & Tumino, A. (2017). Cross-border B2C e-commerce to Greater China and the role of logistics: a literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(9), 772-795. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2016-0241>
- Iwan, S., Nürnberg, M., Jedliński, M., & Kijewska, K. (2021). Efficiency of light electric vehicles in last mile deliveries – Szczecin case study. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103167. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103167>
- Ignat, B., & Chankov, S. (2020). Do e-commerce customers change their preferred last-mile delivery based on its sustainability impact? *The International Journal of Logistics Management*, 31(3), 521-548. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2019-0305>
- InPost. (2024). <https://inpost.co.uk/blog/parcel-lockers-explained>.
- Jennings, D., & Figliozzi, M. (2019). Study of Sidewalk Autonomous Delivery Robots and Their Potential Impacts on Freight Efficiency and Travel. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673(6), 317-326. <https://doi.org/10.1177/0361198119849398>
- Loan, N. T. C., Huyen, N. T., Loan, B. T. T., Giang, T. T. T., Trinh, H. T., Dat, K. M., & Mai, P. T. N. (2022). Last-Mile Delivery in B2C E-Commerce – Common Practices in Some Countries, But What Do They Mean for Businesses in Vietnam? *Journal of Human University Natural Sciences*, 49(5), 21-32. <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.49.5.3>

- Masteguim, R., & Cunha, C. B. (2022). An Optimization-Based Approach to Evaluate the Operational and Environmental Impacts of Pick-Up Points on E-Commerce Urban Last-Mile Distribution: A Case Study in São Paulo, Brazil. *Sustainability*, *14*(14), 8521. <https://doi.org/10.3390/su14148521>
- Mohammad, W. A., Nazih Diab, Y., Elomri, A., & Triki, C. (2023). Innovative solutions in last mile delivery: concepts, practices, challenges, and future directions. *Supply Chain Forum: An International Journal*, *24*(2), 151-169. <https://doi.org/10.1080/16258312.2023.2173488>
- Muriel, J. E., Zhang, L., Fransoo, J. C., & Perez-Franco, R. (2022). Assessing the impacts of last mile delivery strategies on delivery vehicles and traffic network performance. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *144*, 103915. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103915>
- Niemeijer, R., & Buijs, P. (2023). A greener last mile: Analyzing the carbon emission impact of pickup points in last-mile parcel delivery. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *186*, 113630. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113630>
- Nogueira, G. P. M., Silva, S. V., Hasenclever, L., & de Assis Rangel, J. J. (2024). Sustainability in B2C e-commerce: a literature review and future research opportunities in last-mile deliveries. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04471-2>
- Paul, A. (2024). *Amazon's Prime Air delivery drones get a major FAA clearance*. <https://www.popsoci.com/technology/amazon-drone-bvlos/>
- Qi, W., Li, L., Liu, S., & Shen, Z.-J. M. (2018). Shared Mobility for Last-Mile Delivery: Design, Operational Prescriptions, and Environmental Impact. *Manufacturing & Service Operations Management*, *20*(4), 737-751. <https://doi.org/10.1287/msom.2017.0683>
- Rohmer, S., & Gendron, B. (2020). A Guide to Parcel Lockers in Last Mile Distribution – Highlighting Challenges and Opportunities from an OR Perspective. *Cirrelt*.
- Schnieder, M., Hinde, C., & West, A. (2021). Sensitivity Analysis of Emission Models of Parcel Lockers vs. Home Delivery Based on HBEFA. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(12), 6325. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126325>
- Song, L., Cherrett, T., McLeod, F., & Guan, W. (2009). Addressing the Last Mile Problem. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *2097*(1), 9-18. <https://doi.org/10.3141/2097-02>
- Sorooshian, S., Khademi Sharifabad, S., Parsaee, M., & Afshari, A. R. (2022). Toward a Modern Last-Mile Delivery: Consequences and Obstacles of Intelligent Technology. *Applied System Innovation*, *5*(4), 82. <https://doi.org/10.3390/asi5040082>
- Starship. (2024). <https://starship.co>.
- Tiwapat, N., Pomsing, C., & Jomthong, P. (2018). Last mile delivery: Modes, efficiencies, sustainability, and trends. *3rd International Conference on Intelligent Transportation Engineering*, 313-317. <https://doi.org/10.1109/ICITE.2018.8492585>
- van Duin, J. H. R., Wiegman, B. W., van Arem, B., & van Amstel, Y. (2020). From home delivery to parcel lockers: a case study in Amsterdam. *Transportation Research Procedia*, *46*, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.161>
- Viu-Roig, M., & Alvarez-Palau, E. J. (2020). The Impact of E-Commerce-Related Last-Mile Logistics on Cities: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, *12*(16), 6492. <https://doi.org/10.3390/su12166492>
- Walker, W. (2024a). *2024 trends in last-mile delivery and crowdsourcing*. <https://www.roadie.com/blog/2024/01/2024-trends-in-last-mile-delivery-and-crowdsourcing-ent>
- Walker, W. (2024b). *Roadie's route optimization empowers faster, more efficient delivery from dock-to-door*. <https://www.roadie.com/blog/2022/11/roadies-route-optimization-empowers-faster-more-efficient-delivery-from-dock-to-door-ent>
- Wing. (2024). <https://wing.com>.

