



LOJİSTİĞİN GELECEĞİ - 3

Editörler

Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ
Arş. Gör. Nesrin KOÇ USTALI



LOJİSTİĞİN GELECEĞİ - 3

Editörler:

Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ

Arş. Gör. Nesrin KOÇ USTALI



Lojistiğin Geleceği-3

Editörler: Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ, Arş. Gör. Nesrin KOÇ USTALI

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar Design

Baskı: Aralık 2024

Yayıncı Sertifika No: 49837

ISBN: 978-625-6183-94-0

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

ÖNSÖZ

Lojistik sektörü, insanlık tarihinin başlangıcından bu yana yaşamın ve ticaretin temel taşlarından biri olmuştur. İnsanların yerleşik hayata geçmesiyle lojistik, üretim ve tüketim noktaları arasında köprü kuran hayati bir rol üstlenmiştir. İlk çağlardan itibaren kervan yollarıyla başlayan taşımacılık, deniz ticaretiyle genişlemiş, sanayi devriminden sonra ise raylı sistemler ve motorlu araçların gelişimiyle modern bir kimlik kazanmıştır. Günümüzde, küreselleşme ve dijital dönüşüm sürecinde, lojistik sektörü yalnızca ürünlerin taşınması ve depolanması gibi geleneksel işlevlerden öte, stratejik bir değer yaratma alanına dönüşmüştür. Teknoloji ve dijitalleşme, lojistik süreçleri baştan sona yeniden tanımlamakta, sektörün işleyişinde köklü değişimlere yol açmaktadır.

Bu değişim, sektördeki uygulamaların verimliliğini artırmanın yanı sıra, gelecekteki ihtiyaçlara yönelik yeni iş modelleri ve yenilikçi stratejiler geliştirilmesine de zemin hazırlamaktadır. Öyle ki, lojistik yalnızca bir operasyon alanı değil; aynı zamanda inovasyon, sürdürülebilirlik ve rekabet avantajı yaratma amacı güden bir endüstri haline gelmiştir. Her geçen gün karmaşıklaşan tedarik zinciri dinamikleri, hızla değişen müşteri beklentileri ve dijitalleşmenin getirdiği dönüşüm, bilgiye dayalı karar alma, yenilikçi teknolojilerin uygulanması ve toplumsal eğilimlerin doğru bir şekilde analiz edilmesini kaçınılmaz hale getirmiştir.

Lojistiğin Geleceği-3, bu değişim rüzgarını anlamak, sektördeki dönüşümün nabzını tutmak ve geleceği şekillendiren dinamikleri gözler önüne sermek amacıyla hazırlanan "Lojistiğin Geleceği" serisinin üçüncü kitabıdır. Serinin bu son halkasında yer alan yedi bölüm, sektördeki yenilikçi yaklaşımları ve dönüşüm süreçlerini;

- **Lojistikte Sosyal Medya Kullanımı:** Sosyal medyanın yalnızca iletişim değil, müşteri beklentilerinin analizi, marka bilinirliğinin artırılması ve operasyonel süreçlerin optimizasyonunda nasıl kritik bir rol oynadığını,
- **Lojistik Yazılım Sistemleri:** Yeni nesil yazılımların, sektörün operasyonel verimliliğini nasıl artırdığına dair içgörülerini,
- **Kitle Kaynak Lojistiği:** Paylaşım ekonomisinin ve işbirlikçi yaklaşımların lojistik sektöründeki uygulamalarına dair çarpıcı örnekleri,
- **Yapay Zeka ve Lojistik Sektöründeki Potansiyeli:** Makine öğrenimi ve yapay zeka teknolojilerinin, tedarik zinciri yönetimi ve operasyonel süreçlerdeki dönüştürücü etkisini,
- **Blokzincir ve Akıllı Sözleşmeler:** Güven, şeffaflık ve izlenebilirlik sağlama konularında blokzincirin devrim niteliğindeki etkisini,

- **Endüstri 5.0 ile Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde (TZY) Dönüşüm:** İnsan ve teknolojinin uyumuna dayalı Endüstri 5.0 yaklaşımıyla lojistik sektöründeki yeniliklerin haritasını,
- **Teslimatlarda Drone Kullanımı:** Teslimat süreçlerinde hız, maliyet avantajı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından drone kullanımının sunduğu fırsatları

derinlemesine incelemektedir. Her bir bölüm, yalnızca teorik bilgilerle sınırlı kalmayıp, sektör uygulamalarından alınan gerçek hayattan örneklerle zenginleştirilmiştir.

Kitabın hazırlanmasında emeği geçen tüm yazarlara ve tasarımı ve basımı için “Duvar Yayınevi” ekibine teşekkür ederiz.

Bu eserin, lojistik sektöründe çalışan profesyonellere, akademisyenlere, öğrencilere ve sektöre ilgi duyan herkese ilham vermesine ve yeni ufuklar açmasına, lojistik sektöründe çalışanların vizyonlarını genişletmesine, sektörün dönüşümüne ayak uydurmasına ve küresel ekonomiye değer katan yenilikçi çözümler geliştirilmesine katkı sağlaması dileğiyle...

Editörler
Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ
Arş. Gör. Nesrin KOÇ USTALI

Aralık, 2024

İÇİNDEKİLER

1. BÖLÜM.....	6
LOJİSTİKTE SOSYAL MEDYA KULLANIMI	
<i>Çetin POLAT</i>	
2. BÖLÜM.....	24
LOJİSTİK YAZILIM SİSTEMLERİ	
<i>Fahriye MERDİVENÇİ</i>	
3. BÖLÜM.....	42
KİTLE KAYNAK LOJİSTİĞİ	
<i>Makber TEKİN, Nesrin KOÇ USTALI</i>	
4. BÖLÜM.....	77
YAPAY ZEKA VE	
LOJİSTİK SEKTÖRÜNDEKİ POTANSİYELİ	
<i>Mehmet Barkın DİNCER</i>	
5. BÖLÜM.....	104
BLOK ZİNCİR VE AKILLI SÖZLEŞMELER	
<i>Sude DIŞKAYA</i>	
6. BÖLÜM.....	130
ENDÜSTRİ 5.0 İLE LOJİSTİK VE	
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE DÖNÜŞÜM	
<i>Suzan OĞUZ</i>	
7. BÖLÜM.....	146
TESLİMATLARDA DRONE KULLANIMI	
<i>Tuncel ÖZ, Yavuz TORAMAN</i>	

1. BÖLÜM

LOJİSTİKTE SOSYAL MEDYA KULLANIMI

Çetin POLAT¹

¹ Öğr. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Finike Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, cetinpolat@akdeniz.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-1031-1593

GİRİŞ

1960'lı yıllarla başlayan internet teknolojisi, 90'lı yıllar ile birlikte kitlesel kullanıma uygun hale gelmiştir. İnternet kullanımının artması iletişim tekniklerini de dönüştürmüştür. Bu süreçte ortaya çıkan internet blogları, iletişim literatürüne sosyal medyanın eklenmesini sağlamıştır. Sosyal medya toplulukların oluşturduğu, kişisel bilgi, mesaj, fikir ve içeriklerin elektronik ortamda paylaşılmasını sağlayan iletişim biçimidir. 2004 yılı itibariyle geleneksel medya Web 2.0'ın kullanıma alınması ile tek yönlü içerik paylaşımından karşılıklı içerik alış verişine erişim sağlayan bir yapıya evrilmiştir. Web ortamında, kişilerin karşılıklı içerik ve bilgi paylaşımını destekleyen internet site ve uygulamaları sonucunda, her kullanıcı kendine uygun içeriğe ulaşabilmektedir (Wikipedia, 2023).

Dijitalleşme ile etkisi artan sosyal medya, geleneksel medyadan farklı olarak tek noktadan birçok kişiye yayın yapmaktan çıkmış, iletişim yönü açısından kullanıcı kaynaklı, çoktan çoğa anlayışına dayalı platforma dönüşmüştür. Böylece, içeriğin kullanıcılarının kendileri tarafından üretilmesine ve paylaşılmasına fırsat sağlanmaktadır. Böylece sosyal medyanın ticari olarak da etkisi artmıştır. Sosyal medya oldukça geniş bir alan olup, hızlı gelişim sağlayan sosyal medya platformları sonucu her yaşa ve cinsiyete hitap edebilmektedir. Sosyal medya uygulamalarından sosyal medya ağları, bloglar, mikro bloglar, kullanıcı kaynaklı içerik sistemleri, video ve görsel paylaşım siteleri, profesyonel siteler, konum paylaşım siteleri, sosyal yoruma tabanlı siteler, sosyal imleme siteleri farklı türde içeriklere yer vermektedirler.

Son yıllarda hızlı bir dönüşüm geçirerek, gelişim kaydeden sosyal medya platformları, tüketici pazarları açısından etkin olarak gözükmektedir. Böylece lojistik sektörüne de ciddi katkılarda bulunabileceği görülmektedir. Sosyal medya ile sağlanan içerik zenginliğinin, firmayı rakiplerinden ayırıcı ve satış artırıcı bir özellik olmasının yanında, paydaşlar ile olan ilişkinin de yönetilmesinde önemli destekler sağlaması beklenmektedir. Yapılan çalışmalarda, sosyal medyanın öncelikli olarak dört amaç için kullanıldığı belirlenmiştir. Bunlar işletmenin görünürlüğünü artırmak, marka imajını güçlendirmek, işletmeyi düşünsel lider olarak göstermek, yeni müşteri ve satışları artırmaktır (UTIKAD, 2016).

Gelişen teknolojiye uygun olarak sunulan çeşitli hizmetler, dijital platformların etkinliğinin artmasına sebep olmuştur. Başta hizmet sektörü olmak üzere çok sayıda alanda faydalanılan dijital uygulamalar, hızlı gelişen dünyaya entegre olunmasını kolaylaştırmaktadır. Şirket kaynaklı bilgilerin bilgisayar ve

diğer teknolojik enstrümanlar aracılığıyla dijital platformlara aktarılması olarak tanımlanan süreç, iş süreçlerini de hızlandırmıştır.

Lojistik, dijitalleşme sürecinin hızlı işlediği sektörlerden biridir. Sektörde gerçekleşen dijital yenilikler, lojistik hizmet sağlayıcılarının bu teknolojik dönüşümde etkin rol almasına yardımcı olmaktadır. Dijitalleşen lojistik, hizmet ve ürün tedarikçileri ile müşteriler arasındaki bağlantıyı kısaltarak, zaman ve maliyet tasarrufuna katkı sağlamaktadır.

Sosyal medya ayrıca, işletmelerin tedarik zincirlerinin verimliliğini artırmalarına yardımcı olabilecek müşteri tercihlerine dair güçlü içgörüler sağlayabilmektedir. İşletmeler, sosyal medya etkileşimlerini inceleyerek çeşitli demografik gruplardaki trendler, yeni pazarlar ve müşteri tercihleri hakkında bilgi edinebilmektedir. Tedarik zinciri yöneticileri, bu verileri talebi tahmin etmek, pazarlama girişimlerini geliştirmek ve müşterilerinin taleplerini karşılamak için mal ve hizmetleri özelleştirmek için kullanabilmektedir.

Lojistik sektörü, yenilik yapma ve müşterilerle bağlantıda kalmanın yollarını bulma ihtiyacına rağmen sosyal medyayı pazarlama amacıyla kullanma konusunda diğerlerine göre daha yavaştır. Bu durum yapılan çalışmalarda da ortaya konulmaktadır. Artan güvenlik riski, taşıma ve personel maliyetleri sektörü olumsuz etkilemesine rağmen sosyal medya; lojistik şirketlerine müşterileriyle bağlantıda kalma şansı sunarak daha iyi fikir alışverişine olanak tanımakta ve yoğun rekabet ortamında ayakta kalmalarını sağlayacak yeni fırsatlar bulmalarına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada sosyal medyanın, lojistik sektörü iş süreçleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

1. Sosyal Medya Kullanımı

Sosyal medya, firmaların müşterileri ile karşılıklı diyalogu etkin olarak sağlayabildikleri platformlardır. Talep ve isteklerini, şikayetlerini bu platformlar üzerinden anlık, hızlı ve engelsiz ifade edebilmektedirler. Bununla birlikte nihai tüketiciler, satın aldıkları ürün ve hizmetlerle ilgili paylaşımlarını göndererek, diğer kullanıcıların tüketim taleplerine etki edebilmektedirler. Tüketicilerin satınalma davranışlarını etkileyen bu durum, pazarlama stratejileri açısından önemli çalışma alanı haline gelmiştir. Dijital platformların artan gücü ile birlikte, işletmeler de ürün ve hizmetlerinin pazarlama faaliyetlerinde dijital kanal içeriklerine daha fazla önem vermektedir (Kurt, 2021).

Sosyal ağ siteleri, günümüzde birçok kişinin kullandığı platformlardır. Birçok alanda içeriğin bulunduğu bu platformlardan Facebook, Instagram ve Twitter dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu platformları farklı kılan, bireylerin

yabancılarla tanışmasına imkan vermelerinin dışında, kullanıcıların sosyal ağlarını kurmalarını ve görünür olabilmesini sağlamalarıdır.

Mesajlaşma uygulamalarına örnek, Whatsapp, Wechat, Snapchat, Skype verilebilmektedir. Bu platform kullanıcıları anlık olarak iletişim kurabilmektedirler.

Bloglar ise benzer ilgi alanları, fikir ya da bakış açısına sahip kişilere ulaşır, onları bir araya getiren sitelerdir. Bu kişiler, hayatlarından ya da ilgi alanlarına ait konuları ele alarak, bu konular üzerinden içerik oluşturmaktadırlar. Teknoloji, moda, spor, yemek de dahil neredeyse her alanda blog yazıları hazırlanıp, sunulmaktadır.

Normal bloglara göre daha kısa içeriklere sahip mikro bloglarda, net cümlelere yer verilmektedir. Bu web sitelerinde kullanılan kelime sayısı, içeriğe ait görselin boyutu ve süresi kısıtlıdır. En yaygın kullanılan mikro bloglar arasında Twitter ve Tumblr bulunmaktadır.

Bunun dışında yalnızca içerik üretilen siteler de kullanıcılar tarafından aktif ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı başlıklar altında içerik üretmenin esas alındığı bu platformlarda, bilgi paylaşımı da yapılmaktadır. Herhangi bir konuya ait girilen içerik ile bu sitelerin boyutları da büyümektedir. Bu siteler arasında, Wikipedia ve Ekşi Sözlük bulunmaktadır.

Profesyonel ağların başında LinkedIn gelmektedir. İş, işveren ve çalışanı buluşturan bu ağ, oluşturduğu iş platformu ile profesyonel hayata geçiş için büyük avantajlar sağlamaktadır.

Son zamanlarda hızlı gelişen sosyal medya platformlarından biri de görsel ve video paylaşım siteleridir. Özgün içeriklerin de üretilebildiği bu sitelerde, paylaşımlar karşılığında maddi kazanç elde etmek de mümkündür. Bu sitelerin başında You Tube, Tik Tok gelmektedir. İzlesene.com, Vine gibi siteler de video ve görsel paylaşım yapılan sosyal medya türlerindedir.

Lokasyon paylaşım yapılarak yaygın kullanılan web siteleri Foursquare ve Swarm'dır. Bu siteler üzerinden bulunduğunuz yeri paylaşarak, yorum yapılabilmektedir. Böylece aynı ortamda bulunan kişilere ulaşarak, iletişime geçmeniz ve network edinmeniz oldukça kolay olmaktadır.

Sosyal yorum üretilen web sitelerinde kullanıcılar, çoğunlukla tecrübelerini paylaşmaktadırlar. Sunulan hizmete ait deneyimlerin paylaşıldığı bu platformlar, kullanıcılar açısından bilgilendirici olmaktadır. Bu sistemlerden yaygın olarak kullanılanları Şikayetvar, Tripadvisor ve Otel Puan'dır.

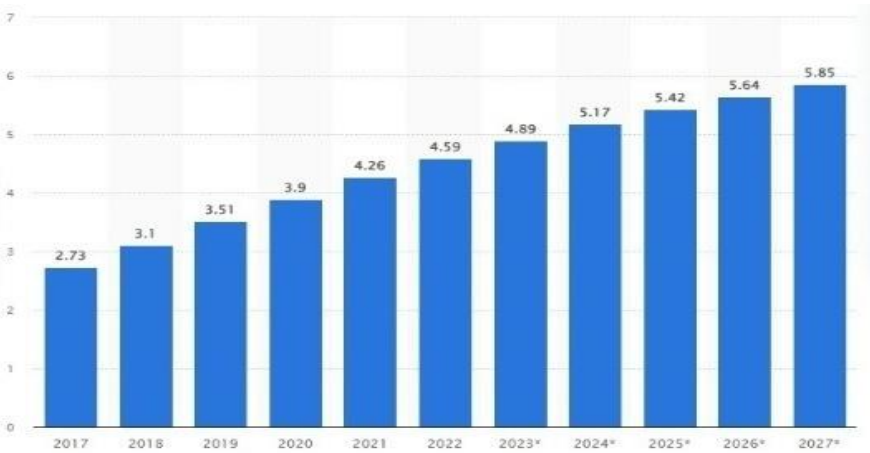
Sosyal imleme sitelerinde SEO analizi üzerinden sıralama yapılmaktadır. Böylece arama motorlarındaki sıralamaya istinaden, kullanıcıların anahtar kelimelerine önem verilmektedir. Bu siteler ücretsiz reklam yapabilmeyi sağlayarak, Google üzerinde ön plana çıkmak gibi avantajlar sunmakta, tanınırlığı arttırmaktadır. Bu platformlara örnek: Facebook, Twitter, Digg, StumbleUpon, Delicious, Reddit, Pinterest verilmektedir (Sosyal Medya, 2022).

Sosyal medya, iletişim yöntemi, yayılma hızı, kitle boyutu, içerik türleri, geri bildirim ve kontrol konularında, geleneksel medyadan keskin bir şekilde ayrılmaktadır. Buna göre sosyal medya sahip olduğu avantajlar ile tercih sebebidir. Avantajlar arasında, iletişim, pazarlama, bilgi edinme, topluluk oluşturma, kendini ifade etme, istihdama katkı sağlama, eğitim, hızlı haberleşme ve küresel etkileşim bulunmaktadır. Dezavantajları arasında, gizlilik, doğru içerik, bağımlılık, siber güvenlik ve zorbalık, sahte hesaplar bulunmaktadır.

Sosyal medya platformlarından Facebook, ofis uygulamalarında yer alabilmek için 'Facebook at Work' adlı yeni bir web sitesi oluşturdu. Bu ürün kullanıcıların meslektaşlarıyla sohbet etmesine, profesyonel kişilerle bağlantı kurmasına ve belgeler üzerinde işbirliği yapmasına olanak tanımaktadır. Facebook'a çok benzeyecek bu platform kullanıcıların kişisel profillerini iş kimliklerinden ayrı tutmalarına imkan sağlamaktadır.

Global sosyal medya kullanıcı sayısı, pandemi başlangıcından itibaren %30'a yakın artmış olup, son yıllarda 3 milyardan fazla yeni kullanıcıya ulaşılmıştır. İnsanlar gün içinde sosyal medyada iki saatten fazla zaman geçirmektedir. Bu rakam geçen yıllar baz alındığında düzenli bir artış anlamına gelmektedir (Oktaykaan ve Alagöz, 2023).

Günümüzde sosyal medya analizi birçok ticari operasyonun bir parçasıdır. Ayrıca, tedarik zincirinde birçok faaliyeti de desteklemektedir. Ancak, tedarik zinciri yönetimi açısından kullanımı veri doğruluğu, kullanıcı gizliliği ve veri güvenliği gibi sebepler nedeniyle sorun yaratabilecektir. Özellikle blockchain tabanlı sosyal medya dönüşümünün, tedarik zinciri yönetimi açısından çok iyi sonuçlar vermesi beklenmektedir (Choi vd., 2020).



Şekil 1. 2017-2027 Global Sosyal Medya Kullanıcı Sayısı (Milyar)

Kaynak: Khoros, 2024.

Statista'nın değerlendirmesine göre dünya genelinde 2023 itibariyle yaklaşık 5,3 milyar toplam internet kullanıcısı ve 4,95 milyar sosyal medya kullanıcısı bulunmaktadır. Bu da internet kullanan kişilerin %93,4'ünün sosyal medyayı da kullandığı anlamına gelmektedir. Daha da şaşırtıcı olan ise sosyal medya kullanımının büyüme hızının ve büyümeye devam etmesi beklenmektedir (Khoros, 2024).

Sosyal medya pazarlaması; işletmelere yalnızca ürün ya da hizmet sunmanın dışında, şikyet, öneri, tavsiye, talep ve geri dönüşlerin dinlenerek, bunlara cevap aramak için fırsat sunmaktadır. Rekabet edilen markalar ile ilişkili olan kullanıcıların ikna edilerek, müşteri portföyünün artırılması için pazarlamacıların işlerini kolaylaştırmaktadır. Çok sayıda sosyal ağ sitesinin ücretsiz olması sebebiyle, sosyal medya pazarlaması daha düşük bir bteyle yapılabilir (Oktaykaan ve Alagöz, 2023).

Günlük iletişimimizde sosyal medyanın rolü her geçen gün artarken, tedarik zinciri operasyonları da sosyal medya ile entegre hale getirilmektedir. Yapılan araştırmada perakende lojistiği sektöründe faaliyet gösteren firmaların % 44' sosyal medyayı tedarik zincirlerine entegre ederek, müşterilerine hizmet vermeye başlamıştır. şirketlerin % 37'si ise önümüzdeki süreçte sosyal medyadan daha fazla istifade edeceklerini belirtmiştir (Platinonline, 2013)

Başka bir deyişle, insanların işlevsel gruplar ve organizasyonlar genelinde daha etkili ve daha ölçeklenebilir bir şekilde iletişim kurmasını ve işbirliği yapmasını sağlayan şirketler sorunları daha hızlı üzebilir, ürünleri daha hızlı geliştirebilir ve daha akıllıca kararlar alabilirler; bunların hepsi hızla gelişen bir iş ortamı içinde oldukça önemlidir.

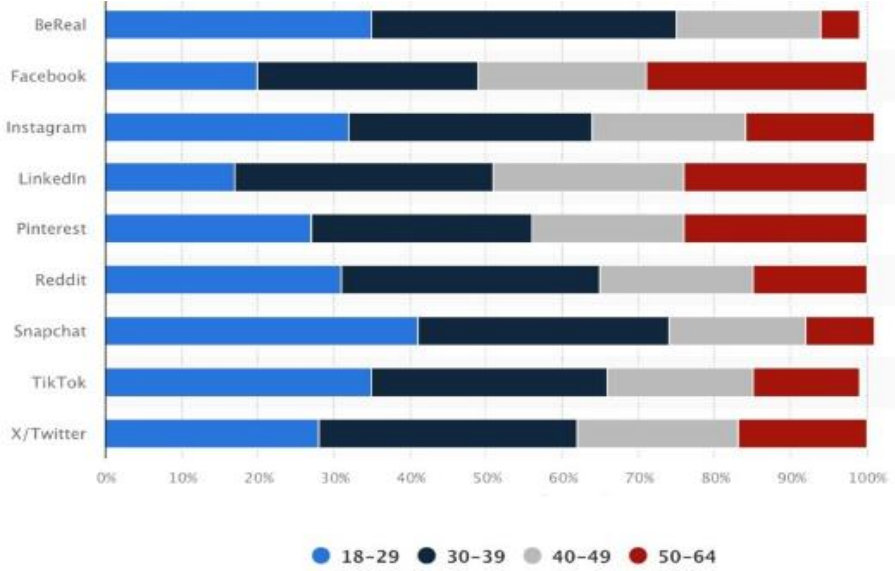
Statista verilerine göre dünya geneli sosyal medya uygulamalarının yaş gruplarına göre dağılımı şu şekildedir:

18-29 yaş arası – Instagram (% 32), TikTok (% 35), Snapchat (% 41),

30-39 yaş arası – Instagram (% 32), Snapchat (% 33), LinkedIn (% 34), X/Twitter (% 34),

40-49 yaş arası – X/Twitter (% 21), Facebook (% 22), LinkedIn (% 25)

50-59 yaş arası – Pinterest (% 24), Facebook (% 29), LinkedIn (% 29).



Şekil 2. Yaş Gruplarına Göre Sosyal Medya Uygulamaları Kullanımı

Kaynak: Zote, 2024.

Şirketler, pazarlama ve müşteri hizmetleri dışındaki iş süreçlerini etkinleştirmek için de sosyal ağ teknolojilerini kullanmaktadır. ABD'li fast-food zinciri Red Robin, yapmış olduğu burgerlerin kalite ve tanınırlığını arttırmak için burgeri geliştiren kişileri ve garsonları bir Yammer grubuna ekleyerek, müşterilerden gelen yorumları iş süreçlerini geliştirmek için kullanmıştır. Böylece müşterilerinin taleplerine uygun, yorumlarının daha hızlı cevap bulduğu bir çözüm anlayışına sahip olmuştur. Bir başka örnekte ise General Electric makine hatalarına yanıt vermek için harcanan süreyi kısaltmak adına Chatter platformunu kullanmıştır. Bu platform kullanıcılarının iş yerinde sosyal ağ kurmasına, dosya ve durum paylaşımı yapmalarına imkan sağlamaktadır. Böylece kullanıcılar, departmanlara gelen sorunlara birlikte ve daha hızlı çözüm bulabilmektedir (Gonzalez, 2021).

Lojistik şirketlerin hedeflerine ulaşmasında sosyal medya kullanımına ilişkin Hollanda'da yapılan çalışma sektördeki sosyal medya kullanımının diğer sektörlere kıyasla düşük olduğunu göstermektedir. Çalışmaya katılan şirketlerin yalnızca %10'u gelecekte sosyal medyaya yatırım yapmak istedikleri bigisini paylaşmıştır. Yaklaşık yarısı ise sektörde sosyal medya kullanmayı planlamamaktadır. Sektörün sosyal medyaya ilgisinin düşük olma sebepleri arasında ise lojistik karar vericilerin sosyal medyayı avantaj olarak görmemesi, sosyal medya uygulamaları hakkındaki bilgi eksikliği ve bütçe bulunmaktadır. Bunun aksine birçoğu ücretsiz kullanılabilen platformlar (LinkedIn, Facebook ve

Twitter vb.) sayesinde, sosyal medya pazarlama maliyetleri, geleneksel pazarlamaya kıyasla daha düşük gerçekleşmektedir (Pierce, 2020).

2. Lojistik Sektöründe Sosyal Medya

Lojistik, nakliye, ürün, insan vb. kaynakların farklı kriterler altında istinelen yere ulaştırılmasındaki araçtır. Karmaşık yapısı nedeniyle birçok diğer sektöre göre nispeten daha az bilinen sektörlerden biridir. Sektör dışındakiler, lojistik işi hakkında net bir bakış açısı elde etmekte zorlanırlar ve iş süreçleri de bunu desteklemektedir.

Sosyal medya, lojistik şirketlerinin bu boşluğunu doldurarak daha geniş bir kitleye ulaşmasını sağlayabilecektir. Böylece sektör üzerindeki tanınırlık baskısı azalacak ve diğer endüstriler ile daha fazla rekabet etme şansı bulabilecektir. Bu süreçte sosyal medya, sektör içindekileri bir araya getirirken dışında kalanları da eğiten bir merkez görevi görebilecektir.

Lojistik ve tedarik zinciri firmaları için sosyal medya, faydalı bilgiler elde etmek için en etkili araçlardan biri olabilir. Bazı kuruluşlar, lojistik ortaklarıyla bağlantı kurmak ve geliştirmek için sosyal medyayı kullanmaktadır. Sosyal medya ise işletmenizi tanıtmaktan daha fazlası için kullanılabilir. Ayrıca, topluluktaki diğer kişilerle bağlantı kurmak için de kullanılabilir. Ağ oluşturma ve işbirliği için sosyal medyanın aktif kullanımı, müşteri sadakatini artıracak, riski azaltacak, verimliliği ve üretkenliği artırarak, yeni iş beklentileri oluşturabilecektir (Edgistry, 2022)

Hollanda'da yapılan çalışma lojistikte sosyal medya pazarlaması için en yaygın platformlardan ilkinin LinkedIn olduğunu göstermektedir. Sırasıyla Facebook ve Twitter takip etmektedir, ancak diğer sektörlerle kıyasla sosyal medya kullanımı oldukça azdır. Özellikle Twitter'ın daha az popüler olması, sosyal medya faydalarının lojistik yöneticilerinin anlayışına henüz tam olarak ulaşmadığını göstermektedir. Katılımcıların % 70'ine göre sosyal medyanın temel hedeflerinden biri, markalaşmayı geliştirerek, müşteriler, ortaklar ve hissedarlar ile derin ilişkiler kurmaktır. Yaklaşık %40'ı sosyal medyayı yeni fikirler bulmak için kullanırken, % 20'si işe alım amacıyla kullanmaktadır. Bununla birlikte, sosyal medya satış faaliyetleri için bir araç olarak kabul edilmemektedir. Lojistik sektöründe sosyal medya kullanımına daha yakından bakıldığında, sosyal medya faaliyetlerinin çoğunun özel iletişimle sınırlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Lojistik yöneticilerinin yalnızca % 25'i iletişimlerini müşteri adayı yönetimi veya müşteri desteğine odaklanmaktadır. Sosyal medyanın faydaları ile ilgili olarak yapılan çalışma, sosyal medya pazarlamacılarının % 41'inin markalaşmada bir kazanım sağladığını, % 35'inin yeni ilişkiler kurduğunu ve % 30'unun işleri için ilham bulduğunu ortaya koymaktadır. (Pierce, 2020).

LinkedIn gibi tartışma forumları, Dropbox belge paylaşım portalı, görüntülü konuşma uygulaması Skype, mesajlaşma ve mikro bloglama Twitter, video ve fotoğraf paylaşımı YouTube ve Instagram, bloglar olan Wikipedia her ne kadar e-postaların, telefon görüşmelerinin veya yüz yüze toplantıların yerini almaz ise de, birçok kişinin, birden fazla grup ve şirkette, farklı zaman dilimlerinde ve coğrafyalarda iletişim kurması ve iş birliği yapmasının gerektiği durumlarda tartışmasız daha etkilidir.

Tedarik zincirinin geleceği açısından LinkedIn, Facebook ve Twitter dışında şirketler için özel bir sosyal ağ kurulmasına imkan sağlayan Yammer, Salesforce, Chatter ve Moxie gibi platformlar da bulunmaktadır. E-ticarete daha fazla dahil olan Facebook, Instagram ve Twitter ile Pinterest gibi birçok platformun satın alma işlemi dışında, ürünlerin takip sürecini de görebilecekleri içerikleri sağlamaları gerekmektedir. Günümüzde E-ticaretin lojistiği daha önemli ve karmaşık hale gelmiştir. Küçük ve orta ölçekli çok sayıda çevrim içi perakendeci, sınır ötesi e-ticareti çalıştırmak için gereken dahili uzmanlık ve teknolojiden yoksundur. Bu nedenle Facebook, Instagram ve Twitter gibi platformlar bu alana yatırım yapmak veya bu katma değerli hizmeti sağlamak için ortaklıklar kurmak zorunda kalacaktır. Çünkü sosyal ağlar artık sadece bir iletişim platformu olmanın ötesine geçerek, E-ticaret ve E-lojistik için katma değerli hizmet üreten sistemlere dönüşmeye başlamıştır (Gonzalez, 2021).



Şekil 3. Lojistik Pazarlamada Sosyal Medya
Kaynak: Deigan, 2024.

Sosyal medya içeriğine erişmek ve tüketmek kolaydır, bu da onu bilgi paylaşmanızı, etkileşim kurmanızı, etkileşimde bulunmanızı ve yeni müşteriler edinmeniz için uygun bir platform haline getirmektedir. Burada önemli olan paylaşılan bilgilerin alakalı ve tüketilmesi kolay tutularak, birden fazla dil kullanımı yapılmalıdır. Farklı içerik biçim ve konseptlerinin birleştirilmesi etki açısından önemlidir. Ayrıca içeriklerin tutarlı, güvenilir ve seçici olmasına dikkat edilmeli, hedef kitle hassasiyetlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Sosyal medya, tedarik zinciri profesyonelleri için harika bir araçtır. Çünkü sektörel bilginin yayılması hızlı, sektör profesyonelleriyle bağlantıda kalmak kolaydır. Sosyal medyada kirli bilginin dolaştığı bilinse de tedarik zinciri konusunda durum daha pozitifdir. Tedarik zinciri profesyonellerinin hızla değişen teknolojiye ayak uydurması önemlidir. Sosyal medya, işbirliğini teşvik etmek, maliyetleri düşürmek ve müşteri memnuniyetini artırmak için önemli bir araç olacaktır. Tedarik zinciri yönetiminde sosyal medyanın en önemli faydalarından biri, işletmeleri tedarikçiler ve ortaklarla buluşturma yeteneğidir.

Dinamik bir iş ortamında ihtiyaç duyulan, hızlı yanıt veren bir tedarik zinciridir. Malzeme alanında çalışıp, tedarik zincirleri ve tedarik zincirlerinin hızını dikkate aldığınızda, sorunun asıl noktasının bu olmadığını görebilirsiniz. Zincirin hızı çeşitli şirketler tarafından kullanılan sistemlerle tamamen ilgili değildir, asıl önemli olan insanlar arası etkileşimdir.

Lojistik yoğun şirketler için kritik başarı faktörleri esneklik, iş birliği, birden fazla tarafa bağlanabilme yeteneği, ortak bilgi paylaşımı ve birden fazla ekosistemde var olmaktır. Günümüzde çoğu lojistik uygulaması kapalı olup, statik ilişkileri varsayar; yalnızca sabit iş modellerini ele alır ve daha serbest biçimli veya yaratıcı iş birliğini kolaylaştırmamaktadır. Ne yazık ki, bu uygulamaların kullanıcıları kendi ortamlarında sıkışık kalmış ve diğer kullanıcıları etkin olarak ulaşamamaktadır. Lojistik hizmet sağlayıcı firmaların sosyal medya içeriğine ilişkin karar vermelerini; organizasyon yapısı, içerik etkileşimi yönelimi ve içerik ile sosyal medya platformu arasındaki uyum gibi üç temel faktör etkilemektedir. Şirketin organizasyon yapısı, çalışanların, müşterilerin ve paydaşların katılımı da içeren sosyal medya içeriğini etkilemektedir (Serbetçioğlu ve Göçer, 2023).

Mevcut lojistik teknolojisini veya iş süreçlerini "bulut"a koymak veya çok kiracılı olmak bu sorunu çözmemektedir. Bunun yerine, tüm katılımcılara görünürlük sağlayan yeni bir topluluk odaklı çözüm sınıfına ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecek nesil çözümler, lojistik organizasyonlarının gruplarının fırsatlar üzerinde işbirliği yapmak, bilgi paylaşmak ve daha sonra evrimleşmek veya yok olmak için alt topluluklara kendi kendine toplanmasına olanak tanıyacaktır. Bu çözümlerin, topluluk üyelerinin birlikte çalışabilmeleri ve birinin

eylemlerinin diğerlerini nasıl etkilediğini anlayabilmeleri için serbest biçimli işbirliğini yapılandırılmış bilgilerle birleştirmesi gerekir (Gonzalez, 2021).

3. Lojistik Sektöründe Sosyal Medya Uygulamaları

Sosyal medya, müşterileri kazanmak, elde tutmak, işletmenizi tanıtmak ve marka bilinirliği oluşturmak için güçlü bir platformdur. Bu nedenle, lojistik şirketleri için sosyal ağ, stratejik bir şekilde varlık oluşturmak ve iş büyümesini sağlamak isteyen herkes için önemli bir araçtır. Ayrıca şirketler sosyal medyayı etkin olarak kullanarak; görünürlük, marka farkındalığı, potansiyel müşteri yaratma, lider görünme, işe alım, müşteri geribildiriminin toplanması, müşteri memnuniyeti gibi konularda fayda sağlamaktadırlar.

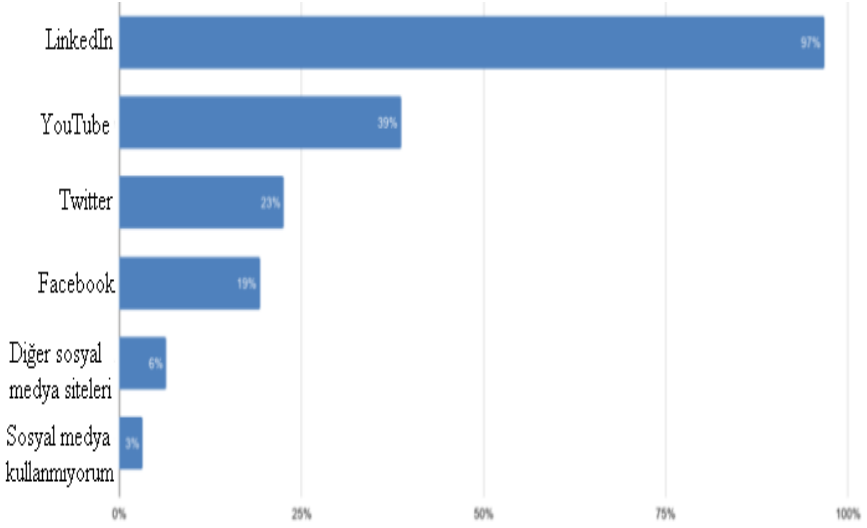
Sosyal medya faaliyeti alanında tedarik zinciri için dikkat çekilen üç temel alan da şu şekilde belirlenmiştir (Haberler, 2013):

1. Veri Madenciliği ve Müşteri/Tüketici Geribildirimi: Daha doğru tahmin yapılabilmesi ve yönetimi adına, Facebook, Twitter, vb. sitelerden elde edilen müşteri/tüketici geribildirimi ve verileri kullanılabilir. Tedarik Zinciri blog yazarlarından A. Gonzalez'e göre, sosyal medyada hızla kullanıcılara ulaşan ileti ile bir ürüne olan talep arttırılabilmektedir. Bu teknoloji ile duyu ölçer analiz araçlarının benzeri bir işlev yerine getirilmektedir. Sosyal medya sitelerinden elde edilen verilerin, şirketlere derin, gerçek zamanlı, bilgi verebilmesi, satış planlama ve operasyon süreçlerinde kullanılabilmesi adına, farklı platformlardan sağlanan veri akışının entegre hale gelmesi gerekmektedir. Böylece, özellikle yoğun dönemlerde ortaya çıkan zorlukların operasyonel yükü arttırmasının önüne geçilebilecektir.

2. İç ve Dış İş Birliği: Facebook'ta ya da LinkedIn'de tedarik zinciri üzerine bir grup kurularak, tedarik zinciri içi ve dışındaki tarafların iş birliği artırılabilir. Bu alanda yapılan uygulamalardan biri ise TEVA ilaç firması tarafından üretim sorunlarını bildirmede ve hızla çözüme kullanılan Moxie sosyal yazılımıdır. Bu yazılım ile firmanın üretim sorunlarının paylaşıldığı toplantı sayılarında % 50 civarında düşüş yaşanmış olup, üretim süresi ise yaklaşık % 40 azalmıştır. Böylece şirketin, müşteri hizmetleri, satış, üretim, pazarlama, dağıtım ve diğer departmanları arasındaki iş birliği somut hale gelerek, güçlenmiştir. Çünkü kurumsal şirket çalışanları açısından üretilen ürün ya da sunulan hizmetin tamamının şeffaf olarak sunulması için etkili bir iletişim platformuna ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç olarak şirketin global toptancılarına verdiği hizmetin hızı ve kalitesi arttı olacaktır.

3. Bilgi Paylaşımı: Çevrim içi topluluklar küresel tedarik zincirleri içerisinde bilginin yayılmasını geleneksel araçlara göre çok daha hızlı sağlayabilmektedir. Bu süreçte bilgi linkler, videolar, sunumlar, yapılandırılan multimedya ortamlarına

dönüşebilmektedir. İvmenin korunması ve aktivite seviyesinin yüksek tutulması için gerekli hazırlığı yapmak önem taşımaktadır. Bu şekilde sisteme yapılan girişlerle, kullanıcı toplulukları talep ve ihtiyaçlarına uygun içeriklerle diyaloga katılmaya aktif olarak davet edilmektedir. Kullanıcılardan elde edilen geri dönüşleri toplamak, iş birliğine fırsat sağlamak ve bilgi paylaşımı kolaylaştırmak, sosyal medya tedarik zincirleri açısından yararlı olabilecektir.



Şekil 4. Tedarik Zinciri Profesyonellerin İş Amaçlı Kullandığı Sosyal Medya Uygulamaları

Kaynak: Gonzalez, 2021.

Tedarik zinciri araştırma topluluğunda yapılan ankete göre üye katılımcıların %97'si LinkedIn'i iş amaçlı kullandığını belirtmiştir. YouTube % 39 ile ikinci sırada yer almaktadır. Katılımcıların % 23'ü Twitter'ı, % 19'u Facebook'u iş amaçlı kullanmaktadır.

Lojistik sektöründe sosyal medya kullanımının etkili olabileceği alanlar içinde markalaşma ve pazarlama tanıtımları önemli bir başlıktır. Buna göre lojistik firması olarak farkındalık oluşturmak ve işletmenizi tanıtmak adına sosyal medya kullanımı önemlidir. Buna göre sunduğunuz hizmet türleri, filo, katma değerli hizmetler, müşterilerden gelen referanslar, ücret listeleri ve özel teklifler vb. hakkında içerik oluşturmanız gerekmektedir (Banerjee, 2023).