SON AŞAMA TESLİMATIN GİZLİLİK BOYUTU: İHLALLER VE ÖNLEMLER

Halit Kaya¹

GİRİŞ

Lojistik sektörü dünya genelinde her yıl milyonlarca hareket gören aksiyonlar çerçevesinde faaliyetlerini sürdüren bir süreçtir. Bu süreç, ürünün çıkış noktasından başlayarak varış noktasına teslim olana kadar ki tüm operasyon ilmi ilmi ilerler ve süreç tamamlanır. Değişen ve gelişen teknolojik olaylar her sektörde olduğu gibi lojistik sektöründe de takip edilip, uygulanmaktadır. Bu gelişmeler hem hizmet veren hem de hizmet alan tarafında işleri kolaylaştırma ve takip edilebilir, denetlenebilir, sorun çıkması halinde ivedi müdahaleler edilebilir olması açısından önemlidir. Tedarik zinciri ağı boyutuyla fabrikadan başlayan hammadde girişi, üretim, kalite kontrol, sipariş yönetimi, satış, pazarlama faaliyetleri ve akabinde ürünün sevki, adet bazlıdan başlayarak komple araç, konteyner, gemi gibi hacimsel değişkenlik boyutuyla iletilir. Özellikle e-ticaretin her büyüme göstermesi odaklı posta, koli, küçük paket gönderimleri her yıl bu yönde büyüme göstermektedir. Son aşama teslimat modelleri değişimi global dünyanın yaşadığı süreçlerden etkilenmekte teslimat yöntemleri revize olabilmektedir. Buna en yakın örnek; COVID-19 pandemisi. İnsanoğlunun yaşadığı en büyük sağlık felaketlerinden biri olan COVID-19 hastalığı insanlığın global dünyayı ciddi anlamda etkilemiş ve birçok değişime sebep olmuştur. Yaşam kalitesini bir tarafa bırakın yaşamak için insanlık birçok tedbir almış bu yönde kendisi, ailesi ve çevresindeki insanları korumak adına yaşam biçimlerini değiştirmiştir. Bu süreçte yapılan en büyük uygulama ise insanların evlerinde kalması ve fiziki temas kurulabilecek tüm süreçleri asgariye indirmek olmuştur. Evlerinde kalan insanların temel ihtiyaçlarının karşılanması içinse lojistik şirketleri devreye girmiştir. Tedarik zinciri ağı bozulmadan insan ihtiyaçlarının karşılanması için ciddi bir çaba sarf eden lojistik şirketleri, kendi süreçlerinde de revizeye gitmiş, ürünün çıkış noktasından, alıcısına teslim olana kadarki tüm süreçlerde radikal aksiyonlar almışlardır. İnsani ihtiyaçların karşılanması için fiziki teması asgariye indiren uygulamalar geliştirilmiştir, temassız teslimat, imzalama süreçlerinin kaldırılması, kod ile ürün teslimi veya kapıya bırakma gibi birçok farklı model uygulamaya koymuşlardır. Bu zorlu süreçte e-ticaret alışverişlerinin katlanarak artması, özellikle paket teslimatı yapan kargo şirketlerinin iş

¹ Lojistik Bilim Uzmanı, Sektör Profesyoneli, Cost Lojistik, ORCID: 0000-0002-3280-2492, hltky550@gmail.com

yükünü ciddi anlamda arttırmıştır. Yeniden planlanan operasyon süreçleri ilk başlarda zorlukların yaşanmasına ve teslimatların gecikmesine sebep olmasa da süreç sebebiyle disipline olan alıcılar, kargo firmaları ile entegre bir şekilde sürecin üstesinden gelmiş, en azından zararı asgariye indiren operasyonlar gerçekleştirmişlerdir. Bu süreçte teslimat yöntemlerinin değişmesi, yeni model ve uygulamaların başlatılması, son aşama teslimat güvenliğinin sağlanması, geliştirilmesi ve teknolojik alt yapının daha etkin kullanılması için bir milat olmuştur. Teslimat güvenliği en az ürünün zamanında teslim edilmesi kadar önemli ve gerekli bir süreçtir. Kişisel verilerin korunması alıcı ve gönderici mahremiyeti devamlı tedbir ve kontrol gerektiren konulardır. Bu çalışmanın amacı, son aşama teslimat modellerini ortaya koymak, teslimat yapılırken alıcının bilgi güvenliğinin sağlanması için yapılan süreçlerin aktarılması, posta, kurye ve paket teslimatları odağında aktarılması sürecini kapsamaktadır. Kişisel verilerin korunması, ürün tesliminin sağlanması kadar önemli bir konudur. Bu yüzden ürün teslim edecek olan lojistik şirketlerinin kişisel verilerin korunması için yaptığı uygulamalar konu bütünlüğünün sağlanması açısından ele alınacaktır.

Gelişen teknolojik gelişmeler, bireysel hataların ve suistimallerin önüne geçmek için uygulanmakta, kontrol mekanizması daha etkin ve verimli kullanılmaktadır. Sürecin doğru ilerleyebilmesi için lojistik şirketlerinin uygulamada kurdukları birimler anlık ve web tabanlı sistemler ile süreçleri bire bir kontrol edebilmektedir. Bu çalışmada özellikle posta, kurye, kargo hizmetlerinden faydalanan gönderici ve alıcıların kişisel verilerinin korunması, ürün teslimi yapılırken uygulanan modeller üzerine bilgi verilecektir.

KİŞİSEL VERİLERİ KORUMA KANUNU

2010 yılında çıkarılan 5982 sayılı kanunla, Anayasanın 20.maddesine eklenen bir fıkra ile, insanların kendileriyle ilgili kişisel verilerin korunması hakkı anayasal bir hak olarak tanımlanmıştır. Bu kanunla, bireyin kendisini ilgilendiren özel, kişisel verilerinin neler olduğu, hangi durumlarda verilerin işlenebileceği, verilen korunması için hangi çalışmaların yapılması gerektiği ile ilgili maddeler düzenlenmiştir. Kanunun ilgili maddelerinde, kanunun amacı açık bir şekilde tarif edilmiştir. Buna göre, kişisel verilerin işlenmesinde, özel hayatın gizliliği başta olmak üzere, temel hak ve özgürlüklerin korunması, verileri işleyen gerçek ve tüzel kişiliklerin uyması gereken yükümlülükler ve gerekli usul ve esaslar yer almaktadır. İlgili maddenin gerekçesinde belirtildiği üzere, kanunun asıl amacı, kişiye özel verilerin işlenmesinin anayasal güvence altına alınması, uygulanacak bir zorunluluklar altına alınması, temel hak ve özgürlüklerin korunması hedeflenmektedir. Son yıllarda önemini daha da arttırdığını gördüğümüz bu kanun, özellikle kişiye özel bilgilerin ifşası, kişinin izni olmadan iletişim ve adres bilgilerinin satış, pazarlama ve reklam faaliyetlerine konu olması, yayılması ve paylaşılması üzerine, kullananlar üzerinde bir

disiplin oluşturmaktadır. Kişiyeye özel bilgilerin gelişigüzel toplanması, yetkisiz kişilerin eline geçmesi, kötüye kullanma gibi hallerin önüne geçmek adına bu yasa değerli ve önemlidir. Bu yasa, kişiyeye özel bilgilerin hangi hallerde kullanılabilceğı, kimler tarafından denetleneceğı, veri akışlarının kontrol ve süreçlerinin analiz edilmesi, hukuka aykırı süreçlerin engellenmesi gibi birçok konunun güvence altına alınması hedeflenmektedir. Kişisel verileri kullanan, işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlükleri, uyacakları usul ve esasların hepsi ilgili kanun ile güvence altına alınmıştır.

Bu maddeye göre Kanunun amacı:

- Kişisel verilerin işlenmesinde, kişilerin temel hak ve özgürlüklerini korumak ve güvence altına almak.
- Kişisel verileri işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlülükleri ile uyacakları usul ve esasları düzenlemek, disipline etmek, uygulamaları denetlemek.
- Kişilerin özel hayatını (mahremiyetini) korumak.
- Kişisel veri güvenliğini sağlamak ve denetlemek
- Olarak sayılabilir. (Kişisel Verileri Koruma Kurumu, 2024).

Bu kapsamda lojistik faaliyetler yürüten şirketlerin gönderici ve alıcı bilgilerinin gizliğı hususunda dikkat etmesi gerekmektedir. Lojistik faaliyetlerden yararlanan hizmet alıcıların ticari sır niteliğinde sayılabilecek faaliyetleri olabilir. Şöyle ki, serbest piyasa ekonomisi gereğı, alım yapılan malın, miktarı fiyatlarda değışkenlik gösterebilir. Bu kapsamda aynı ürünü firmalar farklı fiyatlar ve iskontolar üzerinden alıcısına satabilmektedir. Bununla birlikte bireysel kargo süreçlerinde de özellikle alıcının bilgilerinin dikkatli bir şekilde kullanılması, suistimallerin önüne geçecek süreçlerin işletilmesi önemlidir. Kişiyeye özel satılan bazı ürünler, sadece alıcısı veya alıcısının bildirdiğı şekilde teslim edilmesi gereklidir. Bunu bir vaka ile kısaca anlatmak gerekirse; İnternet üzerinden kişiyeye özel, mahremiyet gerektiren bir ürün satın alan kişinin ürünü, alıcısı evde olmadığı için, gerçek alıcının bilgisi olmadan aile fertlerinden birine teslim ediliyor ve akabinde ürün alıcısı tarafından değıl, teslim alan kişi tarafından açılarak içinden çıkılması zor bir sürecin başlangıcı oluyor. Ürün bazlı teslimat modelleri kargo şirketleri tarafından global çapta uygulanır. Bazı ürünlerin paketleniğı, koli veya plastik poşetlerin rengi farklılık gösterebilir. Bunun amacı dağıtım ve teslimat yaparken ürünün gizliliğinin muhafaza edilmesi ve gerçek alıcısına ulaştırılmasıdır. Gerçek alıcının bilgisi dışında, inisiyatif alarak farklı bir kişiyeye teslimat yapmak doğru bir süreç değıldir. Bu noktada, alıcının ve göndericinin bilgilendirilmesi sürecin veri ve kişisel bilgilerin sürecin dışında kişiler tarafından öğrenilmesinin önüne geçecektir.

GİZLİLİK İHLALLERİ

Ürün çıkış ve teslimat safhalarında yaşanabilecek gizlilik ihmalleri, şirketlerin sistemsel takipleri ve yaptırım uygulamaları ile asgariye indirilebilir. Bu süreçlerin takibi için oluşturulacak şirket içi birimler gerekli eğitim ve süreç analizleri ile çalışanlarının disipline edilmesini sağlayabilmektedir. Bu süreçler, kanunlar ve şirket prosedürleri odağında yürütülen çalışmalar şeklinde devamlılık ve sıkı takip içerecek biçimde kontrol edilmesi gerekmektedir. Buna göre;

Kişisel verilerin yetkisiz erişimi ve ifşası: Lojistik faaliyetlerin yürütüldüğü şube, depo, aktarma merkezleri gibi alanlarda sadece ilgili kişilerin ve gönderici ve alıcının muhatabı olan şubeler arasında yürütülmesi önem arz etmektedir. İlgili sürecin dışındaki muhatapların gönderici ve alıcı bilgilerine erişimi engellenmeli süreci başlatan ve sonlandıran birimlerin tüm aksiyonda olması, farklı birim ve çalışanların dahil olmaması önemlidir. Herkes kendi bulunduğu birimde olmalı ve yetkisiz kişilerin sürece dahline engel değildir.

Teslimat sürecinde görsel ve işitsel izinsiz kayıtların alınması: Bazı durumlarda özel teslimat gerektiren veya kişilerin rızası ile yapılabilecek gönderi ve alıcı süreçlerinde kanıt olması açısından müşterilere bilgi verilerek bu tür uygulamalar yapılmaktadır. Bunun dışında izinsiz yapılacak kayıtlar veya görsel faaliyetler kişisel veriler kapsamında yasal olmayan bir sürecin içine girmektedir. Drone ve teslimat kabinleri gibi yeni uygulamalarda izinsiz kayıt süreçleri olabilmektedir. Buradaki amaç cihazlarda bulunan fotoğraflama ve video çekme özelliklerinin ürünün teslim edilmesi veya hasar oluşması durumlarında kanıt niteliği taşıması içindir. Bu süreçlerde müşterilere mutlaka bilgi verilmelidir.

Teslimat araçlarının izlenmesi ve veri toplanması: Lojistik sektöründe sıkça kullanılan araç takip sistemlerinin, gönderici veya alıcının konum, ev ve iş yeri gibi kişisel veri sayılan bilgilerinin açığa çıkması veya kötüye kullanılması süreçlerini kapsayabilir. Bu durum hep aynı kurye tarafından teslim edilen kargoların, müşteri özel bilgileri ve kullanım alışkanlıklarının yine kötüye kullanım ve suistimallerin önünü açabilir. Bu süreçte araç ve kurye performanslarını ölçmek isteyen lojistik şirketleri uygulamada sıkça bu yöntemi kullanmaktadır. Teslim ve personel performansını artırıcı unsurları bulunan araç takip sistemleri birçok farklı teknik analizlerde yapabilmektedir.