Sektörel açıdan sosyal medyanın daha geniş bir kitle tabanına ulaşması için kampanyalar da yayınlanabilmektedir. Kitle katılımı açısından, hedef kitlenizin içeriği nasıl tüketeceğini anlamak önemlidir. Böylece en uygun sosyal medya platformunun kullanılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca farklı içerik konseptleri ve fikirleri için anketler, teklif promosyonları, web semineri davetleri,

fiyat kartları, müşteri referansları, rota haritaları, şirket hakkında, filo duyuruları gibi konular da eklenebilecektir. Böylece yorum, paylaşım ve beğenileri kontrol ederek, ilgili soruları, talep ve şikayetleri de kısa süre içinde cevaplamamız gerekecektir.

Lojistik sektörünün önde gelen işletmeleri de sosyal medya kullanımı konusunda yeni stratejiler belirlemekte ve uygulamaktadırlar. Dünyanın ikinci büyük konteyner gemi operatörü Maersk 2011 yılında belirlediği sosyal medya stratejisi ile kullanıcılara daha geniş bir ağ üzerinden ulaşma kararı alarak, başarılı olmuştur. Bu sosyal ağ ekosisteminde sivil toplum örgütleri, şirketin mevcut ve potansiyel çalışanları, rakip operatörler, tedarikçiler, kanun yapıcılar ve denizcilik tutkunları bulunmaktadır. Dokuz farklı sosyal medya platformu üzerinden oluşturulan bu ağ özellikle Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn gibi platformları merkeze almıştır. Bunun dışında Instagram, Sina Weibo, You Tube, Flickr ve Tumblr gibi sosyal medya platformlarında kullanıcılarına ulaşmaktadır. Maersk 2018 yılında liner işletmesine ait olan şirketi Maersk Line sosyal medya hesaplarından paylaşımı durdurmuş ve yalnızca grup şirketi olan Maersk Group üzerinden paylaşımlarını devam ettirmektedir.

Dünyanın en büyük konteyner hat operatörü olan MSC ise LinkedIn ile başlayan sosyal medya serüvenini 2018 itibarıyla diğer sosyal medya platformlarına da taşımıştır. Sosyal medyayı en aktif kullanan konteyner hat operatörleri sırasıyla Maersk, MSC, CMA CGM, Hapag-Lloyd, ONE, Zim, Arkas, SPIL, Grimaldi olarak belirtilmektedir (Tuna, 2018).

Freight forwarder ve 3PL firmalar açısından potansiyel müşteri yaratma ve satış noktasında sosyal medya etkin bir platform olabilecektir. Malların gönderimi, sefer yerleri, kampanyalar, referanslardan gelen paylaşımları da dikkate alan içerikler oluşturulabilecektir.

DHL sosyal medya ağları üzerinden elde ettiği müşteri geribildirimleri üzerinden değerlendirme yaparak, servis kalitesini artırmak ve müşteri memnuniyetine odaklanan yeni bir yapılanmanın içerisine girmiştir. Böylece, büyük müşteri gruplarının talep ve değerlendirmelerine daha hızlı çözüm bulunması amaçlanmaktadır (Papagiandis vd., 2019). Dünyanın önde gelen paket taşıyıcılarından olan DHL ayrıca, sosyal medya kanalından milyonlarca kullanıcı ile etkileşim sağlayabilmekte, ayrıca şirket reklamlarını bu platformlar üzerinden de paylaşmaktadır.

Sektörün müşteri hizmetleri ve destek noktasında sosyal medya, diğer birimlerlerine kıyasla daha etkin kullanılabilecektir. Örneğin, hizmetleriniz hakkında bir inceleme yayımlayabilir; müşterileriniz ise sohbet kutunuza soru ve taleplerini mesajla gönderebilir. Hizmetlerinize ait değerlendirmeleri bu platform üzerinden alabilirsiniz. Böylece, lojistik gibi hizmet sektörlerinin en önemli

birimlerinden olan müşteri hizmetlerinin, potansiyel iş yükü hafiflerken, müşteri memnuniyeti de artmış olacaktır.

Genel olarak çoğu insan akıllı telefon ve sosyal medya kullandığından, sosyal profilleri aracılığıyla lojistik şirketleriyle bağlantı kurmaları daha etkin olacaktır. Bu nedenle sosyal medya, lojistikte müşteri hizmetlerini hızlı ve verimli bir şekilde geliştirmek için kullanılabilir.

Sosyal medya aynı zamanda lojistik şirketleri tarafından iş güncellemelerini paylaşmanın en uygun yoludur. Örneğin, lojistik şirketiniz bir ödül veya takdir aldıysa, bu durum güven ve marka güvenilirliği kazanmak açısından sosyal medyada paylaşılmaktadır. Benzer şekilde, genel iş süreçlerine ilişkin aksaklık, kesinti gibi önemli bildirimler de sosyal medyada bir gönderi veya hikaye olarak paylaşılarak, müşterilerinizi anlık bilgilendirmesi sağlanabilecektir. Benzer uygulama web sitenizden yapılabileceği gibi daha efektif olacaktır.

Sosyal medya lojistik ve tedarik zinciri açısından markalaşma ve pazarlama için güçlü bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygun maliyetli bir kanal olmakla birlikte, başarılar elde edilmiş geleneksel kanalların da dikkate alınması gerekmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sosyal medya açısından daha iyi ya da daha kötü adı altında bir kavram bulunmamaktadır. Buradaki en temel konu ise şirketlerin, dijital pazarlama yatırımlarının amaçlarına en uygun sosyal medya platformlarını seçmeleridir. Ayrıca, sosyal medya çabaları şirketin markası ve ilgili çevresi ile tutarlı olmalıdır.

Sosyal medya, bütünsel bir içerik pazarlama planının bir parçası olarak kullanıldığında, bir tedarik zinciri şirketinin yatırım getirisi hedeflerine ulaşmasına destek sağlayabilecektir. Marka pazarlamak için sosyal medyayı kullanmak, görünürlüğü ve şeffaflığı artıracaktır. Satışları ve müşteri portföyünü artırmanızı sağlayacak yüksek kaliteli, düşündürücü içerik sunarsanız, hedef kitleniz sizi bir endüstri lideri olarak görecektir.

Herhangi bir tedarik zinciri firması, güçlü bir kişisel markadan büyük ölçüde yararlanabilmektedir. Fakat az sayıda şirket, lojistik ortaklarıyla bağlar kurmak ve güçlendirmek için sosyal medya kullanmaktadır. Bu nedenle sosyal medya artık sadece işletmeyi tanıtmak için değil, topluluktaki diğer insanlarla bağlantı kurmak için de kullanılmaktadır. Günümüzde lojistik iş ve operasyonları bir bütün olarak sosyal medyanın gücü sayesinde optimize edilebilmektedir. Bu platformlar, işletmelerin müşterilerle etkileşim kurmasının giderek daha basit ve en etkili yolu haline gelmektedir ki önemli bilgiler, sektör haberleri ve müşteri yorumlarını anında çevrim içi olabilmektedir.

Sosyal medya platformlarından LinkedIn, özellikle şirketler arası pazarlama için önemli bir kanal oluşturmaktadır. Uygulama üzerinde bulunan gruplar, kurumsal sayfalar, abonelikler, profiller ile kurulan bir reklam sistemi, marka bilinci oluşturma, potansiyel müşteri yönetimi, trafik vb. dahil olmak üzere pazarlama hedeflerine ulaşım açısından ciddi bir kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca çevrim içi olması sebebiyle anlık olarak takip edilebilmektedir.

Twitter, Facebook, Instagram ise kullanıcıların sahip olması sosyal ağları hedeflerken, şirketlerin müşterilere direkt ulaşımı açısından kolaylık sağlamaktadır. Bu platformlarda kurumsal profiller, gruplar ve şirket sayfaları olmasına rağmen, lojistik hedef kitleye ulaşım açısından yetersiz kalabilmektedir. Ayrıca, Twitter, kullanıcıların kısa mesaj iletmesine ve bilgi paylaşmasına izin verse de Facebook, kullanıcıların etkileşim ve estetik çekicilik yoluyla markalarını geliştirmelerine imkan sağlamaktadır.

Lojistik hizmet sağlayıcılar, sosyal medya pazarlama faaliyetlerini ilk yürütenlerdir. Bunların dikkate değer bir kısmı hali hazırda LinkedIn, Twitter ve Facebook kullanmaktadır. Fakat hedef kitleye ulaşım açısından en etkin kullanım LinkedIn'de olmaktadır.

Online pazarlama yatırımlarının hedeflerine ulaşabilmesi için göre doğru kanallar seçilmelidir. Ayrıca, sosyal medya faaliyetlerinin kurumsal kimlik ve sektör çevresi ile uyumlu olması gerekmektedir. Lojistik sektörü açısından sosyal medya araçları henüz başlangıç sürecinde olup, bu alanda yeniliklere ihtiyaç varken, etkili uygulamalar ile tedarik zincirinde tasarruf düzeyi dikkate değer ölçüde artabilecektir.

Dinamik sektörlerden biri olan lojistikte, sosyal medya kullanımının yaygınlaşması tedarik zincirindeki E-lojistik süreçlerinin performansının ve müşteri memnuniyetinin artmasına katkı sağlayabilecektir.

Özetlemek gerekirse, sosyal medya tedarik zinciri yönetimini iyileştirmek için çok sayıda avantaja sahiptir. İşletmeler sosyal medya platformlarının gücünü kullanarak yeni tedarikçiler ve ortaklarla bağlantı kurabilir, müşteri tercihlerini öğrenebilir, masrafları azaltabilir ve müşteri memnuniyetini artırabilmektedir. Bu nedenle sosyal medya, önümüzdeki yıllarda güçlü ve uzun ömürlü tedarik zincirleri kurmayı hedefleyen şirketler için daha da önemli bir araç haline gelecektir.

Geçmişe bağlanıp kalan şirketler e-posta, yüz yüze toplantı, telefon görüşmeleriyle verimsizlik içinde sürüklenirken, geleceğin şirketleri daha verimli, ölçeklenebilir ve yenilikçi yollarla iletişim kurmak, iş birliği yapmak ve iş süreçlerini yürütmek için sosyal ağları kullanmak zorundadır.

KAYNAKLAR

- Banerjee, S. (2023). <https://blog.tatanexarc.com/logistics/social-media-for-logistics/>, Erişim tarihi: 20/10/2024
- Choi, T-M., Guo, S.ve Luo, S. (2020). When blockchain meets social-media: Will the result benefit social. *Transportation Research Part E*, 135.
- Deigan, D., (2024). <https://imasaleshacker.com/post/leveraging-social-media-for-logistics-sales-growth> Erişim tarihi: 18/10/2024.
- Edgistify, (2022). <https://www.linkedin.com/pulse/impact-social-media-logistics-industry-edgistify/>
- Gonzalez, A. (2021). Why Do Supply Chain Professionals Use Social Media?. <https://talkinglogistics.com/2021/03/29/why-do-supply-chain-professionals-use-social-media/>, Erişim tarihi: 15/10/2024
- <https://www.haberler.com/basin-bultenleri/tedarik-zinciri-yonetiminde-sosyal-medya-devrimi-4987732-haberi/>,Erişim tarihi: 25/10/2024
- Khoros, (2024).<https://khoros.com/resources/social-media-demographics-guide>, Erişim tarihi: 13/10/2024
- media analytics for supply chain operations management?
- Oktaykaan, S., Başaran Alagöz, S. (2023). Covid-19 döneminde dijital pazarlama ve e-lojistik faaliyetlerine yönelik lojistik sektöründe bir araştırma. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23 (2), 93-115. DOI: 10.30976/susead.1353093
- Papagiannidis, S., Bourlakis, M. ve See-To, E. (2019). Social media in supply chains and logistics: Contemporary trends and themes, *International Journal of Business Science ve Applied Management (IJBSAM)*, s.1., Vol. 14, Iss. 1, pp. 17-34. ISSN 1753-0296
- Pierce, F. (2020). <https://supplychaindigital.com/logistics/logistical-advantages-harnessing-social-media>, Erişim tarihi: 2/11/2024
- Platinonline, (2013). <https://www.platinonline.com/trendler/sosyal-medyada-tedarik-zinciri-156579>
- Serbetçioğlu, C. ve Göçer, A. (2023). Enhancing Social Media Engagement for Logistics Services Branding, *International Journal of Marketing, Communication and New Media*. ISSN: 2182-9306. Special Issue on Services Marketing, 125-155.
- Sosyal Ağ Siteleri: Tanım, Tarih ve Araştırmalar (Ş. Koçak Kurt, çev.). (2021). *Yeni Medya*, 2021(11), 138-157.

- Sosyal Medya, (2022). https://www.euormsgexpress.com/sosyal-medya-turlerinedir/?gad_source=1vegclid=Cj0KCQiAoe5BhCNARIsADVLzZepkA11-11D5RWXThwRm6xflgg3S0OUEpC9FKsBeGpwfjBPd-IggXUaAiFGREALw_wcB
- Tuna, O. (2018). <https://www.yesillojistikciler.com/yazarlar/prof-dr-okan-tuna/konteyner-deniz-tasimaciligi-isletmelerinin-sosyal-medya-kullanimi/45>, Erişim tarihi: 14/10/2024
- UTIKAD, (2016). <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/13465/lojistikciler-neden-sosyal-medyayi-kullanmali-lojistik-sektoru-icin-dijital-pazarlama-3->, Erişim tarihi: 21/10/2024
- Wikipedia, (2024). https://tr.wikipedia.org/wiki/Sosyal_medya, Erişim tarihi: 18/10/2024
- Zote, J. (2024). Social media demographics to inform your 2024 strategy. <https://sproutsocial.com/insights/new-social-media-demographics/> Erişim tarihi: 19/10/2024

2. BÖLÜM

LOJİSTİK YAZILIM SİSTEMLERİ

Fahriye MERDİVENÇİ¹

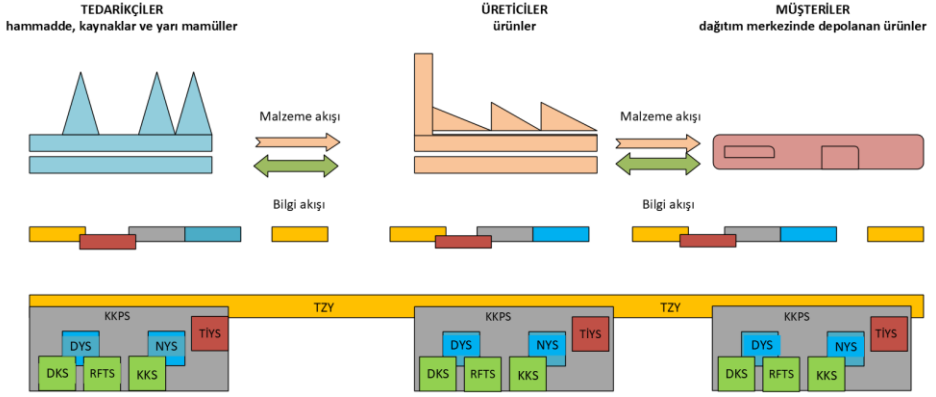
¹ Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, fahriye@akdeniz.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-8956-7051

GİRİŞ

Lojistik, işletmeler için rekabet üstünlüğü sağlamada önemli unsurlardan biridir. Lojistiğin tanımı, alandaki birçok bilim insanı tarafından yapılmasına karşın ortak konular; tedarik, malzeme yönetimi ve dağıtım ile ilgilidir. Bu konular, lojistiği yoğun bir sektör haline getirmektedir. İşletmeler için ortaya çıkan dinamizm ve karmaşanın üstesinden gelebilmek yazılımlar ile mümkün olabilmektedir. Lojistiği yönetme süreci yazılım endüstrisinin çalıştığı öncü konulardan biridir.

Lojistik, neredeyse tüm ekonomik sistemlerde ürün, insan ve bilgi akışını analiz eder, modeller ve bunların tasarımı ve uygulanması için öneriler sunar. Bu nedenle lojistiğin ana odak noktası, ekonomik, çevresel ve sosyal hedefleri göz önünde bulundurarak bunları optimize etmek amacıyla ağların ve akışların yapılandırılması, organizasyonu, kontrolü ve düzenlenmesidir (Nettsträter vd., 2014).

Lojistik yazılım sistemleri, tüm lojistik tedarik zinciri boyunca yeterli planlama ve tahmin araçları da dahil olmak üzere yukarıda belirtilen lojistik görevleri destekleyen sistemler (yazılım ve veri) olarak tanımlanmaktadır. Bu durum kurum içi lojistikten nakliye lojistiğine ve tedarik zinciri yönetimine kadar tüm lojistik alanlarını kapsamaktadır. Bu alanlardaki tipik yazılım sistemleri Kurumsal Kaynak Planlama Sistemleri (KKP), Depo Yönetim Sistemleri (DYS), Depo Kontrol Sistemleri (DKS), Nakliye Yönetim Sistemleri (NYS) ve Tedarik Zinciri Yönetim Sistemleridir (TZY) (Nettsträter vd., 2014). Son yıllarda bu çalışmaların, Tedarikçi İlişkileri Yönetimi (TİY), Küresel Konumlandırma Sistemi (KKS), Elektronik Veri Değişimi (EVD), Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFT) ile genişletildiği görülmektedir (Baumgartner, 2001). TZY sistemleri tek bir şirketle sınırlı olmayıp, şirketler arası tedarik ağlarında kullanılır. KKP sistemleri de DYS, DKS ve NYS gibi genellikle şirket tabanlıdır. TZY ve KKP sistemleri arasındaki farklar giderek azalmaktadır. Günümüz KKP sistemlerinin çoğu çoklu tesis yeteneklerini destekler ve tesisler arası planlama ve işleme işlevleri sunar ve bu nedenle tedarik zincirlerinin yönetimi için kullanılabilir (Nettsträter vd., 2014). Şekil 1. Tedarik zinciri yönetiminde lojistik süreçleri kapsayan lojistik yazılımların ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 1. Tedarik Zinciri Yönetiminde Lojistik Yazılım İlişkileri (Nettsträter vd., 2014'ten uyarlanmıştır).

Bir yazılım sisteminde uygulanabilecek bir dizi işlevsel ve işlevsel olmayan özellik arasından, lojistik Bilişim Teknolojileri sistemlerini diğer profesyonel sistemlerden ayırabilecek iki kavramsal özellik, kullanıcılar ve teknoloji olarak düşünülebilir.

Lojistik alanının genel olarak yazılım ve Bilişim Teknoloji sistemleri ile desteklenmesi, gelecekteki profesyonel ve bilimsel alanlarda gelişim becerilerini genişletmeyi amaçlayan birçok yazılım firmasının bir girişimi ve hedefidir (Evangelos, 2001).

1. Yazılım Sistem Tanımı

Yazılım ile amaç, doğru bilgiyi toplamak, analiz etmek ve iş ortakları ile paylaşmaktır. Bu hedefler aşağıda tanımlanmıştır (Erdil ve Erbyık, 2017);

- Üretimden teslimata kadar tedarik zincirinin her noktasında lojistik faaliyetlerle ilgili doğru bilgiyi toplamak ve iş ortaklarına izlenebilirlik sağlamak.
- Sistemdeki her türlü veriye tek bir temas noktasından ulaşmak.
- İş süreçlerini planlamak ve analiz etmek.
- Zincir boyunca belirsizliği yönetmek, risk paylaşımı hedeflerine yönelik işbirliği gerçekleştirmektir.

Lojistikte Bilişim Teknolojileri'nin temel amacı, gerçek verilere bağlı olarak planlama, takip ve analiz yapmaktır. Zincirdeki her iş ortağı ürünle ilgili tüm bilgileri elde edebilmektedir. Her bir amaç aşağıdaki gibi detaylandırılabilir;

- Bilgi Toplama: Perakendeciler ve tedarikçiler üreticilerden alacakları siparişlerin durumunu bilmek isterler. Bu durum zincirdeki diğer kuruluşların bilgi sistemlerine erişim ihtiyaçlarını zorunlu kılar. Örneğin

Federal Express bu amacı, müşterilerin kolilerinin konum bilgilerini tüm teslimat süresi boyunca müşterilere iletilmesini sağlayan bir takip sistemi ile gerçekleştirmektedir (Johnson vd., 2007).

- Veriye Erişim: Müşteriler, tedarikçiler ve üreticilerdeki üretim ve dağıtım süreçlerinin takip edilebildiği farklı sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler arasında gerekli verilerin etkin bir şekilde aktarılması ve iş ortaklarının ihtiyaç duyduğu verilere gerçek zamanlı olarak ulaşılması ilgili tarafların hakkıdır (Johnson vd., 2007).
- Tedarik Zinciri Verilerine Bağlı Olarak Yapılacak Analizler: Satın alma, üretim, dağıtım, ...vb. tüm zincirdeki ilgili süreçlerin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için elde edilen bilgilerden faydalanılması esastır. Siparişlerin gerçekleştirilmesi için en etkin yolun bulunması, hangi tür ürünlerin hangi mağazalarda bulundurulacağı, mağazaların nerede konumlandırılacağı gibi konuların açıklığa kavuşturulmasına yönelik kararların ilgili verilerin analizi ile alınması gerekmektedir (Johnson vd., 2007).

Tedarik Zinciri Ortakları ile İşbirliği: Herhangi bir kuruluşun tedarik zinciri ortaklarıyla işbirliği yapması başarıya ulaşması için kaçınılmazdır. Müşteri sistemleri ile bağlantı kurmak ve tedarikçilerin tedarik zincirindeki rollerine göre kendi sistemlerini bağlamalarını sağlamak gerekir (Douglas ve Craig, 2006). Son yıllarda, tedarikçilerle etkin bir işbirliği kurmak ve onlarla etkili bir şekilde çalışmak odak noktası olduğundan, Tedarikçi İlişkileri Yönetimi (TİY) büyük önem kazanmıştır (Erdil ve Erbiyık, 2017).

2. Kurumsal Kaynak Planlama Yazılımı

Kurumsal kaynak planlama (KKP) sistemleri, 1990'lı yılların bilgi teknolojileri (BT) alanındaki en yenilikçi gelişmelerinden biri olarak kabul edilebilir. Birçok kurumun fonksiyonel BT altyapısından süreç tabanlı BT altyapısına geçmeye yönelik artan ilgisiyle birlikte KKP sistemleri günümüzün en yaygın BT çözümlerinden biri haline gelmiştir (Mashari, 2003). Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) sistemi, bir kurumdaki iş süreçlerini ve işlemleri entegre ve optimize etmek için tasarlanmış bir kurumsal bilgi sistemidir. KKP, endüstri odaklı bir kavram ve sistemdir (Moon, 2007). Kurumları KKP sistemlerini uygulamaya motive eden, bu sistemlerin entegrasyon ve standardizasyon yetenekleri, esnek istemci/sunucu mimarisi ve temel ve destek süreçlerinin etkin bir şekilde yeniden yapılandırılması ve yönetilmesini sağlama yetenekleridir (ComputerWorld, 1998).

Oldukça fazla sayıda şirket, çeşitli müşteri hizmetleri gibi karmaşık iş uygulamalarını yönetmek için kurumsal kaynak planlaması gibi güçlü bir bilgi

sistemi kullanmaktadır. KKP'nin bu kadar popüler olmasının nedeni, operasyonel verimliliği ve iş etkinliğini artırabilmesidir. KKP, iş süreçlerini entegre ederek ve tüm işletme genelinde entegre verilere daha iyi erişim sağlayarak operasyonel verimliliği artırırken, etkinliği artırmak için bir şirket KKP'ye gömülü şablonları (veya en iyi uygulamaları) kullanarak iş uygulamalarını yeniden tasarlayabilir. (Chou ve Chang, 2008).

KKP sistemleri, kurumun tüm verilerini yönetmek ve ihtiyaç duyanlara ihtiyaç duydukları anda bilgi sağlamak için kullanılan yazılım araçlarıdır. Bu sistemler, kuruluşların tedarik zincirleriyle başa çıkmalarına yardımcı olur: teslim alma, envanter yönetimi, müşteri sipariş yönetimi, üretim planlama ve yönetme, nakliye, muhasebe, insan kaynakları yönetimi ve modern bir işletmede gerçekleşen diğer tüm faaliyetler (Ragowsky ve Somers, 2002).

Çok sayıda şirket ya temel KKP yazılımlarını talep tahmini ve tedarik zinciri optimizasyonu gibi uygulamalarla genişletmekte ya da lojistik, satış ve dağıtım, üretim ve finans gibi temel KKP modüllerini uygulama sürecindedir (Stefanou, 2001).

KKP sistemleri pazarı 200'den fazla satıcı içerir, ancak herkes kendi geliştirdiği bir KKP sistemi sunmaz. KKP sistemleri pazarı aşağıdaki kategorilere ayrılabilir (Nettsträter vd., 2014):

- Yazılım üreticileri kendi ürünlerini geliştirir ve satarlar ve tüm teknolojik ve işlevsel özelliklerden sorumludurlar.
- Bayiler, KKP sistemlerini yazılım üreticilerinin ortakları olarak müşterilere satarlar. Bayiler, yazılım üreticilerinin kendi KKP sistemlerini dağıtmadığı ve satmadığı pazar bölümlerinde güçlüdür.
- Suit satıcıları da yazılım üreticileriyle birlikte çalışmakta ve KKP sisteminin işlevsel kapsamını sektöre özel modüller veya işlevlerle geliştirmektedir.
- Uygulama ortakları, KKP sisteminin uygulanması sırasında müşteriye hizmetlerle destekler. Aynı zamanda uygulama ortağı olarak hareket eden yazılım üreticileri, satıcılar ve paket satıcıları da vardır.

3. Depo Yönetim Sistemleri Yazılımı

Depolama yönetim sistemi (DYS) her depo için gerekli bir yaklaşımdır. Otomatik bir depolama sistemi, manuel olarak yürütülen sisteme kıyasla daha az çaba, daha verimli ve güvenilir sonuçlar sağlar. DYS, etkili depo süreçleri yoluyla maliyetleri azaltmaya yardımcı olmak için tasarlanmıştır (Atieh vd., 2016).

Depo Yönetim Sistemi (DYS), tüm yüksek hacimli depo operasyonunu gerçek zamanlı bir modda yönetmeye adanmış bir bilgi sistemidir. Bu sistemler,

ürünlerin taşınması ve depolanması üzerindeki denetimi optimize etmek için yapılmıştır (Wozniakowski vd., 2018).

DYS'nin temel hedefleri şunlardır (Min, 2006):

- Ürün tanımlama ve sürekli döngü sayımı ile sipariş karşılama hatalarını ortadan kaldırmak
- Elektronik iletim yoluyla kritik müşteri/depo bilgilerini minimum teslim süresiyle göndermek ve almak;
- Görevleri yöneterek ve önceliklendirerek işgücü verimliliğini en üst düzeye çıkarmak;
- Uygun bir depolama yeri seçerek alan kullanımını en üst düzeye çıkarmak;
- Sürekli bilgi akışı yoluyla envanter ve taşıma gereksinimlerini azaltmak.

DYS yazılımı, depo operasyonlarını otomatikleştirmek ve optimize etmek için tasarlanmış özel bir bilgisayar programıdır. Tipik olarak yazılım, donanım ve mobil cihazların bir kombinasyonundan oluşur. DYS yazılımının ana işlevleri arasında envanter takibi, sipariş yönetimi, teslim alma ve sevkiyat işlemleri ve depo alanı yönetimi yer alır. Bu işlevler, yazılımın barkod tarama, gerçek zamanlı envanter takibi ve otomatik toplama ve paketleme gibi çeşitli özellikleri ve modülleri aracılığıyla gerçekleştirilir. DYS yazılımı, tedarik zinciri boyunca sorunsuz bir veri ve bilgi akışı sağlamak için genellikle KKP ve nakliye yönetim sistemleri gibi diğer kurumsal sistemlerle entegre olur. DYS yazılımı kullanmanın faydaları arasında gelişmiş envanter doğruluğu, artan üretkenlik, daha hızlı sipariş karşılama ve azalan operasyonel maliyetler yer alır. Ayrıca depo operasyonlarında daha iyi görünürlük sağlayarak ortaya çıkan sorunların tespit edilmesini ve ele alınmasını kolaylaştırır. Genel olarak, DYS yazılımı depo operasyonlarının verimliliğini ve etkinliğini büyük ölçüde artırarak daha iyi müşteri hizmeti ve işletme için daha fazla kârlılık sağlayabilir (Kara vd., 2024).

DYS, davranışlarını doğru bir şekilde tanımlayan bir dizi spesifik özelliğe sahiptir (Wozniakowski, 2018):

- Depolama alanı kullanımının optimizasyonu
- Malların sipariş ve teslimat süresinin azaltılması
- Stok ve varlık cirosunun artırılması
- Üreticiler tarafından sağlanan hizmetlerin kalitesinin artırılması
- Üreticiler ve tüccarlar arasında gelişmiş kontrol ve hızlı sorun çözümü sayesinde olası hata miktarının azaltılması
- Sistemle veri alışverişinde yüksek esneklik ve hareketlilik
- Daha kolay veri erişimi
- Siparişlerin tam kontrolü

- Depo trafiğinin yönetimi
- Sevkiyat belgelerinin hazırlanmasında yardım ve sevkiyat sürecinin otomasyonu
- Stok sürecinin otomasyonu.

4. Depo Kontrol Sistemleri Yazılımı

DKS, KKP ve DYS sistemleri gibi kurumsal yazılım uygulamaları ile malzeme taşıma ekipmanını kontrol eden programlanabilir mantık denetleyicileri (PMD) tabanlı hücre denetleyicileri arasındaki boşluğu doldurur. DKS, deponuzdaki otomatik malzeme taşıma ve sipariş işleme süreçlerini etkin bir şekilde yönlendirmek ve yönetmek için tek bir kontrol noktası sağlar. Bu sayede operasyonlar daha iyi ayarlanarak, yazılım ve malzeme taşıma ekipmanlarına yapılan mevcut yatırım optimize edilebilir. Depo kontrol yazılımını uygulamak, daha fazla ekipman eklemek veya bir DYS veya KKP sistemini yükseltmek/değiştirmek için uygun maliyetli bir alternatif olabilir (White Paper, 2008).

Geleneksel olarak depo, forklift, konveyör ve araba gibi manuel operasyonlarla işletilmektedir. Ancak, manuel operasyonun neden olduğu düşük kar nedeniyle, sıralayıcı ve Otomatik Depolama ve Geri Alma Sistemi (OD/GAS) gibi otomatik tesisler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Lojistik yürütme yazılımı (LYY) iki alanda sınıflandırılabilir: Depo Yönetim Sistemi (DYS) ve Nakliye Yönetim Sistemi (NYS). DYS ve YYS yürütme yazılımı olarak sınıflandırılrsa da, depodaki tesisleri ara yüzleme veya kontrol etme kabiliyetine sahip değıldir. Daha ziyade sipariş düzeyinde yürütmeyi yönetirler. Otomatik tesislerin kontrolü için Depo Kontrol Sistemi (DKS), Malzeme Akış Kontrolörü (MAK), Ekipman Yönetim Sistemi (EYS) ve Ekipman Kontrol Sistemi (EKS) gibi kontrol yazılımları gerekir. DYS ve DKS'nin amaçları oldukça farklı olsa da, birçok yazılım sağlayıcısı bu terimleri karışık şekillerde kullanmaktadır (Son vd., 2016).

DYS, sipariş veya envanter yönetimi veya Kurumsal Kaynak Planlaması (KKP) ve Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) gibi başka bir ana sistemle işbirliğı yapmak için uygundur. Öte yandan DKS, makine durumu ve iş süreci gibi dinamik verilerle ilgilendir. Daha çok makine durumunun izlenmesine ve makinelerin kontrol edilmesine odaklanır. Yazılımın doğıası gereğı ekipmanı kontrol etmek için DYS kullanıldığında veri kaybı gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle, ekipmanı kontrol etmek için DKS kullanılması önerilir (Son vd., 2016).

Ağır maliyet ve zorlu çalışma ortamı nedeniyle, otomatik malzeme taşıma makinesi ve depo ekipmanını yöneten ve kontrol eden depo kontrol sistemine (DKS) olan ihtiyaç daha fazla dikkat çekmektedir. DKS, geniş bir malzeme taşıma ekipmanı yelpazesine entegre bir arayüz sağlar. Depodaki ekipmanı yönetebilir ve kontrol edebilir. DKS'nin kullanılmasıyla, malzeme taşıma ekipmanının verimliliğini

artırmak mümkündür. Son teknoloji ürünü DKS'nin depo kontrolünü desteklemek için çok yönlülük, bütünlük, bilgi görünürlüğü ve çeşitli işlemlere sahip olması beklenmektedir (Son vd., 2016).

Bir DKS ile bir DYS arasındaki farklar önemlidir. DYS sistemleri bilgiyi yönetmek için tasarlanmıştır - bunlar yürütme sistemlerine karşı planlama sistemleridir. DKS, depo yöneticilerinin DYS'ye çok fazla şey yaptırmaya çalışması ve teknolojinin bununla başa çıkamaması nedeniyle gelişmiştir. Kartonların bir konveyör sistemi üzerinden yönlendirilmesi, tasnif edilmesi ve işlenmesi, envanter takibi ve siparişlerin planlanmasından çok farklı görevlerdir. DKS envanter verileri, müşteri siparişleri ve geçmiş veriler gibi çok büyük miktarda bilgi tutar. Depo tarafından günlük olarak işlenmesi gerekenlere ilişkin günlük iş yükü planına ulaşmak için büyük miktarda veriyi gerçek zamanlı olmayan bir mod da işler. Günümüzde eğilim, DKS depo sahasındaki yürütme motoru haline gelirken DYS'nin stratejik planlamayı ele alması yönündedir (White Paper, 2008).

5. Nakliye Yönetim Sistemi Yazılımı

Nakliye yönetim sistemleri, ulaştırma operasyonlarını planlamak, optimize etmek ve yürütmek için kullanılan bilgi teknolojileridir. Bir NYS, birden fazla tesis arasındaki yük akışlarını optimize ederek, transit halindeki yükü takip ederek ve yük ödeme sürecini yöneterek, taşıma hareketi öncesinde, sırasında ve sonrasında gerçekleşen taşıma yönetimi faaliyetlerini kolaylaştırabilir (Coyle vd., 2003).

Nakliye Yönetim Sistemleri (NYS) en hızlı şekilde ve en uygun maliyetle sevk etmek için hangi ekipman ve personelin kullanılacağı, doğru taşıma modunun seçilmesi (kara, su, hava) kutunun, sandığın, konteynerin ve geminin en verimli şekilde yüklenmesi ile bir alt küme olarak Küresel Konumlandırma Sistemini (KKS) içerir (Gruenwald, 2013).

Nakliye yönetim sistemi, sipariş işleme, yük planlama, taşıyıcı seçimi, araç yönlendirme/çizelgeleme, navlun konsolidasyonu, talep yönetimi, navlun faturası ödeme ve denetim dahil olmak üzere gelen ve giden nakliye faaliyetlerinin tüm yönlerini yönetmeye yardımcı olan bir yazılım uygulamasıdır. NYS son zamanlarda gerçek zamanlı varlık yönetimi, saha yönetimi, sevkiyat takibi ile olay yönetimi, nakliye talep tahmini, paletleme, ithalat/ihracat dokümantasyonu, çok modlu operasyonlar, tehlikeli madde taşımacılığı, tersine lojistik ve performans yönetimi gibi ek özellikler içerecek şekilde genişletilmiştir (Sattayathamrongthian ve Vanpetch, 2022).

NYS teknolojisi uzunca bir süredir mevcut olsa da, lojistik yöneticilerinin dramatik bir şekilde artan navlun maliyetleri, kapasite yetersizlikleri ve günümüzde nakliye yönetiminde artan karmaşıklıklarla ilgili endişeleri göz önüne alındığında, benimsenme zorunluluğu hiç bu kadar büyük olmamıştı. Her ne kadar ticari basın

başarılı NYS uygulamalarına ilişkin vaka incelemeleriyle dolu olsa ve çözüm sağlayıcılar yazılımlarının yararlarını kolayca duyursa da, benimsenme nedenleri, elde edilen faydalar, karşılaştırmalı maliyetler ve uygulama zorluklarını inceleyen çok az bağımsız araştırma bulunmaktadır (Griffis ve Goldsby, 2007).

6. Tedarik Zinciri Yönetimi Yazılımı

Tedarik zinciri yönetimi (TZY), işletme maliyetlerini azaltmak ve müşteri hizmetlerini iyileştirmek amacıyla üreticiler, dağıtımıcılar, satıcılar ve müşterilerden oluşan bir ağdaki malzeme, bilgi ve finansal akışların planlanması ve yönetilmesini içerir (Lummus vd., 1999).

Çoğu üretim kuruluşunun ana hedefi, rekabet gücünü artırmak ve müşteri hizmetlerini geliştirmek amacıyla daha yüksek düzeyde entegrasyon ve koordinasyona dayalı küresel TZY yaklaşımlarının geliştirilmesi ve benimsenmesidir (Caputo vd, 2003).

Dinamik, talep odaklı bir ortamda tedarik zinciri yönetimi, bir sektör içindeki oyuncular arasında (yatay koordinasyon) ve sektör ve firmalar arasında (dikey koordinasyon) bilişim iletişim teknoloji destekli bağlantı, işbirliği ve koordinasyon gerektirir (Kumar, 2001).

Tedarik zincirinin farklı alanlarında kullanılan bu kadar geniş bir teknoloji yelpazesıyla, koordinasyon genellikle tedarik zinciri boyunca farklı bilişim teknolojileri sistemlerinden gelen bilgilerin toplanabileceği, işlenebileceği ve operasyonları yürütmek ve kararları desteklemek için iletilebileceği ortak bir yazılım platformuna sahip olmakla daha da geliştirilir. Bu ihtiyaç, tedarik zinciri yöneticilerinin MKP (malzeme kaynak planlaması), KKP (kurumsal kaynak planlaması), İAYS (İş Akışı Yönetim Sistemleri), DYS (depo yönetim sistemleri) vb. gibi çeşitli sistemleri benimsemesine yol açmıştır. Bu sistemler planlama, envanter yönetimi, 3. taraf lojistiği, ürün takibi, satın alma vb. faaliyetleri büyük ölçüde entegre edebilir. İAYS'de olduğu gibi bazı durumlarda, ilgili bilgi akışını koordine etme süreci de önemli ölçüde otomatikleştirilebilir (Lerina ve Maria, 2012).

Pazarda çeşitli tedarik zinciri yönetimi yazılımları (TZY), MKP, DYS, KKP ve İAYS çözümleri sunan hizmetlerden geniş bir sektör yelpazesindeki işletmelere kadar değişebilen yazılım paketlerinde sunulmaktadır. Bu tür yazılım paketleri tarafından sunulan hizmet yelpazesi lojistik, envanter yönetimi, planlama, tahmin, satış, nakit akışı, satın alma vb. için destek operasyonlarına kadar değişebilir. Bazı yazılım paketleri daha geniş bir çözüm yelpazesi sunarken, diğerleri depo yönetimi gibi niş bir alanla sınırlı kalabilmektedir (Gomes ve Dahab, 2010).

Çok çeşitli tedarik zinciri işlevleri için yazılım işlevleri sunma görevi yüksek derecede karmaşıklık taşır. Yazılım paketleri için bu karmaşıklık, süreç uzmanlığı ve modülerlik görevi ile azaltılabilir. Süreç uzmanlaşması yoluyla, herhangi bir sistemin

genel görevi bir grup alt faaliyete ayrıştırılabilir (Herman, vd., 2003). Her bir alt faaliyet, belirli bir hedefe ulaşmak için belirli bir süreci yürütmeye odaklanır. TZY yazılım paketlerinde modülerleştirme sürecin uzmanlaşmasını sağlar. Bir yazılım paketleri modüler bir sistem olarak düşünülebilir. Modüler bir sistem modül adı verilen birimlerden oluşur. Her bir modül, birbirleri arasında minimum etkileşime sahip olacak şekilde tasarlanmıştır, ancak tek bir birleşik sistem olarak işlev görmelerini sağlayacak şekilde birbirine bağlıdır (Gomes ve Dahab, 2010).

Mimarideki yazılım bileşenleri, motorlar tarafından desteklenen tedarik zinciri yönetimi seviyesine göre farklılaştırılarak üç kategoride sınıflandırılabilir (Verwijmeren, 2003):

- İletişim motorları: işlev: tedarik zincirindeki sistemler (ve kullanıcılar) arasındaki temel iletişim; örnekler: veri iletişimi, mesaj dönüştürme ve akış kontrol motorları.
- Bilgi motorları: işlev: tedarik zincirindeki sistemler (ve kullanıcılar) üzerinde şeffaf bilgi; örnekler: stok görünürlüğü, takip ve izleme ve rapor sorgulama motorları.
- Yönetim motorları: işlev: tedarik zincirindeki sistemler (ve kullanıcılar) arasında gelişmiş yönetim; örnekler: envanter yönetimi, üretim yönetimi ve dağıtım yönetimi motorları.

7. Tedarikçi İlişkileri Yönetimi Yazılımı

Tedarikçi İlişkileri Yönetimi (TİY), ilişkiler içinde değer yaratmak ve geliştirmek için iç tedarikçilerle ilişkilerin kurulması, geliştirilmesi, istikrara kavuşturulması ve çözülmesi faaliyetlerinin yanı sıra dış tedarikçilerin gözlemlenmesi sürecidir (Moeller vd., 2006).

TİY aşağıdaki üç ana ve ardışık aşamaya ayrılabilir:

1. Tedarikçi Dışı Yönetim,
2. Tedarikçi İçi Yönetim ve
3. Tedarikçi İçi Çözüm Yönetimi, Tedarikçi İçi Tasfiye Yönetimi.

Tedarikçi Dışı Yönetimin ana yönü, satın alma firması ile henüz bir ilişkisi olmayan ve tedarikçi dışı olarak adlandırılan tedarikçilerin gözlemlenmesidir (Moeller vd., 2006).

İlk işlemin başlamasıyla birlikte, eski bir tedarikçi dışı, tedarikçi içi olarak statü değiştirir. Tedarikçi İçi Yönetimin amacı, değer yaratımını artırmak için tedarikçilerle ilişkiler kurmak ve sürdürmektir.

Seçilen ilişkinin sona ermesi durumunda satın alma firması potansiyel yeni tedarikçiler aramaya başlayabilir (Tedarikçi Dışı Yönetim). Tedarikçi İçi Fesih Yönetimi, istenmeyen bir ilişkinin -her ne sebeple olursa olsun- sona erdirilmesi gerektiğine dair kanıtları kapsar (Moeller vd., 2006).

Tedarikçi ilişkileri yönetimi, tedarikçilerin değerlendirilmelerinin dışında, var olan tedarikçilerle kurulacak olan iletişimin organizasyonunu ve yönetim sorumluluklarını içermektedir. Bu amaçla günümüzde kullanılan yazılımlar tedarikçi üretici arasında ihtiyaç duyulan bilgi akışının son derece hızlı, koordineli ve amaca hizmet edebilir yapıda olmasını sağlamaktadır. Bu şekilde paylaşılan bilgi, gerek üreticilerin gerekse bunlara ait tedarikçilerin stok ve üretim maliyetlerinin azalmasını mümkün kılar (Öz ve Baykoç, 2004).

8. Küresel Konumlandırma Sistemi Yazılımı

1980'lerin başında ABD Savunma Bakanlığı tarafından işletilen Küresel Konumlandırma Sistemi (KKS) olarak bilinen uydu tabanlı navigasyon sisteminin ortaya çıkmasıyla birlikte, uygun alıcıya sahip bir kullanıcının birkaç metreye kadar doğru neredeyse anlık üç boyutlu konum bilgisi elde etmesi mümkün hale gelmiştir (Dixon, 1991). KKS'in tanımını çeşitli kaynaklardan inceledikten sonra, tüm kaynakların ortak bir genel tanıma sahip olduğu ortaya çıktı. The American Heritage Dictionary Küresel Konumlandırma Sistemlerini şu şekilde tanımlamaktadır: Birkaç uydudan gelen radyo sinyallerini karşılaştırarak Dünya yüzeyindeki bir konumu belirleyen bir sistem. Coğrafi konumunuza bağlı olarak, KKS alıcısı altı uyduya kadar veri örneklemekte, daha sonra her bir uydu sinyalinin KKS alıcısına ulaşması için geçen süreyi hesaplamakta ve alım süresindeki farktan konumunuzu belirlemektedir. Savunma Bakanlığı'nın tanımı ise KKS'in kullanıcılara yüksek doğrulukta konum, hız ve zaman navigasyon bilgisi sağlayan bir uydu takımıydı olduğunu belirtmektedir. Bu tanım, sistemin çok sofistike olduğunu ve geliştirilmesi için yetenekli bireyler gerektirdiğini ima etmektedir (Theiss vd., 2005).

Uydu takımıydızının 1990'ların başında tamamlanmasıyla birlikte bu yetenek dünyanın neredeyse tüm bölgelerine yayılmış olacaktır. Bu kayda değer bir başarıdır ve son birkaç on yıldaki bir dizi teknolojik ilerlemenin üzerine inşa edilmiştir. Daha da dikkat çekici olan, deney konfigürasyonuna ve veri analizine özen gösterilerek, sistemin tasarım seviyesinden 3 kat daha hassas görel konum verileri elde etmenin mümkün olmasıdır (Dixon, 1991).

Küresel Konumlandırma Sistemi (KKS), ticari sektör için değerli olan ve uzun zamandır beklenen önemli özellikler sunmaktadır. Bu özellikler, şirketlerin büyümelerini artırmalarına ve daha verimli lojistik kullanımı yoluyla daha yüksek bir kar marjı yaratmalarına yardımcı olacaktır. Küresel Konumlandırma Sistemleri, şirketlerin gerçek zamanlı takip yoluyla tüketicilerine daha iyi müşteri hizmeti sunmalarını sağlayacaktır. KKS ayrıca şirketlerin görevlerini daha verimli bir şekilde tamamlamalarına ve daha önce mümkün olmayan yeni projeleri takip etmelerine olanak tanıyarak tasarrufları müşteriye etkin bir şekilde aktaracaktır. Uzmanlar, gelecekte giderek daha fazla şirketin bu teknolojiyi benimsemeye başlayacağını

öngörmektedir. Bu gerçekleştikçe Küresel Konumlandırma Sistemi daha fazla bilgi ve daha iyi hizmetler sağlayacak şekilde gelişecektir. Bu evrim aynı zamanda fiyatları düşürecek ve giriş engelini azalması nedeniyle şirketlerin bu araçtan yararlanmasını kolaylaştıracaktır (Theiss vd., 2005).

KKS kullanarak birçok nakliye şirketi verimliliği artırarak maliyetleri düşürebilir. Lojistik alanında da KKS, dağıtım şirketlerinin gerçek zamanlı takibi için kullanılmaktadır. Araçlar KKS alıcıları ile donatılmıştır, böylece baz istasyonu filonun nerede olduğunu izleyebilir. Alıcılar şirketin sipariş veri tabanı ile entegre edilmiştir. Bu, bir gönderinin ne zaman alındığının ve kimin imzaladığının gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlar. Bu bilgiler daha sonra derhal baz istasyonuna geri iletilir. Bu teknolojiyi kullanan şirketler için, kamyonun geri dönmelerini beklemek yerine şirketin paketlerle ilgili bilgileri anında işlemesine olanak tanıdığı için rekabette stratejik bir avantaj sağlamaktadır. Araçların izlenmesi ayrıca şirketlerin rotalarını mümkün olduğunca verimli hale getirmeleri için bir yol sağlar (Theiss vd., 2005).

9. Elektronik Veri Değişimi Yazılımı

EVD (Elektronik Veri Değişimi), şirketlerin ve müşterilerin her türlü belge ve veriyi (satış, finans, muhasebe, envanter...) değiş tokuş etmeleri için bir prosedürdür. EVD, kullanılan farklı uygulamalardan verileri alır, bu bilgileri yönetir (biçimlendirme ve yönlendirme) ve bu nedenle uygulamalar arasında otomatik olarak oluşturulan elektronik mesajlarla kağıt siparişinin yerini alır. (Jimenez, 2006).

EVD kullanılarak, satıştan (herhangi bir satın alma siparişinin takibi), finansman ve hesap verebilirliğe (ödeme bildirimleri ve reddedilen ödeme talepleri), envanter kontrolünden (ürün planlaması) geçen çok geniş bir yelpazede bilgi alışverişi yapılmaktadır. Tüm EVD sistemlerinin amacı, tedarik zinciri yönetimiyle ilgili en yaygın sorunlardan bazılarını en aza indirerek şirketin verimliliğini artırmaktır (stokta kalmama, düşük stoklar, belirli bir ürün rotasyonuna ulaşma... (Jimenez, 2006).

Elektronik veri değişimi (EVD), bilgisayarların kullanıldığı yeni bir iş yürütme yöntemidir. EVD, ticaret, taşımacılık, sigorta, bankacılık, gümrük ve diğer endüstrilerdeki bilgilerin tüm departmanlarında, şirketlerinde ve işletmelerinde veri alışverişini ve yönetimini bilgisayar iletişim ağı ile uluslararası kabul görmüş standartlarla gerçekleştirir ve ticareti merkez olarak döndüren tüm iş sürecini tamamlar. Tüm süreç insan müdahalesi olmadan otomatik olarak tamamlanır, böylece hataları azaltır ve verimliliği artırır (Zhao vd., 2010).

EVD, lojistik iş bilgilerinin işlenmesini gerçekleştirir: Müşteriler dahili bilgi sistemi aracılığıyla ihtiyaçlarını bildirir ve ardından format dönüştürme modülü talebe göre EVD siparişlerini hazırlar; iletişim işleme modülü siparişleri ağı

merkezindeki lojistik posta kutusuna ağ üzerinden gönderir; lojistik merkezi siparişleri ağ merkezindeki posta kutusundan iletişim ağı aracılığıyla düzenli olarak alır, ardından format dönüştürme modülü siparişleri müşteri verilerine çevirir; Müşterilerin tüm ihtiyaçlarını karşılayabilen, taleplerin bir kısmını karşılayabilen ve talepleri karşılayamayan lojistik merkezi, sonucu (tedarik listesi) ters yönde müşteriye iade edebilir; müşteriler bir tedarik listesi aldıktan sonra lojistik merkezine sonuç (onay) gönderir; lojistik merkezi, onaylara göre müşteriler için lojistik hizmetleri sağlar ve müşterilere nakliye listesi gönderir; müşteriler, nakliye listesine göre otomatik olarak veri makbuzu oluşturur. Mallar geldikten sonra depolanır ve ardından lojistik merkezine ödeme listesi oluşturulur; lojistik merkezi ödeme listesine göre belirtilecek tutarları yapar, ardından müşterilere fatura listesi gönderir; bu lojistik faaliyet, müşteriler lojistik merkezinin fatura listesini aldığı anda sona erer (Tan vd, 2014).

10. Radyo Frekansı ile Tanımlama Yazılımı

Taşımacılık sektöründe, malların ve taşımacılığın hareketini izlemek ve depo komplekslerinin işleyişini optimize etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Bu teknolojilerden biri de radyo frekansı ile tanımlama teknolojisi ya da RFT'dir (Zeleny, 2002). Bu teknoloji, insan faktörünün etkisini en aza indirmeyi ve envanter yönetimini otomatikleştirmeyi mümkün kılmaktadır.

RFT teknolojisi, RFT etiketlerini kullanarak bir ürünün otomatik olarak tanımlanmasını sağlar. Bir RFT etiketi, bilgi depolayan bir mikroçip ve etiket tarafından veri iletmek ve almak için kullanılan minyatür bir antenden oluşur. Her etiketin hafızada saklanan benzersiz bir numarası ve kullanıcı bilgileri vardır. Bu benzersiz numara ile etiketlerle işaretlenmiş nesnelere birbirinden ayırt edilebilir. Kullanıcı bilgileri üretim tarihini, raf ömrünü ve parti numarasını içerebilir (Popova vd., 2021).

Bilgiyi hızlı ve doğru bir şekilde toplayıp işleyebilen ve bilgi standardizasyonunun temeli olan yüksek ve yeni bir teknoloji olarak RFID, üretim, pazarlama, lojistik ve diğer sektörlerde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Geleneksel veri toplama yöntemlerini değiştirmiştir. Bilgi büyük miktarda elde edilebilir ve gerçek zamanlı olarak gerektiği gibi değiştirilebilir. Bu, lojistiğin ara bağlantılarını basitleştirebilir ve manuel süreyi kısaltabilir. Doğruluk ve hız giderek daha fazla kabul görmektedir. RFT bir Radyo Frekansı Tanımlama teknolojisidir. Özel kodlama bilgisi, tanımlanacak nesneye iliştilen elektronik etikete yerleştirilir. Temassız iki yönlü iletişim, sinyal tanımlama ve veri alışverişi amacıyla radyo ile sağlanır. Okuma mesafesi yakın veya uzak olabilir ve çok sayıda RFT etiketi aynı anda okunabilir. Daha da önemlisi, RFT nesnelere içine nüfuz edebilir, böylece

nesnelerin bir dizi dahili RFT etiketi tanımlanabilir. Böylece, maksimum etkili çıktı ve doğruluk gereksinimlerini maksimum düzeyde karşılayabilir (Li ve He, 2024).

RFT uygulaması ayrıca kendi özelliklerini de birleştirir (Tan vd., 2008):

- RFT'nin etkileşimli işlevi. Lojistik, tedarik zinciri yönetiminin her bir halkasında etiket yeniden işlenebildiğinden (verilerin değiştirilmesi ve yeni verilerin yazılması) malların akış özelliklerini somutlaştırır. RFT etiketi artık emtianın statik bir işareti değildir; dinamik değişimi emtianın durumunu ve emtia ile sahibi arasındaki etkileşimli işlevi yansıtır. RFT, üretim, depolama, dolaşım ve tüketim gibi her bir bağlantının denetim sürecinde bilgi takibini kaydetmek, işlemek ve yönetmek için kullanılır. İzleme ve izleme, RFT sistemi tarafından emtianın bilgi işleme sürecidir. Tüm tedarik zincirinde emtianın dolaşım bilgilerini otomatik olarak kaydeder ve durumun kaydı her zaman RFT kullanımıyla emtiayı imha etmek için bir sonraki adımı belirler.
- RFT'nin bağlantı işlevleri. RFT'nin işletmeler ve toplumla bağlantısını sağlayan dinamik işlevidir. Örneğin, konteynerler için RFT kullanıldıktan sonra, konteynerlerin kasa numarası gibi temel bilgileri kapıdan geçerken otomatik olarak tanımlanabilir; Süpermarket için RFT kullanıldıktan sonra, satış görevlisi yalnızca malın bilgilerini ve fiyatını hızlı bir şekilde elde etmekle kalmaz, aynı zamanda satın alınan mal okuyucudan geçerken müşteri malının kullanım bilgilerini ve tüketim uyarı bilgilerini de sağlayabilir.
- RFT, satın alma, üretim, nakliye, satıştan tüketime kadar hepsi bir arada bilgi işleme ve hizmet işlevine sahiptir. RFT, etiketlerdeki bilgileri kullanarak birçok türde bilgiyi yakalar, işler ve yayımlar ve uygulanan her sistem bağlantısının işbirliği içinde çalışmasını sağlar. Her RFT okuyucu, kendi topladığı emtia bilgilerini ara katman yazılımı ve bilgi ağı aracılığıyla ulaşacağı her yere iletir; bu arada, bilgi ağından elde edilen bilgilere göre emtia üzerindeki etiketlerin bilgilerini işleyebilir.

RFT sistemleri genellikle RFT okuyucularından veri toplayan ve yöneten yazılımlar içerir.

SONUÇ

Lojistik yazılımları kullanan firmalar, bu yazılımların faydalarını gördükçe, yazılım endüstrisi daha fazla gelişmektedir. Son yıllarda teknoloji alanındaki gelişmeler birbiri ile bağlantılı olarak yazılım endüstrisi ürünlerini kullanan firmaların sayısında da artışa sebep olmaktadır. Bu durum firmalara yatırım getirisini en üst düzeye çıkarmak ve rekabet avantajı elde etmelerini sağlamaktadır. Yazılım sektörüne daha fazla odaklanan firmalar, lojistik yazılımlara yatırım yaparak yeniliğe teşvik edilmektedir.

Entegre lojistik çözümler sağlayan lojistik yazılımları, süreçleri otomatikleştirmek ve verimliliği artırmak için tedarik zinciri yönetimi kapsamında, kurumsal kaynak planlama, tedarikçi ilişkileri yönetimi, depo yönetimi, depo kontrol sistemleri, küresel konumlandırma sistemi, elektronik veri değişimi, radyo frekansları tanımlama sistemlerinde iç içe geçmiş işlerin kolaylaşmasını sağlamaktadır. Böylece firmalar zaman ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır.

Gelecek yıllarda bilişim teknolojilerinin gelişimi ile lojistik yazılımlarında, bütünleşik yapıyı yönetmek adına işlemlerin sadeleştirilerek daha etkin ve verimli kullanılması sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Al-Mashari, M. (2003). Enterprise resource planning (ERP) systems: a research agenda, *Industrial Management & Data Systems* 103/1.
- Atieh, A. M., Kaylani, H., Al-abdallat, Y., Qaderi, A., Ghoul, L., Jaradat, L., ve Hdairis, I. (2016). Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system, 48th CIRP Conference on Manufacturing Systems - CIRP CMS 2015, *Procedia CIRP* 41.
- Baumgarten, H. (2001). *Logistics in the e-period*, FAZ Verlag –Bereich Buch, Frankfurt am Main. (In German).
- Caputo, A.C., Pelagagge, P.M., ve Scacchia, F. (2003). Integrating transport systems in supply chain management software tools, *Industrial Management ve Data Systems*, 103(7).
- Chou, S-W., ve Chang, Y-C. (2008). The implementation factors that influence the ERP (enterprise resource planning) benefits, *Decision Support Systems*, 46(1).
- ComputerWorld (1998). Big retail SAP project put on ice, *ComputerWorld*.
- Woźniakowski, T., Jałowiecki, P., Zmarzłowski, K., Nowakowska, M. (2008).
- Coyle, J. J., Bardi J. E., John, C., ve Langley, Jr. (2003). *The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective*, 7th edition, Mason, OH: SouthWestern College Publishing.
- Dixon, T. H. (1991). *An Introduction to the Global Positioning System and Some Geological Applications*, School of Geosciences Faculty and Staff Publications. 504. https://scholarcommons.usf.edu/geo_facpub/504
- Douglas, S. P., ve Craig, C. S. (2006). On improving the conceptual foundations of international marketing research. *Journal of International Marketing*, 14(1), 1–22.
- Erdil ve Erbiyık (2017). The Holistic Perception of Information Technology and The Importance on the Supply Chain Management, *International Journal of Research in Business and Social Science*, 6(3).
- Erp Systems and Warehouse Management by Wms Information Systems in Management, 7 (2).
- Evangelos, M. (2001). Quality Assurance Best Practices for the Implementation of Logistics Information Technology Systems, 17th International Logistics Congress, October 16-18 2001 Thessaloniki Greece.
- Griffis, S.E., ve Goldsby, T. J. (2007). Transportation management systems: an exploration of progress and future prospects". *Journal of Transportation Management*, 18(1).
- Gomes, P. J., ve Dahab, S. (2010). Bundling resources across supply chain dyads. *International Journal of Operations & Production Management*, 30, 57–74.

- Gruenwald, H. (2013). Logistics Software from a Logistics Management and Management Information Systems (MIS) Perspective, *Information Management and Business Review*, 5(12), 591-597.
- Herman, G.A., Malone, T. W., ve Crowston, K. (2003). *Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook* - MIT press Cambridge.
- Johnson P.F., Klassen R.D., Leenders M.R., ve Awaysheh, A. (2007). Utilizing e-Business Technologies in Supply Chains: The Impact of Firm Characteristics and Teams. *Journal of Operations Management*, 25, 255-1274.
- Kara K., Yalçın G. C., Simic V., Onden İ., Edinsel S., ve Bacanin N. (2024). A single-valued neutrosophic-based methodology for selecting warehouse management software in sustainable logistics systems, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 129.
- Kumar, K. (2001). Technology for supporting supply chain management: introduction- Communications of the ACM,- dl.acm.org
- Lerina, A., ve Maria, T. (2012). Assessing workflow ability of ERP and WfM systems for implementing business processes. *Information Systems Reengineering for Modern Business Systems: ERP, Supply Chain and E-Commerce Management Solutions*. Hershey, PA, USA: IGI Global.
- Li, C., ve He, Q. (2009). 2009 3rd International Conference on Anti-counterfeiting, Security, and Identification in Communication, IEEE.
- Lummus, R.R., Krumwiede, W. D., ve Vokurka, J. R. (2001). The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition, *Industrial Management ve Data Systems*, 101(8).
- Marquardt, W., ve Pantelides, C., (Ed.) (2006). Published by Elsevier B.V. Integration of supply chain management and logistics: development of an electronic data interchange for SAP servers Laureano Jimenez and Rail Munoz, 16th European Symposium on Computer Aided Process Engineering and 9th International Symposium on Process Systems Engineering
- Min, H. (2006). The applications of warehouse management systems: an exploratory study, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(2).
- Moeller, S., Fassnacht, M., ve Klose S. (2006). A Framework for Supplier Relationship Management (SRM), *Journal of Business-to-Business Marketing*, 13(4), 69-94.
- Moon, Y. B. (2007). Inderscience Enterprises Ltd. Enterprise Resource Planning (ERP): a review of the literature” *Int. J. Management and Enterprise Development*, 4(3).
- Nettsträter, A., Geißen, T., Witthaut, M., Ebel, D., ve Schoneboom, J. (2014). *Logistics Software Systems and Functions: An Overview of ERP, WMS,*

TMS and SCM System, Cloud Computing for Logistics, Michael ten Hompel, Jakob Rehof Oliver Wolf, Editörler.

- Öz, E. ve Baykoç, Ö. F. (2004). Tedarikçi seçimi problemine karar teorisi destekli uzman sistem yaklaşımı, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 19(3), 275-286.
- Popova, I., Abdullin E., Danilov, I., Marusin, A., Marusin, A., Ruchkina, I., ve Shemyakin, A., (2021). International conference of Arctic transport accessibility: networks and systems, Application of the RFID technology in logistics, 452-462.
- Ragowsky, A., ve Somers, T.M. (2002). Enterprise Resource Planning, Journal of Management Information Systems, 19:1, 11-15.
- Stefanou, C.J. (2001). A framework for the ex-ante evaluation of ERP software, European Journal of Information Systems, 10:4.
- Son, D. W., Chang, Y. S., Kim, N. U., ve Kim W. R. (2016). Design of Warehouse Control System For Automated Warehouse Environment, 2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics,
- Tan, H., Liu X., Li XX., ve Zhao, GO. (2014). Electronic Data Interchange on Logistics System Based on Embedded Linux, Applied Mechanics and Materials Online, 513(517), 2129-2132.
- Theiss A., Yena, D.C., ve Kub C-Y. (2005). Global Positioning Systems: an analysis of applications, current development and future implementations, Computer Standards & Interfaces 27, 89 – 100.
- White Paper (2008). Warehouse Control System: Orchestrating Warehouse Efficiency QC Software, Inc.
<https://og.mhi.org/media/members/27909/128962947941367422.pdf>
- X International Scientific Siberian Transport Forum Business's Transportation Management System Technology Adoption in Nakhon Pathom, Thailand Mahachai Sattayathamrongthian, Yingsak Vanpetch Transportation Research Procedia 63 (2022) 2449–2457.
- Verwijmeren, M. (2004). Software component architecture in supply chain management, Computers in Industry (53), 165–178.
- Zhao GQ., Xing T., ve Ren Y-C. (2010). Research on Embedded Extend Key Technology in Logistics Control Field, Computer Knowledge and Technology, 6(20), 5615-5617.
- Zeleny, M. (Ed.) (2002). Information technology in business. Piter, Saint Petersburg, 1120 p.

3. BÖLÜM

KİTLE KAYNAK LOJİSTİĞİ

Makber TEKİN¹
Nesrin KOÇ USTALI²

¹ Arş. Gör., Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, mtekin@atu.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-5817-2962.

² Arş. Gör., Akdeniz Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, nesrinkoc@akdeniz.edu.tr. ORCID No: 0000-0003-4217-4212

GİRİŞ

E-ticaretteki hızlı büyüme, özellikle son teslimat alanında perakende tedarik zinciri için önemli zorluklar ortaya çıkarmıştır ve artan müşteri siparişleri birden fazla kategoriye, küçük miktarlara ve yüksek sıklığa doğru kayda değer bir artış göstermiştir (Guo vd., 2019: 1). Aynı zamanda, hızlı teslimat için müşteri beklentileri sürekli olarak artmıştır (Ulmer ve Savelsbergh, 2020: 1113). Bu çerçevede, perakendeciler tarafından kullanılan ve genellikle teslimat için filolarına veya personeline güvenen geleneksel kendi kendine teslimat modu, bu gelişen taleplere uyum sağlamak zorlanmıştır (Wang vd., 2024: 1). Paylaşım ekonomisinin ortaya çıkması, bu çıkmazla mücadele etmek için yeni bir yol açmış ve perakendeciler, teslimat görevlerini toplumdaki geniş bir boşta taşıyıcı havuzuna dış kaynak olarak vererek ve uygun tazminat sunarak yetersiz teslimat kapasitesi sorununu etkili bir şekilde hafifletme ve böylece teslimat maliyetlerini azaltabilme imkanına ulaşmıştır (Pourrahmani ve Jaller, 2021: 1). Paylaşım ekonomisi, bireylerin online hizmetleri kullanarak mal ve hizmetleri erişime sunması, bunların talep eden bireyle paylaşılması esasına dayanmaktadır (Alzamora-Ruiz vd., 2020: 3). Paylaşım ekonomisinin lojistik alanında kullanımı Kitle Kaynak Lojistiği (KKL) sayesinde yaygınlaşmıştır (Saglietto, 2021: 32). KKL olarak bilinen bu yenilikçi dağıtım yaklaşımı, ağırlıklı olarak dijital çevrimiçi teknoloji platformları aracılığıyla perakendecileri toplumdaki taşıyıcı havuzuyla etkili bir şekilde birbirine bağlar, kaynak tahsisini optimize eder ve perakende sektöründeki genel teslimat verimliliğini artırır (Punel ve Stathopoulos, 2017: 18-19; Wang vd., 2024: 1).

KKL, son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır ve geniş bir potansiyle sahiptir. Çin'de şehir içi ekspres teslimat bilgi hizmeti ve perakende hizmeti sunan Dada firması KKL sayesinde yıllık cirosu 254 milyon RMB 'ye (Renminbi) ulaşmıştır. Firmanın günlük sipariş sayıları on milyona ulaşmaktadır. Bir diğer KKL şirketi olan 2015 yılında kurulan "Hummingbird Couriers", 3 milyon kurye ile ve 1 milyon iş ortağı ile birkaç yılda büyük bir platform haline gelmiştir. Günlük ortalama sipariş teslimatı 4,5 milyona ulaşmıştır (Wang vd., 2019: 1). KKL'de sunulan lojistik hizmetinin düşük maliyetli olması tüketici tarafından dikkat çekmesini sağlamıştır. Ayrıca yüksek getiri sağlaması da lojistik hizmet personelleri açısından avantajlı bir durumdur. Bu nedenle son yıllarda hem uygulama alanında hem de literatürde KKL önemli araştırma konularından olmuştur. Bu önemi hasebiyle kitabın bu bölümünde KKL'ye detaylıca yer verilecektir. KKL, son adım teslimat seçenekleri arasında yer almaktadır. Bu yüzden KKL'yi ele almak için ilk olarak son adım teslimat ve son adım teslimat yöntemleri anlatılacak daha sonra KKL tanımı, geleneksel

lojistik ile KKL'nin karşılaştırması yapılacak ve KKL uygulamalarına yer verilecektir.

1. Son Adım Teslimat

"Last Mile/Son Adım" teriminin kökeni, Kablo TV ve İnternet'in kurulduğu dönemlere dayanmaktadır. Terim, ağırlıklı olarak telekomünikasyon endüstrisinde kullanılmıştır ve bir ağın son kısmını ifade etmektedir (Lim vd., 2018: 309). Zamanla, iş dünyasının gelişimi ve tedarik zincirlerinin küreselleşmesi ile son adım terimi lojistik ve tedarik zinciri yönetimi (LSCM) alanında yaygın hale gelmiştir (Ha vd., 2023: 1142).

"Son adım teslimat" e-ticaret modellerinden olan Business to Consumer (B2C) yani firmadan tüketiciye modelinde müşterinin online sipariş ettiği kargosunun tercih ettiği varış noktasına taşındığı son aşama olarak tanımlanmaktadır (Risher vd., 2020:484; Toraman ve Öz, 2023: 107). Müşteri geleneksel alışveriş modelinde son aşamayı kendisi gerçekleştirir. Online alışverişte ise son adım teslimatın küçük kısmını gerçekleştirmekte ve buna "last-few-steps logistics" yani "son birkaç adım lojistik" denilmektedir (Risher vd., 2020: 484). Boysen vd. (2021), son adım teslimatı, kentsel alanlardaki bireysel müşteri hanelerine yapılan sevkiyatların teslimatına ilişkin tüm lojistik faaliyetleri kapsadığını belirtmiştir (Boysen vd., 2021: 2). Literatürde son adım teslimat, son adım lojistik, son km teslimat gibi ifadeler kullanılmakta ve hepsi tedarik zincirinin son halkası olan son aşamayı ifade etmektedir. Türkçe literatürde son adım teslimat ifadesinin yaygın kullanılmasından dolayı bu çalışmada da son adım teslimat kavramı kullanılacaktır.

Son adım teslimat e-ticaretin hızlı büyümesiyle yaygınlaşmıştır. 2019 yılında dünya genelinde etkisi görülen Covid-19 nedeniyle insanlar evden online alışverişini tercih etmeye başlamıştır (Guthrie vd., 2021: 1). (Toraman vd., 2023: 160) Hootsuite tarafından yayınlanan Digital 2021: Global Digital Overview raporuna göre online alışveriş yaparak ürün satın alan tüketici sayısı yaklaşık olarak 3,47 milyar kişidir. 2020 yılında küresel B2C e-ticaret pazarının toplam değeri yaklaşık 2,44 trilyon dolardır (Hootsuite, 2021). Pandeminin yaşandığı ilk yıl yani 2020 de ABD'deki e-perakende satışları %32 artmış ve pazar hacmi 792 milyar dolara ulaşmıştır (Statista, 2021). Almanya ve ABD'deki teslimat hacimlerinin önümüzdeki on yıl içinde (2025'e kadar) ikiye katlanabileceği ve sırasıyla yılda yaklaşık 5 milyar ve 25 milyar paket seviyesine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Duan vd., 2019: 137). Artan e-ticaretle beraber ürün teslimlerinde en çok kullanılan kara taşımacılık da artış göstermiştir. Küresel karbondioksit (CO2) emisyonlarının büyük bir kısmını taşımacılık sektörü (%25'ini) oluşturmaktadır ve en büyük pay karayoluna aittir (Nogueira vd., 2021: 1).

Son adım teslimatın artış göstermesi özellikle kentsel alanlarda olan tüketiciye kargolarının belirttikleri adreslere teslim edilmesi şehirde trafik yoğunluğuna, hava ve gürültü kirliliğine, trafik kazalarına ve sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmuştur (Mangiaracina vd., 2019: 902). Bu yüzden son adım teslimat tedarik zincirinin en pahalı, verimsiz ve kirletici aşamalarından biridir (Gevaers vd., 2011: 60). Son adım teslimatın tedarik zincirinin en maliyetli ve en verimsiz aşaması olmasına rağmen hizmet düzeyi açısından müşteriler tarafından çok fazla talep edilmekte ve müşteri memnuniyetini önemli ölçüde etkilemektedir (Lu vd., 2016: 107). Bu durum online alışverişin geleneksel alışverişe göre temasız olması, daha hızlı ulaşılabilir olması, ürün fiyatlarının kıyaslanabilir olması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Son adım teslimatın son yıllarda hem teorik hem de uygulama alanında çok fazla araştırıldığı ve bu yönde uygulamaların yapıldığı görülmektedir. Bu konunun öneme sahip olmasının başlıca nedenleri aşağıdaki gibidir (Boysen vd., 2021:2):

- Artan hacim: kentleşme ve e-ticaretin artışı son adım teslimat üzerinde önemli etkisi olan mega trendler arasında yer almaktadır. İnsanların kırsal alanlardan kentlere göçmesi sonucu kentleşmeler artmakta bu durum da nüfus yoğunluğunu etkilemektedir. Kentlerde artan nüfus yoğunluğu ve bunların online alışverişe yönelmesi son adım teslimatın yaygın kullanımını göstermektedir.
- Sürdürülebilirlik: Son adım teslimatın küresel karbon emisyonlarını arttırdığını, tedarik zincirinin en kirletici aşmalarından biri olduğu belirtilmektedir. Bu durum sürdürülebilirliği etkilemektedir. Son yıllarda sürdürülebilirliği önemseyen müşterilerin önemli talepleri ve hükümetin bu yöndeki düzenlemeleri, kargo hizmetlerini daha sürdürülebilir hale getirilmesini ve çevre dostu operasyonlar için gelişmelerin yapılmasını gerekli kılmaktadır.
- Maliyetler: Son adım teslimat tedarik zincirinin en maliyetli aşamasıdır. Özellikle teslim edilmeyen başarısız kargolar nedeniyle oluşan maliyetler ciddi orandadır. Bu nedenle ev dışında teslimatların olabileceği, müşteri tarafından daha erişilebilir olması kaydıyla oluşturulacak self-servis seçeneekli teslimat konseptleri maliyetlerin düşmesi açısından önemli gelişmeler olabilir.
- Zaman baskısı: E-ticarette müşterilerin ürün satın alırken satıcılardan beklediği önemli kriterlerden biri de kargolarının hızlı ve başarılı teslim edilmesidir. Bu sektördeki yoğun rekabet sonucu satıcılar rakiplerinden önde olmak için aynı gün veya bir sonraki gün teslimat şeklinde vaatlerde bulunmaktadır. Bu durumda son adım teslimatta zaman baskısı yaratmaktadır.

- Yaşlanan iş gücü: Sanayileşmiş ülkelerde iş gücü yaşlanmaktadır bu durum gerekli iş gücünü işe alma sorununu etkilemektedir. Paket teslimatları fiziksel güç gerektirmektedir ve düşük ücretle çalışma durumu söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle insan emeğine daha az ihtiyaç duyulan alternatif teslimat konseptleri gelecekte önemli gelişmeler arasında yer almaktadır. Kargo dolapları, teslimat kutuları, insansız hava araçları gibi teslimat seçenekleri insana duyulan ihtiyacı azaltmaktadır.

1.1. Son Adım Teslimat Yöntemleri

Son adım teslimat nedeniyle çevresel kaygıların artış göstermesi ve ticaret hacmi sonucunda artan paket hacimleri bunların daha düşük maliyetle ve başarılı teslimin sağlanması gibi nedenlerle son yıllarda birçok yenilikçi son kilometre teslimat yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu teslimat yöntemleri kendi içinde sınıflandırılmaktadır. Aşağıdaki tabloda son adım teslimat yöntemleri adrese teslim ve ev dışında teslim şeklinde sınıflandırılmıştır (Yılmaz vd., 2022:1078).

Tablo 1. Son Adım Teslimat Yöntemleri Sınıflandırması

	<i>Adrese Teslim</i>	<i>Ev Dışında Teslimat</i>
<i>Geleneksel Teslimat</i>	+	
<i>Tıkla ve Gel Al</i>		+
<i>Teslimat Noktası</i>		+
<i>PUDO</i>		+
<i>Kargo Dolabı</i>		+
<i>Drone ve Kara Robotları</i>	+	
<i>Araç içi veya bagaj teslimatı</i>		+
<i>Teslimat Kutusu</i>	+	
<i>Kargo Bisikleti</i>	+	
<i>Kitle Kaynak Lojistik</i>	+	

Kaynak: Yılmaz vd., 2022: 1078.

Tıkla ve Gel Al (Click and Collect-C&C)

Tıkla ve gel al teslimatı aslında fast food ürünlerinde uzun zamandır kullanılmaktadır. Perakende zincirde ise son yıllarda daha yaygın kullanılmaya başlanılmıştır (Yılmaz vd.2022: 1080). Tıkla ve gel al müşterinin fiziksel olarak mağazadan alışveriş yapmasına karşın müşterinin kendi satın alma zamanını yönetmesine olanak tanır. İlk olarak müşteri alışveriş yapmak istediği online siteyi ziyaret ederek ürününü seçer, satın alır ve ödemesini gerçekleştirir. Daha sonra ürün teslimi için teslimat noktası olarak seçtiği mağazanın adresine gider (bkz. Şekil 1) (Vyt vd., 2022: 1).

Müşteriler için online alışverişte önemli olan iki husus alışverişin hızı ve kolay olmasıdır. Bu nedenle firmalar müşteri taleplerini karşılamak için alışveriş kolaylığı sağlarlar. Seiders, Berry, and Gresham (2000), alışveriş kolaylığını; erişim kolaylığı, işlem kolaylığı, arama kolaylığı ve sahip olma kolaylığı şeklinde dörde ayırmıştır. Müşterinin aradığına kolay ulaşması, erişim kolaylığı; müşterinin istediği ürünü hızlı bir şekilde tanımlaması ve seçmesi arama kolaylığı; istediği ürüne kolayca sahip olabilmesi sahip olma kolaylığı ve ürünlerin satın alma ve iade süreçlerinin hızlandırılabilmesi, işlem kolaylığıdır (Seiders vd., 2000: 80). Tıkla ve gel al teslimat yönteminde sahip olma kolaylığı ürün arama kolaylığı içinde yer almaktadır. Çünkü müşteri sitede alışveriş gerçekleştirdiğinde hangi ürünün stokta olup olmadığını görebilmektedir. Fiziksel olarak mağazadan alışverişe göre C&C müşterinin istediği zaman ürünü online bir şekilde satın alıp sipariş etmesi ve siparişin mağaza personeli tarafından fiziksel olarak hazırlanmakta ve böyle arama ve toplama kolaylığı sağlanmaktadır. Adrese teslim yöntemiyle kıyaslandığında C&C daha fazla erişim kolaylığı imkanı sunmaktadır (Gielens vd., 2021: 159).



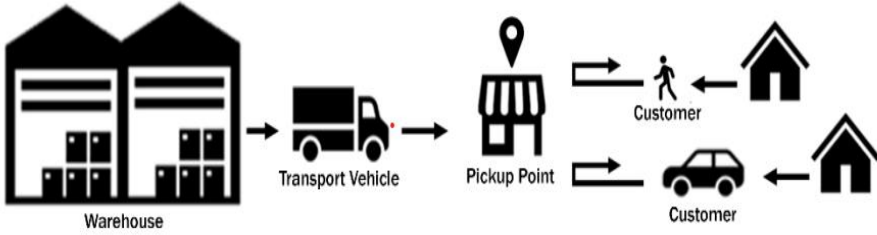
Şekil 1. Click and Collect

Kaynak: TIMFY, 2023.

Teslimat Noktası

Teslimat noktası yönteminde kargonun teslim edileceği yer genelde müşterinin kolay erişebileceği, ekspres şirketlere ait olan veya onlarla işbirliği yapan marketler, arsa mülkleri ve diğer kurumlardır. Kargo kurye tarafından taranır ve teslimat noktasına bırakılır. Teslimat noktasının en büyük avantajı birden fazla teslimata hizmet edebilmesidir. Bu durum operasyon verimliliği sağlayarak maliyet avantajı sağlar. Müşterinin kolay ulaşabileceği ve sıklıkla kullanılan alanlar tercih edilir (Wang vd., 2014:2). Yılmaz vd. (2022), teslimat noktasını aşağıdaki şekil üzerinden ele almıştır. Sipariş edilen ürün depodan yola

çıkarmak ve teslimat noktasına bırakılır. Müşteri sipariş ettiği ürünü aracıyla ya da yürüyerek teslimat noktasından bireysel olarak kendisi teslim alır (bkz. Şekil 2).



Şekil 2. Teslimat Noktası
Kaynak: Yılmaz vd., 2022.

Teslim Alma ve İade Etme (PUDO-pickup drop-off)

Click &Collect konseptinden geliştirilen teslim alma ve iade noktaları kavramdan da anlaşılacağı üzere müşteri bu teslimat yönteminde iade etmek istediği kargonun iadesini gerçekleştirebilmektedir. Teslim alma noktaları gibi genelde PUDO için seçilen yerler işlek, kolay ulaşılabilen ve kolayda olan yerlerdir. Ayrıca bu yerler uzun çalışma saatlerine sahiptir ve böyle müşterinin işlem kolaylığı avantajına sahiptir. Müşteri dilediği zaman PUDO noktasından kargosunu teslim alabilir ya da iade işlemlerini gerçekleştirebilir (PUDO için yaygın kullanılan görsel Şekil 3'te yer almaktadır). Online alışverişte müşteriler genelde ürünlere temas etmeden ve canlı görmeden aldığı için iade oranları fiziksel mağaza alışverişe göre daha yüksektir. Bu sebeple PUDO müşteriye bu kolaylığı sağlamaktadır (Iwan vd., 2016: 646 ; Kawa, 2020: 32; Yılmaz vd.2022: 1080).

PUDO'nun avantajları aşağıdaki gibidir (Iwan vd., 2016:646 ; Kawa, 2020:32; Yılmaz vd.2022: 1080):

- Bireyler konumlarından bağımsız olarak seçtikleri teslim yerlerinden kargolarını teslim alabilmektedir.
- Adres gizliliği: PUDO sayesinde kişisel adres paylaşma zorunluluğu ortadan kalkmaktadır.
- Hijyenik: kargolar PUDO'lara temas ve hijyen açısından dikkatle özen gösterilerek bırakılmaktadır. Kurye ile yüz yüze görüşme durumu ortadan kalkmaktadır.
- Takip sistemi: İlk siparişin verildiği andan itibaren kullanıcılar özel arayüz tasarımı sayesinde uygulama ve web sitesi üzerinden kargo takiplerini yapabilmektedir.