Teslimat personelinin kötü niyetli eylemleri: Gönderici ve alıcının bilgilerinin sisteme işlenmesi doğru ve zamanında teslimatın yapılması açısından önemlidir. Ancak bu şekli ile çalışan kaynaklı suistimallere zemin hazırlamaktadır. Personel, gönderici veya alıcının bilgilerini, taciz, ücret karşılığında 3. şahıslara satılması, ifşa gibi etik olmayan durumlara sebebiyet verebilmektedir. Bu konuda yaşanmış birçok vaka sektörde mevcuttur.

Akabinde hukuki süreçler yaşanabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için personel eğitimleri yapılması ve hukuki prosedürlerin çalışanlara iyi bir şekilde anlatılması gerekmektedir.

Yanlış kişiye teslimat yapılması: Bu durum kargo sektöründe sıklıkla yaşanmakta olup, yanlış kişiye yapılan teslimat sonrasında ürünün açılması ve kullanılması mümkündür. Bu durum ciddi kişisel verilerin, alışkanlıkların ve tercihlerin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Aynı sokak, cadde, bitişik ev, site gibi yerlerde dağıtım yapılması, bu tür durumları ortaya çıkarabilmektedir.

GİZLİLİK İHLALLERİNİ ÖNLEMELİK İÇİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Gizlilik ihlallerini tamamen sıfırlamak mümkün olmasa da alınacak bazı tedbirleri ile asgari indirmek mümkündür. İnsan odaklı süreçleri, sistemsel süreçler ceza-i müeyyideler ihlallerin önüne geçmek için alınan tedbirleri kapsar. Bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Gizlilik ve Uygulamadaki Yapılan Faaliyetler

Gelişen ve değişen teknolojik gelişmeler ekseninde teslimat modellerinin değişmesi de kaçınılmaz bir durumdur. Klasik insan odaklı teslimat modellerinin yerini daha güvenilir ve insan odağını, fiziki teması en asgariye indiren modellerin geliştiğini görüyoruz. Özellikle COVID-19 pandemisi ile teslimat modellerinin ve şekillerinin değiştiğini insan odaklı elle ve yüz yüze yapılan işlemlerin en asgariye inmiş şekilde teslimatlar yapılmaktaydı. Pandemi ile evlerinde kalmak zorunda olan insanların temel ihtiyaçlarının karşılanması için yaptıkları e-ticaret alışverişlerinin sonucunda kendilerine ürün getiren kuryelerin direkt teslimat yapmaları kabul görmemiş bunun yerine birkaç farklı teslimat modeli geliştirilmiştir. Bunlara örnek vermek gerekirse; sipariş edilen ürünlerin kapıya bırakılması veya yine kurye ile alıcının temasını zorunlu kılan imza veya mühür gibi süreçlerin yerine şifre ile teslimatların sağlanması gibi uygulama modellerine geçilmiştir. Yine teknolojik gelişmeler odağında teslim şekli kurye kullanımları bazı tüketiciler tarafından güvenlik veya gizlilik endişesi yarattığı görülmektedir (Karlı, 2023). Global dünyada kişisel verilerin korunması odaklı faaliyetler devletler tarafından uygulanmaktadır. E- ticaretin gelişmesi ile yoğun olarak kullanılan sosyal medya, internet siteleri ve online alışveriş siteleri alıcının kişisel bilgilerini içeren detayların üçüncü kişilere ulaşmasını engellemek için önlemler almaktadır. Bu önlemler içerisinde bazı şifreleme modelleri, online alışverişe imkân tanıyan kredi kartı kartlarının kopyalanmasını engelleyici sistemlerin geliştirilmesi, alıcıların kişisel bilgilerini korumaya yönelik kişiye özel şifreleme uygulamalarının yapılması, teslimat esnasında yine bu şifreleme modeline uygun olarak teslimatların gerçekleştirilmesi ve yapay zekâ destekli önlemlerin alınması şu an uygulanan faaliyetler içerisinde yer almaktadır. Kişiyeye özel bilgilerin üçüncü şahıslar tarafından temin edilmesi ve buna müteakip kötü niyetli kişilerin eline geçmesi sebebiyle birçok

vakanın yaşandığı bilinmektedir. Bununla ilgili özellikle kargo hizmeti veren şirketlerin birimleri içerisinde oluşturulan, kişisel verileri koruma genelgesi ile müşteriler bilgilendirilmekte bu genelgeye uygun politikaların izlenip izlenmediği denetlenmektedir. Bu denetim mekanizması şirketlerin kendi içlerinde oluşturduğu iç denetim müdürlükleri tarafından takip edilmekte olup buna göre sorumluluklarını yerine getirmeyen personellerin iş akdi feshine kadar devam eden bir süreç işletilmektedir. Çalışanlardan kaynaklı hukuki sürecin başlamış olduğu birçok vaka sektörde bulunmaktadır. Bu vakaları ilgili alınan hukuki kararları birçok internet sitesinden inceleyebilirsiniz. Lojistik hizmet sağlayıcıların müşterilerinin kişisel veri kapsamındaki tüm bilgilerini koruması gerekmektedir. Hizmet sağlayıcılar kendi süreçlerinde oluşturdukları argümanlar dahilinde bu sürecin nasıl yönetilmesi odağında yönetmelikler çıkarmakta, uygulamada sürecin doğru işleyip işlemediğini iç denetim birimleri önderliğinde denetlenmektedir. Asıl hedef, kişisel verilerin korunması adına her şirketin bir disiplin altında süreçlerini yönetmesidir.

Yenilikçi Teslimat Modelleri

Gizlilik süreçlerinin nasıl yürütülmesi akabinde bu sürecin hangi teslimat modelleri ile yapıldığı ve faaliyetlerin neler olduğu hakkında bilgi vermek yerinde olacaktır. İnsan beklentileri her geçen, müşteri talepleri her geçen süreçte farklılık göstermektedir. Birbirinden farklı teslimat modellerin amacı, alıcısına ürünün tam ve zamanında, hasarsız ve doğru bir şekilde teslim edilmesinin sağlanmasıdır. Global lojistik sektörü teknolojik süreçlerden faydalanmakta, tedarik zinciri süreçleri, havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu, depo süreçlerinin lojistik ayağında aktif olarak teknolojiyi kullanmaktadır. Bu yönde büyük yatırımlar yapan firmalar müşteri odaklı süreçlerinden her zaman iyileştirmeler yaparak her sene versiyon atlayarak hem kendilerinin hem de müşterilerinin işlerini kolaylaştırmaktadır. Posta, paket, kargo bazlı süreçler incelendiğinde global boyutuyla özellikle bireysel teslim modellerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Butik Lojistik hizmet anlayışıyla, hizmet verdiği müşteriye özel teslim modelleri geliştiren lojistik firmaları, her firma için farklı teslim şekli ve modeli uygulamada kullanmaktadır. Posta ve paket kargo teslim modellerine baktığımızda;

Gece Teslimatı: Ürünlerin alıcısına gece saat 22.00 ye kadar yapılan, kişiye özel ürünlerin teslimatının yapıldığı ürünlerdir. Alıcı gizlik gereği ürünün iş adresi bile olsa teslimat yapılmasını istemez. Sadece evde kendinin teslim alacağı şekilde bir özel teslim modeli talep etmektedir.