- Kayıp ve hırsızlığa karşı sigorta: PUDO'lar 7/24 takibi yapılabilecek kameralarla izlenilmektedir.
- Çevre dostu: Pudo POINT merkezlerindeki pudo'lara aynı anda birden fazla paket bırakılabilmektedir. Bu sayede teslimatlarda kullanılan araç sayısı azalmakta ve böylelikle karbon emisyonları azabilmektedir.



Şekil 3. PUDO
Kaynak: PUDO, 2024.

Kargo Dolabı (Parcel Lockers)

Literatürde kargomat, , akıllı paket dolabı ve kargo teslim dolabı şeklinde ifade edilmektedir. Kargo dolapları elektronik dolap sistemlerinden oluşmaktadır. Ayrıca bir tahsilat ücreti gerektirmemektedir ve teslimler kontrollü bir şekilde yapılmaktadır. Bu dolaplardan 7/24 teslimat alınabilmekte ve ürün iadeleri yapılabilmektedir. Online alışveriş gerçekleştiren tüketici teslimat yöntemiyle kargo dolabını seçmesiyle süreç başlar. Lojistik servis sağlayıcı tarafından kargo dolabı bırakılır ve müşteriye dolaptan ürünü almak için giriş yapması gereken şifre bilgileri mesaj veya mail yoluyla iletilir. Müşteri istediği zaman ürünü teslim alabilir ve süreç boyunca kargo durumunun takibin gerçekleştirebilir (Deutsch ve Golany, 2018: 252; Iwan vd., 2016: 648). Kargomatlar Türkiye’de PTT tarafından aktif olarak kullanılmaktadır (bkz. Şekil 4).



Şekil 4. Kargomat

Kaynak: Ptt, 2024, erişim tarihi:10.10.2024.

Dronelar ve Kara Robotları

Son yıllarda birçok alanda kullanılmaya başlanan dronelar özellikle son adım teslimat alanında da kullanımı yaygınlaşmıştır ve bu konu üzerine çalışmalar yapılmaktadır. DHL, Amazon ve Alibaba gibi firmalar tarafından kargo tesliminde kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Son adım teslimatta kullanılan drone'lar genellikle tek bir seferde sadece bir adet ve çok fazla ağır olmayan kargoyu taşımaktadır. Daha fazla kargo taşıma işlemlerinin gerçekleştirilmesi açısından üzerine aktif çalışmalar hala devam etmektedir (Boysen vd., 2021: 21).

Son adım teslimatta en çok kamyonlar kullanılmaktadır. Kamyonların fosil yakıtlı olması sonucunda hava kirliliği oluşmaktadır. Ayrıca kamyonlar trafik sıkışıklığına, dağınık park yerlerine, trafik kazalarına, daha yüksek teslimat maliyeti gibi birçok kara taşıtı sorunlarına neden olmaktadır (Eskandaripour ve Boldsaikhan, 2023: 2). Bu tarz ciddi sorunlar nedeniyle son adım teslimatta drone kullanımına yönelik ciddi bir araştırma söz konusudur. Dronelar, daha sürdürülebilir ve çevre dostudur (Yoo ve Chankov, 2018: 1216). Drone kullanımında teslimat maliyetleri daha düşüktür, daha hızlı teslimat gerçekleşmekte ve daha az insan müdahalesine ihtiyaç duyulmaktadır (Goodchild ve Toy, 2018: 66). Bu gibi özellikleri açısından son zamanlarda Amazon, Alphabet Wing, Walmart, UPS gibi birçok perakende şirketi, sürdürülebilir bir ulaşım yöntemi olarak drone teknolojisini kullanmaya yönelmiştir (Boysen vd., 2021: 21).

Dronelar aynı zamanda acil durumlar için ilk yardım malzemelerinin taşınmasında, aşı teslimatlarının yapılmasında, afet yardım operasyonlarında ve insanların sağlıklı şartlarda giremeyeceği alanlarda ve gıda teslimatında da kullanılmaktadır. Pandemiyle beraber birçok ülke drone ile teslimatına yönelmiştir ve e-ticarette yer alan büyük şirketler daha hızlı ve temasız olması nedeniyle bu teknolojiye yatırım yapmıştır (Garg vd., 2023: 2).

Starship Technologies, Robby veya Amazon Scout gibi pek çok işletme halihazırda teslimat robotları satmakta veya geliştirmektedir. İnsansız hava araçlarıyla karşılaştırıldığında, otonom teslimat robotları farklı avantajları ve dezavantajları vardır: Teslimat robotları daha yavaştır ama daha ağır gönderileri taşıyabilmektedirler. Droneların denetlenmesi gerekmektedir ve belirli bölgelerde izin sınırları vardır. Teslimat robotları için daha az güvenlik problemi vardır (Boysen vd., 2021: 21).

Araç içi veya bagaj teslimatı (In-Car Delivery)

Araç içine veya bagajına teslimi diğer teslimat yöntemleriyle süreç olarak benzerlik göstermektedir. Yeni bir teslimat yöntemidir. Burada müşterinin şehir içine park edilmiş aracına kurye tarafından kargo bırakılır. Aşamalar şu şekildedir (Halldórsson ve Wehner, 2020: 5; Hepp, 2018: 16; Yılmaz vd., 2022: 1083):

- Müşteri bu teslimat yöntemi için kayıt işlemlerini gerçekleştirir,
- Bu yöntem için tasarlana mobil uygulama telefona indirir ve aracını hazır duruma getirir,
- Teslimatın gerçekleştirilebilmesi ve kuryenin aracının konumu bulabilmesi için araca kit yerleştirilir. Bu kit sayesinde kurye araç konumunu bulabilir,
- Kargo teslimatı gerçekleştirildikten sonra SMMS yoluyla müşteriye bilgi verilir.

Araç içine veya bagajına teslim yöntemi Amazon tarafından kullanılmaktadır. Amazon, Volvo On Call veya OnStar aboneliği olan Volvo ve GM araç modellerine sahip olanlar için kargo paketlerini doğrudan aracın bagajına teslim edebilmektedir. Amazon bu hizmeti Amazon Key olarak adlandırmaktadır.

Teslimat /Kargo Kutusu

Teslimat kutusu müşterinin evinin dışında kurulan sabit bir kutudur ve kutu için bir anahtar ya da elektronik kod kullanılmaktadır. Kargo kutusu ise teslimatı gerçekleştiren şirkete aittir. Kargo kutusuna kargolar dağıtım deposunda yerleştirilir ve ardından sabit bir kilitleme cihazı ile geçici olarak müşterinin evine sabitlenir (bkz. Şekil 5) (Deutsch ve Golany, 2018: 252). Kargo kutusundan müşteri tarafından ürün alındıktan sonra lojistik servis sağlayıcılar bir sonraki

teslimat için kutuları geri alır. Bu kutular müşterinin evde bulundurmasını gerektirmez ve evin yakınına sabittirler. Teslimat/Kargo kutularının avantajları arasında; teslimat noktası ve PUDO'da olduğu gibi müşteri herhangi bir ekstra seyahat etme durumu söz konusu değildir ve başarısız teslimatlardan nedeniyle oluşan seyahat, maliyetler, CO2 emisyonu, trafik ve kirliliği gibi sorunlar gerçekleşmemektedir (Yılmaz vd., 2022: 1082).



Şekil 5. Teslimat/Kargo Kutusu

Kaynak: PinPod Hi markasına ait kargo kutuları (Cave Innovations, 2024).

Kargo Bisikleti

Kentleşmenin ve e-ticaretin artması sonucunda şehir içinde çok fazla trafik sorunları yaşanmaktadır. Kargo teslimatları için yaygın olarak kullanılan karayolu taşımacılığı çok fazla karbon emisyonuna neden olmaktadır. Bu nedenle kentsel alanlarda daha sürdürülebilir kalkınmaya ihtiyaç duyulmakta, daha çevre dostu ulaşım sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Kargo teslimatlarındaki karbon emisyonuna neden olan araçlar yerine alternatif yakıtlı araç kullanımı son zamanlarda sektör yöneticileri tarafından gündeme getirilmektedir (Papaioannou vd., 2023: 403). Özellikle nüfus yoğunluğunun ve trafik yükünün daha yüksek olduğu şehir merkezleri için alternatif teslimat yöntemleri araştırılmaktadır. Kargo bisikletleri tamamen manuel, elektrikli veya hem manuel hem elektrikli şeklinde olan yaygın olarak kullanılan teslimat araçlarıdır. Kargo bisikletlerinin diğer araçlara göre avantajlı durumları söz konusudur. Örneğin erişimi zorlu olan ve park alanın sınırlı olduğu teslimat yerlerine kullanımı çok daha kolaydır. Ancak kapasiteleri diğer araçlara göre sınırlı olduğu için gün içinde birkaç yeniden kargo teslim alıp teslimat yapmaları gerekmektedir (Boysen vd.2021: 14) .DHL, İngiltere'de hafif ve küçük olan kargolar için kargo bisikleti kullanmaya başlamıştır (DHL,2021). (bkz Şekil 6).



Şekil 6. Kargo Bisikleti

Kaynak: DHL, 2021.

Kitle Kaynak Lojistiği

KKL’de son adım teslimatta müşterilere teslim edilecek siparişleri için yerel kaynaklardan faydalanma durumu söz konusudur (Yılmaz vd., 2022: 1080). Bu teslimat yönteminde taşıma veya teslimat işlemleri genellikle lojistik profesyoneli olmayan kişiler tarafından daha düşük ücretler karşılığında gerçekleştirilmektedir (Dündar, 2021: 512). KKLnde hem adrese teslim hem de ev dışında teslim olabilmektedir. Çalışmada KKL ele alındığı için aşağıdaki başlıkta daha detaylı ele alınacak ve sektör uygulamalarına yer verilecektir.

2. Kitle Kaynak Lojistiği

KKL/teslimatı modeli ilk olarak 2006 yılında Howe (2006) tarafından “Wired” dergisinde gündeme getirilmiştir (Li vd., 2020: 92615). Çin Halk Cumhuriyetinin ulusal ekonomi ve sosyal gelişimi için yaptığı On Dördüncü Beş Yıllık Planını başarmak için reformların genişletmesi, piyasa faaliyetlerinin verimliliğinin artırması ve ekonomik büyüme için yeni bir ivme yaratması gerekmektedir. Bu planda ulusal ekonominin iyileştirilmesinde lojistik sektörünün gelişimi önemli görülmüştür. 1 Mart 2020 tarihinde Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu tarafından “Lojistik Sektörünün Yüksek Kalitede Gelişimini Sağlama ve Güçlü Bir İç Pazar Oluşumunu Teşvik Etme Üzerine Görüşler” başlıklı bir çalışma belgesi dağıtılmıştır. Bu belge sayesinde lojistik sektörü için olumlu bir işletme ortamı yaratılmıştır. Böylece son adım teslimatta

gerçekleşen geleneksel teslimat modeli kitle kaynak kullanımı fikriyle genişletilmiştir (Pan vd., 2023: 1).

Rai vd., (2017), KKL için kapsamlı bir tanım oluşturmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda KKL: "*Belirli bir zaman ve/veya mekân açısından serbest kapasiteye sahip, tanımlanmamış ve dış bir kitle ile lojistik hizmetlerine yönelik arz ve talebin eşleştirildiği, bilgi bağlantısı sağlayan bir pazar yeri konsepti*" olarak tanımlanmıştır (Rai vd., 2017: 38). Kitle kaynağından faydalanma yeni bir fikir değildir. İngiliz matematikçi ve mühendis Charles Babbage, 19. yüzyılda astronomik tabloların hesaplanmasında 'kitle'den yardım almıştır. Bu kavramın son yıllarda popüler hale gelmesinde bilgi ve iletişim teknolojileri rol almaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle kitle kaynağından faydalanmak, iletişime geçmek, yönlendirmek ve takip etmek büyük ölçüde kolaylaşmıştır. Ayrıca kitle kaynak kullanımına yönelik birçok çevrimiçi platform oluşturulmuştur (Mladenow vd., 2015: 2).

KKL ve paylaşım ekonomisi arasında önemli bir ilişki olduğu belirtilmektedir. "*Paylaşım ekonomisi, mülkiyet devri olmadan bilgi teknolojisi aracılığıyla mal ve hizmetlerin başkalarıyla paylaşımı, değişimi veya kirlanması*" için kullanılan kapsamlı bir kavramdır. Paylaşım ekonomisi sayesinde işlem maliyetleri azalmaktadır ve mal ve hizmetlerin kullanım oranını artırarak verimliliği ve etkinliği sağlar (Taeihagh, 2017: 2). Paylaşım ekonomisi, lojistik sektöründe de kullanılmaktadır. Bu durum lojistik değer zincirinin tüm aşamalarında paylaşımı içermektedir. Lojistik süreçlerdeki paylaşım ekonomisi; risk sorumluluğu, sigorta, şeffaflık ve süreçlerdeki iş gücünün korunmasıyla ilgili paylaşımları kapsar. Örnek vericek olursak; Kullanılan müşteri depolarının durumlarına göre paylaşımli kullanım yapılmaktadır ve faturalandırma işlemi gerçekleştirilmektedir (Saglietto, 2021: 32). Paylaşım ekonomisinin artan bir kullanımı söz konusudur. Brookings Enstitüsü'nün yaptığı bir araştırmaya göre mevcut paylaşım ekonomisinin 2014 yılında 14 milyar dolar olan payının 2025 yılına kadar 335 milyar dolara çıkacağı tahmin edilmektedir (Yaraghi ve Ravi, 2017: 3). Paylaşım ekonomisinin lojistik alanında artan kullanımı lojistiği daha önemli bir hale getirecektir bunu da kitle lojistiğiyle gerçekleştireceği belirtilmektedir (Saglietto, 2021: 32).

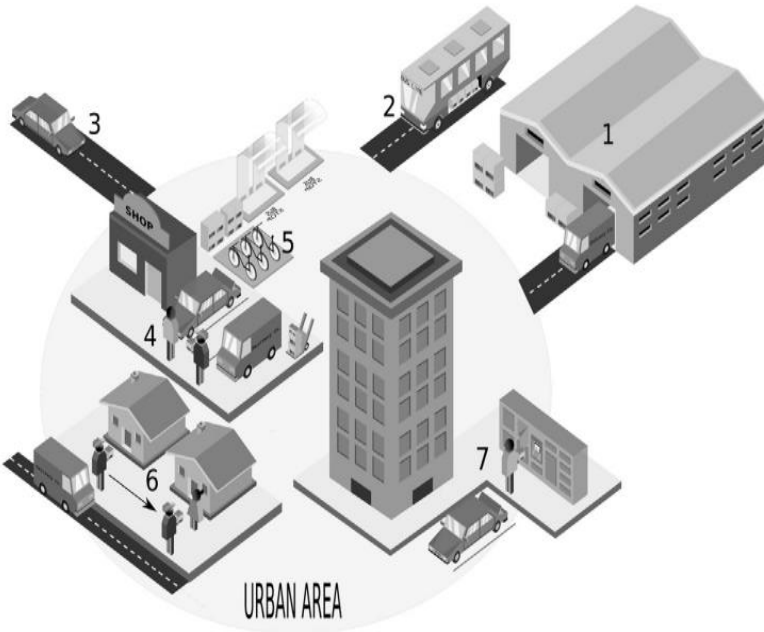
Kitle kaynak teslimatı, şirketin kendi içinde gerçekleştirebileceği teslimat bir grup insana (kitleye) açık bir çağrı sunularak kitle tarafından kabul edilmesiyle gerçekleşir. Şirket dışındaki insan kaynakları ve ulaşım araçları kullanıldığı için maliyet avantajı sağlamaktadır (Li vd., 2020: 92615; Mladenow vd., 2015: 2). KKL B2C e-ticaret modelinde son adım teslimatlarda uygulanması umut verici bir seçenek gibi görünmektedir. Çünkü hem verimlilik hem de etkinlik açısından çok yüksek performanslara ulaşmayı sağlayacağı belirtilmektedir Ayrıca kitle

kaynaklı teslimatların geleneksel teslimatlara göre daha az CO2 emisyonuna neden olmaktadır (Seghezzi vd., 2021: 458). Bu yüzden son yıllarda sektör ve akademisyenler tarafından araştırılmaktadır.

Kitle kaynak kullanımı için belirlenen adımlar aşağıdaki gibidir (Mladenow vd., 2015: 2):

- Problemi yayınlanması,
- Kitle kaynak kullanıcılarına ulaşılması,
- Bu kullanıcılarla etkileşime geçilmesi,
- Görevlerin yerine getirilmesi,
- Faaliyetlerin koordine edilmesi,
- Yaklaşımların ve çözümlerin raporlanması,
- Problem açıklamasına ilişkin sonuçların sağlanması ,
- Ödemelerin gerçekleştirilmesidir.

Sampaio vd., (2018), KKL'yi detaylı bir örnekle açıklamışlardır (Sampaio vd., 2018: 386):



Şekil 7. Şehir Lojistiğinde Kitle Kaynak Kullanımı

Kaynak: Sampaio vd., 2018: 386.

Şekil 7'de şehir lojistiğinin kitle kaynaktan faydalanarak nasıl (yeniden) organize edilebileceğini ve profesyonel hizmetlerle kaç farklı faaliyetin

gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Yazar adımları aşağıdaki gibi açıklamıştır;

Şehrin dışında yer alan bir dağıtım merkezi siparişleri şehir merkezine taşımak ve gerekli yerlere teslim etmek için (1) hem kendi bünyesindeki profesyonel teslimat araçlarını hem de şehirler arası otobüsler gibi toplu taşımadaki boş kapasiteyi (2) kullanabilir. Şehir merkezinde kendi aracıyla seyahet eden (3) işe giden bireyler yani 'kitle' de bu mal akışı sürecine dahil edilebilir. Profesyonel bir teslimat şirketi kitle kaynağını değerlendirerek günlük hayatında iş rutininde yolculuk yapan kişiyi (4) güzergahına yakın bir konuma kargo teslimi yapması için görevlendirebilir. Ayrıca yolculuk yapan bu bireyler şehir içindeki bisikletleri kiralayarak (indirimli olmak şartıyla) da teslimatı gerçekleştirebilir (5). Komşular (6) alıcı adına süreci kolaylaştırmak amacıyla kargoları teslim alabilir, depolamaya ve teslim etmeye gönüllü olabilirler. Son olarak da şehrin işlek farklı bölgelerine veya büyük sitelere teslimat kutuları (7) yerleştirilir ve ürünler teslim edilerek başarısız teslimatın önüne geçilebilir (Sampaio vd., 2018: 386; Dündar, 2021: 513).

KKL'de çeşitli teslimat modelleri bulunmaktadır. Seghezzi vd., (2021), kitle kaynak teslimat modellerini aşağıdaki tablodaki gibi sınıflandırmış ve bu modellerin sağladığı avantajları göstermiştir.

Tablo 2. Kitle Kaynak Teslimat Modelleri

Kitle kaynak teslimat modeli	Kitle kompozisyonu	Temel avantajları
1. Ücretsiz teslimatlar	Arkadaşlar veya tanıdıklar	Sosyal, Çevresel
2. Topluluk teslimatları	Topluluk üyeleri	Sosyal, Çevresel
3. Hibrit teslimatlar	Çalışanlar	Ekonomik
4. Özel filo teslimatları	Çalışanlar	Ekonomik, Etkinlik

Kaynak: Seghezzi vd., 2021: 459.

Birinci modelde teslimatı yapmaya gönüllü olan kişi kendi arkadaşlarına veya tanıdıklarına paket teslimi yapmakta ve bu genellikle ücretsiz olmaktadır. Gönüllü kişinin normal rotasından sapma yapmaması ya da çok az sapmaların olması söz konusudur. İkinci modelde genellikle bir grup topluluk üyesine yapılan paket teslimatları söz konusudur. Örnek olarak kütüphaneye çok sık gidenler arasında kitap teslimi ya da üniversite arkadaşları arasında paket teslimi gösterilebilir. İki model de hem sosyal hem de çevresel açıdan çok fayda sağlamaktadır. Ücretsiz olması KKL girişimleri karşılıklı ve topluluk oluşturma değerine dayandığı için sosyal açıdan başarılı olabilmektedir. Taşıma ve teslimat için daha az araç kullanımı da çevre açısından faydalıdır (Seghezzi vd., 2021: 459).

Üçüncü model ise B2C (işletmeden tüketiciye) e-ticarette kitle kaynaklı yerel teslimat modelidir ve geleneksel ve kalabalık kaynaklı teslimatları birleştiren "hibrit" bir çözüm olarak sunulmaktadır. B2C e-ticaretinde yer alan kişi kendi bünyesinde olan araç filosunu uygun bir ücret karşılığında gönüllü olarak ara sıra teslimat yapan bir grup sürücü ile entegre etmektedir. Bu gönüllü sürücüler genelde küçük miktarlardaki kargoları teslim ederler ve kendi rotalarından sapmazlar. Geleneksel teslimata göre daha ekonomiktir. Son olarak dördüncü teslimat modeli olan özel filo teslimatları ise literatürde daha az araştırılmıştır. Bu modelde merkezi olarak koordine edilen ve optimize edilen bir grup sürücüdendir oluşan geçici bir filo oluşturulması söz konusudur. Bu operasyonlar, daha yüksek kapasiteye sahip taşıma araçlarının doluluk oranına ulaşmak gibi yüksek verimlilik sağlanması için yapılır (Seghezzi vd., 2021: 459).

3. Geleneksel Lojistik ile Kitle Kaynak Lojistiğinin Karşılaştırması

İnternet teknolojisi ve geleneksel lojistik operasyonel modellerini birleştiren yeni bir endüstri türü olan KKL (Zhang vd., 2024: 2), geleneksel lojistik ve dağıtım modellerinden farklı olarak, profesyonel lojistik şirketlerine veya dağıtım firmalarına dayanmamaktadır, bunun yerine dağıtım görevlerini, topluluktaki bireyler veya küçük lojistik şirketleri tarafından tamamlanan bir internet platformu aracılığıyla gerçekleştirmektedir (Li, 2023: 144). Böylece geleneksel lojistikle karşılaştırıldığında, KKL dağıtım verimliliğini artırabilir, boşta kalan sosyal lojistik kaynaklarını etkili bir şekilde kullanabilir, lojistik maliyetlerini azaltabilir ve daha yüksek sosyal ve çevresel faydalar sağlayabilir (Xiao ve Ke, 2024: 1-2). Bununla birlikte KKL yalnızca lojistik ve dağıtımın verimliliğini artırmakla ve lojistik maliyetlerini düşürmekle kalmaz aynı zamanda daha fazla iş yaratabilir ve ekonomik kalkınmayı teşvik edebilir (Li, 2023: 144). Ayrıca, bu model toplumdaki çalışmayan insanları tam olarak organize edebilir ve atıl kaynakların etkili bir şekilde kullanımını sağlayabilir (Li, 2023: 144; Wang, 2024: 51).

KKL'de dağıtım rotaları çeşitli olabilmekte ve teslimatlar yürüyerek, bisikletle, motosikletle veya arabayla yapılabilmektedir (Li, 2023: 144). Böylece geleneksel lojistik dağıtım moduyla karşılaştırıldığında, ürünleri toplamak ve göndermek için harcanan zamanı etkili bir şekilde azaltabilmektedir (Liu vd., 2019: 2). Bununla birlikte KKL'de, sipariş hacimlerine ve müşteri gereksinimlerine göre ayarlanabilen esnek teslimat süreleri, hizmet verimliliğini ve kalitesini arttırmaktadır (Li, 2023: 144). KKL'de, insanlar daha fazla seçim özgürlüğüne sahiptir ve dağıtım modeli daha fazla ücret karşılığında daha fazla iş ve daha az ücret karşılığında daha az iş temel kavramını takip etmektedir. Bu nedenle, teslimat personeli daha fazla paket teslim ederek kar elde etmek için

teslimat verimliliğini artırma eğilimindedir. Dolayısıyla geleneksel lojistik dağıtım personelinin aksine, dağıtımın ana gövdesi tüm görevleri tamamlayan kişidir ve ne kadar çok görev tamamlanırsa o kadar fazla ücret alır ve kendi zamanına göre makul düzenlemeler yapabilir ve daha fazla özgürlüğe sahiptir (Li, 2023: 144).

Geleneksel lojistik yöntemlerinden farklı olarak KKL, başlangıçta işe alınan çalışanlar tarafından gerçekleştirilen lojistik teslimat görevlerinin toplumdaki boşta kalan iş gücüne devretmesini içerir (Wang, 2024: 51). Böylece şirketler geleneksel ekspres kuryeler tarafından sunulan pahalı hizmetler için ödeme yapmak zorunda kalmaz, çünkü daha düşük bir ücret kabul edebilecek çok sayıda insan bulunmaktadır (örneğin öğrenciler, işsizler) (Seghezzi vd., 2021: 457). Ayrıca KKL’de, teslimat personeli teslimat siparişlerini kendi koşullarına göre özgürce seçebildiğinden dolayı teslimat maliyetlerini azaltabilir. Bu nedenle geleneksel lojistikle karşılaştırıldığında, KKL’de dağıtımın insan gücü maliyetleri açısından bir avantajı vardır (Li, 2023: 144). Ayrıca atıl kapasitenin kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Wang, 2024: 51).

Geleneksel lojistiğin artan ölçeği, karmaşıklığı ve performansı, çevresel kirliliğe, artan kentsel sıkışıklığa, enerji kullanımına ve maliyetlerle yol açmaktadır. Bu noktada bireylerin sabit lojistik kaynaklarından yararlanan KKL, bireyler ağı aracılığıyla yerel ve küresel ekonomilere fayda sağlayabilir, sera gazı emisyonlarını azaltabilir ve lojistik altyapısına yeni yatırım ihtiyacını azaltabilir (Carbone vd., 2017: 248). Bununla birlikte KKL, trafik sıkışıklığı sorununu hafifletmeye ve karbon emisyonlarını azaltmaya yardımcı olabilir (Cao vd., 2022: 2507).

Tüm bunlara ek olarak geleneksel lojistik ile KKL arasındaki farklar, (Carbone vd., 2017) tarafından dünya çapında 57 KKL firmasının web sitelerinin incelenerek geleneksel iş lojistiğine kıyasla KKL’nin temel ayırt edici özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada incelenmiştir. Stratejik, organizasyonel ve operasyonel seviyede belirlenen özellikler ve bunların karşılaştırmaları Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tablo 3. Geleneksel Lojistik ve Kitle Kaynak Lojistiği Arasındaki Farklar

Seviye	Geleneksel Lojistik	Kitle Kaynak Lojistiği
Aktörler	İşletmeler	Kitle
Stratejik Seviye	Ekonomik	Çok Yönlü
Motivasyon	Büyük	Küçük
Ölçek	Konsolide	Simbiyoz
Felsefe		

Organizasyonel Seviye	Düzenleme	Merkezleştirilmiş	Dağıtılmış
	Platformun İşlevi Faaliyetler Beceriler	Fiziksel Geniş Kapsamlı Profesyonel	Piyasa Arabuluculuğu Temel Amatör
Operasyonel Seviye	Varlıklar	Özel	Genel
	Prosedürler Bilgi Sistemi	Standartlaştırılmış Yazılım	Özel Platformlar ve Uygulamalar
	Performans Ölçümü	Nicel (Key Performance Indicator/ Temel Performans Göstergeleri)	Nitel (Yıldızlar ve Beğeniler)

Kaynak: Carbone vd., 2017: 242.

Stratejik seviyede, kitle lojistiği girişimleri kitledeki bireyler arasında ilişkiler kurmaktadır ve lojistik faaliyetlerini gerçekleştirmelerine izin vermektedir. Bu tür girişimler, ilgili kişiler, ücretler veya reklam geliri yoluyla bağlantı platformu için açık bir ekonomik fayda sunmaktadır. Bununla birlikte çoğu zaman girişimler, tarafların girişime katılmaları için çok boyutlu motivasyonları ele alarak çevresel ve sosyal faydalar gibi diğer ekonomik olmayan faydalar da sağlamaktadır. KKL, mobil teknolojiler aracılığıyla bağlı bireylere dayanır ve odak noktası küçük ölçekli operasyonlardır. Genel olarak, KKL felsefesi, lojistik varlıkları ve yeteneklerini lojistik ihtiyaçlarıyla eşleştirerek tarafları bir simbiyotik ilişkiler ağında bir araya getirmektedir. Yani KKL, hareket halindeki insanlarla taşınan şeylere ihtiyaç duyan insanları birbirine bağlamaktadır. Bu nedenle KKL, varlıkların verimsiz kullanımını en aza indirmeye ve atıl kapasiteden yararlanmaya çalışır (Carbone vd., 2017: 242; Dünder, 2022: 731).

Organizasyonel seviyede, akışlar esas olarak göndericinin seçimine veya platform tarafından atamaya dayalı olarak, tarafları eşleştirmeyle planlanır. Platformlar esas olarak, arz ve talep için açıklamalar, yerleştirmeler ve derecelendirmeler sunarak akışların dağıtımını kolaylaştıran bir piyasa arabuluculuğu işlevini yerine getirir. Çoğu KKL girişimi, esas olarak nakliye veya depolama olmak üzere temel lojistik hizmetleri sunmaktadır ve bunları gerçekleştirmek için, amatör lojistik becerileri olan kişilerle çalışmaktadır (Carbone vd., 2017: 242; Dünder, 2022: 731).

Operasyonel düzeyde, KKL esas olarak genel, spesifik olmayan varlıklara dayanmaktadır. Bu varlıklar temel olarak bisiklet, araba, kamyon gibi çeşitli araçlardan veya evinizin herhangi bir parçası, çatı katı, bodrum, garaj, açık bir alan gibi herhangi bir potansiyel depolama alanından oluşabilmektedir. KKL,

duruma göre çalışır, yani doğrudan ve özelleştirilmiş hizmetler sunar; standart paketleme ve nakliye siparişleri zorunlu değildir. Hizmetler, örneğin sevkiyat ayrıntılarına ve mevcut sürücülere bağlı olarak geçici olarak teslim edilir. Tüm bunlar için kullanılan bilgi sistemleri akıllı telefon uygulamaları ve İnternet platformlarıdır. Lojistik hizmet performansının nitel değerlendirmesi ise bireylerin birbirlerine bıraktığı puanlara veya yıldızlara dayalı derecelendirme sistemlerine dayanır ve bu tür derecelendirme sistemleri, güvenilir taraflara yüksek görünürlük sağlayarak ve topluluktan dışlanacak bireyleri belirleyerek güvenilirlik veya profesyonel risklerinin üstesinden gelmeye potansiyel olarak yardımcı olmaktadır (Carbone vd., 2017: 242; Dündar, 2022: 731).

4. Kitle Kaynak Lojistiğin Faydaları ve Zorlukları

Hizmetlerinin arz ve talebini karşılamak için internet platformunu kullanan KKL, internet çağında sosyal boşta lojistik kaynaklarını etkinleştirmek, çevresel değişikliklerle etkili bir şekilde başa çıkmak ve kentsel son mil teslimatı için uygulanabilir bir çözüm sağlamak için yeni bir organizasyon formu haline gelmiştir (Xiao ve Ke, 2024: 1-2). Böylece lojistik endüstrisinde, kitle kaynaklı kaynak kullanımı, lojistik işletmelerinin sürdürülebilir gelişimi için yeni bir fikir sunar ve bu nedenle lojistik işletmelerinin sürdürülebilir gelişiminin anahtarı olarak görülmektedir (Li vd., 2020: 92615).

Lojistik hizmetlerinin bir aktör kitlesine dış kaynak kullanımıyla verilmesini ifade eden KKL'nin en temel amacı, tüm paydaşlar ve hissedarlar için ekonomik faydalar sağlamaktır (Mehmann vd., 2015'ten akt. Riccardo, 2015: 31). KKL ile kaynaklar etkili bir şekilde entegre edilebilir ve dağıtım maliyetleri düşürülebilir; kırsal kesimdeki bazı işsizler yarı zamanlı teslimat görevlileri olmak için gönüllü olabilir, böylece geleneksel sözleşmeli çalışanlarla karşılaştırıldığında, işletmeler insan kaynakları maliyetlerinin bir kısmını bu şekilde kurtarabilir; dahası yoğun lojistik dönemlerinde, kullanılmayan insan sermayesi, lojistik ağları üzerindeki baskıyı etkili bir şekilde hafifletmeye ve envanter birikimini azaltmaya yardımcı olabilir (Wang, 2024: 51). Dolayısıyla KKL, iç ve dış kaynakları daha etkili bir şekilde entegre edebilir ve lojistik işletmelerinin kitle kaynaklılık yardımıyla sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmasına yardımcı olabilir (Li vd., 2020: 92616).

Zhang (2022) tarafından yapılan bir araştırmada KKL'nin sağladığı faydaların esas olarak toplum, ekonomi ve çevre olmak üzere üç alanda yoğunlaştığı belirtilmiştir (Zhang, 2022: 646):

Toplum Açısından: Kitle kaynak kullanımı, işgücünün önemli bir kısmı için hayati bir istihdam yolu olarak ortaya çıkmıştır ve yaygın toplum katılımı yoluyla hizmet iyileştirmesine katkıda bulunduğu ulaşım da dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde önem kazanmıştır (Agboola ve Tunay, 2023: 1). Lojistikte kitle

kaynaklı kaynak kullanımı, verimliliği ve müşteri memnuniyetini artırarak sektörde devrim yarattığı kabul edilmektedir (Zhang vd., 2024: 2-3; Li, 2023: 145). Sosyal açıdan bakıldığında KKL, tam zamanlı bir iş bulmakta zorlanan veya ekstra para kazanmak isteyen kişiler için istihdam fırsatları sağlamaktadır (Cao vd., 2022: 2507-2508). Bununla birlikte Mckinnon (2016), KKL'nin insanlara sosyal ağı kendi faydaları ve toplumun daha büyük iyiliği için kullanarak işbirliği yapmaları ve kaynaklarını paylaşmaları için bir platform sağladığını belirtmiştir (Mckinnon, 2016: 2).

KKL'nin sosyal açıdan faydalarını ele alan benzer çalışmalarda, KKL'nin bireyleri şirketlerle bağlayabileceği ve toplumdaki insan kaynaklarını ve yetenekleri kullanabileceği (Carbone vd., 2017: 248) ve toplumun zaman ve becerilerini paraya dönüştürebileceği ek olarak da iş yüklerini ve gelirlerini esnek bir şekilde ayarlayabileceği ifade edilmiştir (De Groen ve Maselli, 2016: 11).

Ekonomik Açıdan: En temel şekilde değerlendirildiğinde, KKL'nin geleneksel lojistiğe göre açık ekonomik avantajları vardır, çünkü maliyetleri düşürebilir ve karları artırabilir (Wang vd., 2016: 280). Öyle ki Botsman (2014), KKL şirketlerinin depolara, filolara veya kiralık sürücülere ihtiyaç duymadığını, bunun da geleneksel lojistik şirketlerine kıyasla maliyetlerin çok daha düşük olduğu ve daha fazla pazar payı alma eğiliminde oldukları anlamına geldiğini öne sürmüştür (Zhang, 2022: 646).

Diğer taraftan tedarik zincirindeki toplam maliyetin çok yüksek bir oranını oluşturan son mil dağıtımında, KKL ile teslimat görevlerini tamamlamak için vatandaş çalışanları kullanmanın maliyetleri ve paket teslim süresini etkili bir şekilde azaltabileceği tespit edilmiştir (Wang vd., 2016: 279). Başka bir ifadeyle KKL, lojistik hizmet sağlayıcılarının teslimat talebi dalgalanmalarını ele almasına, kendi kendine ait teslimat araçlarının sayısını azaltmasına, işletme maliyetlerini düşürmesine ve son mil teslimat hizmetini iyileştirmesine yardımcı olmaktadır (Li vd., 2023: 1). Böylece KKL, işletmelerin son mil teslimatı için lojistik maliyetlerini azaltmalarını sağlar. Örneğin KKL, Kuzey Amerika'da Kara Cuma, Çin'de Double Eleven gibi özellikle belirli e-ticaret promosyon dönemlerinde e-ticaret lojistiğine olan artan talebi karşılamaya yardımcı olur. Sabit maliyetlerden tasarruf etmenin yanı sıra, yarı zamanlı sürücüler her zaman ve her yerde çalışabilir ve teslimat sürecine esneklik katmaktadır (Cao vd., 2022: 2507-2508).

KKL, tek bir lojistik şirketinin tek başına yönetemeyeceği veri toplama ve kaynak bütünleştirme hizmetlerini sağlamak için ağları veya mobil terminalleri kullanır böylece dağıtım ekspres teslimat taleplerini mevcut kaynaklarla verimli bir şekilde eşleştirir (Liu vd., 2024: 3). Dolayısıyla "İnternet + lojistik" yaklaşımıyla büyük veri, bulut bilişim ve lojistik dağıtımı sayesinde teslimat

verimliliğini etkili bir şekilde artırmak ve teslimat süresini azaltmak mümkün olmaktadır (Li, 2023: 145).

Lojistik sektörünün hızla gelişmesiyle birlikte müşteriler teslimatların dağıtımının hizmet kalitesine ve verimliliğine giderek daha fazla dikkat etmektedir. KKL, toplumun atıl kaynaklarını, arz ve talebi karşılamak için kullanarak ve mevcut insan kaynaklarından ve kendine ait araçlardan yararlanarak ürünlerin dağıtımının verimliliğini ve esnekliğini artırmaktadır (Zhang, 2022: 643). Böylece KKL, mobil uygulamalar ve çevrimiçi platformlar aracılığıyla insanların atıl kaynaklarını ve yeterince kullanılmayan lojistik kapasitesini kullanmaktadır (Zhang, 2022: 644-645; Li, 2023: 145). Böylece KKL, mevcut ulaşım kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanarak yük taşımacılığı verimliliğini artırmakta ve hem bireylerin hem de küçük işletmelerin lojistik endüstrisine katılmaları için fırsatlar sağlamakta dolayısıyla da yeni gelir kaynakları yaratmakta ve ekonomik büyümeyi arttırmaktadır (Hu vd., 2024: 5).

Lojistik işletmelerinin, örneğin her köye sözleşmeli çalışanları ile dağıtım yapması zordur, yarı zamanlı teslimat görevlileri ise ilçelerin dört bir yanındaki köylerden gelir ve dağıtım için kendi ulaşım araçlarına sahiptir. Bu nedenle, bu yarı zamanlı teslimatçılar ürünleri dağıtırsa, lojistik işletmelerinin kapasite girdisi büyük ölçüde azalır. Ek olarak, tüm lojistik ağının kapsamını genişletmek için mümkün olduğunca az lojistik düğümü oluşturmaya da yardımcı olabilir (Liu vd., 2019: 2).

Cevresel Açıdan: esas olarak KKL'nin, geleneksel lojistiğe kıyasla karbon emisyonlarının önemli ölçüde azalttığı belirtilmektedir (Zhang, 2022: 646). Örneğin Paloheimo vd. (2016) tarafından ulaşım sürecindeki sapmaları en aza indirmek için kütüphane teslimatlarında kitle kaynak kullanımıyla ilgili yapılan bir araştırmada, KKL'nin doğal kaynakların tüketimini ve ulaşımın çevresel etkisini en aza indirdiği tespit edilmiştir (Paloheimo vd., 2016: 249). Benzer şekilde Chen vd. (2018) tarafından hazırlanan bir raporda, trafik sıklığının önemli egzoz emisyonları ürettiği ve KKL'nin trafik sıklığını hafifletmeye ve böylece karbon emisyonlarını azaltmaya yardımcı olabileceği bulunmuştur (Chen vd., 2018: 519). Dolayısıyla lojistik hizmetleri için arz ve talep mükemmel bir şekilde eşleştirildiğinde kitle kaynaklı mal teslimat sisteminin verimliliği en üst düzeye çıkarılır, böylece trafik sıklığı ve karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltabilir (Hu vd., 2024: 5). Örneğin KKL kullanımına ilişkin olarak Paloheimo vd. (2016) tarafından Finlandiya'da yapılan bir vaka çalışmasında, %55 oranında malzeme ayak izinin, %60 oranında da karbon emisyonunun azaldığı tespit edilmiştir (Paloheimo vd., 2016: 249).

KKL'nin yukarıda anlatılan faydalarının yanında birtakım zorlukları da bulunmaktadır. Başka bir ifadeyle KKL hizmetlerinin, her zaman olumlu

sonuçlarla sonulanmayabileceği ifade edilmektedir (Hu vd., 2024: 5). Örneğin Allen vd. (2018) KKL hizmetlerinin ortaya çıkması, yalnızca kentsel alanda mal teslimatı için tasarlanan özel araç kullanımını teşvik edebileceğinden, kentsel alanda trafik sıklıklağını artırma olasılığı konusundaki endişelerini belirtmiştir (Allen vd., 2018: 328). Bununla birlikte, kitle kaynaklı teslimatın bazı tuzakları ve belirsizlikleri bulunduğu, bu tür hizmetlerin geleneksel teslimat modu tarafından sağlananlar kadar güvenilir olmayabileceği, bu nedenle de şirketlerin büyük yarı zamanlı işgücü havuzunun sürdürülebilirliğinin yanı sıra belirsizliği de göz önünde bulundurmak zorunda olduklarını belirtilmiştir (Cao vd., 2022: 2507-2508). Tüm bunlara ek olarak KKL sisteminde çıkarları çelişkili olan paydaşlara ait alanları dengelemek zor olabilmektedir; rotalarda atama ve yönlendirmeyi temsil etmek için verimli bir kodlama yöntemine ihtiyaç olmaktadır (Cao vd., 2022: 2507-2508).

5. Kitle Kaynak Lojistiği Uygulamaları

KKL, hem verimlilik hem de etkinlik açısından çok yüksek performans elde etmeye olanak sağladığı için işletmeden tketiciciye (B2C) e-ticaret son mil teslimatlarında uygulanması çok umut verici bir seçenek olarak kabul edilmektedir (Seghezzi vd., 2021: 458-459). Bu nedenle çok sayıda firma KKL'yi uygulamaya başlamıştır. Aşağıda bu firmalardan bazılarının KKL uygulamalarına yer verilmektedir.

- Amazon, Amazon Flex ve Amazon Teslimat Hizmeti Ortağı (DSP-Amazon Delivery Service Partner) programları, kargo dağıtımını yaparak gelir elde etmek için iki farklı seçenektir. Amazon Flex, bireylere kendi araçlarıyla Amazon siparişlerini teslim ederek saatlik 18-25 dolar kazanma imkanı sunmaktadır. Çalışma saatlerini bireyler kendileri belirleyebilir ve ABD, Almanya, İngiltere gibi ülkelerde esnek bir ek gelir kaynağı oluşturabilme imkanına sahiptir (<https://wise.com/tr/blog/amazon-para-kazanmak>, erişim tarihi: 11.10.2024).
- Amazon Teslimat Hizmeti Ortağı ise daha büyük çaplı bir lojistik işidir. Bu programda, bireyler kendi ekibini ve araçlarını kullanarak, altyapı ve teknoloji desteğini Amazon'un sağladığı Amazon siparişlerini teslim eden bir lojistik firması kurmaktadır (<https://wise.com/tr/blog/amazon-para-kazanmak>, erişim tarihi: 11.10.2024).
- Amazon Mechanical Turk (MTurk), işletmelerin basit görevler için uzaktan çalışan geçici insan kaynağı bulmasını sağlayan bir platformdur.

Bu platformda veri doğrulama, araştırma, anket doldurma ve içerik denetleme gibi çeşitli görevler yer almaktadır (<https://wise.com/tr/blog/amazon-para-kazanmak>, erişim tarihi: 11.10.2024).



Şekil 8. Amazon Mechanical Turk (MTurk) Çalışma Sistemi

Kaynak: https://requester.mturk.com/signin_options, erişim tarihi: 11.10.2024.

- BlaBlaCar, dünya genelinde 22 ülkede faaliyet gösteren ve 90 milyondan fazla üyesiyle yolculuk paylaşımını mümkün kılan topluluk tabanlı seyahat platformudur. Teknolojiyi kullanarak, üyeler arasında hem yolculuk paylaşımı yapanları hem de otobüsle seyahat edenleri bir araya getirmektedir. Böylece yolculukları daha ekonomik, sosyal ve pratik hale dönüştürmektedir. BlaBlaCar'ın çevreye ve insanlara duyarlı ulaşım modeli, yılda 1,6 milyon ton CO₂ tasarrufu sağlarken, 120 milyon insanın birbirine bağlanmasına katkı sunmaktadır (https://blog.blablacar.com.tr/about-us?_gl=1*1ia0a9n*_gcl_au*MTQzMTExNzk2Mi4xNzI4NjQ2OTYw, erişim tarihi: 11.10.2024).



Şekil 9. BlaBla Car Yolculuk Paylaşımı Uygulaması

Kaynak: <https://blog.blablacar.com/newsroom/download-center>, erişim tarihi: 11.10.2024.

- Yemeksepeti, teslimat ağını daha çevreci ve verimli bir yapıya kavuşturmak amacıyla sektörde bir ilk olan “Yaya Kurye” modelini hayata geçirmiş ve böylece yoğun saatlerde yaşanan bölgesel gecikmeleri azaltmayı ve teslimat sürelerini kısaltmayı hedeflemiştir. Bu yeni model, 1 kilometreyi aşmayan mesafelerdeki siparişlerin yürüyerek teslim edilmesini hedeflemektedir. “Yaya Kurye” sistemi, sadece restoran teslimatlarında değil, aynı zamanda Yemeksepeti Market ve Yemeksepeti Mahalle hizmetlerinde de aktif olarak kullanılacak ve belirli ağırlık limitlerine sahip yakın mesafeli siparişlerin teslimatını gerçekleştirmektedir (<https://kurumsal.yemeksepeti.com/inovasyon/>, erişim tarihi: 10.10.2024). Bununla birlikte Yemeksepeti, elektrikli otonom araçlar vasıtasıyla da teslimatlarını gerçekleştirerek tüketici taleplerini karşılamaktadır (Toraman, 2023).

Tüm bunlara ek olarak, Walmart, DHL gibi şirketler aynı gün teslimat ve son mil teslimatı için KKL’yi kullanmaktadır (Li vd., 2023: 1). Örneğin Walmart siparişlerinin bir kısmını çevrimiçi olarak müşterilerine dış kaynak olarak vermektedir ve karşılığında yakıt maliyetlerini telafi etmek için indirimler sağlamaktadır (Zhang, 2022: 643). ABD, Birleşik Krallık, Hollanda, Fransa, Almanya, İtalya, İspanya, Avustralya, Danimarka, İsveç ve Kanada’da faaliyet

gösteren sosyal paylaşım platformu olan nextdoor, bireylerin boş garajlarını ve bodrum katlarını kiralayarak kullanmakta ve böylece düşük bir fiyata yerel depolama seçenekleri sunmaktadır (<https://about.nextdoor.com>, erişim tarihi: 14.10.2024). Sürücü ortaklarını ve yolcuları talep üzerine bir araya getiren bir teknoloji firması olan Uber, ABD uluslararası ulaşım ağı şirketidir ve hizmetlerine araç çağırma, yemek teslimi (Uber Eats), paket teslimi, kuryecilik, yük taşımacılığı dahildir (https://www.uber.com/tr/tr/about/?uclick_id=8a0fec42-86e9-420a-aec2-fc53935ac7a3, erişim tarihi: 14.10.2024).

SONUÇ

B2C e-ticaret günümüzde birçok ülkede ve farklı sektörlerde giderek artan bir önem kazanmaktadır ve gelecekte de büyümesi beklenmektedir. Geleneksel çevrimdışı perakendecilikle karşılaştırıldığında, B2C e-ticareti, özellikle ürün satan şirketler için yeni zorluklar yaratmaktadır. Nitekim, ürünlerin fiziksel dağıtımının karmaşıklığı hafife alınmamalıdır ve bir e-ticaret girişiminin başarısına katkıda bulunan farklı yönler arasında lojistik yönetimi ve özellikle de teslimat sürecinin yönetimi temel bir rol oynamaktadır (Seghezzi vd., 2021: 456). Bu bağlamda, kitle kaynaklılığın lojistiğe uygulanması yenilikçi ve umut verici bir seçenek olarak ortaya çıkmıştır ve araştırmacılar arasında da bu alanda çalışmalar artmıştır (Seghezzi vd., 2021: 456). Bu çalışmada da KKL, kavramsal çerçevede ve uygulama örnekleriyle incelenmiştir.

Çevrimiçi perakende ve isteğe bağlı teslimat gereksinimlerinin hızlı genişlemesi nedeniyle kentsel lojistik hizmetlerine olan talep artmaya devam etmekte ve sonuç olarak çevresel etkiler, özellikle teslimatlar sırasında yakıt tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonları, trafik sıkışıklığı, gürültü, yanlış ve hatalı yol kullanımı yerleşik küresel ve ulusal karbon azaltma hedefleri ışığında artan bir endişe kaynağı olmaktadır (Hu vd., 2024: 2; Ertugut ve Koç Ustalı, 2021: 36). Bu bağlamda hem gelişmiş İnternet teknolojisi hem de artan teslimat talebiyle hareket eden son mil teslimatı için etkili ve yenilikçi bir iş modeli olan KKL, artan müşteri gereksinimlerini karşılamak için hızla gelişmektedir (Wang vd., 2024: 1; Xie vd., 2023: 1). KKL'nin sosyalleştirilmiş taşıma kapasitesi, yüksek hizmet esnekliği sunarken çeşitli tüketici dağıtım ihtiyaçlarını etkili bir şekilde karşılamakta ve böylece "son mil" sorununu ele almaktadır (Liu vd., 2024: 3). Bununla birlikte son mil teslimatı için uygun maliyetli bir çözüm olarak lojistiğin kitle kaynaklı olması, gelir artışı, maliyet azaltma ve istihdamın teşvikindeki avantajı nedeniyle endüstriden büyük ilgi görmektedir (Wang vd., 2024: 3). Bununla birlikte KKL, yalnızca işletmeler için fayda sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda ilgi çekici bir açıdan bakıldığında müşteri deneyimini de zenginleştiriyor (<https://reads.alibaba.com/tr/what-is-crowdsourced-delivery-how-to-use-it-for-ecommerce/#h5>, erişim tarihi: 14.10.2024). Özellikle aynı gün, daha kısa sürede ve talep edilen noktaya teslimat seçenekleri müşteriler açısından ilgi görmektedir.

KKL'nin faydalarına rağmen kalite, marka tutarlılığı ve ölçeklenebilirlik ile ilgili zorluklar da göz ardı edilmemelidir. Örneğin KKL'de fiziksel dağıtımı profesyonellikleri değişen bağımsız kuryeler tarafından yönetildiğinden lojistik hizmetlerinin kalitesinde tutarsızlık bulunmaktadır. KKL şirketleri, sosyal boş lojistik kaynaklarını entegre ederek işgücü maliyetlerini azaltsalar da resmi istihdam ilişkilerinin olmaması nedeniyle ücretsiz kuryeler üzerindeki kontrolleri

zayıftır. Sonuç olarak, tutarlı hizmet kalitesinin sağlanması KKL için bir zorluktur. Bu, gizlilik riskleri, teslimat tutarsızlıkları ve performans endişeleri gibi çeşitli sorunlara yol açarak kullanıcıların hizmete olan güvenini ve memnuniyetini etkilemektedir. Bu nedenle KKL’de tüketici memnuniyetini artırmak ve KKL hizmetlerinin sürekli kullanımını teşvik etmek için hem çevrimiçi hem de çevrimdışı genel hizmet deneyiminin optimize edilmesine öncelik vermek çok önemlidir (Liu vd., 2024: 3). Kitle kaynaklı teslimatın hem mevcut hem de gelecekteki eğilimleri, veri yönetimi ve yazılım yoluyla rota optimizasyonunun yanı sıra drone teslimatı gibi yenilikçi donanım dağıtımına odaklanılan teknolojik gelişmelerden derinden etkilenmektedir. Dolayısıyla ileriye baktığımızda, ileri teknolojiyi kullanan merkezi olmayan dağıtım ağlarına yönelik trend, sektörde daha fazla devrim yaratmayı vaat etmektedir (<https://reads.alibaba.com/tr/what-is-crowdsourced-delivery-how-to-use-it-for-ecommerce/#h5>, erişim tarihi: 14.10.2024).

KAYNAKLAR

- Agboola, O. P., ve Tunay, M. (2023). Urban resilience in the digital age: The influence of Information-Communication Technology for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 428. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139304>.
- Allen, J., Piecyk, M., Piotrowska, M., McLeod, F., Cherrett, T., Ghali, K., Nguyen, T., Bektas, T., Bates, O., Friday, A., Wise, S., ve 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>.
- Alzamora-Ruiz, J., Guerrero-Medina, C., Martínez-Fiestas, M., ve Serida-Nishimura, J. (2020). Why people participate in collaborative consumption: An exploratory study of motivating factors in a Latin American economy. *Sustainability (Switzerland)*, 12(5), 1–25. <https://doi.org/10.3390/su12051936>
- Boysen, N., Fedtke, S., ve Schwerdfeger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. In *OR Spectrum* (Vol. 43, Issue 1). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00291-020-00607-8>
- Buldeo Rai, H., Verlinde, S., Merckx, J., ve Macharis, C. (2017). Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport? *European Transport Research Review*, 9(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0256-6>
- Cao, L., Ye, C. ming, Cheng, R., ve Wang, Z. kun. (2022). Memory-based variable neighborhood search for green vehicle routing problem with passing-by drivers: a comprehensive perspective. *Complex and Intelligent Systems*, 8(3), 2507–2525. <https://doi.org/10.1007/s40747-022-00661-5>.
- Carbone, V., Rouquet, A., ve Roussat, C. (2017). The Rise of Crowd Logistics: A New Way to Co-Create Logistics Value. *Journal of Business Logistics*, 38(4), 238–252. <https://doi.org/10.1111/jbl.12164>
- Chen, W., Mes, M., ve Schutten, M. (2018). Multi-hop driver-parcel matching problem with time windows. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 30(3), 517–553. <https://doi.org/10.1007/s10696-016-9273-3>.
- De Groen, W. Pieter., ve Maselli, Ilaria. (2016). *The impact of the collaborative economy on the labour market*. Centre for European Policy Studies.
- Deutsch, Y., ve Golany, B. (2018). A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 251–261. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1395490>

- Duan, H., Song, G., Qu, S., Dong, X., ve Xu, M. (2019). Post-consumer packaging waste from express delivery in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 144, 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.037>
- Dündar, A. O. (2021). Kitle Kaynak Lojistiğın Son Adım Teslimatlarda Uygulanması Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 24(2), 511–527. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.998149>.
- Erturgut, R., ve Koç Ustalı, N. (2021). Kent İçi Raylı Ulaşım Performansını Değerlendirmede SWARA ve ARAS Yöntemleri ile Bir Model Önerisi-A Model Proposal with SWARA and ARAS Methods in Evaluation of Urban Rail Transport Performance. *Verimlilik Dergisi*, (3), 35-53. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.762067>
- Eskandaripour, H., ve Boldsai Khan, E. (2023). Last-Mile Drone Delivery: Past, Present, and Future. *Drones*, 7(2), 1–19. <https://doi.org/10.3390/drones7020077>
- Garg, V., Niranjan, S., Prybutok, V., Pohlen, T., ve Gligor, D. (2023). Drones in last-mile delivery: A systematic review on Efficiency, Accessibility, and Sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 123, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103831>
- Gevaers, R., Van De Voorde, E., ve Vanelslander, T. (2011). Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context. In *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives* (pp. 56–71). <https://doi.org/10.4337/9780857932754.00009>
- Gielens, K., Gijbrecchts, E., ve Geyskens, I. (2021). Navigating the Last Mile: The Demand Effects of Click-and-Collect Order Fulfillment. *Journal of Marketing*, 85(4), 158–178. <https://doi.org/10.1177/0022242920960430>
- 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>
- Guo, X., Lujan Jaramillo, Y. J., Bloemhof-Ruwaard, J., ve Claassen, G. D. H. (2019). On integrating crowdsourced delivery in last-mile logistics: A simulation study to quantify its feasibility. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118365>
- Guthrie, C., Fosso-wamba, S., ve Brice, J. (2021). Online consumer resilience during a pandemic: An exploratory study of e-commerce behavior before, during and after a COVID-19 lockdown. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 61, 1–16.

- Ha, N. T., Akbari, M., ve Au, B. (2023). Last mile delivery in logistics and supply chain management: a bibliometric analysis and future directions. *Benchmarking*, 30(4), 1137–1170. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2021-0409>
- Halldórsson, Á., ve Wehner, J. (2020). Last-mile logistics fulfilment: A framework for energy efficiency. *Research in Transportation Business and Management*, 37, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100481>
- Hepp, S. B. (2018). *Innovation in Last Mile Delivery: Meeting evolving customer demands-The case of In-Car Delivery* [Universita Bocconi]. <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/25359/1/01> - Full Dissertation.pdf
- Hu, S., Shu, S., Chen, Z., Shao, Y., Na, X., Xie, C., Stettler, M., ve Lee, D. H. (2024). Sustainable impact analysis of freight pooling strategies on city crowdsourcing logistics platform. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104167>
- Iwan, S., Kijewska, K., ve Lemke, J. (2016). Analysis of Parcel Lockers' Efficiency as the Last Mile Delivery Solution - The Results of the Research in Poland. *Transportation Research Procedia*, 12(June 2015), 644–655. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.018>
- Kawa, A. (2020). *Out-of-Home Delivery as a Solution of the Last Mile Problem in E-commerce*. December, 25–40. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61947-3_2
- Li, C. (2023). Research on Crowdsourcing Distribution Model of Community E-commerce Logistics Development. *Academic Journal of Management and Social Sciences*, 2(3), 143.
- Li, M. Y., Zhang, W. S., Wu, Y., ve Wang, L. (2023). Multi-stage two-echelon crowdsourcing logistics assignment model with future committing drivers. *Journal of Cleaner Production*, 428. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139397>
- Li, Z., Li, Y., Lu, W., ve Huang, J. (2020). Crowdsourcing Logistics Pricing Optimization Model Based on DBSCAN Clustering Algorithm. *IEEE Access*, 8, 92615–92626. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2995063>.
- Lim, S. F. W. T., 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 and Logistics Management*, 48(3), 308–332. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2017-0081>

- Liu, H., Pretorius, L., ve Jiang, D. (2019). The Construction of a Crowdsourcing-based Logistics Network in Rural China. *Technology Management in the World of Intelligent Systems*, 1–8.
- Liu, Y., Shang, M., Jia, C., Lim, X. J., ve Ye, Y. (2024). Understanding consumers' continuous-use intention of crowdsourcing logistics services: Empirical evidence from China. *Heliyon*, 10(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29819>
- Lu, W., McFarlane, D., Giannikas, V., ve Zhang, Q. (2016). An algorithm for dynamic order-picking in warehouse operations. *European Journal of Operational Research*, 248(1), 107–122. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.074>
- 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 and Logistics Management*, 49(9), 901–920. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2019-0048>.
- Mckinnon, A. C. (2016). *Crowdshipping A communal approach to reducing urban traffic levels?* www.roadie.com
- Mladenow, A., Bauer, C., ve Strauss, C. (2015). Crowdsourcing in logistics: Concepts and applications using the social crowd. *17th International Conference on Information Integration and Web-Based Applications and Services, IiWAS 2015 - Proceedings*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/2837185.2837242>
- Nogueira, G. P. M., de Assis Rangel, J. J., ve Shimoda, E. (2021). Sustainable last-mile distribution in B2C e-commerce: Do consumers really care? *Cleaner and Responsible Consumption*, 3, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2021.100021>
- Pan, Y., Zeng, S., Chen, W., ve Gu, J. (2023). Service quality evaluation of crowdsourcing logistics platform based on Fermatean fuzzy TODIM and regret theory. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 123, 1–15.
- Papaioannou, E., Iliopoulou, C., ve Kepaptsoglou, K. (2023). Last-Mile Logistics Network Design under E-Cargo Bikes. *Future Transportation*, 3(2), 403–416. <https://doi.org/10.3390/futuretransp3020024>.
- Paloheimo, H., Lettenmeier, M., ve Waris, H. (2016). Transport reduction by crowdsourced deliveries – a library case in Finland. *Journal of Cleaner Production*, 132, 240–251. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.103>
- Pourrahmani, E., & Jaller, M. (2021). Crowdshipping in last mile deliveries: Operational challenges and research opportunities. In *Socio-Economic*

Planning Sciences (Vol. 78). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101063>

- Punel, A., & Stathopoulos, A. (2017). Modeling the acceptability of crowdsourced goods deliveries: Role of context and experience effects. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 105, 18–38. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.06.007>
- Riccardo, L. (2015). *Crowdsourcing Logistics in e-commerce B2C: a model to evaluate costs in different scenarios* [Master]. School of Industrial and Information Engineering .
- Risher, J. J., Harrison, D. E., ve LeMay, S. A. (2020). Last mile non-delivery: consumer investment in last mile infrastructure. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 28(4), 484–496. <https://doi.org/10.1080/10696679.2020.1787846>
- Saglietto, L. (2021). Bibliometric analysis of sharing economy logistics and crowd logistics. *International Journal of Crowd Science*, 5(1), 31–54. <https://doi.org/10.1108/IJCS-07-2020-0014>.
- Sampaio, A., Savelsbergh, M., Veelenturf, L., ve van Woensel, T. (2018). Crowd-Based City Logistics. In *Sustainable Transportation and Smart Logistics: Decision-Making Models and Solutions*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814242-4.00015-6>
- Seghezzi, A., Mangiaracina, R., Tumino, A., ve Perego, A. (2021). ‘Pony express’ crowdsourcing logistics for last-mile delivery in B2C e-commerce: an economic analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(5), 456–472. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1766428>
- Seiders, K., Berry, L. L., Gresham, L. G., Leonard, L., ve Larry, G. (2000). Attention, Retailers! How Convenient Is Your Convenience Strategy? *Sloan Management Review*, 41(3), 79–89. <http://search.proquest.com/docview/224980677?accountid=10297%5Cnh>
http://sfx.cranfield.ac.uk/cranfield?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:abiglobal&atitle=Attention,+Retailers!+How+Convenient+Is+Your+Con
- Taeihagh, A. (2017). Crowdsourcing, Sharing Economies and Development. *Journal of Developing Societies*, 33(2), 1–32.
- Toraman, Y. (2023). Lojistikte Yeni teknoloji Kullanımı: Elektrikli Araçlar Üzerine Bir Çalışma. (Lojistiğin Geleceği-2 Kitabı İçinde, Ed. Merdivenci, F. ve Tekin, M), Duvar Yayınevi, İzmir.
- Toraman, Y., Merdivenci, F., ve Tekin, M. (2023). Son Kilometre (Adım)

- Teslimatta Blokzincir Teknolojisinin Kullanımı. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 159–169.
- 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. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2023.04.05>
- Ulmer, M., & Savelsbergh, M. (2020). Workforce Scheduling in the Era of Crowdsourced Delivery. *Transportation Science*, 54(4), 1113–1133.
- Vyt, D., Jara, M., Mevel, O., Morvan, T., ve Morvan, N. (2022). The impact of convenience in a click and collect retail setting: A consumer-based approach. *International Journal of Production Economics*, 248, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108491>
- Wang, W., Wang, H., ve Shuaijie, J. (2019). Surge Pricing Optimization of Crowdsourcing Logistics Service Based on Sharing Economy. *2019 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IESM45758.2019.8948099>
- Wang, X., Zhan, L., Ruan, J., ve Zhang, J. (2014). How to choose “last mile” delivery modes for E-fulfillment. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014(1), 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/417129>.
- Wang, W. (2024). Crowdsourced Logistics: A Review of Research. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 14(2), 51–54.
- Wang, Y., Zhang, D., Liu, Q., Shen, F., ve 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. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.06.002>
- Wang, S., Li, S., He, H., & Zhou, Q. (2024). Flexible supply-demand matching mechanism for C2B crowdsourcing logistics platforms with heterogeneous environment-inclined merchants. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-05977-8>
- Wang, W., Yin, Y., & Xie, L. (2024). Effects of service encounter quality on courier and customer encounter satisfaction and loyalty in crowdsourcing logistics: an actor-partner interdependence model. *Applied Economics*. <https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2364080>
- Xiao, L., ve Ke, T. (2024). Influence of platform governance and community diversity on users’ value co-creation in sharing platform? Insights from China. *International Journal of Logistics Management*. <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2023-0415>
- Yaraghi, N., ve Ravi, S. (2017). The Current and Future State of the Sharing Economy. In *SSRN Electronic Journal* (No. 032017. March 2017). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3041207>

- Yılmaz, F., Aktaş, N., ve Demirel, N. (2022). Management Novel last mile delivery models in terms of sustainable urban logistics. *Journal of Turkish Operations*, 1(6), 1076–1091.
- Yoo, H. D., ve Chankov, S. M. (2018). Drone-delivery Using Autonomous Mobility: An Innovative Approach to Future Last-mile Delivery Problems. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1216–1220. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607829>.
- Zhang, L. (2022). Crowdsourcing Logistics: A conceptual framework and application. In *BCP Business ve Management GEBM* (Vol. 2022).
- Zhang, Y., Li, D., ve Liu, S. (2024). Time Evolution Analysis of Riders' Preference Attention and Satisfaction on Real-Time Crowdsourcing Logistics Platform. *SAGE Open*, 14(3). <https://doi.org/10.1177/21582440241271145>

WEB Kaynakları

- Cave Innovations, (2024), <https://www.caveinnovations.com/product/wheelchair-accessible-parcel-delivery-box-pinpod-lo/>, erişim tarihi: 02.10.2024
- DHL (2021), <https://www.dhl.com/gb-en/home/press/press-archive/2021/dhl-supply-chain-trials-ecargo-bike-for-home-deliveries.html>, erişim tarihi: 02.10.2024
- Hootsuite, 2021. Digital 2021: global digital overview. <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>. erişim tarihi: 14.10.2024.
- Statista (2021a), “Courier, express and parcel (CEP) market volume in the United States from 2012 to 2019”, available at: <https://www.statista.com/statistics/1198057/courier-express-parcel-marketvolume-us/>, erişim tarihi: 14.10.2024.
- PTT (2024). <https://www.pttavm.com/sayfa/kargomat.html?srsltid=AfmBOoqM1BIREM0V-qbobnAj1QybIfsocajhM8ul-vcrQY5B3gEZQu3u>, erişim tarihi: 10.10.2024.
- Pudo (2024), <https://pudo.com.tr/en/what-is-pudo/>, erişim tarihi: 10.10.2024.

Timfy (2023), <https://www.timify.com/en/blog/how-to-increase-in-store-basket-size-with-the-help-of-appointment-booking-software/>, erişim tarihi: 10.10.2024

<https://wise.com/tr/blog/amazon-para-kazanmak>, erişim tarihi: 11.10.2024.

<https://wise.com/tr/blog/amazon-para-kazanmak>, erişim tarihi: 11.10.2024.

<https://wise.com/tr/blog/amazon-para-kazanmak>, erişim tarihi: 11.10.2024.

https://requester.mturk.com/signin_options, erişim tarihi: 11.10.2024.

https://blog.blablacar.com.tr/about-us?_gl=1*1ia0a9n*_gcl_au*MTQzMTEzNzk2Mi4xNzI4NjQ2OTYw, erişim tarihi: 11.10.2024.

<https://blog.blablacar.com/newsroom/download-center>, erişim tarihi: 11.10.2024.

<https://kurumsal.yemeksepeti.com/inovasyon/>, erişim tarihi: 10.10.2024.

<https://about.nextdoor.com>, erişim tarihi: 14.10.2024.

https://www.uber.com/tr/tr/about/?uclick_id=8a0fec42-86e9-420a-aec2-fc53935ac7a3, erişim tarihi: 14.10.2024.

4. BÖLÜM

YAPAY ZEKA VE LOJİSTİK SEKTÖRÜNDEKİ POTANSİYELİ

Mehmet Barkın DİNCER¹

¹ Doktora Öğrencisi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik ABD,
mehmet.barkin@hotmail.com ORCID No: 0009-0009-5954-2916

GİRİŞ

Küreselleşmenin hızlanmasıyla dünya çapında rekabetin artması, ürünlerin doğru yerde, doğru zamanda ve daha düşük maliyetlerle talep edilmesinin önünü açmıştır. Bir ürün ya da hizmetin, doğru yer, zaman, fiyat ile teslim edilmesinde öne çıkan lojistik disiplini, 21. yüzyılın en önemli sektörlerinden biri olma özelliğini korumaktadır. Müşteri memnuniyetinin kazanılması ve tedarik zinciri performansının artırılması için kritik bir öneme sahip olan lojistik, çeşitli faaliyetlerin koordinasyonunu barındırmaktadır (Christopher, 2022).

20. yüzyıldan bu yana var olmasına karşın son yıllarda ana akım bir kavram haline gelen Yapay Zeka (Artificial Intelligence) teknolojileri ise beraberinde getirdiği avantajlarla birlikte lojistik ve tedarik zinciri yönetimi başta olmak üzere birçok sektörün bir dönüşüm çağı içerisine girmesine sebep olmaktadır. Yapay zeka, dil yeteneği, öğrenebilme kabiliyeti, problem çözebilmeye becerisi gibi ileri teknoloji özellikleriyle bilgisayar sistemlerinin yazılım tasarımına odaklanan bir bilgisayar bilimi olarak tanımlanmakta, bu ileri teknolojinin makineleri insanlaştırmakta ne kadar hızlı gelişebileceğini de her geçen gün kanıtlamaktadır (Aguzzoul ve Pires, 2019; Soumpenioti ve Panagopoulos, 2023).

Makine öğrenimi, doğal dil işleme, uzman sistemler, robot teknolojileri, makine görüşü gibi çeşitli uygulamaları ve bu uygulamaların alt boyutlarında çeşitli matematiksel algoritmaları içeren yapay zeka teknolojisi hem tedarik zinciri yönetiminde hem de çeşitli sektörlerdeki geleneksel iş süreçlerini yeniden oluşturmaktadır. Kullanıldığı sektörde inovasyona olanak sağlayan yapay zeka, verimliliği artırma, karar verme süreçlerini hızlandırma, veri analitiği ile kendi kendine öğrenen sistemler oluşturma gibi potansiyel faydalarıyla ön plana çıkmaktadır.

Lojistikte yapay zeka teknolojisinin, envanter yönetiminden talep tahminine, operasyonel süreçlerin optimize edilmesinden karar verme süreçlerinin veri analizi ile yapılmasına kadar çeşitli avantajları olduğu söylenebilir. Çeşitli algoritmalarla rota optimizasyonu sağlayan yapay zeka, depo operasyonlarında robot teknolojileri ile birleştirildiğinde toplama ve paketleme görevlerinin otonom hâle getirilmesine katkıda bulunmaktadır. Tüm bu faydaları değerlendirildiğinde yapay zekanın, lojistiğin geleceğindeki etkilerinin anlaşılması ve tedarik zinciri optimizasyonuna potansiyel etkilerinin araştırılması büyük bir dikkatle ele alınmalıdır (Min, 2010; Zhang, 2019).

Günümüz ana akım medyasında ve bilimsel literatürde anlatılan yapay zeka kavramını anlamak, işlevlerini öğrenebilmek daha önce bu konuda çalışma yapmamış olan kişiler için zorlayıcı olabilir ya da karmaşık gelebilir. Yapay zeka kavramının ve tedarik zinciri yönetimi ile olan ilişkisinin anlaşılabilmesi için bu bölümde öncelikle yapay zeka kavramı tarihçesiyle beraber incelenmiştir.

Sonrasında ise yapay zeka kavramının boyutları ve işlevleri incelenerek, popüler olan yapay zeka kavramının görevleri betimlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ise yapay zekanın tedarik zinciri yönetimi ve lojistik sektörüyle olan ilişkisi incelenmiş, sektörde halihazırda kullanılan uygulamalardan örnekler verilerek konunun açıklayıcı olması hedeflenmiştir.

1. Yapay Zeka (Artificial Intelligence)

Yapay zekanın tarihi, 20. yüzyılın ortalarına kadar uzanmaktadır. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Profesör John McCarthy, entelektüel yeteneklere sahip programlar geliştirmek için bilgisayarları kullanma fikrini ortaya attı. Ancak bu basitçe uygulanabilecek bir görev değildi, bir programın bilgiyi analiz edebilmesi, ortaya çeşitli sonuçlar çıkarabilmesi ve aynı zamanda geçmiş deneyimlerinden öğrenebilmesi gerekiyordu. 20. yüzyılın ortalarında bilgisayarlar henüz odaları kaplayacak büyüklükteki devasa makinelerdi, ancak Profesör McCarthy bunun kaçılmayacak bir fırsat olduğunu düşünüyordu ve fikirlerini öğrencileri ile paylaştı. Yapay zekanın tarihi gelişimi de bu hamle ile başlamış oldu (Bogomolova, 2023; Moor, 2006).

1956 yılında ABD'nin New Hampshire eyaletindeki Dartmouth Koleji'nde yapılan ilk yapay zeka konferansı, bilim insanlarının ve mühendislerin karmaşık problemleri çözebilecek bilgisayar programlarını oluşturmayla ilgili bir tartışma ortamının yaratılmasını sağladı. Böylelikle bilim insanları, bilgisayarların verilere ve deneyimlere dayalı olarak öğrenmesine, belirlenen spesifik kurallar neticesinde bağımsız kararlar vermesine olanak tanıyan çeşitli algoritmalar ve teknolojiler geliştirmeye başladı. 1958 yılında John McCarthy yapay zeka programlama dili olan Lisp'i geliştirdi ve "Programs with Common Sense" isimli makalesini yayınladı. Profesör McCarthy bu makalesiyle, insanlar gibi deneyimler ile öğrenebilen bir yapay zeka sistemi olan varsayımsal Advice Taker'ı önerdi (Cobb, 2023; McCarthy, 1959). Yapay zekayı konu edinen bu konferansta ilk defa "yapay zeka" kelimesi geliştirilmiş ve McCarthy bu terimi "akıllı makineler, özellikle de akıllı bilgisayar programları yapma mühendisliği ve bilimi" şeklinde tanımlamıştır. McCarthy, öğrenmenin ya da zekanın özelliği net şekilde tanımlanabilirse, bir makinenin bu özelliği taklit edebileceğine inanmıştır (Bringsjord ve Govindarajulu, 2024).

Shi (2019) ise, yapay zekayı akıllı makineler yaratmak için insan zekasının yapay yol ve teknikler kullanılarak artırma, genişletme ve taklit etme bilimi ve mühendisliği olarak tanımlamıştır. Yapay zeka teriminin 20. yüzyılın ortasından itibaren hızla gelişmesi, tanımlarının da sürekli olarak evrim geçirmesine yol açmıştır. Genel olarak bakıldığında "akıllı insan zekasını taklit etme" çerçevesinde birleşen bu tanımlar, kavramın alan yazını içerisinde güçlenmesine

uygun bir ortam sağlamıştır. Alandaki bu gelişmelerle birlikte “yapay zeka” terimi Dartmouth Koleji’nde yapılan konferansla beraber literatüre girmiş olsa da, operasyonel anlamdaki yapay zekanın bu tarihten önce başladığı literatürde de sıklıkla bahsedilmektedir. Örneğin, ünlü matematikçi Alan Turing 1950 tarihli ünlü “Mind” makalesinde “Makineler düşünebilir mi?” sorusunun “Bir makine dilsel bağlamda bir insandan ayırt edilebilir mi?” sorusuyla değiştirilmesi gerektiğini savunarak, bilinen adıyla “Turing Testi” adında bir test önermektedir (Hoffmann, 2022) Bu test bir makine ile bir insanın, dilsel olarak ayırt edilebilme oranını ölçmektedir. Kısaca Turing Testi şu şekilde açıklanabilir; bir makine ve bir insan iki ayrı odada bulunur ve odalar hakkında bilgisi olmayan üçüncü bir jüri üyesi her iki odaya da “teletype” yoluyla çeşitli sorular sorar. Geri gönderilen cevaplara göre jüri üyesi hangi odada hangi aktörün bulunduğunu %50’den daha büyük bir olasılıkla doğru tahmin edemezse odadaki bilgisayarın Turing Testi’ni geçtiği belirtilir (Bringsjord ve Govindarajulu, 2024). Turing Testi ile temelleri atılan yapay zekanın etki edebileceği alanlar genişlemiş ve çeşitli tartışmaların zeminini hazırlamıştır. Geniş bir alanda kullanılabilme olanağı sunan ve günümüzde de hâlâ gelişimine devam eden yapay zekanın bu nedenle evrensel olarak kabul edilmiş tek bir tanımı bulunmamaktadır.

Yapay zekanın geniş bir alana hitap ettiğini Yapay Zeka: Modern Bir Yaklaşım kitabıyla belirten Russell ve Norvig, bu alanın henüz çok yeni olduğunu ve aynı zamanda bilim insanlarının literatüre yeni fikirler çıkarmasındaki en elverişli alanlardan biri olduğunu belirtmiştir (Russell ve Norvig, 2003). Yapay zekanın her türlü entelektüel görevle ilgili olduğunu belirten Russell ve Norvig, evrensel bir alan olan yapay zekayı Tablo 1’deki dört farklı yaklaşımla tanımlamaktadır.

Tablo 1. Yapay Zeka’yı Tanımlayan Dört Farklı Yaklaşım

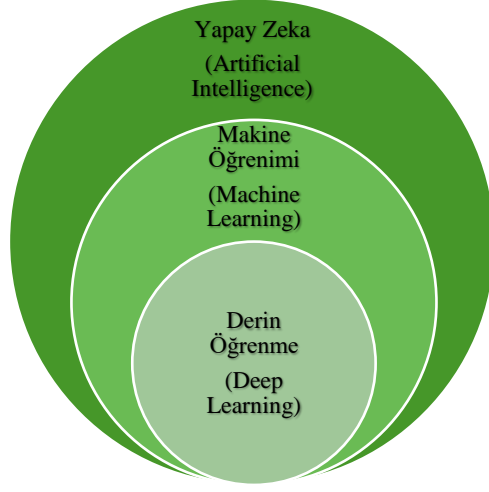
	İnsan Temelli	İdeal Rasyonellik
Akıl Yürütmeye Dayalı	Sistemler insan gibi düşünür. Makinelerin aklı vardır.	Yapay zeka, matematik ve mantık kullanır. Sistem rasyonel düşünür.
Davranışa Dayalı	Makineler insan gibi hareket eder.	Sistem rasyonel hareket eder. Makineler insan gibi düşünmek yerine akılcı hareket eder.

Kaynak: Russell ve Norvig, 2003.

Tablodaki ilk iki yaklaşım akıl yürütme süreçlerini temel alırken, diğer iki yaklaşım davranış temelindedir:

1. İnsan Temelli Akıl Yürütmeye Dayalı Sistemler: Bu yapay zeka yaklaşımında öncelik insanların nasıl düşündüğünü anlamaktır. İnsan beyninin nasıl işlediğini anlamak için psikoloji ve çeşitli disiplinler kullanılabilir. Bu araştırma alanı, yapay zeka bilgisayar modellerini psikolojik test metotlarıyla birleştirerek insan zihninin işleyişine dair yüksek doğruluğa sahip hipotezler oluşturmaya dayanır.
2. İdeal Rasyonellik Akıl Yürütmeye Dayalı Sistemler: Bu yapay zeka yaklaşımında öncelik akıllı sistemler oluşturmaktır. Oluşturulması hedeflenen akıllı sistemlerde ise rasyonellik ön planda ve “doğru düşünce” temeline dayanmaktadır. Yaklaşımın önündeki en büyük zorluklardan birincisi gerçek bilgiye ulaşmak iken ikinci zorluk ise problemin hem prensipte hem de pratikte çözülmesidir.
3. İnsan Temelli Davranışa Dayalı Sistemler: Bu yapay zeka yaklaşımı, bölümün daha önceki kısımlarında bahsettiğimiz Alan Turing tarafından geliştirilen Turing Testi ile ortaya çıkmıştır. Temelde, sistemin bir insan gibi hareket ederek operasyonel bir zeka performansı göstermesini hedefler.
4. İdeal Rasyonellik Davranışa Dayalı Sistemler: Bu yapay zeka yaklaşımında hedeflenen durum, en iyi sonuca ulaşmak veya belirsizlik söz konusu olduğunda beklenen en iyi hareketi yapabilme kabiliyetidir. Bu yaklaşımın avantajı ise insan düşüncesine dayalı olan yaklaşımlara kıyasla rasyonelliğe ulaşmak için çeşitli mekanizmalarının bulunması ve bilimsel gelişime daha yatkın olmasıdır. Çünkü rasyonelliğin standartları matematik tarafından daha net şekilde tanımlanmıştır ve genellikle daha ulaşılabilir.

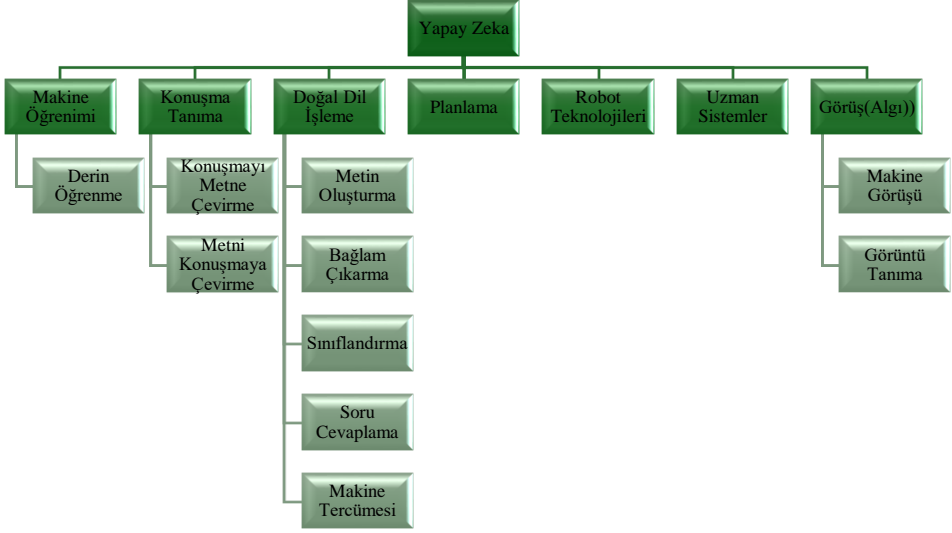
Yapay zekaya ilişkin güncel literatür, genel anlayış ve konuyla ilgili ana akım medyada kullanılan çeşitli karmaşık teknik terimler ve moda sözcüklerle yaratılan algı yapay zekayı karmaşık bir olgu haline getirebilmektedir. Yapay zekanın anlaşılmasında ise özellikle iki terim ön plana çıkmaktadır. Birincisi Şekil 1’de gösterilen yapay zekanın bir alt dalı olan makine öğrenimi ve makine öğreniminin bir alt dalı olan derin öğrenme olmaktadır.