Kapıya Teslimat: Alıcının evde olmadığı zamanlarda, paketi alacak kimsenin de bulunmadığı ve güvenlik tedbirlerinin müsait olduğu site vb. alanlarda alıcının daire kapısı ürünün bırakılması şeklinde talebine istinaden yapılan teslimat modelidir. Köy veya mezra gibi yerleşim yerlerin olduğu teslimatlarda da bu model uygulanmaktadır.

Adrese Teslimat: Alıcının ürünlerin adresine teslim edilmesi sürecini kapsar. Teslimat saatleri genellikle 09.00-18.00 arasındadır.

Kata Teslimat: Özel teslimat gerektiren hizmetlerden biri de kata teslimat modelidir. Bu teslimat şeklinde genellikle hammaliye gerektiren ağır veya hacimlerin ürün teslimatı için kullanılır. Bununla birlikte yaşlı veya bakıma muhtaç insanların olduğu çok katlı sitelerde de kata teslimat modeli uygulanmaktadır.

Drone ile Teslimat: Dünya genelinde uygulamaya başlanmış, lakin şu anda kısıtlı sayıda ve kısa mesafelerde kullanılan bir teslimat modelidir.

Farklı Paketlemeli Teslimat: Özellikle, özel günler veya kişiye özel hazırlanan alıcısına bu şekli teslimat yapılan ürünlerdir.

Teslimat Dolaplarına Teslimat: Dünya genelinde uygulanmaya şehrin belirli alanlarında konumlanmış Teslimat dolaplarının, alıcısına verilen bir şifre ile açılan özel dolaplar üzerinden teslimat yapılan bir modeldir. Alıcı, kendisine gelen paketi, belirtilen lokasyondaki teslimat dolapları üzerinden, yine kendine özel verilen şifre ile ulaşarak teslim almaktadır.

Teslimat noktalarına teslimat: Paketin alıcısının evde olmadığı durumlarda, alıcının bilgisi dahilinde teslim adresine yakın yerde bulunan esnafa yapılan teslimat modelidir.

Saatli Teslimat: Özel fiyatlandırma esasına dayanan, alıcının belirlenen saatlerde paketini teslim alabileceği özel bir teslimat modelidir.

İş Yeri Teslimat: Alıcının ürünü, çalıştığı iş yeri adresi üzerinden teslim aldığı modeldir.

Ters Teslimat: Göndericinin sevk etmek istediği ürünün hali hazırda bulunduğu şehirde olmaması halinde, ilgili firmanın başka şehirde bulunan deposu veya şubesi üzerinden alıcısına ulaştırılması modelidir.

Hafta Sonu Teslimat: Sadece hafta sonları yapılan teslimat modelidir. Bu model genellikle teslim adresinde hafta içi, işi veya başka bir sebeple bulunamayan alıcılar için yapılır.

7/24 Teslimat: Temel ihtiyaçlar dışında, kişisel bakım veya cinsel ürünlerin satıldığı firmaların uyguladığı bir teslimat modelidir.

Aynı Gün Teslimat: Belirtilen saat aralığında tedarik edilmesi durumunda, alıcısına sipariş verdiği gün içinde yapılan teslimat modelidir.

Robotlar ile Teslimat: Dünya genelinde uygulama aşamasında olan bu model şu an için kısa mesafeler için kısmi olarak uygulanmakta, ek olarak otonom araçlarda bu süreçler içinde teslimatlar yapmaktadır. Bu teslimat modelinin gelişim aşamaları devam etmekte olup daha çok Avrupa ve Amerika da uygulamaları bulunmaktadır.

Şifreli Teslimat: Yüz yüze veya fiziksel temasın asgariye indiği bir teslimat modelidir. Müşteriye, SMS veya mail üzerinden verilen şifre ile ürün teslimatı yapılmaktadır. Teslim imzası talebi bulunmamaktadır.

Bu teslimat modelleri müşteri odaklı şekillenmekte, uygulama modelleri ve süreçler gelişim ve değişim göstermektedir.

Diğer taraftan, günümüz dünyasının en çok ilerleme gösterilen süreçlerinden biri olan yapay zekâ her alanda olduğu gibi lojistik süreçlerde de kendini göstermektedir. Günümüzde aktif olarak kullanılan yapay zekâ modelleri lojistik sektöründe de kullanılmaya başlamıştır. Bu alanda yapılan birçok çalışmada gerek ürünlerin hazırlanması gerek teslimat modellemesi gerekse zaman ve maliyet yönetimi konularında yapay zekâ programlarında faydalanılmaktadır. Sürece entegre edilen teknolojiler yapay zekâ katkısıyla birlikte lojistik sektöründe kullanılan birçok parametreyi kendi sistemlerine entegre ederek oluşan pratik süreçlerin analiz ederek, süreçlerinin modellenmesi teslimat şekillerinin belirlenmesi maliyetlerin azaltıcı etkisinin takip edilmesi süreçleriyle devam etmektedir. Bir ürünün depoda hazırlanma süreciyle başlayan aksiyonda teslim olana kadar ki tüm süreçlerde yapay zekâ ürünün doğru hazırlanması doğru zamanda doğru maliyetle toplanması alıcısına yine doğru maliyetle teslim edilmesi ve teslim edilene kadarki tüm süreçleri analiz etmekte bu analize göre yapay zekâ modelleri oluşturarak gerek ürünün sağlam teslim edilmesi gerek doğru ürünün hazırlanması gerekse müşteriye özel teslim modelinin seçilmesi süreçleriyle aksiyonlarını devam ettirmektedir. Yine yapay zekâ modellerinde alıcı ve gönderici bilgilerinin her iki tarafın da güvenliğini sağlayacak şekilde muhafaza edilmesi üçüncü kişilere bilgi akışının önüne geçilmesi odağında birçok süreci de yönettiği görülmektedir. Her sektörde olduğu gibi lojistik sektöründe de yapay zekâdan faydalanma amaçları lojistiğin temel prensibi olan doğru ürünün doğru zamanda doğru alıcıya teslim edilmesi süreçleri kapsadığını ve bu aksiyonda zaman yönetimi maliyet yönetimi ve müşteri odaklı süreçlerin işletilmesi gibi tüm operasyonun detaylarına erişilebilmektedir. Yapay zekâ ile verimlilik artışı sağlayan lojistik şirketleri, yenilikçi yaklaşımlar ve teslimat hizmetleri arasındaki bağı önemini görmüşlerdir. Bu sayede, lojistik süreçler teknolojik olarak otomatikleşerek daha hızlı ve etkin bir hale getirilmektedir. Bu durum işletmelerin rekabet gücünü artırıp, doğru analizler yapmasını sağlayarak müşteri memnuniyetini artırıcı etkiye sahiptir (Fulfillment Hub USA, 2023). Yenilik kapasiteleri, firmaların başarıya ulaşmalarında ve değişen piyasa koşullarında ayakta kalmaları için önemli bir hale gelmiştir. Müşteri odaklı talepler ve değişen ihtiyaçlar her alanda olduğu gibi lojistik sektörü içinde kabul görmüş bir durumdur (Ülger, Bülbül, 2024).