Şekil 1. Yapay Zekanın Genel Alt Dalları
Kaynak: Gesing vd., 2018.

Yapay zeka olarak bilinen ve bilgisayar bilimlerinin bir alt dalı olarak kabul edilebilecek olan bu disiplin çeşitli alt alanları kapsamaktadır. Yapay zekanın amacı en yalın şekilde ifade edilmek istenirse, bir sistemin akıllı ve otonom şekilde çalışabilir hale getirilmesidir. Bu bağlamda yapay zekanın makinelere düşünme ve karar verme yeteneği kazandırdığı söylenebilir. Şekil 1’de gösterildiği üzere makine öğrenimi yapay zekanın bir alt dalı iken derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt dalıdır.

Makine öğrenimi ve derin öğrenme genel olarak yapay zekayı oluşturur ancak bir bilgisayar programının çevresini analiz etme, deneyimlerden öğrenme ve sonuç oluşturarak önceden belirlenmiş olan eylemlere uygun şekilde karar verme kapasitesini geliştirebilmek için önemli sayıda algoritma geliştirilmiştir. Karmaşık ve gelişmiş süreçleri inceleyen yapay zeka alanı, literatürde çeşitli disiplinlerde geniş bir çapta incelenmektedir. Bu nedenle yapay zekanın alt boyutları olarak makine öğrenimi ve derin öğrenmenin yanı sıra doğal dil işleme, konuşma tanıma, uzman sistemler, planlama, görüş(algı), robot teknolojileri olmak üzere Şekil 2’deki gibi genişletilmiştir (Choudhury, 2022).

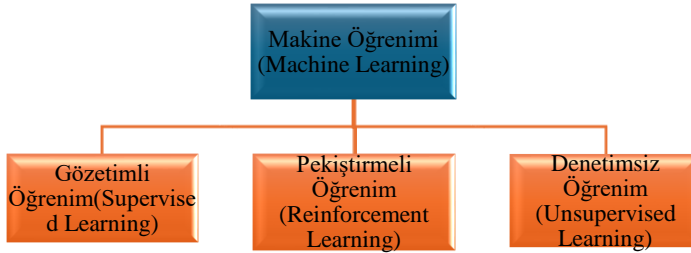


Şekil 2. Yapay Zekanın Alt Boyutları

Kaynak: Choudhury, 2022.

Makine Öğrenmesi (Machine Learning)

Makine öğrenmesi, yapay zekanın alt boyutlarından biri olmasının yanı sıra farklı bir programlama stilini temel almaktadır. Ayırıcı noktası ise verilerin, katı yazılım kurallarının yerini almasıdır. Gerçek verilerden kazanç elde etmeyi hedefleyen makine öğrenimi, istatistiksel düzenlemeler yerine modeller ile çalışır ve gerçek verilerin hesaplanması sonuçlara tepki verir. Yeni verileri kategorilere ayırır ve tahminlerde bulunarak karar verme süreçlerini geliştirir. Daha yalın bir tanımla makine öğrenimi, tahminlerini geliştirmek ve performansını iyileştirmek için gerçek verileri ve sonuçlardan ortaya çıkan deneyimlerini kullanır. Bu nedenle etkili ve hassas algoritmaların geliştirilmesi makine öğreniminde kritik bir öneme sahiptir (Chen vd., 2008; Mohri vd., 2012; Wenzel vd., 2019).



Şekil 3. Makine Öğrenimi Tipleri

Kaynak: Choudhury, 2022.

Makineler Nasıl Öğrenir?

Literatürde yapay zekanın karmaşıklaştırılma ya da basitleştirilme gibi iki farklı uçta bulunmasına karşın, yapay zekanın standart bir teknoloji olmaktan çok birden fazla komponenti bulunan kompleks ancak entegre bir yapı olduğu söylenebilir. Yapay zeka, temelinde çözülmek istenen probleme bağlı olarak çeşitli kombinasyonların kullanılabilirdiği bileşik bir teknoloji dizisidir. En yalın şekilde bu sistemin sırasıyla algılama, işleme ve öğrenme işlevlerine dayanan adımlardan oluştuğu söylenebilir (Gesing vd., 2018). Yapay zeka öğrenim döngüsü Şekil 4'te gösterildiği gibi ifade edilebilir.



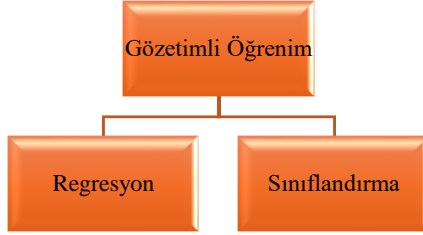
Şekil 4. Yapay Zeka Öğrenim Döngüsü

Kaynak: Gesing vd., 2018.

Gözetimli Öğrenme (Supervised Learning)

En yaygın makine öğrenimi türü olarak nitelendirebileceğimiz gözetimli(denetimli) öğrenim, direkt olarak insanlar tarafından veri akışının gerçekleştirildiği bir sistem sayesinde gerçekleşen öğrenmeyi temsil eder (Gesing vd., 2018; Marsland, 2011). Dolayısıyla sadece gözetmen varlığında gerçekleşebilen gözetimli öğrenim içerisinde, makine çok sayıda girdi verisi ile beslenir ve sonuçları tahmin etmek için bir model oluşturur. Yüksek doğruluk oranına sahip olan bu makine öğrenimi metodu, regresyon ve sınıflandırma görevlerini içerir. Gözetimli öğrenimde en sık kullanılan uygulamalar ise Destek Vektör Makinesi, En Yakın Komşu, Yapay Sinir Ağları örnek olarak verilebilir.

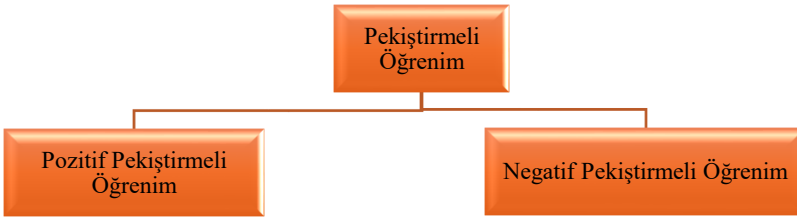
Bu makine öğrenimi sayesinde bir sonraki dönemin satış rakamları, hisse senedi fiyatları, hava durumları gibi çeşitli tahminler yapılabilmektedir (Choudhury, 2022; Wenzel vd., 2019). Gözetimli öğrenim Şekil 5’teki gibi ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 5. Gözetimli Öğrenim Sınıflandırması
Kaynak: Choudhury, 2022.

Pekiştirmeli Öğrenim (Reinforcement Learning)

Pekiştirmeli öğrenim, gözetimli ve denetimsiz öğrenme arasında bir noktada olarak nitelendirilebilir. Pekiştirmeli öğrenim türünde optimum çözüm öğrenimin başında bilinmemektedir ve yapay zekanın aşamalı olarak çözüme ulaşması beklenmektedir. Algoritma yanlış çıktılarda, çıktının yanlış olduğu konusunda bilgilendirilir ancak nasıl düzeltileceği belirtilmez. Algoritma doğru çıktıya erişinceye kadar deneyimlerinden öğrenir ve farklı olasılıkları hesaplayarak doğruyu keşfeder (Choudhury, 2022; Gesing vd., 2018; Marsland, 2011). Pekiştirmeli öğrenim, bir eğitmeni olmadan halter sporunu öğrenmeye çalışan bir kişiye benzetilebilir. Birey öncelikle halter kaldıran kişileri gözlemler ve başlangıçta başarısız deneyimlerle halter kaldırmayı dener. Sonuç olarak başarılı sonuca ulaşana kadar birey yeteneklerini geliştirir ve tekniği öğrenir. Pekiştirmeli öğrenim tekniği Şekil 6’daki gibi ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 6. Pekiştirmeli Öğrenim Sınıflandırması
Kaynak: Choudhury, 2022.

Denetimsiz Öğrenim (Unsupervised Learning)

Denetimsiz öğrenim, adından da anlaşılacağı üzere bir gözetmen olmaksızın öğrenme anlamına gelmektedir. Dolayısıyla doğru cevap bilinmez ve

algoritmaya belirli bir doğru çıktı hedefi belirlenmez. Algoritmanın çıktılarına doğru ya da yanlış şekilde geri bildirim verilmeksizin, çıktı değerleri belirsiz olan örüntülerden kendi kendisine öğrenim süreci olarak tanımlanabilir. Denetimsiz öğrenim, örüntüleri tekrarlayarak örüntüler arasındaki benzeşimleri tespit eder. Bu nedenle en sık kullanılan faaliyet kümeleme olmaktadır. Çok Boyutlu Ölçeklendirme, Doğrusal Olmayan Boyut Azaltma ve Kendisini Organize Eden Haritalar örnek yöntemler olarak sıralanabilir (Gesing vd., 2018; Hastie vd., 2009; Russell ve Norvig, 2003). Şekil 7’deki gibi ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 7. Denetimsiz Öğrenim Sınıflandırması

Kaynak: Choudhury, 2022.

Makine Öğrenmesinde Yapay Sinir Ağları

Yapay zeka, klasik algoritmalarla ziyade makine öğrenimi ve derin öğrenme teknikleri gibi çeşitli hesaplamaları barındıran bir bilgisayar bilimi dalı olarak tanımlanmaktadır (Kitchin, 2014; Russell ve Norvig, 2003). Bu yaklaşımlar arasındaki en temel fark ise geleneksel yapay zeka yöntemlerinin “if – then” kurallarına dayalı problem çözme yöntemlerini içerirken, makine öğrenimi ve derin öğrenmenin herhangi bir kuralı açık şekilde kodlamaya gerek kalmaksızın veri kümelerinin tekrarlanarak anlaşılmasını sağlamasıdır. Dolayısıyla, sisteme girilen veriler sürekli olarak tekrarlanır ve makine öğrenmeye başlayarak, veriler üzerinden tanımlanan performans kriterini optimize ederek her öğrenme döngüsünde (Şekil 4’te öğrenim süreci gösterilmiştir) hata oranını azaltmaya devam eder (Goodfellow vd., 2016).

Makine öğrenimini yapay zekadan ayırıştıran amaç şu şekilde de tanımlanabilir; makine öğrenimi, bir sistemin nasıl davranması gerektiğini önceden programlamadan, bağımsız olarak uyum sağlayan ve kendi kendine öğrenen bir yazılım programı oluşturmayı hedefler. Kullanılan algoritmalar, örnek veri setleri sayesinde hatalarından öğrenmeye başlar. Bu öğrenim seviyesi ise algoritmaya gönderilen örnek verilerin kalitesi ve miktarına göre değişebilmektedir (Di Franco ve Santurro, 2021; Nilsson, 2010).

Günümüz teknolojisiyle beraber her türlü sensör ve dijital cihazların yardımıyla toplanan büyük veri sebebiyle, bilginin kullanılabilirliği önem kazanmıştır. Bu durum ise ağ bağlantısı ve işlemci gibi ana bileşenlerin hızlı

gelişimine sebep olmuştur. Yapay zeka uygulamaları sürekli olarak gelişmekte ve birçok karmaşık görevin çözümünde (dil çevirisi, konuşma tanıma, görsel işleme vb.) başarılı sonuçlar vermektedir (Goodfellow vd., 2016; Schmidhuber, 2015). Bu nedenle verileri doğru şekilde toplayabilen ve depolayabilen şirketler yapay zeka sektöründe öne geçebilir. Derin öğrenme uygulamaları şirketlere öngörülebilir faydalar sağlar. İlk olarak biyolojik öğrenme alanında ortaya çıkan derin öğrenme, insan beyninde öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine dair bir model olarak açıklanmıştır. Tarihi 1960'lara dayanan bu yöntem biyolojik öğrenme alanında sıklıkla "Yapay Sinir Ağları" şeklinde tanımlandığından dolayı eşanlamlı şekilde kullanan birçok kaynak literatürde mevcuttur (Goodfellow vd., 2016; Schmidhuber, 2015). Daha net bir şekilde tanımlamak gerekirse yapay sinir ağları, derin öğrenmenin alt kümesinde bulunan ve çok katmanlı sinir ağlarını kullanan bir yapay zeka alanı şeklinde tanımlanabilir. Sinir ağlarının temelinde ham girdiden başlayarak, her gizli katmanın kendinden önceki değerleri birleştirilmesi ve girdinin işlevlerinin öğrenilmesi yatmaktadır. Bir bilgisayar için ham girdilerden verilerin anlamını çıkarmak zor olsa da, derin öğrenmede hedeflenen görev her katman tarafından iç içe tanımlanarak bu zorluğun önüne geçilir (Goodfellow vd., 2016; LeCun vd., 2015).

Derin öğrenme, yapay sinir ağlarına karşın daha fazla hesaplama gerektirmesine rağmen karmaşık görevlerde daha yüksek doğruluk oranına ulaşabilmektedir. Derin öğrenim uygulamalarında uygun veri dönüşümlerini elde etmek için yapay sinir ağlarına oranla daha az manuel müdahaleye ihtiyaç duyulur. Görüntüler, metinler ve videolar gibi çeşitli kaynaklardan gelen veriler üzerinde hassas işlemler gerçekleştirilebilir. Özetle makine öğrenimi, çeşitli problemleri aşmak için çok sayıda matematiksel modeli bizlere sunmaktadır. Günümüzde ise en popüler araçlarından biri yapay sinir ağları olarak görülmektedir. Bu yaklaşım, insan beyninin görme ve işitmedeki bilgi işleme şeklini matematiksel olarak modellemeyi hedefler ve verileri katman(grup) şeklinde organize ederek birbirine bağlar. Birbirine bağlı olan katmanlar ise örneğin görüntü işleme sırasında belirli kontur ve köşeleri ayırt ederek nesnelere tespit eder (Goodfellow vd., 2016; LeCun vd., 2015; Nilsson, 2010; Russell ve Norvig, 2003; Schmidhuber, 2015).



Resim 1. Derin Öğrenme ile Resim Anlama Örneği

Kaynak: Astica.ai

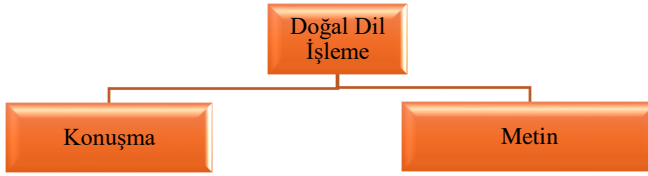
Resim 1’de görüleceği üzere yapay zeka, bir resim içerisindeki nesnelere ayrı ayrı ayırt edebilmektedir. Resim 1 incelendiğinde, derin öğrenme ile analiz edilen bir resimde, nesnelere tespit edilmesinin yanı sıra yapay zekanın resmi anlamaya çalıştığı görülmektedir. Yapay zekanın örnekteki resmi incelediğindeki çıkarımı şu şekildedir: “Mavi önlüklü ve maskeli bir adam bir tezgahta dizüstü bilgisayar ile çalışmaktadır. Mağaza iyi şekilde aydınlatılmış ve koridorlar farklı bölümlere ayrılmıştır. Gri, beyaz ve siyah tonlarındaki mağaza düzeni modern ve temiz bir estetik yaratmaktadır. Adam, mağazada işine odaklanmış görünmekte ve perakende ortamında üretkenlik yakalamıştır.” şeklinde bir anlayış geliştirmiştir.

Örnekten anlaşılacağı üzere, makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları arasındaki seçim analizi analiz edilecek problemin karmaşıklığına bağlıdır. Problem nispeten basit şekilde çözülebilecekse, makine öğrenmesine dayalı yapay sinir ağları kullanılması mantıklı olabilir. Ancak karmaşık ve özel hedeflere ulaşılması gereken problemlerde derin öğrenmeye başvurmak daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir (Wenzel vd., 2019).

Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing)

Doğal dil işleme (NLP), yapay zekadaki en önemli ve son geliştirilen trendlerden biri olma özelliğini taşımaktadır. Doğal dil işleme makinelerin veya robotların, insanların konuştuğu dili anlayarak işlemesini kapsamaktadır (De Raedt, 2008; Nadkarni vd., 2011).

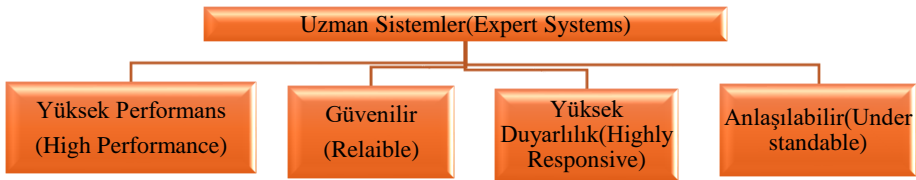
Doğal dil işleme şu görevlerin yerine getirilmesinde kullanılabilir; yazım hatalarının düzeltilmesi, konuşma tanıma (Google Asistan ve Apple Siri gibi), duygusal analiz, diller arası çeviri ve metni seslendirme. Doğal dil işleme beş farklı adımdan oluşur; kelime analizi (Lexical Analysis), söz dizimi analizi (Syntactic Analysis), anlamsal analiz (Semantic Analysis), açıklama analizi (Disclosure Analysis) ve faydacı analiz (Pragmatic Analysis). Doğal dil işleme Şekil 8’deki gibi ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 8. Doğal Dil İşleme Yapısı
Kaynak: Choudhury, 2022.

Uzman Sistemler (Expert Systems)

Uzman sistemler (Expert Systems), belirli bir alandaki karmaşık problemleri, uzman düzeyinde bilgi birikimiyle çözmek için geliştirilmiş bilgisayar uygulamalarıdır. Uzman sistemler sonuçları ve kuralları belirler, bu sayede sorunun nasıl çözüleceği ortaya çıkarılır. Uzman sistemlere örnek olarak Google, Bing ve benzeri arama motorlarının yazım yanlışlarına karşın verdikleri öneriler gösterilebilir. Bu sistemler aynı zamanda bilgi tabanlı sistemler olarak da adlandırılabilir (Engelmore ve Feigenbaum, 1993). Tipik olarak Şekil 9’da gösterilen 4 özelliğe sahiptir.



Şekil 9. Uzman Sistemlerin Karakteristik Özellikleri
Kaynak: Choudhury, 2022.

Robot Teknolojileri (Robotics)

Robotik veya Robot Teknolojileri, her ne kadar Elektronik, Makine ve Bilgisayar Mühendisliği alanlarıyla birlikte anılsa da asıl olarak yapay zeka kapsamı içerisinde bulunan bileşenlerden biridir. İnsanların günlük görevlerini

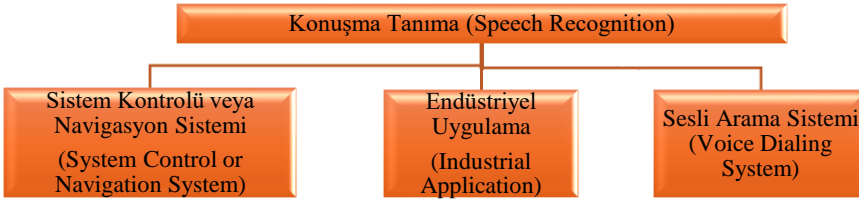
otomatikleştirmek için üretilen robotların elektronik devre tasarımından Elektronik Mühendisliği, fiziksel özelliklerinin oluşturulmasından Makine Mühendisliği ve kullanım alanlarının belirlenmesinden Bilgisayar Mühendisliği sorumludur denilebilir. Bu bağlamda robot teknolojileri ile ilgili şunlar söylenebilir; robotlar bir dizi faaliyeti doğal olarak tamamen ya da yarı şekilde gerçekleştirebilen özelleştirilmiş makinelerdir. Yapay zeka ise robotların giderek karmaşıklaşan görevleri yerine getirebilmeleri için önem arz eden bir bilim alanıdır (Choudhury, 2022; De Raedt ve Kersting, 2008).

Makine Görüşü (Machine Vision)

Makine görüşü (Machine Vision) ya da yapay görme, bir makinenin ögeyi algılamasını sağlayan bilgisayar görüşünü (Resim 1'deki örnekte olduğu gibi) temsil eder. Makine görüşü, bilgisayardaki bir görüntünün algoritma tarafından bir insanın algıladığı görüntü şekliyle aynı görmesine, tanımına ve işlemesine olanak tanır. Nesnelere kontrol etmek, sıralı numaraları incelemek gibi zor karakterize edilen işleri gerçekleştirmek için özelleştirilmiş bir uygulamadır (Davies, 2009).

Konuşma Tanıma (Speech Recognition)

Konuşma tanıma, makine tarafından ses dalgalarının yakalanmasını ve sayısallaştırılarak dönüştürülmesini, dilsel birimlerden kelimelerin oluşturulmasını ve analiz edilmesini içermektedir. Programlanmış konuşma onayı olarak da tanımlanabilen bu uygulama, bilgisayar ile sohbeteye dayalı olarak bilgisayarın belirli bir görevi yerine getirmesini konu alır. Günümüzde Cortana, Google Asistan, Apple Siri gibi örneklerini kullandığımızı söyleyebiliriz (Smadi vd., 2015). Konuşma tanıma sistemleri Şekil 10'daki gibi üç farklı alana ayrılmaktadır.

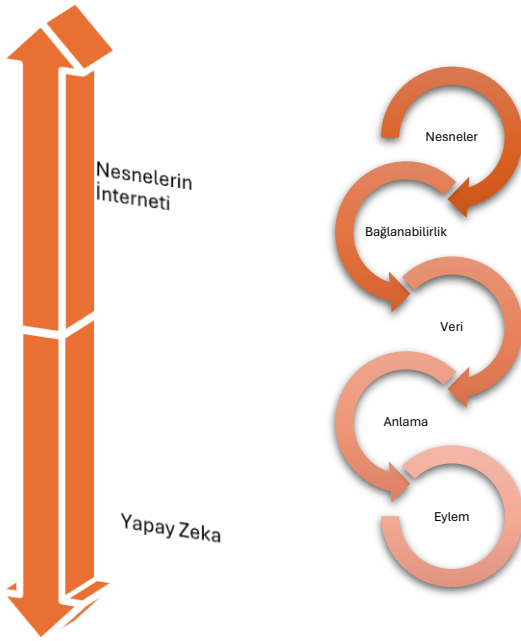


Şekil 10. Konuşma Tanıma Sistemi Alanları

Kaynak: Choudhury, 2022.

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)

Internet of Things yani “Nesnelerin İnterneti” terimi ilk olarak İngiliz Kevin Ashton tarafından 1999 yılında kullanıldı (Rose vd., 2015) Ancak Kevin Ashton’dan önce nesnelerin interneti terimi MIT, Auto-ID Center tarafından kullanılan ve RFID ile Elektronik Ürün Kodu (Electronic Product Code) ile bağlantılı bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Finkenzeller, 2010). Nesnelerin interneti (IoT), “birbiriyle konuşan fiziksel nesnelere hakkındaki her şey” anlamına gelmektedir. Kevin Ashton ise bu terimi, kurumsal tedarik zincirleri içerisinde Radyo Frekanslı ile Tanımlama (RFID) etiketlerinin, hiçbir insan müdahalesi olmadan stok sayımı ve ürünlerin lokasyon bilgisini elde etme amacıyla İnternetin gücünü vurgulamak için kullanmıştır. Günümüzde ise “Nesnelerin İnterneti” kavramı internet bağlantısı ile bilgi işlem kapasitesinin artmasına ve çeşitli cihazlara, nesnelere, sensörlere, günlük eşyalara kadar uzanmasını tanımlamak için kullanılan popüler bir terim olmuştur. İnternet bağlantısına gömülü cihazları tanımlayan bu kavram sayesinde oluşturulan bağlantı düzeyi bilgiye erişimi kolaylaştırmakta ve sürdürülebilirlik ile verimliliği artırmaktadır. Nesnelerin interneti halihazırda özellikle yapay zeka tabanlı cihazlar tarafından kullanılmakta ve büyük miktarda verilerin işlenmesini sağlamaktadır (Finkenzeller, 2010; Mukhopadhyay ve Suryadevara, 2014; Rashed, 2017; Rose vd., 2015). Gesing vd. (2018), nesnelerin interneti ile yapay zekayı Şekil 11’deki gibi beş farklı adımda tanımlamaktadır.



Çeşitli görevleri yerine getirmek üzere donatılmış milyarlarca bağlı nesne.

Cihazlar nasıl bağlanıyor?

Bağlı cihazlardan enformasyon nasıl toplanır?

Bir yapay zeka modelinin büyük miktardaki karmaşık veri kalıplarını kullanarak ortaya çıkardığı anlam ve öğrendiği şeyler.

Düzenlenen değerlerin kalitesini artırmak için yeni girişimlerde bulunulur. Sistemin kendi kendine öğrenme seviyesini artırmak için yeni eylemler kullanılır.

Şekil 11. Yapay Zeka ve Nesnelerin İnterneti için Beş Temel Bileşen

Kaynak: Gesing vd., 2018.

Büyük Veri (Big Data)

Büyük veri (Big Data) terimini ilk kullanan kişiler olan Michael Cox ve David Ellsworth, görselleştirme için büyük miktarda bilimsel verinin kullanılmasını vurgulamıştır (Ellsworth ve Cox, 1997). Bu tarihten sonra büyük veri ile ilgili çok çeşitli tanımlamalar yapılmış ve günümüze büyük bir sermaye potansiyeli olarak gelmiştir. Dünyanın en büyük şirketleri günümüzde daha fazla verimlilik elde etmek ya da yeni ürünler/hizmetler ortaya çıkarmak için sürekli olarak verilerini analiz etmektedir. Veri depolama ve analiz maliyetinin gelişen teknolojiyle birlikte azalması, elde edilebilen büyük veri miktarını artırmakta ve bu verinin değerlendirilmesiyle karar verme süreçleri şirketlere çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Büyük verinin en yaygın tanımlarından biri şu şekildedir; giderek daha yüksek bir hız ve artan hacimle beraber geniş bir skalaya hitap eden veri setidir ve üç “V” olarak (hız-hacim-çeşitlilik) betimlenmektedir (O’leary vd., 2013).

Hacim: bir dizi kaynaktan üretilen büyük miktardaki veriyi temsil etmektedir. Bu büyük verinin kaynağı nesnelerin internetinden (IoT) toplanan verileri ifade

edebileceği gibi çeşitli kaynakları da ifade edebilir. Örneğin RFID etiketleri ile tedarik zinciri boyunca elde edilen veriler bir şirketin büyük verisini oluşturabileceği gibi Facebook ve X gibi sosyal medya platformlarında ortaya çıkan bilgi topluluğu da örnek olarak verilebilir (Ashton, 2009).

Çeşitlilik: bir durumun ya da olayın analizi için çeşitli veri türlerinin kullanılmasını ifade etmektedir. Örneğin, nesnelerin interneti (IoT) içerisinde sürekli olarak veri üreten milyarlarca cihazın büyük veri oluşturduğundan bahsetmiştik. Bu verilerin tek bir tür veri olarak akışı mümkün değildir. Farklı türde yapılandırılmış veriler aynı anda üretilebilir. İnternet üzerindeki verilerin de çeşitliliğe sahip olması ve yeni veri türlerinin ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Chu vd., 2006).

Hız: yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerin hızını temsil etmektedir. İnternete bağlı olan araçların bir kısmının, veriyi gerçek zamanlı olarak işleyebilmesi ve çıkarımlar sunması buna örnek olarak gösterilebilir. Dolayısıyla büyük verinin dinamik olduğu ve analiz edilen veriye göre sıradaki verilerin etkilenebileceği kabul edilmelidir (Pingdom, 2013).

2. Lojistik ve Tedarik Zinciri Çerçevesinde Yapay Zeka

Büyük veri setine ve karmaşık iş süreçlerine sahip olan lojistik ve tedarik zinciri yönetimi sektörlerinin ihtiyaç duyduğu sürekli gelişimi sağlayabilecek en iyi teknoloji yapay zeka olarak öne çıkmaktadır (Wang, 2021; Zhang, 2019). Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi alanları, yapay zeka teknolojinin benimsenmesi ile hızlı bir dönüşüme tanık olacaktır. Yapay zeka, operasyonel süreçleri optimize etme, verimliliği artırma ve karar verme yeteneklerini geliştirme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Envanter planlamasından rota optimizasyonuna ve akıllı ulaştırma sistemlerinden depo otomasyonuna kadar yapay zeka odaklı çözümler tedarik zinciri yönetimini yeniden şekillendirecektir (Soumpeniotti ve Panagopoulos, 2023).

Yapay zekanın önceki bölümlerde değindiğimiz geçmişi ve karmaşık sorunları çözme kapasitesi göz önünde bulundurulduğunda tedarik zinciri yönetimi alanındaki potansiyelinin tam olarak kullanılmadığı söylenebilir. Buna karşın, tedarik zinciri yönetimi alanında yapay zeka uygulamalarının kullanılması için bazı girişimler de uygulanmıştır (Min, 2010).

Yapay zekanın lojistikte ilk adımları 1960'lı yıllarda geliştirilen kargo taşımacılığı için kullanılan elektronik hesaplamalar ile atılmıştır. Zamanla gelişen bu elektronik hesaplama sistemleri 1980'li yıllara gelindiğinde lojistikte uzman sistemlere evrildi. Uzman sistemler ise optimum rotanın oluşturulmasında ve kargo dağıtımı ile ilgili çeşitli problemleri çözmek için kullanıldı. Günümüze bakıldığında ise yapay zekanın özellikle son on yılda lojistik sektöründe giderek

artan bir popülerliğe sahip olduğu görülebilir (Bogomolova, 2023). Bu bölüm yapay zekanın lojistik ve tedarik zinciri yönetimi üzerinde sağladığı faydaları ve potansiyelini konu almaktadır.

RFID (Radio Frequency Identification) ve WSN (Wireless Sensor Networks)

Nesnelerin İnterneti (IoT) kullanımını için önemli özellikler olarak nitelendirilen Kablosuz Sensör Ağları(WSN) ve Radyo Frekansı ile Tanımlama(RFID) temel unsurlar olarak gösterilmektedir. RFID sistemleri en yalın şekilde, radyo dalgaları veya kablosuz iletişim sayesinde cihazların tanınmasını sağlayan bir sistemdir. WSN sistemleri ise birbirine bağlı sensörler aracılığıyla veri toplama veya sensörlere veri sağlama amacıyla kullanılan bir sistemdir. Bu teknolojiler, IoT(Nesnelerin İnterneti) kullanımını aktifleştirdiği ve üretkenliği artırmaya yardımcı olduğu için depo ve operasyon yönetiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Buna ek olarak söz konusu sistemler, şirketin operasyon optimizasyonu söz konusu olduğunda da rekabet avantajı elde etmek için ihtiyaç duyduğu çeşitli verilerin elde edilmesi, izlenmesi ve iyileştirilmesinde yardımcı olur (Gubbi vd., 2013; Landaluce vd., 2020; Mirshahi vd., 2013).

RFID teknolojisi tedarik zincirlerinde izleme, stok kontrolü, erişim, elektronik güvenlik, havayolu bagaj takibi, geçiş ücreti ödemesi gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Bu sistemin çalışması için ise okuyucu ve etiket olmak üzere iki unsur etiket üzerinde bulunmalıdır. Bu etiket, ürünün türü, sıcaklık değeri, kimliği, üretici adı gibi verileri depolayan bir bellek görevi görmektedir. RFID üzerinde depolanan verilerin okunması için ise kablosuz iletişim yolu kullanan bir okuyucu gerekmektedir. Okuyucu ve etiket arasındaki iletişim, elektromanyetik dalgaların yayılmasıyla çalışır. Etiketler okunduğunda bir veritabanı oluşturulur. Oluşturulan veritabanı nesnelerin senkronize edilmesini sağlar ve okuyucu nesnelerin varlığını teyit eder. WSN iletişimi ise RFID ile farklılık gösterir. Kablosuz Sensör Ağları (WSN), çok sayıda sensör bulundurur ve çeşitli konumlarda bulundurularak izleme, kontrol, güvenlik ve diğer birçok kullanım hedefine hizmet edebilir. Uzun menzilli veri kaynaklarına ulaşımı sağlayan bu sistem, çevresel sorunları tespit etmek için kullanılabilir ve RFID etiketlerine göre daha hızlı şekilde yeniden programlanılabilir özelliğine sahiptirler (Merino ve Mariño, 2012; Mirshahi vd., 2013; Rashed, 2017).

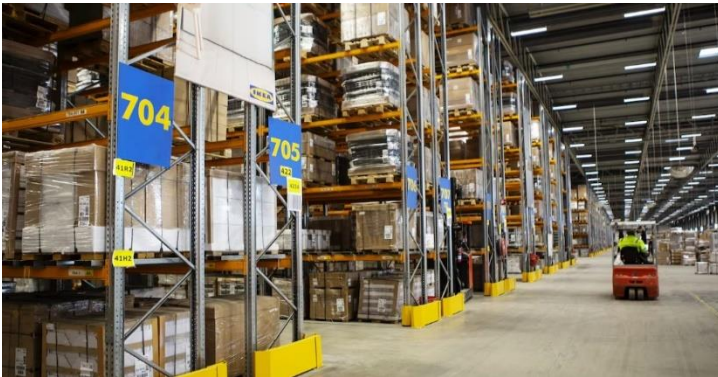


Resim 2. Inditex Group RFID Örneği

Kaynak: Inditex 2024.

Yapay Zeka Destekli Lojistik Planlama (AI-Powered Logistic Planning)

Yapay zeka, lojistik şirketleri tarafından talep tahmini ve ağ planlaması noktasında efektif bir şekilde kullanılabilir ve bu sayede verimlilik artışı sağlanabilir. Bir şirket her daim talep ve arzı dengeli bir şekilde yönetebilmeyi amaçlar. Yapay zeka temelli talep tahmin modelleri, geçmiş verilere ve mevsimsellik, tatil ve benzeri dış faktörleri değerlendirerek gelecekteki talebi tahmin edebilir. Bu sayede şirket tedarik zinciri yönetimindeki maliyet kalemleri arasında yer alan envanter tutma ve nakliye gibi çeşitli maliyetleri en aza indirmiş olur. Buna ek olarak yapay zeka destekli lojistik planlama sayesinde arz talep değişimlerinden farklı şekilde üretim stratejilerinde de en iyi kararları verebilirler (Dash vd., 2019; Gesing vd., 2018; Min, 2010).



Resim 3. IKEA Yapay Zeka Destekli Talep Tahmin Uygulaması

Kaynak: ikea.com

IKEA 2021’de talep tahminlerinin doğruluğunu artırabilecek bir uygulama geliştirdiği açıkladı. Bu uygulama yapay zeka destekli bir talep tahmin uygulaması olarak nitelendirilebilir. Henüz Norveç’te kullanıma açılmış olan bu yapay zeka destekli talep tahmin uygulamasının, IKEA’nın lojistik süreçlerine yardımcı olduğu ve stok yönetimini kolaylaştırarak daha verimli bir çalışma sistemi oluşturduğu belirtilmiştir.

Depo Otomasyonu (Warehouse Automation)

Yapay zekanın amaçlarından birinin otonom sistemler oluşturmak olması, lojistik sektörünün depo yönetiminde kullanabilmesi için yapay zekayı en iyi uygulamalardan biri olarak öne çıkarmaktadır. Geleneksel bir depo yönetiminin aksine otonom depolarda, ürünler kategorilere göre gruplandırılmak yerine yan yana konumlandırılır. Bu sayede otonom depo içerisindeki robotların ilki, siparişe göre konumuna en yakın ürünü alarak paketleme sürecine gönderir. Yükleme, boşaltma ve elleçleme gibi işlevler lojistik sektörünün en temel unsurlarını oluşturur. Depo içerisinde otonom olarak bu işlevlerin gerçekleştirilmesi ise verimliliği ve etkinliği artırır. Bu noktada yapay zeka, depo içerisindeki en kısa rotayı hesaplar ve depo içerisindeki toplama sürecini hızlandırır. Depo içerisindeki tüm iş akışlarını değiştiren bu yapay zeka modelleri görsel tanıma ve robot teknolojilerine dayanmaktadır. Depo süreçlerinin otomatikleşmesini sağlayan bu yapay zeka kullanımı global çapta henüz potansiyeline ulaşmamıştır diyebiliriz (Hellingrath ve Lechtenberg, 2019; Zhang, 2019).

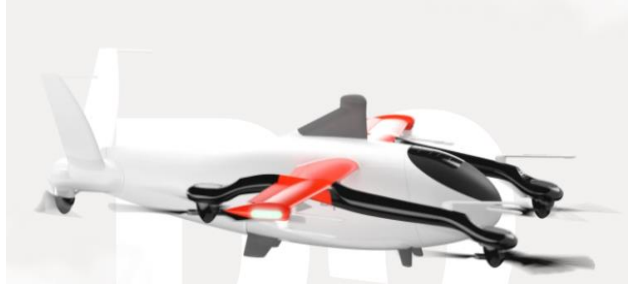


Resim 4. Amazon Depo Otomasyonu

Kaynak: aboutamazon.com, 2024.

Akıllı Teslimat (Intelligent Delivery)

Günümüz şartlarında müşteri için “değer yaratma” ve “kullanıcı deneyimi” gibi terimler sıklıkla kullanılıyor. Bu terimlerin temeldeki amacı ise müşteri için daha geniş özellikli, özel ve pratik bir deneyim tasarlamak. Günümüz dünyasında, her müşterinin özel hissetmesini sağlamak bir yükümlülük haline gelse de, bunun kolay bir görev olmadığı açıktır. Geçmişte sadece en çok kazanç getiren müşteriler böyle bir deneyim yaşarken, maliyetlerin azalması ve teknolojinin gelişmesiyle yaygınlaşan bir olguya dönüştü. Makine öğrenimi ve görüntü işleme gibi çeşitli yapay zeka teknolojileri, her müşterinin özel bir deneyim yaşamasına, kişiye özel öneriler almasına yardımcı olmaktadır (Min, 2010; Zhang, 2019).



Resim 5. Zipline Şirketinin İHA ile Otonom Teslimat Sistemi

Kaynak: flyzipline.com, 2024.

Zipline isimli şirket yapay zeka destekli sistemleri sayesinde otonom şekilde, insansız hava araçları (İHA) kullanarak çeşitli ürünlerin teslimatını yapmaktadır. Resim 5’deki araçla teslimat yapan firmanın bu aracı, tek seferde 38 kilometre uzaklığa kadar yolculuk yapabiliyor, 3,6 kilograma kadar kargo taşıyabiliyor ve 90 metre yüksekliğe, 112 km/h hıza ulaşabiliyor.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapay zeka (Artificial Intelligence) teknolojisi, bir sistemi akıllı ve otonom hâle getirmesiyle günümüz dünyasında dikkatleri üzerine çekmiştir. Bunun yanı sıra karmaşık problemlere makine öğrenimi ve derin öğrenme gibi alt boyutlarında yer alan onlarca farklı algoritmayla çözüm üreten yapay zeka, birçok farklı disipline etki etmeyi başarmıştır. Dolayısıyla operasyonları dönüştürerek, verimliliği artırarak, veriye dayalı karar verme ve tahmin modelleri gibi avantajlar sağlayarak lojistik ve tedarik zinciri yönetimi sektöründe de bir devrim yaratmayı başarmıştır. Lojistiğin geleceğine bakıldığında, yapay zekanın lojistik sektöründe fark yaratacağını ve şirketlere birden fazla alanda çeşitli avantajlar sağlamaya devam edeceği söylenebilir.

Günümüzde çeşitli yapay zeka algoritmaları, rota optimizasyonu ve talep tahmini dahil olmak üzere birçok büyük şirketin tedarik zinciri operasyonlarını daha verimli hale getirmeye devam ediyor. Yapay zeka ve robot teknolojilerinin birlikte kullanıldığı depolarda ise otonom toplama, en kısa yol hesaplaması ve paketleme gibi çeşitli karmaşık çözümler üretilerek depo yönetimi noktasında şirketlere fayda sağlanıyor.

Teknolojinin gelişim hızı ve sağladığı avantajlar göz önünde bulundurulduğunda, geleneksel lojistik işletmelerinin yapay zeka teknolojilerini benimseyebilmesi bir zorunluluk haline gelmektedir. Lojistik sektörünün sahip olduğu büyük veri akışı ve karmaşık problem yapısına dayalı iş süreçleri, yapay zeka teknolojilerinden yararlanılarak rekabet avantajına dönüştürülmelidir. Lojistik işletmelerinin yapay zeka alanındaki profesyonel ve yetenekli iş gücüne sahip olamayışı, lojistik sektörünün diğer sektörlerden geride kalmasına yol açabilir.

Yapay zeka teknolojilerinin potansiyelini erken safhada keşfederek, bu alandaki dönüşümünü gerçekleştiren şirketler, sağladıkları rekabet avantajını sürdürebilmek amacıyla değer zincirlerinin büyük bir bölümünde yapay zekayı kullanmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin tedarik zincirinin her noktasındaki iş akışına etki edebilmesi, yapay zeka teknolojilerini en iyi kullanan şirketlerin bir adım öne geçmesine olanak sağlamaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin tedarik zinciri yönetimi içerisinde bu kadar büyük ve önemli bir paya sahip olmasındaki en büyük neden ise operasyonları optimize ederken aynı zamanda inovasyonu da teşvik etmesidir. Tedarik zinciri yönetimi süreçlerini veri analitiği sayesinde kolaylaştıran yapay zeka, hataları azaltmakta ve şirketlerin karar alma mekanizmalarını geliştirmektedir.

Dolayısıyla lojistiğin geleceğinde operasyonel verimliliği artıran, maliyetleri azaltan ve rekabet avantajı kazandıran yapay zeka teknolojilerinin tedarik zinciri içerisine entegre edilmesi yatmaktadır. Ancak, tüm yapay zeka teknolojilerinin

tedarik zinciri akışı içerisinde sorumlu ve etik bir şekilde kullanılması, müşterilere arzu edilen değerin yaratılmasında önemli bir rol oynarken, aynı zamanda veri gizliliği ile güvenlik gibi hususların da yerine getirilmesi açısından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Aguezzoul, A., ve Pires, S. (2019). Use of artificial intelligence in supply chain management practices and 3PL selection. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 17(4), 10–12.
- Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114.
- Bogomolova, S. (2023). *Artificial intelligence and its impact on work in the field of logistics*.
- Bringsjord, S., ve Govindarajulu, N. S. (2024). Artificial Intelligence. In Edward N. Zalta ve Uri Nodelman (Eds.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2024). Metaphysics Research Lab, Stanford University.
- Chen, J., Muggleton, S., ve Santos, J. (2008). Learning probabilistic logic models from probabilistic examples. *Machine Learning*, 73, 55–85.
- Choudhury, L. K. (2022). STUDY ON LOGIC AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUBSETS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *Innovative Research Thoughts*, 8(1), 127–134.
- Christopher, M. (2022). *Logistics and supply chain management*. Pearson Uk.
- Chu, C.-T., Kim, S., Lin, Y.-A., Yu, Y., Bradski, G., Olukotun, K., ve Ng, A. (2006). Map-reduce for machine learning on multicore. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 19.
- Cobb, M. (2023). The representation of knowledge and the relevance of biological models at the Symposium on the Mechanisation of Thought Processes, 1958. *IEEE Annals of the History of Computing*.
- Dash, R., McMurtrey, M., Rebman, C., ve Kar, U. K. (2019). Application of artificial intelligence in automation of supply chain management. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(3).
- Davies, E. R. (2009). The application of machine vision to food and agriculture: A review. In *Imaging Science Journal* (Vol. 57, Issue 4, pp. 197–217). <https://doi.org/10.1179/174313109X454756>
- De Raedt, L. (2008). *Logical and relational learning*. Springer Science ve Business Media.
- De Raedt, L., ve Kersting, K. (2008). Probabilistic inductive logic programming. In *Probabilistic inductive logic programming: theory and applications* (pp. 1–27). Springer.
- Di Franco, G., ve Santurro, M. (2021). Machine learning, artificial neural networks and social research. *Quality ve Quantity*, 55(3), 1007–1025.
- Ellsworth, D., ve Cox, M. (1997). *Managing big data for scientific visualization*. <https://www.researchgate.net/publication/238704525>
- Engelmore, R. S., ve Feigenbaum, E. (1993). Expert systems and artificial intelligence. *Expert Systems*, 100(2), 2007–2008.

- Finkenzeller, K. (2010). *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, Third Edition*.
- Gesing, B., Peterson, S. J., ve Michelsen, D. (2018). Artificial intelligence in logistics. *DHL Customer Solutions ve Innovation*, 3.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., ve Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., ve Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., ve Friedman, J. H. (2009). *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction* (Vol. 2). Springer.
- Hellingrath, B., ve Lechtenberg, S. (2019). Applications of artificial intelligence in supply chain management and logistics: focusing onto recognition for supply chain execution. *The Art of Structuring: Bridging the Gap Between Information Systems Research and Practice*, 283–296.
- Hoffmann, C. H. (2022). Is AI intelligent? An assessment of artificial intelligence, 70 years after Turing. *Technology in Society*, 68, 101893.
- Kitchin, R. (2014). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. Sage.
- Landaluce, H., Arjona, L., Perillos, A., Falcone, F., Angulo, I., ve Muralter, F. (2020). A review of IoT sensing applications and challenges using RFID and wireless sensor networks. *Sensors*, 20(9), 2495.
- LeCun, Y., Bengio, Y., ve Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
- Marsland, S. (2011). *Machine learning: an algorithmic perspective*. Chapman and Hall/CRC.
- McCarthy, J. (1959). *Programs with common sense*. London.
- Merino, M., ve Mariño, P. (2012). Supply Chain Management in International Logistics–RFID Applications. *Business Dynamics in the 21st Century*, 169.
- Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management: theory and applications. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 13(1), 13–39.
- Mirshahi, S., Uysal, S., ve Akbari, A. (2013). Integration of RFID and WSN for supply chain intelligence system. *Proceedings of the International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence-ECAI-2013*, 1–6.

- Mohri, M., Talwalkar, A., ve Rostamizadeh, A. (2012). *Foundations of Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning Series)*(p. 7). Cambridge, Mass: MIT Press.
- Moor, J. (2006). The Dartmouth College artificial intelligence conference: The next fifty years. *Ai Magazine*, 27(4), 87.
- Mukhopadhyay, S. C., ve Suryadevara, N. K. (2014). *Smart Sensors, Measurement and Instrumentation 9 Internet of Things Challenges and Opportunities*. <http://www.springer.com/series/10617>
- Nadkarni, P. M., Ohno-Machado, L., ve Chapman, W. W. (2011). Natural language processing: an introduction. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 18(5), 544–551.
- Nilsson, N. J. (2010). The quest for artificial intelligence: A history of ideas and achievements, *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. doi: 10.1017. CBO9780511819346.
- O’leary, D. E., Cox, M., ve Ellsworth, D. (2013). *AI Innovation Industry Artificial Intelligence and Big Data What Is Big Data?* <http://mahout.apache.org>
- Pingdom, R. (2013). Internet 2011 in numbers. [Http://Royal. Pingdom. Com/2012/01/17/Internet-2011-in-Numbers/](Http://Royal.Pingdom.Com/2012/01/17/Internet-2011-in-Numbers/).
- Rashed, Y. (2017). *Internet of Things and Modern Supply Chain Management*. Tampere University of Technology.
- Rose, K., Eldridge, S., ve Chapin, L. (2015). *The Internet of Things: An Overview Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*.
- Russell, S. J., ve Norvig, P. (2003). Artificial Intelligence: A Modern Approach,. In *Artificial Intelligence: A Modern Approach*,. Pearson Education Limited.
- Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61, 85–117.
- Shi, Z. (2019). *Advanced artificial intelligence* (Vol. 4). World Scientific.
- Smadi, T. Al, Al Issa, H. A., Trad, E., ve Smadi, K. A. Al. (2015). Artificial Intelligence for Speech Recognition Based on Neural Networks. *Journal of Signal and Information Processing*, 06(02), 66–72. <https://doi.org/10.4236/jsip.2015.62006>
- Soumpeniotti, V., ve Panagopoulos, A. (2023). AI Technology in the Field of Logistics. *2023 18th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation ve Personalization (SMAP) 18th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation ve Personalization (SMAP 2023)*, 1–6.
- Wang, S. (2021). Artificial intelligence applications in the new model of logistics development based on wireless communication technology. *Scientific Programming*, 2021(1), 5166993.

- Wenzel, H., Smit, D., ve Sardesai, S. (2019). A literature review on machine learning in supply chain management. *Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management: Innovative Approaches for Supply Chains. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL), Vol. 27*, 413–441.
- Zhang, Y. (2019). The application of artificial intelligence in logistics and express delivery. *Journal of Physics: Conference Series, 1325(1)*, 012085.

WEB Kaynakları

- Astica.ai, erişim: 24.05.2024.
- Inditex.com, erişim: 16.04.2024.
- Ikea.com, erişim: 07.06.2024.
- Aboutamazon.com, erişim: 07.06.2024.
- Flyzipline.com, erişim: 10.06.2024.

5. BÖLÜM

BLOK ZİNCİR VE AKILLI SÖZLEŞMELER

Sude DIŞKAYA¹

¹ Öğr. Gör., İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Lojistik Programı,
sudediskaya@esenyurt.edu.tr ORCID No: 0009-0003-8816-4236

GİRİŞ

Sanayi devrimleri, teknolojik yeniliklerle üretim süreçlerini şekillendirerek yalnızca sanayi alanında değil, toplumsal ve ekonomik alanda da köklü değişimlere neden olmaktadır. Günümüzde bu değişimlerin en son aşamalarından biri olan Endüstri 4.0, bilgi teknolojilerinin üretim süreçlerine entegrasyonu ile dijital ve fiziksel dünyayı bir araya getirmektedir. Bu yeni dönemde, yapay zekâ, makine öğrenmesi, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri (Big data), RFID (Radio Frequency Identification) teknolojileri, blok zincir teknolojileri gibi yenilikçi sistemler, işletmelerin verimliliğini artırarak süreçlerin daha güvenilir, şeffaf ve entegre bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Teknoloji ve internet destekli bu uygulamalar, potansiyel faydaları sayesinde son yıllarda işletmeler ve paydaşları tarafından tercih edilmekte, aynı zamanda araştırmacıların ve sektör uzmanlarının da dikkatini çekmektedir (Chauhan ve Singh, 2020; Ghobakhloo, 2020; Hofmann ve Rüsçh, 2017; Strange ve Zucchella, 2017; Tjahjono vd., 2017).

Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak ortaya çıkan blok zincir teknolojisi dijital platformda kayıt tutmayı sağlayan yenilikçi bir teknolojidir. Bu teknolojiye “akıllı sözleşmeler” olarak adlandırılan otomatik yürütülebilen sözleşmelerin entegre edilmesiyle kullanım alanı genişlemiştir. Bu entegrasyon özellikle lojistik ve tedarik zincirinde, işlemlerin izlenmesi, takibi ve yönetimine katkılar sağlamaktadır. Bu sayede süreçler daha şeffaf, güvenilir ve verimli bir şekilde yürütülebilmektedir (Chang vd., 2019; De Giovanni, 2020; Dolgui vd., 2020; Haque vd., 2021; Turjo vd., 2021). Blok zincir teknolojisinin benimsenmesi, teknolojinin gelişimine paralel olarak kademeli ve istikrarlı bir gelişim göstermektedir. Bu kapsamda Blok zincir teknolojisi ve akıllı sözleşmelerin tarihsel gelişimi ve hangi aşamalardan geçtiği ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır. Ayrıca bu teknolojilerin kullanım alanları incelenerek, sundukları potansiyel faydalar ve karşılaşılan zorluklar üzerinde durulacaktır. Bu sayede Blok zincir ve akıllı sözleşmelerin gelecekteki rolü ve etkileri hakkında kapsamlı bir bakış açısı sunulması amaçlanmaktadır.

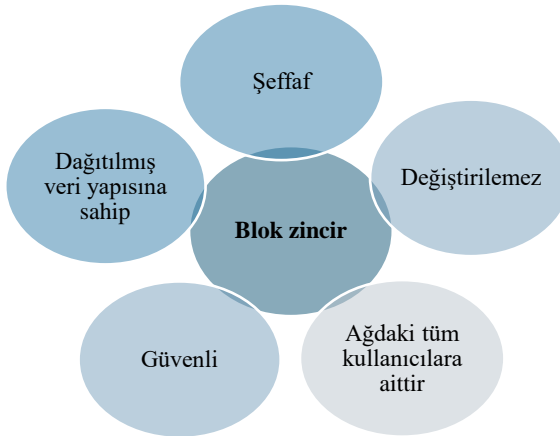
1. Blok zincir (BZ) - (Blokchain)

Blok zincir kavramı ilk kez Nakamoto'nun (Nakamoto, 2008) Bitcoin başlıklı makalesinde kripto paraların altında yatan teknoloji bileşeni olan “blok” kelimesi ile literatüre girmiştir. Nakamoto adı geçen makalede, işlemlerin güvenli ve merkezi olmayan bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan blok zincir teknolojisinin temel prensiplerini açıklamıştır. Zamanla blok zincir teknolojisi sadece kripto para birimlerinin temelinde yer almaktan çıkarak başta finans

sektörü olmak üzere kendisine geniş bir uygulama alanı bulmuştur. (Di Pierro, 2017: 92).

Blok zincir dağıtık defter teknolojisi (DTL= Distributed Ledger Technology) prensibine dayanmaktadır. İşlemler ve kayıtlar, merkezi bir veri tabanı yerine birçok farklı noktada dağıtık olarak tutulmaktadır. Kayıtların ve işlemlerin dağıtık bir yapıda tutulması güvenlik ve sistem sürekliliğini sağlamakta bu sayede, düğümlerden bazıları devre dışı kalsa bile hizmet akışı kesintiye uğramamaktadır (Ülgür, 2022: 350).

Blok zincir teknolojisi, ürünlerin menşei ve özgünlüğünü güvenli bir şekilde doğrulayarak sahte ürünlerin piyasada yer almasını zorlaştırmaktadır. Ürünlerin orijinal olduğu garanti altına alındığında, tüketicilerin hem ürüne hem de satıcıya olan güveni artmakta, ayrıca fikri mülkiyet haklarının (patent hakları gibi) korunması sayesinde mali açıdan ekonomik verimlilik avantajı yaratmaktadır (Alqarni vd., 2023: 1). Tüketiciler blok zincir teknolojisi sayesinde aldıkları ürünlerin kaynağını doğrulayabilmekte ve taklit ürünlerden korunabilmektedirler. Blok zincir teknolojisinin genel özellikleri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Blok Zincirin Genel Özellikleri

Kaynak: Alqarni vd., 2023: 5.

Şekil 1’de yer alan kavramlar blok zincir teknolojisinin temel özelliklerini beş başlık altında sunmaktadır. Blok zincir, şeffaflık özelliği sayesinde işlemlerin herkes tarafından doğrulanabilir olmasını sağlamakta böylece dolandırıcılık ve hata oranları minimize edilerek işlemler yapılmaktadır. Ayrıca blok zincir üzerindeki bütün yapılar değiştirilemez olduğu için verilerin manipüle edilmesi önlenmekte ve işlem geçmişli tutarlı bir şekilde kayıt altına alınabilmektedir. Blok zincir merkezi bir otoriteye bağlı olmadan, ağdaki tüm kullanıcılar tarafından

kontrol edilebilen bir yapı sunmaktadır. Bu da daha adil ve demokratik bir sistemin kurulmasına olanak tanırken, merkezi otoritenin yaratabileceği olası güvenlik açıklarını ortadan kaldırmaktadır. Kriptografik güvenlik, verilerin yetkisiz olan erişimlere karşı korunmasını sağlamakta, bu durum özellikle dijital ödeme sistemlerinde ve kimlik doğrulama süreçlerinde güvenli adımların izlenmesine yardımcı olmaktadır. Son olarak dağıtılmış veri yapısı merkezi bir sunucuya ihtiyaç duymadan verilerin bir ağda birden fazla noktada saklanmasını mümkün kılarak veri kayıplarını engellemeye yardımcı olmaktadır. Bu özellikler, blok zincir teknolojisinin özellikle finans, tedarik zinciri gibi alanlarda güvenliğin ve verimliliğin artırılmasında etkili bir araç olarak kullanılmasını olanak tanımaktadır.

1.1. Blok Zincir Yapısı

1.1.1. Düğüm (Node): Düğümler Blok zincir ağında ağın işleyişine katılan ve belirli işlemleri yerine getiren bağımsız bir cihaz veya bilgisayar olarak tanımlanmaktadır. Her düğüm, ağın bir parçasıdır ve diğer düğümlerle iletişim kurarak çeşitli görevler üstlenmektedir (Ayberkin vd., 2018: 75).

1.1.2. Eşler arası ağ (Peer to Peer): Merkezi bir sunucuya ihtiyaç duymadan, doğrudan katılımcılar arasında (peers) veri veya kaynak paylaşımını sağlayan bir modeldir. Ağda her katılımcı, hem istemci (client) hem de sunucu (server) olarak hareket etmektedir yani hem veri alabilmekte hem de veri sağlayabilmektedir (Rahmadika vd., 2020: 700).

1.1.3. Blok: Blok zincir sistemi içerisinde belirli bir zaman diliminde gerçekleştirilen işlemleri ifade etmektedir. Zincir içerisinde birbirine bağlı veri yapılarına verilen isimdir. Her bir blok, kendisinden önceki blok ile kriptografik olarak bağlantılıdır, bu da sistemin güvenliğini ve değişmezliğini sağlamaktadır (Tanrıverdi vd., 2019: 209).

1.1.4. Kriptografi: Şifreleme ve şifre çözme tekniklerine dayanan bir alandır. Şifreleme, bir mesajı kodlama işlemi ifade etmektedir. Şifreleme gizli iletişimde kullanılırken kriptografinin kullanım alanı, dijital imzalar ve güvenlik algoritmalarını içeren daha geniş bir alanı ifade etmektedir (Doğan, 2020: 860).

1.1.5. Özetleme (Hashing): Verinin kimliğini temsil eden, veriyi özetleyen ve diğer verilerden ayırt eden matematiksel bir işlem veya algoritmadır. Bu işlem sayesinde verideki en ufak bir değişiklikte farklı bir hash değeri üretilmiş olur (Tanrıverdi vd., 2019: 93).

1.2. Blok Zincir Sisteminin Çalışma Prensibi

Günümüzde büyük veri ve bulut tabanlı teknolojilerin yerini alması beklenen blok zincir teknolojisi, kullanılan sistemin değiştirilmesini, hacklenmesini veya

manipüle edilmesini neredeyse imkânsız hale getiren güvenli bir kayıt sistemidir. Bu sistem, ağdaki tüm işlemlerin bilgisayar sistemi üzerinde eş zamanlı olarak çoğaltıldığı ve dağıtıldığı bir defter olarak çalışmaktadır. Bu sayede defter kullanıcılara güvenilir ve doğrulanabilir veriler sağlamaktadır (Tekin vd., 2020: 571).

Blok zincirin temel özellikleri arasında, sistemin etkinliğini artıran ve kullanıcılara güvenli bir ortam sunan unsurlar yer almaktadır (Murck vd., 2020: 20-21) Aşağıda bu özelliklerin detaylı açıklamaları sunulmuştur:

1.2.1. Dağınık veri tabanı: Blok zincirde taraflardan her biri tüm veri tabanına ve tüm geçmişe erişim sağlayabilmektedir. Veri ya da enformasyon süreci tek bir tarafın kontrolü altında değildir. Taraflardan her biri herhangi bir aracı olmaksızın kendi işlem ortaklarının kayıtlarını doğrulayabilmektedir.

1.2.2. Denkler arası aktarım: Zincir içerisindeki iletişim, doğrudan taraflar arasında gerçekleşmektedir. Bu sayede her bir düğüm, enformasyonu depolama ve diğer düğümlere iletme görevini ifa etmektedir.

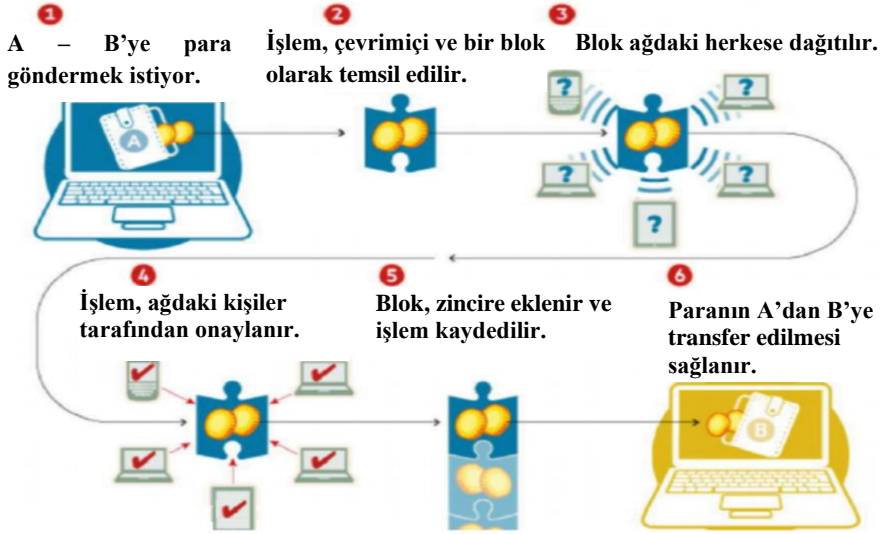
1.2.3. Takma isimli şeffaflık: Her bir işlem ve onun değeri, sisteme erişim sağlayan herkes tarafından görülebilmektedir. Zincir içerisindeki her düğüm, yani kullanıcılar, kendisini tanımlayan çok karakterli bir adrese sahiptir. Kullanıcılar anonim kalmayı veya kimliklerini başkalarına gösterme seçeneklerinden birini tercih edebilir.

1.2.4. Kayıtların geri çevrilemezliği: İşlemler veri tabanına girilip hesaplar güncellendikten sonra kayıtlarda herhangi bir değişiklik yapılamamaktadır çünkü önceki tüm kayıtlar birbiriyle bağlantılıdır. Zaten blok zincir teriminin temelinde bu anlam yatmaktadır.

1.2.5. Bilgisayar mantığı: Dağınık defterin dijital doğası gereği işlemler bilgisayar mantığına bağlanabilmektedir. Bu durum sistemin programlanabilir olması anlamına gelir. Böylece kullanıcılar düğümler arasında işlemleri etkileyen algoritmalar veya kurallar oluşturabilmektedir.

Blok zincirin bir aracıya ihtiyaç duymaması, şeffaf ve yüksek güvenli olması, transfer maliyetlerini düşürmekte ve uygulamayı kullanan işletmelere faydalar sağlayabilmektedir. Fakat bunun yanında siber saldırılara açık olması, gizlilik eksiklikleri ve hukuki açıdan taşıdığı belirsizlikler sebebiyle de bazı sorunlara neden olabilmektedir (Erdemir, 2020: 179). Blok zincir, ağda az sayıda kullanıcı olduğunda iyi çalışmaktadır fakat kullanıcıların kitleler halinde ağa entegre olması durumunda ağ yavaşlamakta bu da işlemlerin gerçekleştirilmesinde zaman alabilmektedir. Sorunun devam etmesi halinde kullanıcıların ağa katılımı kısıtlanabilir ve işlem maliyetleri artabilmektedir (Madaan vd., 2020: 256). Dolayısıyla bu zorlukların hızlı bir şekilde çözülmesi gerekmektedir. Ayrıca veri miktarı arttıkça blok zincir ağındaki düğümlerin

depolama ihtiyacı da artmaktadır, çünkü veriler her bir düğümde tekrar saklanmaktadır. Bu durum depolama israfına yol açmaktadır, ayrıca elektrik tüketiminin artmasına neden olarak yeşil kalkınmanın önünde bir engel oluşturmaktadır (Tan vd., 2020: 9-10). Bu kapsamda Şekil 2’de Blok Zincirin çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 2. Blok Zincirin Çalışma Prensibi

Kaynak: Crosby vd., 2016.

Blok zincir içerisindeki işlemler şu şekilde gerçekleşmektedir: Birinci adımda A, B'ye para göndermek istemektedir. İkinci adımda işlem dijital bir ortamda gerçekleşir ve bir blok olarak temsil edilir. Üçüncü adımda A'nın para ile ilgili gönderdiği bilgilerin ağa dağıtılması sağlanarak işlem şeffaf bir hale getirilir. Dördüncü adımda A tarafından başlatılan işlem onaylanması gereken kişiler tarafından onaylanır. Bu sayede işlemin geçerli ve güvenilir olduğu garanti edilmiş olur. Daha önceden belirlenmiş ve onaylanmış kurallara göre ağda onaylanan işlem yeni bir blok olarak ağa kaydedilir. Böylece A'dan B'ye para transferi tamamlanmış olur (Bozkurt, 2022: 241; Saberi vd., 2019: 2119).

1.3. Blok zincir Türleri

Şirketler yapacakları işlemlere dair en uygun blok zincir türünü belirlemek ve bir karara varmak durumundadır. Bu sebeple blok zincir türleri hakkında genel bir bilgi sahibi olmak gerekmektedir (Zheng vd., 2018: 358). Blok zincir

sistemleri; genel (public), özel (private) ve konsorsiyum (consortium) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

1.3.1.Genel blok zincirler: Herkesin erişimine açık, herhangi bir izne tabi olmayan, merkeziyetsiz ve güvenin gerekmediği bir yapıyı ifade etmektedir.

1.3.2.Özel blok zincirler: Bir organizasyonun kontrolü altında işleyen yani bir izne tabi olunması gereken bir yapıyı ifade etmektedir.

1.3.3.Konsorsiyum blok zincirler: Eşit güce sahip ve birden fazla organizasyonun veriye erişim, değiştirme, veri ekleme gibi haklarının izne bağlı oluşturulduğu bir yapıyı ifade etmektedir (Atıcı, 2020: 93-94; Zhang vd., 2019: 6).

1.4. Blok Zincir Teknolojisinin Kullanıldığı Alanlar

Blok zincir teknolojisi başlangıçta Bitcoin gibi dijital para birimlerinin alt yapısı olarak geliştirilmiş olmasına rağmen, günümüzde finans, sağlık, gayrimenkul, tedarik zinciri, telekomünikasyon ve hükümet politikaları gibi birçok sektörde kullanım potansiyeline sahiptir (Kırbaş, 2018: 81). Blok zincir teknolojisinin başlıca kullanım alanları, kripto paralar, tedarik zinciri entegrasyonları, para transferleri/ödeme sistemleri, kişisel dijital kimlikler, kamuda veya özeld güvenli oylama sistemleridir (Aksu, 2019: 236-237). Blok zincir teknolojisi kendisine pek çok alanda kullanım alanı bulmuş, bulmaya da devam etmektedir. Bu kapsamda bu başlık altında blok zincir teknolojisinin kullanım alanları ve sağladığı faydalar incelenecektir.

1.4.1. Tarım sektörü: Blok zincir teknolojisi e-tarım kapsamında (sensörler, otomatik sulama ve gübreleme sistemleri) tarımın verimliliğini artırmayı, israfın önüne geçmeyi ve maliyetleri azaltmayı amaçlamaktadır (Antonucci vd., 2019: 6137).

1.4.2. Enerji sektörü: Yenilenebilir enerji kullanarak elektrik üretimi gerçekleştiren şirketlere hükümet tarafından yeşil sertifika verilmektedir. Şirketler bu sertifikalarla tükettiği elektriği yenilenebilir enerjiye dönüştürerek sürdürülebilirliği destekler ve karbon ayak izini azaltmaya katkıda bulunurlar. Ayrıca yeşil sertifikaların ticareti de mümkündür. Bu noktada blok zincir teknolojisi her bir işlemin takibini ve sürecini hızlandırmakta ayrıca piyasada sahte sertifikaların dolaşmasını önlemede yardımcı olmaktadır (Antonucci vd., 2019: 3378).

1.4.3. Otomotiv sektörü: Blok zincir ve nesnelerin interneti (IoT) entegrasyonu, elektrikli ve otonom araçların şarj istasyonlarının seçimi ve şarj fiyatlandırma sürecinde en uygun maliyetli olanı seçmede yardımcı olmaktadır. Sensörlerin kullanımı ile birlikte bakım, onarım ve tamirat süreçleri daha hızlı gerçekleştirilmektedir (Miller, 2018: 16-17).

1.4.4. Bankacılık sektörü: Blok zincir teknolojisinden faydalanan bankalar tüm işlemleri şeffaf bir şekilde kaydeder ve müşterileriyle paylaşır. Bu sayede müşteriler işlemleriyle ilgili tam bir görünürlük elde etme imkanına sahip olur. Otomatik işlem mekanizmaları sayesinde müşteri hizmetlerinde de otomasyon sağlanır bu da işlemlerin daha hızlı ve hatasız bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır (Garg vd., 2021).

1.4.5. Turizm sektörü: Blok zincirin turizm sektöründe başarılı bir şekilde uygulanması ile rezervasyon ve ödeme işlemleri daha güvenilir bir şekilde gerçekleşmekte, müşterilerin kişisel bilgileri korunarak veri güvenliği sağlamaktadır. Bu durum turizm paydaşları arasında iyi bir iş birliği ve koordinasyon oluşturmaktadır (Buhalis ve Amaranggana, 2015: 553). Aynı zamanda turizm sektöründen blok zincirin kullanılması yenilikçi hizmetlerin gelişimini teşvik etmektedir. Örneğin turistler seyahat deneyimlerini blok zincir teknolojisi üzerinden paylaşarak ve doğrularak diğer turistlerin destinasyon hakkında fikir sahibi olmaları sağlanabilmektedir (Antoniadis vd., 2020: 381).

1.4.6. Eğitim sektörü: Blok zincir teknolojisinin eğitim sektöründe kullanılması açık ve uzaktan öğrenme sürecinde öğrencilerin derse katılımlarını, başarı durumları güvenli bir şekilde kaydedilebilir, geçmiş örenmelerin tanınması ve izlenmesi konusunda verimlilik ve gelişim sağlayabilmektedir. Ayrıca öğrencilerin kimliklerini doğrularak sertifikaların güvenilir bir şekilde verilmesini sağlayabilmektedir (Yıldırım, 2018: 142).

1.4.7. Müzik sektörü: Müzik sektöründeki telif hakları gibi konularda blok zincir teknolojisi kapsamlı veri tabanı oluşturarak sanatçıların şahıslarına ilişkin bilgilerini korumaktadır. Aynı zamanda elde edilen bilgileri şeffaf bir şekilde aktarabilmektedir (Kırbaş, 2018: 81).

Blok zincirin kullanım alanları her geçen yıl genişleyip çeşitlenmektedir. Altyapısındaki gelişmeler ve önyargıların azalması ile birlikte, sistemin yeteneklerinin ve etkinliğinin daha da artacağı öngörülmektedir (Aksu, 2019: 237).

2. Akıllı Sözleşmeler (AS) - (Smart Contract)

“Sözleşme” bir dizi taahhüt içeren karşılıklı anlaşma anlamına gelir ve bir ilişkiyi resmileştirmenin geleneksel yoludur. Genel olarak iş ilişkilerinde serbest piyasa ekonomisi yönetimlerinin temel işlevi olarak kabul edilmektedir (Szabo, 1996: 1). Klasik şekildeki kontratlar, saatler veya aylar sürebilen pazarlıkları içermekte, onlarca sayfa yazılı metni içeren görece karmaşık bir yazılı metinden oluşmaktadır (Kolvar vd., 2016: 134). Aynı zamanda çok sayıda tarafın kontrata dahil olması ile uzlaşma prosedürlerinin uzun sürmesine neden olabilmektedir (Dutta vd., 2023: 3155). Akıllı sözleşmeler ise blok zincir teknolojisine

dayanarak, saniyeler veya dakikalar içerisinde gerçekleştirilebilen, esnek bir ağ üzerinden güvenli işlemler vaat eden dağıtılmış bir defter olma özelliği barındırmaktadır. Bu sözleşmeler geleneksel kontratların aksine, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan kendiliğinden yürütülebilen sözleşmeler olarak tanımlanabilir (Pervez ve Haq, 2019: 276). Herhangi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilen sözleşmeler blok zincir teknolojisi ile entegreli olması sayesinde işlem maliyetleri azalmakta, iş süreçleri hızlanmaktadır.

Akıllı sözleşmelerin özellikleri içeren faktörler Şekil 3'te yer almaktadır.



Şekil 3. Akıllı sözleşmelerin özellikleri

Kaynak: Alqarni vd., 2023: 7.

2.1. Akıllı Sözleşmelerin Çalışma Prensipleri

Akıllı sözleşmelerin temelinde zenginleştirilmiş sözleşme maddelerinin (teminatlar, bağlayıcı hükümler, mülkiyet haklarının tanımlanması vb.) donanım ve yazılımlara gömülebilmesidir (Szabo, 1996: 1). Bu düşüncenin temelinde taraflar arasındaki güvensizliği ortadan kaldırma ve ihlallerin önüne geçmek yer almaktadır (De Filippi vd., 2021: 2). Szabo bu sistemi açıklamak için bir otomat örneği vermiştir; kişi, parasını makineye atar ve eğer tutar doğru ise makine istedikleri ürünü kişiye verir. Bu öngörülebilir etkileşim otomat ile kişi arasında güven ilişkisi gerektirmez, otomat parayı aldıktan sonra ürünü teslim etmekten başka bir seçeneğe sahip değildir (Szabo, 1996: 1).

Başlangıçta temel olarak yasal sözleşmelerin otomasyonunu ifade etmek için kullanılan akıllı sözleşmeler, son zamanlarda blok zincir teknolojisinin ortaya

çıkmasıyla ilgi odağı haline gelmiştir. Akıllı sözleşmelerin gelişmesi sırasında birtakım zorlukların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bu zorluklar arasında akıllı sözleşme kodunu garanti etmenin etkili bir yolunun olmaması, mevcut geliştirme araçlarının hala temel düzeyde olması, programlama dilleri noktasındaki sıkıntılar ve kaynak kısıtları yer almaktadır (Zou vd., 2019: 2084).

Blok zincir ve akıllı sözleşmelerin dijital dönüşüm sürecinde inovasyonu etkileyen unsurlar olacağı öngörülmektedir. Bu teknolojilerin farklı kesimler tarafından kullanılması, uygulama alanlarının çeşitliliğini göstermektedir. Toplum, ticari ilişkiler ve kamu hizmetleri alanında bu teknolojilerin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, protokol sözleşmelerinde standardizasyon, vergilendirme ve denetim konularına öncelik verilmelidir. Bu sayede ilgili çalışmaların hız kazanması ve daha düzenli bir şekilde yönetilmesi sağlanabilir.

Akıllı sözleşmeler, blok zincir gibi değişmezlik özelliğine sahip olmalarıyla güvenli işlemlerin yürütülmesine olanak tanımaktadır. Bu özellik sözleşme içeriğinin yayınlandıktan sonra izinsiz olarak değiştirilmesini engelleyerek kullanıcılar arasında güven sağlamaktadır. Ancak, bu değişmezlik özelliği sınırsız değildir ve birtakım sınırlamaları beraberinde getirmektedir. Özellikle akıllı sözleşmelerin güncellenmesinde yapılacak küçük bir hata ciddi problemlere yol açabilir. Bu bakımdan akıllı sözleşmelerin değişmezlik özelliği güvenliği artırırken esneklik açısından sınırlamalar doğurmaktadır (Singh ve Kumar, 2022: 7). Özellikle bir değişiklik gereksinimi ortaya çıktığında bu durum daha belirgin hale gelmektedir. Bu süreç hem zaman alıcı hem de maliyetli olabilir ve tüm tarafların yeni sözleşmeye uyum sağlaması noktasında bir zorluk yaratabilir (El Mane vd., 2024: 20).

2.2. Akıllı Sözleşmelerin Kullanıldığı Alanlar

Akıllı sözleşmeler, farklı sektörlerde geniş kullanım potansiyeline sahip olup, günümüzde milyarlarca değeri kontrol etmektedir. Bu sözleşmeler, blok zincir teknolojisi üzerine kurulmuş olup, otomatikleştirilmiş ve güvenli işlem süreçleri sunarak çeşitli endüstrilerde verimliliği ve şeffaflığı artırmaktadır (Ante, 2021: 1). Bu kapsamda akıllı sözleşmelerin kullanım alanlarına aşağıda yer verilmiştir:

2.2.1. Endüstri 4.0 teknolojileri: Akıllı sözleşmeler, endüstri 4.0 teknolojileri içerisinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Nesnelerin interneti (IoT) gibi bilgi tabanlı cihazların güvenli ve otomatik bir şekilde etkileşimde bulunmasını sağlamak için kullanılmakta ve veri güvenliğini artırmada etkili olmaktadır (Chen vd., 2018: 216).

2.2.2. Hukuk alanı: Akıllı sözleşmelerin blok zincir uygulaması ile entegreli kullanımında, kira sözleşmeleri, tapu kayıtları, mülkiyet devirleri gibi konularda

güvenli ve şeffaf bir sözleşme süreci yürütülmesi sağlanabilir. Bu konuda bazı ülkeler, akıllı sözleşmelerin hukuki olarak geçerliliğini ve uygulanabilirliğini hukuki ve yasal çerçeveler ile artırmaya çalışmaktadır (Munawar, 2022; Sillanpaa, 2020; Turitsyn vd., 2019).

2.2.3. Sağlık sektörü: Sağlık alanında akıllı sözleşmeler sayesinde hasta verilerinin güvenli paylaşımı ve yönetimi sağlanmakta ve hasta gizliliğini korunmaktadır (Kuo vd., 2019: 462). Benzer şekilde hastanelerde sıra alma konusunda kolaylık sağlayarak bekleme sürelerini azaltmakta ve verilen sağlık hizmetinin kalitesini artırmaktadır (Griggs vd., 2018: 130).

2.2.4. Otomotiv sektörü: Akıllı sözleşmeler otomotiv sektöründe aracısız işlem maliyetleri sağlayarak ve işlem süreçlerini hızlandırarak yenilikçi çözümler sunmaktadır (Dorri vd., 2017: 119).

2.2.5. Finans sektörü: Fintech gibi yeni sistemler finans alanında dönüşümünü sağlayarak kullanıcılara güvenilir, şeffaf bir platform ortamı sunmakta ve geleneksel bankacılık hizmetlerine alternatif oluşturmaktadır. Bunun yanında kredi verme, borçlanma ve sigorta gibi hizmetlerin otomatikleşmesine olanak tanımaktadır (Duran ve Griffin, 2021: 119).

2.2.6. Döngüsel ekonomi: Airbnb, Uber gibi şirketlerin yükselmesiyle geleneksel sözleşmeler yerine akıllı sözleşmeler esnek çözümler sunma noktasında avantaj yaratmıştır. Kiracılar ve ev sahipleri arasındaki süreçlerin otomatikleşmesiyle maliyetler büyük ölçüde azalmış, dolandırıcılık riskleri azalırken vergi ve denetim süreçleri ise kolaylaşmıştır (Fiorentino ve Bartolucci, 2021: 8).

2.2.7. Tedarik zinciri: Akıllı sözleşmelerin kullanıldığı bir diğer alan tedarik zinciridir. Bu kapsamda akıllı sözleşmelerin tedarik zinciri içerisindeki uygulama alanları bir sonraki bölümde detaylı olarak incelenecektir.

3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Dijital Dönüşümün Rolü

Tedarik zinciri yönetiminde, dijital dönüşümün rolü ilk olarak internetin ortaya çıkışıyla başlamıştır. İnternet sayesinde, tedarik zinciri içerisindeki paydaşlar anlık iletişim kurabilir ve bilgi paylaşabilir hale gelmiştir. Dijital dönüşüm sayesinde işletmeler rekabet güçlerini artırmaya başlamış, daha etkili envanter yönetimi, lojistik operasyonların optimizasyonu, tedarikçi ilişkilerinin güçlendirilmesi gibi faktörlerle müşteri memnuniyetinin artırılmasına olanak tanımıştır (Aksu, 2019: 238). Tedarik zinciri yönetimi malların menşei noktasından tüketim noktasına taşınmasına yönelik çeşitli faaliyetleri içermektedir. Tedarik zinciri yönetiminde yer alan paydaşların, kendilerine özel kurumsal kaynak planlaması (ERP) sistemleri olması ve manuel süreçlere dayalı olarak faaliyetlerini göstermesi taraflar arasında bölünmüş bir iş birliğini ifade

etmektedir. Aynı zamanda bu süreçlerin genellikle kâğıt bazlı sözleşmelerden ve standardı az veya hiç olmayan dijital sistemlerden yönetilmesi bilgi akışını karmaşık hale getirerek, veri bütünlüğünü ve izlenebilirliği olumsuz etkileyebilmektedir (Arumugam vd., 2018: 1).

Yaşanan bu değişim ve dönüşüm süreci blok zincir gibi yenilikçi teknolojilerle daha da ileriye taşınmış ve tedarik süreçleri daha verimli ve güvenilir hale gelmeye başlamıştır (Aksu, 2019: 239). Tedarik zinciri odaklı endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde otonom (kendi kendini kontrol edebilen sistemler) ve (örneğin akıllı sözleşmeler kullanarak otomatik sipariş işlemlerinin verilmesi) dijital veri değer zinciri boyutları (her türlü verinin bulut ortamında saklanması) etkin şekilde kullanılabilir hale gelmiştir (Hofmann ve Rüşch, 2017: 25-26).

Günümüzde ticaret, gelişen teknolojilerin etkisiyle hızla dönüşmektedir. Ancak, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde iletişim sistemlerindeki ilerlemenin daha yavaş ve istikrarlı bir seyir izlediği dikkat çekmektedir. Tüm süreç boyunca bilgi güncellemesi yapmak bu tür sistemlerde bir gereklilik olarak kabul edilse de sağlanan bilgiye de güven duyulması gerekmektedir. Güvenilir bilgi hem operasyonel verimliliğin artırılmasına hem de sürdürülebilir süreçlerin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle bilgi yönetimi ve güvenilir veri altyapısının oluşturulması, modern ticaret ve lojistik sistemlerin başarısı için vazgeçilmez bir unsurdur (Álvarez-Díaz vd., 2017: 1).