Yasal Düzenlemeler

Hizmetler ilgilerinin lojistik hizmet vericiler tarafından sadece hizmet alıcının onay verdiği lojistik hizmetler için kullanılması, yasa dışı kullanımların önüne geçmek için farklı uygulamaların ve tedbirlerin alınması önemlidir. Bu aşamada teknolojiyen de faydalanan lojistik şirketleri müşterilerin bu tür kişisel verilerinin korunması için ekstra teknolojik yatırımlar yapabilmektedir. Bununla birlikte çalışan suistimallerin önüne geçebilmek için sıkı denetim politikaları izlenmekte müşterilerin bilgilerinin üçüncü kişiler tarafından erişilebilmesi önüne geçmek için denetimler yapılabilmektedir. Adres bilgilerinin üçüncü kişilerin eline ulaşması birçok sıkıntılı sürece sebep olabilmekte taciz, hırsızlık, bilgilerin parayla satılması, dolandırıcılık, gibi birçok yasa dışı olayın yaşanmasına sebep olabilmektedir. Her firmanın kendi iç kurumsal yapısında farklı önemler prosedürü mevcut olup, amaç suistimallerin ve kötüye kullanımları asgariye indirmektir. Dünya çapında uygulanan bazı yasalar bu verilen güvenli şekilde korunması için bazı önlemler içerir. Diğer sektör firmalarında olduğu gibi lojistik hizmet sağlayıcılarında bu yasa ve yönetmeliklere uyması bir zorunluluktur. Aşağıda bazı ülkelerin uygulamalarına yer verilmiştir.

Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR): GDPR, Avrupa Birliği (AB) sakinlerinin kişisel bilgilerini toplayan, saklayan veya işleyen tüm kuruluşlar için geçerli olan kapsamlı bir veri gizliliği düzenlemesidir. Kuruluşların verilerini nasıl topladığını, işlediğini, sakladığını ve aktardığını düzenleyerek AB vatandaşlarının verilerini ve gizliliğini korumayı amaçlar.

Kalifornia Tüketici Gizliliği Yasası (CCPA): California Tüketici Gizlilik Yasası, ABD, California sakinlerinin veri haklarını korumak için tasarlanmış eyalet düzeyinde bir veri koruma yasasıdır. ABD’de uygulanan federalizmin benzersiz doğası nedeniyle, eyaletler eyalet sakinlerini koruyan veri gizliliği yasaları oluşturma yetkisine sahiptir. Bu yasalar, ABD’de bulunup bulunmamlarına bakılmaksızın, California sakinlerinin kişisel bilgilerini toplayan, işleyen veya depolayan her şirket için de bağlayıcıdır.

Çin’in Kişisel Bilgileri Korunması Yasası (PIPL): PIPL, Çin hükümeti tarafından Çin sakinlerinin kişisel verilerinin korunması için çıkarılan bir veri gizliliği yasasıdır. Kasım 2021’de yürürlüğe giren PIPL, Çin sakinlerinin verilerinin Çin dışına aktarılmasına katı kısıtlamalar getirdiği için GDPR ile çelişmektedir. Bu tür bir faaliyetin tamamlanabilmesi için özel yetkilendirmelerin alınması gerekir. Bu, tedarik zincirinde veri ikametgahına, lojistikte veri ikametgahına ve ekonomilerinin diğer yönlerine odaklanmalarından kaynaklanmaktadır.

BAE’nin Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK): 2021 tarihli 45 sayılı Kanun Hükmünde Kararname olarak da bilinen PDPL, Birleşik Arap Emirlikleri’nde kapsamlı bir veri gizliliği yasasıdır. GDPR gibi amacı, BAE sakinlerinin kişisel bilgilerini korumaktır. Bunu, BAE sakinlerinin

kişisel verilerinin toplanmasını, işlenmesini, saklanmasını ve aktarılmasını düzenleyerek yapar. Hükümlerinden bazıları tedarik zinciri ve lojistik sektörü için geçerlidir (Incountry, 2023).

Hepsinin ortak noktası bağlacı olması yanında, şeffaflık, veri güvenliği, rıza alınması, denetime açık olması gibi unsurları kapsamalarıdır. Ayrıca şirketler kendi içlerinde kişisel verilen güvenliği açığı oluşacağını düşünüyorlarsa, bu süreci daha iyi yönetebilecek ve işleri sadece kişisel verilerin korunması olan kurumsal firmalar ile anlaşmalar yapabilmektedir. Birçok ülkenin bunlara benzer veri güvenliği yasaları ve yönetmelikleri mevcut olup, bunlar tüm hizmet veren firmaları sektör ayırmaksızın kapsamaktadır.

Veri Şifreleme ve Erişim Kontrolleri

Veri şifreleme, okunabilir durumdaki verilerin, belirli algoritmalar ve anahtarlar kullanılarak okunamaz bir formata dönüştürülmesi işlemidir (Kaspersky, 2024). Veri şifreleme, müşterilerin kişisel ve sipariş bilgilerinin üçüncü tarafların eline geçmesini önlemek için gereklidir. Güçlü şifre algoritmaları verilerin güvenli bir şekilde şifrelenmesini ve yetkisiz erişimlere karşı korunmasını sağlarken anahtar yönetimi ise şifreleme anahtarlarının güvenli bir şekilde oluşturulması, saklanması ve dağıtılmasını sağlamaktadır (Sunucun, 2024). Modern siber güvenlik çerçeveleri büyük ölçüde bireylerin, sistemlerin veya uygulamaların bilgi kaynaklarına erişimini düzenleyen protokolleri ve kuralları belirleyen erişim kontrolüne dayanmaktadır (TSPLUS, 2024). Erişim kontrolünü sadece yetkili kişilerle sınırlamak için rol tabanlı erişim kontrolü ve çok faktörlü kimlik doğrulama gibi yöntemler kullanılmaktadır (Microsoft, 2024; Krontech, 2024).

Çalışan Eğitimi

Son aşama teslimat süreçlerinde gizlilik ve güvenliğin sağlanmasında çalışanların yeterli bilgi düzeyine sahip olması oldukça önemlidir. Hem saha çalışanları hem de ofis çalışanlarının ilgili kanunlar ve şirketin veri gizliliği ve güvenliği konusundaki politikalarına yönelik bilgilendirmesi bu konuda yapılacak ihlallerin önüne geçmesine destek olabilir. Çalışanları, sosyal mühendislik saldırıları, kimlik avı girişimleri ve veri güvenliği tehditleri hakkında düzenli eğitimler verilmesi ve olası güvenlik ihlallerine karşı hazırlıklı olmaları için düzenli tatbikatlar ve simülasyonlar yapılması (Groupsense, 2023) bu konuda yaşanacak sorunların önüne geçebilir.

Güvenli Paketleme

Ürünlerin müşterilere sağlam bir şekilde ulaşmasını ve teslimatın son aşamasında müdahaleye uğramamasını garanti altına almak için güvenli ambalajlamanın sağlanması uygun çözümlerden biridir. Bunu başarmak için bir dizi güvenlik önlemi ve teknolojisinden yararlanılmaktadır. Kırılmaz mühürler bu teknolojilerden biridir. Son aşama teslimat sürecinde ürünün yetkisiz

kişiler tarafından açılmaya çalışıldığında mühür paket üzerine “geçersiz” veya “açıldı” şeklinde yazı oluşturur (Seals, 2024). Bir diğer uygulama ise paketlere benzersiz seri numaralar atamaktır. Bu sayede ürünlerin izlenebilirliği artmaktadır (Connoverpacking, 2023).

İzleme ve Denetim

Son aşama teslimat süreçlerinde, operasyonların etkinliği ve güvenliği için izleme ve denetim mutlak gerçekleştirilmesi gereken yönetsel süreçler arasında yer almaktadır. Bu süreçlerin düzenli olarak izlenmesi ve denetlenmesi, olası sorunların erken tespit edilmesini ve süreçlerin gizlilik ve güvenlik standartlarına uygunluğunun sağlanmasını destek olmaktadır (Atoallinks, 2023). Ayrıca bu konuda danışmanlık alınıp bağımsız firmalar tarafından güvenlik ve gizlilik testlerine sokulması olası sorunları engellenmesine destek olabilir.

Şirket Etik Prosedürleri

Son aşama teslimatta, tüm çalışanların etik kurallara uyması ilgili teslimatın gizlilik ve güvenlik içerisinde gerçekleştirebilmesi için mutlak gereklidir. Bu nedenle, şirketler tüm çalışanlarını bağlayıcı etik rehber hazırlayarak tüm personeli bu konuda bilgilendirmeli ve ilgili personelin bu rehberi okuyup anladığına yönelik onam formları imzalatmalıdır (Status, 2024). Bu sayede şirket personeli şirketin etik konusuna verdiği önemi anlayabilir ve bağlayıcı imzası sayesinde de sorumluluklarını yerine getirirken daha dikkatli olabilir.

SONUÇ

Teknolojik gelişmeler her sektörde olduğu gibi suistimale açık sonuçların doğmasına da zemin hazırlamaktadır. İnsanların faydalanması için yapılan her türlü yeni buluş, akabinde kötü emelleri olan kurum veya kişilerinde iştahını kabartmakta, insanları veya firmaları zor durumda bırakacak, maddi zararlara sebep olacak durumların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Yine teknoloji kullanarak bu yönde kötü niyetli girişimlerin oluşmasına engel olunabilmektedir. Lakin kişisel verilerin, veri gizliliğinin tam anlamıyla korunması günümüz şartlarında mümkün görünmemektedir. Müşteri odaklı yaklaşım tarzı ile faaliyetlerini sürdüren firmaların gizlilik odağında yapacakları her yatırım, kendilerine iyi bir süreç yönetimi olarak dönecektir. Lojistik şirketleri kişisel verilerin en yoğun işlendiği firmalardır. Kişinin, kimlik numarası dahil, ev adresi ve tüm iletişim bilgilerinin bulunduğu sektörün, veri gizliliği konusunda en çok yatırımı yapması ve önemleri alması gerekir. Ürün gönderen ve alıcısının arasında oluşan sürecin, ticari sır kapsamında giren mal alışverişlerinin, faturalama süreçlerinin hepsi ciddi bir veri güvenliği gerektirmektedir. Kişinin özel tercihleri, yaptığı alışverişler ve eğilimleri gibi birçok unsur özelinde gizli olması gereken süreçlerin önemi ortaya koymaktadır. Uygulamada kendi

yönetmelikleri olan lojistik şirketlerinin günümüz faaliyetleri için suistimale kapalı, akabinde ceza-i müeyyidesi sabit süreçlerden sorumlu olması, geri bildirim gereken zamanlarda şeffaflık göstermesi önemlidir. Yapay zekâ destekli bir sonraki hamlenin ne olması gerektiği, yapılan bir hata sonrasında oluşabilecek risklerin neler olabileceği buna göre alınması gereken tedbirlerin neler olduğu şu an uygulamada başlatan lojistik şirketleri mevcuttur. Görünen o ki, önümüzdeki yıllarda risk faktörünü asgariye indirecek, veri güvenliğini sağlayıcı analizler ve uygulamalar yapay zekâ destekli devam edecektir. E-ticaretin her yıl %30-40 artış gösterdiği global dünyada, milyarca sipariş, bir yerden bir yere sevk edilmekte, insanlar devamlı bir temas halinde iletişime geçmektedir. Bu denli hızlı gelişim gösteren lojistik sektöründe sadece paket ve dosya odağında değil, havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu, gümrükleme, sigorta ve tedarik zinciri operasyonları dahil milyonlarca operasyon yönetilmektedir. Bu kadar büyük verinin ve sürecin olduğu bir sektörde gizliliğin korunması önemli bir noktadır. Özellikle dağıtım yapan personellerin eğitilmesi, konunun öneminin belirli periyotlar ile anlatılması önemlidir. Gelecek yıllarda yapay zekâ modellemelerin daha aktif kullanılması sonrasında güvenlik açıklarının tespiti daha kolay ve buna göre yeni senaryoların oluşmasını daha güvenli olacaktır. Her ne kadar insan faktörünün içinde olduğu süreçlerin güvenlik açıklarının ortaya çıkmasında yüzde yüz güven sağlaması beklenmese de en azında tedbir amaçlı alınacak her türlü uygulama yürürlükte fayda sağlayacaktır. Lojistik sektörü insanoğlu var olduğu sürece faaliyetlerini sürdürecektir. Bu sebeple global dünyanın değişimlerine, gelişimlere ve risklere her zaman hazır değildir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, D. (2016). *Türkiye’de Karayoluyla Yapılan Kargo Taşımacılığının Yapısı ve Sektörel Değerlendirmeler, Yayınlanmamış Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi*, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.
- Alp, M.Köleoğlu, N.,Çınar, B. (2019), *Kargo Firmalarının İtibarının Müşteri Memnuniyetine Etkisi*,*Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*,E-ISSN:2587-005X 60,1-13.
- ATO Allinks. (2023). *Teslimat şirketleri son aşama takipte veri güvenliği ve gizliliğini nasıl sağlar?* ATO Allinks. <https://www.atoallinks.com/2023/how-can-delivery-companies-ensure-data-security-and-privacy-in-last-mile-tracking/>
- Conover Packaging. (2023). *Güvenli tedarik zincirleri: Güvenlik göstergeli paketlenme için en iyi uygulamalar*. Conover Packaging. https://conoverpackaging.com/blog/secure-supply-chains-tamper-evident-packaging-best-practices/?utm_source=chatgpt.com
- Deniz, A., & Gödekmerdan, L. (2011). Müşterilerin kargo firmalarının sunduğu hizmetlere yönelik tutum ve düşünceleri üzerine bir araştırma, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 379- 396.
- Duran G. (2017). Kargo hizmetlerinin tüketici davranışlarına etkisi üzerine bir uygulama. *Strategic Public Management Journal*, 3(5), 109-123.
- Fulfillment Hub USA. (2023). *Yapay zekâ ile verimlilik artışı: Teslimat hizmetlerinde yenilikçi yaklaşımlar*. *Fulfillment Hub USA*. <https://fulfillmenthubusa.com/yapay-zeka-ile-verimlilik-artisti-teslimat-hizmetlerinde-yenilikci-yaklasim/>
- GroupSense. (2023). *Yıl sonu teslimatlarında siber güvenlik: Son aşama teslimat için dikkate alınması gerekenler*. GroupSense. <https://www.groupsense.io/resources/securing-the-last-mile-cybersecurity-considerations-for-year-end-deliveries?>
- InCountry. (2023). *Lojistik ve tedarik zinciri sektörleri için veri egemenliği prensipleri*. InCountry. <https://incountry.com/blog/data-sovereignty-principles-for-the-logistics-and-supply-chain-industries/>
- Karlı, H., & Tanyaş, M. (2024). Innovative Delivery Methods in the Last-Mile: Unveiling Consumer Preference. *Future Transportation*, 4(1), 152-173.
- Kaspersky. (2024). *Şifreleme nedir?* Kaspersky. <https://www.kaspersky.com.tr/resource-center/definitions/encryption>
- Kişisel Verileri Koruma Kurumu. (2024). *Anasayfa*. Kişisel Verileri Koruma Kurumu. <https://www.kvkk.gov.tr>
- Kobu, B. (2003). *Üretim Yönetimi*, İstanbul, Avcıol Yayınları.
- Krontech. (2023). *Rol tabanlı erişim kontrolü (RBAC) nedir?* Krontech. <https://krontech.com/tr/rol-tabanlı-erisim-kontrolu-rbac-nedir>
- Microsoft. (2023). *Kimlik ve erişim yönetimi (IAM) nedir?* Microsoft. <https://www.microsoft.com/tr-tr/security/business/security-101/what-is-identity-access-management-iam>
- Seals. (2023). *Neden güvenlik mühürleri kargo koruması için önemlidir?* Seals. <https://seals.com/security-seals-blog/why-tamper-evident-seals-cargo-protection?>
- Status.net. (2023). *Etik davranış ve etik kurallar: Neleri içermeli? Örneklerle açıklama*. Status.net. <https://status.net/articles/code-of-conduct-and-ethics-what-to-include-with-examples/?>
- Sunucun. (2023). *Şifreleme ve veri gizliliği*. Sunucun. <https://www.sunucun.com.tr/blog/dt-article/sifreleme-ve-veri-gizliliği/>
- TSplus. (2023). *Güvenlikte erişim kontrolü nedir?* TSplus. <https://tsplus.net/tr/advanced-security/blog/what-is-access-control-in-security/>
- Ülger, Hülya Tuğçe, and Hasan Bülbül. *Yenilikçi Tedarik Zinciri Uygulamaları ve Etkileri Üzerine Bir İnceleme*. Diss. Furkan ÇELEBİ, 2024.
- Weiguo Fan et al. (2017), “Considerable Environmental Impact of The Rapid Development of China’s Express Delivery Industry”, *Resources, Conservation & Recycling*, Vol.126,p. 174.
- Yurtiçi Kargo. (2024). *Kişisel verilerin korunması politikası*. Yurtiçi Kargo. <https://www.yurticikargo.com/tr/kvkk/kvkk-politikasi>