3.1. Tedarik Zincirinde Blok Zincirin Uygulanması

Müşterilerden alınan bilgilerin eş zamanlı ve doğru bir şekilde paylaşılması müşteriler açısından güven ortamı oluşturmaktadır. Müşterilere satın alacağı ürünün üretim aşamasından kişiye ulaştırılacağı süreye kadar olan tüm aşamalarda bilgi sahibi olması ve süreci izleyebilmesine imkân tanımaktadır (Tekin vd., 2020). Bu noktada güven mekanizmasını sağlamak ve paydaşlar arasındaki güven seviyesinin artmasına olanak tanımak tedarik zinciri sürecinin etkililiğine katkıda bulunabilir (Álvarez-Díaz vd., 2017: 1). Blok zincir teknolojisi her bir işlemi kaydederek kalıcı kayıtlar oluşturur ve verileri kronolojik bir şekilde dijital ortama aktarmaktadır. Bu sayede depolamadan nakliyyeye, ödemedi sigortaya pek çok alanda fayda sağlamaktadır (Jović vd., 2019: 147). Elektronik ticaretin gelişmesi, iş süreçlerinde daha hızlı, güvenilir ve verimli çözümlere olan ihtiyacı artırmıştır. Örneğin bir bilgisayar programı malın teslimatı ile ilgili kolaylıklar sağlamaktadır fakat yanlış veya eksik bir teslimat veya kalite sorunları gibi durumlar iş sürecini karmaşıklaştırabilir. Akıllı sözleşmeler, bu tür sorunların çözümünde işlemleri otomatik kontrol etme

yeteneği sayesinde süreçlerin daha sorunsuz bir şekilde ilerlemesini sağlar (Kolvard vd., 2016).

Blok zincirin kapalı bir sistem olarak gerçek dünyadan ayrı olması ve sadece zincir üzerindeki verileri elde edebilmesi zincirin dışındaki verilere erişememesine neden olmaktadır. Bu durumun temel nedeni arasında akıllı sözleşmelerin yalnızca pasif olarak veri kabul edebilmesi ve aktif olarak dışarıdan veri elde edememesinden kaynaklanmaktadır. Ancak tedarik zinciri gerçek dünyadan veri elde etmeyi gerektirmektedir. Bu kapsamda **Blok Zincir Oraclesi** kavramı ortaya çıkmıştır. Blok zincir Oraclesi tedarik zinciri üyeleri dışındaki kaynaklar ile veri alışverişini sağlayan ve akıllı sözleşmelerin tedarik zinciri üyesi olmayan kişiler ile veri alışverişini yapabilmesine imkân tanıyan bir arayüzdür. Belirli bir iletişim kanalı aracılığıyla bu kişiler arasındaki etkileşim sağlanabilmektedir (Lin vd., 2022: 660).

3.2. Tedarik Zincirinde Akıllı Sözleşmelerin Uygulanması

Akıllı sözleşmeler aracısız ve doğası gereği şeffaf olması sebebiyle düşük işlem maliyeti sunmaktadır. Akıllı sözleşmelerin iş dünyasında ticari amaçlarla aktif olarak kullanılmaya başlanmasıyla söz konusu teknolojinin güvenliği ve güvenilirliği geleneksel araçların sayılarını azaltacağı fakat etkileşimi artıracığı düşüncesini doğurmuştur (Giancaspro, 2017: 825). Blok zincir ve akıllı sözleşmelerin entegrasyonu üreticiler, tedarikçiler ve müşteriler arasındaki ilişkileri daha etkili bir şekilde koordine etmenin yanı sıra, bir dizi avantaj sağlar. Öncelikle, blok zincir teknolojisinin doğasından kaynaklanan şeffaflık sayesinde, taraflar arasında tam bir görünürlük sağlanır (Singh ve Kumar, 2022). İşlemlerin adil ve şeffaf bir şekilde gerçekleşmesini sağlar (Dietrich vd., 2020: 2) ve dolayısıyla anlaşmazlıkların azaltılmasına katkıda bulunur (Turjo vd., 2021: 1). Ayrıca, akıllı sözleşmeler otomatik olarak yürütüldüğü için (Raj vd., 2022), insan hatalarının ve gecikmelerin önüne geçilir, bu da iş süreçlerindeki verimliliği artırarak maliyetleri düşürmektedir (Kharlamov ve Parry, 2018: 338-339).

Akıllı sözleşmeler, blok zincir platformunda yer alan bilgisayar kodlarıdır ve anlaşmanın şartlarını yerine getirmek üzere tasarlanmışlardır. Bu sözleşmeler, tedarikçilerden, üreticilerden, lojistik hizmet sağlayıcılardan (3PL), distribütörlerden ve müşterilerden gelen durum değişikliklerini zamanında takip ederek etkililik ve verimlilik sağlar. Bununla birlikte süreç kontrol noktaları belirlenerek, sorgulama ve onaylama maliyetlerinin azalmasına katkıda bulunulur (Chang vd., 2019: 5; Christidis ve Devetsikiotis, 2016).

Olumsuz hava ve yol koşulları, trafik gibi olaylar lojistiğin akışını olumsuz etkilemekte ve tedarik zincirinde aksaklıklara neden olmaktadır. Bu olumsuz senaryolara karşı parametrik sigorta bir güvence sağlamaktadır. Parametrik

sigorta, belirli bir olayın gerçekleşmesi durumunda önceden belirlenmiş bir miktarı ödeyerek poliçe sahibini korumaktadır. Akıllı sözleşmeler ise belirli koşulların yerine getirilmesi durumunda otomatik olarak çalışan, kodlanmış sözleşme programlarıdır. Bu kapsamda akıllı sözleşmelerin parametrik sigorta süreçlerini yönetmek için kullanılabilmesi sonucuna varılabilir. Akıllı sözleşmeler, bir olayın meydana gelmesini tespit edip otomatik olarak ödeme yapabilir, böylece süreci hızlandırabilir ve güvenilirliği artırabilir (Dutta vd., 2023).

Akıllı sözleşmelerin tedarik zincirinde üzerindeki etkisi aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Álvarez-Díaz vd., 2017; Augusto vd., 2019; Haque vd., 2021; Singh ve Kumar, 2022; Turjo vd., 2021):

- Sistemin sanal bir yapı üzerinden ilerlemesi sayesinde kâğıt kullanım miktarında azalma yaşanmaktadır.
- Sözleşme kapsamındaki değişiklikler, eksiksiz bir şekilde gerçekleştirilmekte ve bu sayede dolandırıcılık gibi durumlar ortadan kalmaktadır.
- Siparişin kabulü ve ödemenin yapılması ile birlikte işlem süreçleri kısalmaktadır.
- Otomatik olarak yenilenen sözleşmeler sayesinde daha verimli bir tedarik zinciri meydana gelmektedir.
- Tarafların erişememe, süreci izleyememe gibi durumlar ortadan kalmış, katılımcıların zincirin her bir sürecini izleme hakkına sahip olması sağlanmıştır.

3.3. Tedarik Zincirinde Blok Zincir ve Akıllı Sözleşmelerin Kullanım Alanları

Küreselleşme ve dijital dönüşüm, işletmelerin ve organizasyonların verimliliklerini artırmak, maliyetleri düşürmek ve rekabet avantajı elde etmek için farklı teknolojileri ve sistemleri kullanmalarını gerektirmiştir. Bu kapsamda akıllı sözleşmeler ve Blok zincir teknolojisinin kullanımı giderek daha yaygın hale gelmektedir. Bu teknolojilerin tedarik zincirinde nasıl entegre edildiği ve sunduğu avantajları özetleyen görsel şekil 4’te verilmiştir.

Tedarikçi, üretim için gerekli olan malzemeyi temin eder ve üreticiye teslim eder. Akıllı sözleşmeler bu teslimatı otomatik onaylayarak ödeme süreçlerini hızlandırır. Tedarikçi, üretici, lojistik sağlayıcı ve müşteri arasındaki bilgi paylaşımı ve süreç yönetimi akıllı sözleşmeler aracılığıyla gerçekleştirilir. Blok zincir teknolojisi işlemlerin merkeziyetsiz bir altyapı üzerinde kaydedilmesini sağlarken akıllı sözleşmeler de önceden tanımlanmış koşullar yerine getirildiğinde işlemleri otomatik olarak yürütür (Alqarni vd., 2023: 7).

3.4. Lojistikte Blok Zincir ve Akıllı Sözleşmelerin Kullanım Alanları

Tedarik zinciri yönetimi, mal ve hizmetlerin üretimden son tüketiciye kadar olan süreçlerin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir. Bu sürecin temel bileşenini lojistik oluşturmaktadır. Lojistik, malların, hizmetlerin ve bilgini etkin ve verimli bir şekilde akışını sağlamayı amaçlar ve birçok farklı alanı kapsamaktadır. Bu alanlar arasında afet ve insani yardım lojistiği, hava lojistiği, kentsel lojistik, perakende lojistiği gibi çeşitli uzmanlıklar bulunmaktadır. Bu kapsamda Blok zincir ve akıllı sözleşmelerin lojistik türler içerisindeki kullanım alanları ve sağladığı avantajlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Blok Zincir ve Akıllı Sözleşmelerin Çeşitli Lojistik Sektörü İçerisindeki Uygulama Alanları

Uygulama Alanı	Sağladığı Faydalar
Afet ve İnsani Yardım Lojistiği	Bağışların, temel ihtiyaçların toplanmasında, yardım malzemelerinin ihtiyaç noktalarına kadar izlenmesinde yardımcı olur. Otomatik ödeme sayesinde malzemeler belirli bir yere ulaştığında otomatik ödemesi yapılır (Baharmand ve Comes, 2019: 13).
Hava Lojistiği	Rezervasyon süreçlerinde işlemlerin kolaylaşmasını sağlamaktadır. Kargo taşımacılığında ise alıcı ve satıcı arasındaki tahsilat süreçlerini otomatikleştirme ve kontrol etmede yarar sağlamaktadır (Poleshkina, 2021: 4).
Kentsel Lojistik	Yakıt maliyetlerinin hesaplanmasında (Li vd., 2022: 1), karbon emisyonlarının azaltılmasında (Tian vd., 2021: 2231) ve akıllı ulaştırma sistemlerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır (C. Chen vd., 2019: 4123).
Perakende Lojistiği	Ürünün tedarik zinciri sürecinde takip edilmesini ve ürünün stok seviyesi belirli bir seviyenin altına düştüğü zaman otomatik olarak yeni sipariş oluşturulmasını sağlamaktadır (M. Li vd., 2020: 1).
Savunma Lojistiği	Blok zincir savunmada kullanılacak olan malzemelerin kaynağından nihai kullanıcıya kadarki sürecin her adımını kaydederken, akıllı sözleşmeler ise stok yönetimini verimli hale getirmektedir. Taşıma süreçlerinin izlenebilirliğini sağlar ve bakım-onarım gereksinimleri gibi konuların otomatik olarak izlenmesine olanak tanır (Dhillon vd., 2024: 1).
Soğuk Zincir Lojistiği	Gemilerle konteyner içerisinde taşınan donuk ürünlerin sıcaklık, nem, basınç, coğrafi konumlarını ve sevkiyat koşullarını takip etmek için kullanılır. Bu sayede gıdada israfın azaltılmasına katkı sağlamaktadırlar (Hasan vd., 2019: 158; Shen vd., 2022: 1).
Tersine Lojistik ve Geri Dönüşüm Lojistiği	Otomotiv sektöründe parçaların geri dönüştürülmesi sürecinde alım-satım ve tedarik işlemlerini kolaylaştırmaktadır (Bajar vd., 2024). Kullanım ömrünü tamamlamış ekipmanların geri dönüştürülme zamanını, bakım geçmişi ve güvenlik testleri gibi verilerle belirlemektedir (Douladiris vd., 2020: 148).

Yeşil Lojistik	Karbon emisyonu limitlerini aşan taşıma işlemleri blok zincir ve akıllı sözleşmeler sayesinde otomatik olarak reddedilebilir veya alternatif yeşil taşımacılık çözümleri önerilerek karbon ayak izinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Tan vd., 2020: 8).
-----------------------	--

Her bir lojistik türü kendi içerisinde birtakım zorluklar ve gereksinimleri barındırmaktadır. Örneğin afet ve insani yardım lojistiği doğal veya insan kaynaklı felaketler sonrasında acil yardım malzemelerinin hızlı bir şekilde ihtiyaç duyulan bölgeye ulaştırılması ve dağıtımını sağlayan bir lojistik türüdür. İnsani yardım lojistiğinde kısıtlı kaynaklar ile hızlı tepki verme ve hızlı karar alma gereksinimi ön plandadır (Dubey ve Gunasekaran, 2016: 1; Merdivenci vd., 2024: 583).

Hava lojistiği; malların ve yolcuların hava yolu ile taşınmasını içeren bir lojistik türüdür. Bu lojistik türü özellikle hızlı teslimat gerektiren durumlarda, değerli eşyalarda ve hassas ürünlerin taşınmasında kullanılmaktadır (Erturgut, 2016: 255).

Kentsel lojistik; şehir içerisindeki taşıma hareketlerinin sosyal, çevresel, ekonomik, mali ve enerji etkilerini dikkate alarak lojistik süreçlerin iyileştirilmesini ve trafiği azaltmayı amaçlayan lojistiğin alt dalıdır (Akben ve Mızrak, 2021: 57).

Perakende lojistiği; perakendecilerin çevrimiçi ve fiziki mağazalarda envanter, taşıma, paketleme ve bilgi-iletişim süreçlerini tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm paydaşlarla etkili verimli bir şekilde tedarik etmesini ifade eder (Kutlu, 2022).

Savunma lojistiği; salt savaş sürecinde değil, savaş olmadan da askeriye ait her türlü malzeme, ekipman, teçhizat, silah sistemi ve personel ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu ihtiyaçların ulusal ve uluslararası kaynaklar kullanılarak tedarik edilmesini stratejik bir yetenekle yönetme sürecidir (Erturgut, 2016: 121-122).

Soğuk zincir lojistiği; yaş meyve sebze gibi hassas, balık, et, süt gibi son tüketim tarihine (STT) sahip, kan, aşı gibi tıbbi malzemelerin veya kimyasal madde içerikli ürünlerin hızlı bir şekilde talep edilen yere ulaştırılması sürecidir. Lojistiğin bu türünde amaç, taşınan ürünlerin kalitesini, güvenliğini sağlayarak müşteriye ulaştırılmasını sağlamaktır (X. Li ve Zhou, 2021: 32396).

Terine lojistik; ürünlerin iade, değişim, geri dönüşüm veya atık yönetimi amaçları ile tüketicilerden geri alınması ve başlangıç noktasına gönderilmesini ifade etmektedir.

Yeşil lojistik ise tüm bu lojistik süreçlerin çevreye olan etkilerini azaltmak amacıyla çevre dostu uygulamaların benimsenmesini ifade etmektedir (Hazen vd., 2012: 417).

Bu kapsamda blok zincir ve akıllı sözleşmeler her bir uzmanlık türünde çeşitli kolaylıklar sağlayarak tedarik zincirinin etkinliği ve verimliliği üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmaktadır.

3.5. Tedarik Zinciri ve Lojistikte Blok Zincir ve Akıllı Sözleşmelerin Avantajları

3.5.1. İzlenebilirlik ve güvenlik: Tedarik zincirinde blok zincir teknolojisi ile birlikte akıllı sözleşmelerin kullanılması, güvenli ödeme sağlamakta, prosedürlerin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda tedarik zinciri boyunca hem bireysel hem de şirket verilerinin korunması, sürecin etkinliğini olumlu yönde etkilemektedir. Blok zincir teknolojisi, verilerin değiştirilmesini engelleyerek ve verilerin gerçek zamanlı izlenmesini sağlayarak işletmenin iç ve dış çevresine avantajlar sunmaktadır (Külahlı ve Çağlıyan, 2022: 69).

3.5.2. Hız ve maliyet etkinliği: Blok zincirin merkeziyetsizlik ilkesi zincirdeki katılımcılar arasında basit ve hızlı bir şekilde uzlaşma sağlamaktadır. Bu durum zincirdeki farklı paydaşların birlikte çalışmasını ve ortak hedeflere ulaşmasını kolaylaştırmaktadır (Külahlı ve Çağlıyan, 2022: 69). Blok zincir teknolojisi, tedarik zinciri yönetiminde maliyet avantajları sağlamaktadır. Akıllı sözleşmelerin de kullanılması ile işlemler daha hızlı ve verimli hale gelmekte ve işlem süreleri azalmaktadır. Ayrıca bu sistemler, aracılık hizmetleri için ödeme gerekliliğini de ortadan kaldırdığı için komisyon ücretlerini de minimize etmektedir (Velmurugadass vd., 2021: 3).

3.5.3. Lojistik süreçlere entegrasyon: Blok zincir ile tüm tedarik zinciri süreçleri anlık takip edilebilir hale gelmiştir. Bu sayede lojistik süreçlerin izlenebilirliğini artmıştır. Akıllı sözleşmeler, belirli koşullar yerine getirildiğinde müdahale gereksinimini azaltarak işlem süresini hızlandırmakta ve hata payını düşürmeye katkı sağlamaktadır (Badzar, 2016; Swan, 2015; Tsai vd., 2009). Örneğin bir ürün depoya ulaştığında akıllı sözleşme sayesinde ödemeler otomatik olarak başlatılabilir ve blok zincir sayesinde stok seviyeleri otomatik olarak güncellenebilir. Bu entegrasyon hem maliyetleri düşürür hem de operasyonel verimliliği artırır.

3.6. Tedarik Zincirinde Blok Zincir ve Akıllı Sözleşmelerde Karşılaşılan Zorluklar

Tedarik zincirinde yaşanan problemlere karşı blok zincir teknolojisi kullanılarak pek çok fayda ve verimlilik elde edilebilir fakat bazı riskler ve dikkat edilmesi gereken noktalar vardır.

3.6.1. Teslimat ve operasyon riskleri: Teslimat süreçlerindeki riskler blok zincir teknolojisi ile azaltılabilir. Fakat özellikle küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin blok zincir teknolojisinin yüksek kurulum maliyetleri ile karşılaşabileceği düşünüldüğünde doğru maliyet analizin yapılması gerekmektedir. İşletmeler bu şekilde kaynaklarını doğru şekilde kullanabilirler (De Giovanni, 2020: 14). Ayrıca ürün menşe bilgilerinin, ürün geçmişlerinin izlenebilirliği hakkında verilen bilgilerin nasıl sunulacağı konusuna dikkat edilmesi gerekmektedir (Krishnan vd., 2020: 233).

3.6.2. Teknik altyapı yetersizlikleri: Blok zincir ve akıllı sözleşmelerin altyapısı doğası gereği karmaşıktır. Bu durum sistem içerisinde arıza yaşanma ihtimalini oluşturmaktadır. Özellikle akıllı sözleşmelerin doğru bir şekilde yazılması ve test edilmesi gerektiğinden teknik hatalar veya güvenlik açıkları sistemdeki riskleri artırabilir (Augusto vd., 2019: 7).

3.6.3. Yasal ve idari belirsizlikler: Blok zincir ve akıllı sözleşmelerin yasal düzenlemeler ile uyum sağlaması sorunu bir diğer dezavantaj konusunu oluşturmaktadır. Politika yapımcıların gerekli değişiklikleri yapması alıcı ve satıcı arasındaki hakların net olarak belirlenebilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde uygulamanın kullanımı etkilenebilir ve güvenlik konusunda zincirdeki paydaşlar arasında soru işaretler oluşabilir (Irmak, 2023: 99). Son zamanlarda artan veri ihlalleri milyonlarca kişinin kişisel bilgilerinin deşifre edilmesine neden olmaktadır. Yapılan teknik analizler ve idari incelemeler neticesinde hükümetler Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) kapsamında hatası olan işletmelere yüksek boyutlu cezalar kesebilmektedir (Diri ve Yalçınkaya, 2022: 63).

3.6.4. Uyumluluk sorunları: Bu teknolojilerin geniş kitlelerce kullanılması için herkes tarafından kabul görmesi ve mevcut sistemlerle uyumlu olması zor olabilir. Bazı işletmelerde direnç ile karşılaşılabilir. Bu noktada uygun tedarikçiyi, alıcıyı, satıcıyı bulmak güçleşebilir. Bu kapsamda verilerin depolanması, korunması, denetlenmesi, korunması ve kontrol edilmesi ile ilgili şeffaflık ilkesine dayanan standart bir format oluşturulmalıdır (Diri ve Yalçınkaya, 2022: 50).

SONUÇ

Endüstri 4.0 içerisinde yer alan blok zincir teknolojisi, son zamanlarda hem sektör kullanıcıları hem de araştırmacılar tarafından takip edilen konular arasında yer almaktadır. Akıllı sözleşmeler ise blok zincir uygulamasından daha Szabo tarafından ortaya çıkmış ve uzun süredir kullanılmakta olan bir uygulamadır. Fakat son zamanlarda blok zincir teknolojisi ile entegre edilmesiyle kullanım alanını artırmıştır. Sağlıktan otomotive, hizmetler sektöründen lojistiğe pek çok alanda kendisine yer bulmuştur.

Tedarik zinciri ve lojistik operasyonlarda blok zincir uygulamaları süreci şeffaf hale getirerek anlık izleme imkânı yaratmakta ve verimliliği artırmaktadır. Akıllı sözleşmeler ise işlemleri otomatikleştirerek işlem maliyetlerini azaltmakta hem ulusal hem de uluslararası alanda küresel iş birliğini kolaylaştırmaktadır.

Blok zincir teknolojisi ile entegre edilmiş akıllı sözleşmelerin tedarik zincirinde kullanılması maliyet, güvenlik, şeffaflık gibi pek çok konuda avantaj sağlamaktadır. Fakat bu entegrasyon aynı zamanda siber güvenlik noktasında açıkları olan ve hukuki açıdan düzenlenmesi gereken noktalara da sahiptir. İş alanında ve hükümet politikalarında geliştirilecek yasal mevzuatlar, söz konusu entegrasyonun geleceği etkileyebilir. Gelecekte işletmelerin bu teknolojilere yönelik araştırma-geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerine öncelik vermesi ve yatırımlarını artırması beklenmektedir. Bu çabalar, işletmelerin hem ulusal hem de uluslararası alanda rekabet avantajı elde etmelerini sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Akben, İ., ve Mızrak, B. (2021). *Sürdürülebilir kentsel lojistik*. Nobel.
- Aksu, H. (2019). *Dijitopya: Dijital dönüşüm yolculuk rehberi*. Pusula.
- Alqarni, M. A., Alkatheiri, M. S., Chauhdary, S. H., ve Saleem, S. (2023). Use of blockchain-based smart contracts in logistics and supply chains. *Electronics*, 12(6), 1340.
- Álvarez-Díaz, N., Herrera-Joancomartí, J., ve Caballero-Gil, P. (2017). Smart contracts based on blockchain for logistics management. *Proceedings of the 1st International Conference on Internet of Things and Machine Learning*, 1–8.
- Ante, L. (2021). Smart contracts on the blockchain—A bibliometric analysis and review. *Telematics and Informatics*, 57, 101519.
- Antoniadis, I., Spinthiropoulos, K., ve Kontsas, S. (2020). Blockchain applications in tourism and tourism marketing: A short review. *Strategic Innovative Marketing and Tourism: 8th ICSIMAT, Northern Aegean, Greece, 2019*, 375–384.
- Antonucci, F., Figorilli, S., Costa, C., Pallottino, F., Raso, L., ve Menesatti, P. (2019). A review on blockchain applications in the agri-food sector. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(14), 6129–6138.
- Arumugam, S. S., Umashankar, V., Narendra, N. C., Badrinath, R., Mujumdar, A. P., Holler, J., ve Hernandez, A. (2018). IoT enabled smart logistics using smart contracts. *2018 8th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*, 1–6.
- Atıcı, G. (2020). *Dijital Ekonomi Blok zinciri ve Finansal Sistem*. Nobel.
- Augusto, L., Costa, R., Ferreira, J., ve Jardim-Gonçalves, R. (2019). An application of ethereum smart contracts and IoT to logistics. *2019 International Young Engineers Forum (YEF-ECE)*, 1–7.
- Ayberkin, D., Beştaş, M., ve Özen, Ü. (2018). Blok zinciri ile gerçek zamanlı doğrulanabilir eğitim belgeleri. *İktisadi Yenilik Dergisi*, 5(2), 75–82.
- Badzar, A. (2016). Blockchain for securing sustainable transport contracts and supply chain transparency-An explorative study of blockchain technology in logistics. *Yüksek Lisans Tezi, Lund University, Helsingborg, Sweden*.
- Bajar, K., Kamat, A., Shanker, S., ve Barve, A. (2024). Blockchain technology: a catalyst for reverse logistics of the automobile industry. *Smart and Sustainable Built Environment*, 13(1), 133–178.
- Bozkurt, A., “Blok Zincir Teknolojisinin İş Dünyasındaki Yeri” *Dijital İşletmecilik*, Haz. M. Öztırak ve S. Selvitopu-Akyel, Ankara, Nobel, 2022, 239-280.

- Buhalis, D., ve Amaranggana, A. (2015). Smart tourism destinations enhancing tourism experience through personalisation of services. *Information and Communication Technologies in Tourism 2015: Proceedings of the International Conference in Lugano, Switzerland, February 3-6, 2015*, 377–389.
- Chang, S. E., Chen, Y.-C., ve Lu, M.-F. (2019). Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 1–11.
- Chauhan, C., ve Singh, A. (2020). A review of Industry 4.0 in supply chain management studies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 863–886.
- Chen, C., Xiao, T., Qiu, T., Lv, N., ve Pei, Q. (2019). Smart-contract-based economical platooning in blockchain-enabled urban internet of vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(6), 4122–4133.
- Chen, W., Ma, M., Ye, Y., Zheng, Z., ve Zhou, Y. (2018). IoT service based on jointcloud blockchain: The case study of smart traveling. *2018 IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering (SOSE)*, 216–221.
- Christidis, K., ve Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303.
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., ve Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied Innovation*, 2(6–10), 71.
- De Filippi, P., Wray, C., ve Sileno, G. (2021). Smart contracts. *Internet Policy Review*, 10(2).
- De Giovanni, P. (2020). Blockchain and smart contracts in supply chain management: A game theoretic model. *International Journal of Production Economics*, 228, 107855.
- Dhillon, D., Vashist, A. K., Mariaprecilla, V., ve Mehrotra, D. (2024). A framework for blockchain-enabled smart contract management system of arms and ammunition for defence industry. *2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO)*, 1–6.
- Di Pierro, M. (2017). What is the blockchain? *Computing in Science ve Engineering*, 19(5), 92–95.
- Dietrich, F., Turgut, A., Palm, D., ve Louw, L. (2020). Smart contract-based blockchain solution to reduce supply chain risks. *Advances in Production Management Systems. Towards Smart and Digital Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2020, Novi Sad, Serbia, August 30–September 3, 2020, Proceedings, Part II*, 165–173.

- Diri, N., ve Yalçınkaya, B. (2022). Blok zincir Uygulamalarında Kişisel Veri Problemi: Depolama Riskleri ve Öneriler. *Bilgi Yönetimi*, 5(1), 47–67.
- Doğan, Ş. (2020). Dijital çağda paranın dönüşümü: Kripto para birimleri ve blok zinciri (Blockchain) teknolojisi: Üniversite öğrencilerine yönelik bir araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3), 859–870.
- Dolgui, A., Ivanov, D., Potryasaev, S., Sokolov, B., Ivanova, M., ve Werner, F. (2020). Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2184–2199.
- Dorri, A., Steger, M., Kanhere, S. S., ve Jurdak, R. (2017). Blockchain: A distributed solution to automotive security and privacy. *IEEE Communications Magazine*, 55(12), 119–125.
- Douladiris, K., Dasaklis, T., Casino, F., ve Douligeris, C. (2020). A blockchain framework for reverse logistics of used medical equipment. *Proceedings of the 24th Pan-Hellenic Conference on Informatics*, 148–151.
- Dubey, R., ve Gunasekaran, A. (2016). The sustainable humanitarian supply chain design: agility, adaptability and alignment. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(1), 62–82.
- Duran, R. E., ve Griffin, P. (2021). Smart contracts: will Fintech be the catalyst for the next global financial crisis? *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 29(1), 104–122.
- Dutta, H., Nagesh, S., Talluri, J., ve Bhaumik, P. (2023). A solution to blockchain smart contract based parametric transport and logistics insurance. *IEEE Transactions on Services Computing*.
- El Mane, A., Tatane, K., ve Chihab, Y. (2024). Transforming agricultural supply chains: Leveraging blockchain-enabled java smart contracts and IoT integration. *ICT Express*.
- Erdemir, N. K. (2020). *Dijital Çağda İşletme Alanında Yeni Eğilimler*. Eğitim Yayınevi.
- Erturgut, R. (2016). *Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi*. Nobel.
- Fiorentino, S., ve Bartolucci, S. (2021). Blockchain-based smart contracts as new governance tools for the sharing economy. *Cities*, 117, 103325.
- Garg, P., Gupta, B., Chauhan, A. K., Sivarajah, U., Gupta, S., ve Modgil, S. (2021). Measuring the perceived benefits of implementing blockchain technology in the banking sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120407.
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869.

- Giancaspro, M. (2017). Is a ‘smart contract’ really a smart idea? Insights from a legal perspective. *Computer Law ve Security Review*, 33(6), 825–835.
- Griggs, K. N., Ossipova, O., Kohlios, C. P., Baccarini, A. N., Howson, E. A., ve Hayajneh, T. (2018). Healthcare blockchain system using smart contracts for secure automated remote patient monitoring. *Journal of Medical Systems*, 42, 1–7.
- Haque, B., Hasan, R., ve Zihad, O. M. (2021). SmartOil: Blockchain and smart contract-based oil supply chain management. *IET Blockchain*, 1(2–4), 95–104.
- Hasan, H., AlHadhrami, E., AlDhaheri, A., Salah, K., ve Jayaraman, R. (2019). Smart contract-based approach for efficient shipment management. *Computers ve Industrial Engineering*, 136, 149–159.
- Hazen, B. T., Wu, Y., Cegielski, C. G., Jones-Farmer, L. A., ve Hall, D. J. (2012). Consumer reactions to the adoption of green reverse logistics. *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 22(4), 417–434.
- Hofmann, E., ve Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34.
- İbrahim Niyazi Ülgür. (2022). Blok zincir ve DEFI. In M. R. Zafer ve Ş. M. Tepegöz (Eds.), *Finans'ta Bugünü Geçmişte Bırakan Zekâ: Finans ve Teknoloji* (pp. 349–362). Nobel.
- Irmak, E. (2023). Uluslararası ticarete kullanılan akreditif ödeme yönteminde blok zincir teknolojisi ve akıllı Sözleşmeler. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 11(2), 87–102.
- Jović, M., Filipović, M., Tijan, E., ve Jardas, M. (2019). A review of blockchain technology implementation in shipping industry. *Pomorstvo*, 33(2), 140–148.
- Kharlamov, A., ve Parry, G. (2018). Advanced supply chains: Visibility, blockchain and human behaviour. *Innovation and Supply Chain Management: Relationship, Collaboration and Strategies*, 321–343.
- Kırbaşı, İ. (2018). Blok zinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 75–82.
- Kolvart, M., Poola, M., ve Rull, A. (2016). Smart contracts. *The Future of Law and Etechnologies*, 133–147.
- Krishnan, S., Balas, V. E., Julie, E. G., Yesudhas, H. R., Balaji, S., ve Kumar, R. (2020). *Handbook of research on blockchain technology*. Academic Press.

- Külahlı, S., ve Çağlıyan, V. (2022). Tedarik zincirinde blok zinciri teknolojisi uygulamaları: Sistematik bir literatür taraması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(1), 57–75.
- Kuo, T.-T., Zavaleta Rojas, H., ve Ohno-Machado, L. (2019). Comparison of blockchain platforms: a systematic review and healthcare examples. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26(5), 462–478.
- Kutlu, H. A. (2022). *Uluslararası Ticaret ve Lojistikte Güncel Yaklaşımlar ve Değerlendirmeler-3*. Efe Akademi Yayınları.
- Li, M., Shao, S., Ye, Q., Xu, G., ve Huang, G. Q. (2020). Blockchain-enabled logistics finance execution platform for capital-constrained E-commerce retail. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 65, 101962.
- Li, X., ve Zhou, K. (2021). Multi-objective cold chain logistic distribution center location based on carbon emission. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 32396–32404.
- Li, Y., Lim, M. K., ve Wang, C. (2022). An intelligent model of green urban distribution in the blockchain environment. *Resources, Conservation and Recycling*, 176, 105925.
- Lin, S.-Y., Zhang, L., Li, J., Ji, L., ve Sun, Y. (2022). A survey of application research based on blockchain smart contract. *Wireless Networks*, 28(2), 635–690.
- Madaan, L., Kumar, A., ve Bhushan, B. (2020). Working principle, application areas and challenges for blockchain technology. *2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT)*, 254–259.
- Merdivenci, F., Tekin, M., ve Toraman, Y. (2024). Reverse logistics practices in humanitarian supply chain management: A content analysis. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(4).
- Miller, D. (2018). Blockchain and the internet of things in the industrial sector. *IT Professional*, 20(3), 15–18.
- Munawar, M. (2022). The Legality of smart contract in the perspectives of Indonesian law and Islamic law. *Al-Istinbath: Jurnal Hukum Islam*, 7(1 May), 265–286.
- Murck, P., Berke, A., ve Tucker, C. (2020). *Dijital Dönüşüm-Blok Zinciri* (Çeviren: Taner Gezer, Ed.). Optimist.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.
- Pervez, H., ve Haq, I. U. (2019). Blockchain and IoT based disruption in logistics. *2019 2nd International Conference on Communication, Computing and Digital Systems (C-CODE)*, 276–281.

- Poleshkina, I. (2021). Blockchain in air cargo: challenges of new World. *MATEC Web of Conferences*, 341, 00021.
- Rahmadika, S., Noh, S., Lee, K., Kweka, B. J., ve Rhee, K.-H. (2020). The dilemma of parameterizing propagation time in blockchain P2P network. *Journal of Information Processing Systems*, 16(3), 699–717.
- Raj, P. V. R. P., Jauhar, S. K., Ramkumar, M., ve Pratap, S. (2022). Procurement, traceability and advance cash credit payment transactions in supply chain using blockchain smart contracts. *Computers ve Industrial Engineering*, 167, 108038.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., ve Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117–2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>.
- Shen, L., Yang, Q., Hou, Y., ve Lin, J. (2022). Research on information sharing incentive mechanism of China's port cold chain logistics enterprises based on blockchain. *Ocean ve Coastal Management*, 225, 1–10.
- Sillanpaa, T. M. (2020). Freedom to (Smart) contract: the myth of code and blockchain governance law. *ISLRev*, 7, 38.
- Singh, A. K., ve Kumar, V. R. (2022). Smart Contracts and Supply Chain Management Using Blockchain. *Journal of Engineering Research (2307-1877)*.
- Strange, R., ve Zucchella, A. (2017). Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review*, 25(3), 174–184.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. “ O'Reilly Media, Inc.”
- Szabo, N. (1996). Smart contracts: building blocks for digital markets. *EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought*, (16), 18(2), 28.
- Tan, B. Q., Wang, F., Liu, J., Kang, K., ve Costa, F. (2020). A blockchain-based framework for green logistics in supply chains. *Sustainability*, 12(11), 4656.
- Tanrıverdi, M., Uysal, M., ve Üstündağ, M. T. (2019). Blok zinciri teknolojisi nedir? ne değildir?: alanyazın incelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203–217.
- Tekin, M., Öztürk, D., ve Bahar, İ. (2020). Akıllı lojistik faaliyetlerinde blok zincir teknolojisi. *Kent Akademisi*, 13(3), 570–583.
- Tian, Z., Zhong, R. Y., Vatankhah Barenji, A., Wang, Y. T., Li, Z., ve Rong, Y. (2021). A blockchain-based evaluation approach for customer delivery satisfaction in sustainable urban logistics. *International Journal of Production Research*, 59(7), 2229–2249.

- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., ve Pelaez, G. (2017). What does industry 4.0 mean to supply chain? *Procedia Manufacturing*, 13, 1175–1182.
- Tsai, M.-T., Regan, A., ve Saphores, J.-D. (2009). Freight transportation derivatives contracts: state of the art and future developments. *Transportation Journal*, 48(4), 7–19.
- Turitsyn, A. V, Melikhov, V. M., Uskova, M. S., ve Turitsyn, D. A. (2019). Smart contract as a new form of civil law contracts: national and international approaches to comprehension and regulation of the legal institution. *Ubiquitous Computing and the Internet of Things: Prerequisites for the Development of ICT*, 163–170.
- Turjo, M. Das, Khan, M. M., Kaur, M., ve Zaguia, A. (2021). Smart supply chain management using the blockchain and smart contract. *Scientific Programming*, 2021, 1–12.
- Velmurugadass, P., Dhanasekaran, S., Anand, S. S., ve Vasudevan, V. (2021). Enhancing Blockchain security in cloud computing with IoT environment using ECIES and cryptography hash algorithm. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2653–2659.
- Yıldırım, H. (2018). Açık ve uzaktan öğrenmede blok zincir teknolojisinin kullanımı. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 142–153.
- Zhang, R., Xue, R., ve Liu, L. (2019). Security and privacy on blockchain. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 52(3), 1–34.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., ve Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*, 14(4), 352–375.
- Zou, W., Lo, D., Kochhar, P. S., Le, X.-B. D., Xia, X., Feng, Y., Chen, Z., ve Xu, B. (2019). Smart contract development: Challenges and opportunities. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 47(10), 2084–2106.

6. Bölüm

ENDÜSTRİ 5.0 İLE LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE DÖNÜŞÜM

Suzan OĞUZ¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çağ Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Bölümü, suzanoguz@cag.edu.tr,
ORCID No: 0000-0003-4876-3173

GİRİŞ

Günümüz küresel ticaret ortamında lojistik ve tedarik zinciri yönetimi (TZY), ürün ve hizmetlerin farklı coğrafyalar ve pazarlar arasında kesintisiz akışını düzenleyen önemli bileşenler olarak öne çıkmaktadır. Giderek daha karmaşık hale gelen ticaret ağları ve değişen tüketici talepleri ile karakterize edilen birbirine bağlı bu ortamda, etkin lojistik ve TZY uygulamaları işletmelerin rekabetçi kalabilmeleri ve müşteri beklentilerini karşılayabilmeleri için kritik öneme sahiptir (Carey vd., 2024). TZY, ürünlerin, bilgilerin ve finansal kaynakların ilk çıkış noktasından son varış noktasına kadar, akışının denetlenmesini ve geliştirilmesini içeren kapsamlı bir süreçtir. Bu karmaşık süreç, hammadde sağlayan tedarikçiler, üreticiler, lojistik akışı sağlayan distribütörler ve ürünleri satan perakendeciler ile bunları satın alan müşteriler dahil olmak üzere çok sayıda üyenin dikkatli bir şekilde koordinasyonunu gerektirmektedir. TZY'nin nihai hedefleri yüksek düzeyde verimlilik, maliyet etkinliği ve müşteri memnuniyeti elde etmektir (Negi, 2021; Nazarian ve Khan, 2024). TZY'nin tarihsel sürecinde, 1960'lı yıllara kadar üretimin önündeki engellerin kaldırılması ve yeterli üretim kapasitesinin sağlanması hedeflenmiştir. 1980'li yıllara gelindiğinde ise öncelik düşük maliyetli üretim olmuştur. 1990'lı yıllar, TZY kavramının ortaya çıkmaya başladığı dönemdir. 2000'li yıllara kadar olan dönemde, düşük maliyet ve kaliteli üretim anlayışının yanı sıra tam zamanında üretim felsefesi benimsenmiştir. 2000'li yıllar ise, teknolojik gelişmelerin hızlanması ve internetin yaygınlaşmasıyla TZY'nin yeniden şekillendiği bir dönem olmuştur. Bu yıllar, özellikle işletmelerin internet tabanlı TZY'ne yöneldiği bir dönemdir (Öztürk, 2016). Sonuç olarak TZY'nin tarihsel süreci incelendiğinde, teknolojik yeniliklerin lojistik süreçleri ve TZY'ni önemli ölçüde dönüştürdüğü görülmektedir. Bu teknolojiler izlenebilirliğini artırarak operasyonel verimliliği iyileştirmenin yanı sıra, tedarik zincirinde karşılaşılan zorlukları ve riskleri azaltarak daha etkili ve güvenilir bir yönetim ortamı sağlamaktadır.

COVID-19 salgını lojistik sektörü üzerinde benzeri görülmemiş bir etki yaratmış ve dünya ekonomisinde büyük zorluklara neden olmuştur. Lojistik sektörü bu dönemde çeşitli ekonomik faaliyetlerin odak noktası olarak krizlerin yönetilmesinde stratejik bir rol oynamıştır. Ancak pandemi, sektörün dayanıklılık ve esneklik kapasitesindeki zayıflıkları da ortaya çıkarmıştır (Liu vd., 2022). Bununla birlikte sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve iklim değişikliği baskıları, geleneksel lojistik süreçlerinden çevre dostu, yeşil ve düşük karbonlu lojistik uygulamalarına geçişi kaçınılmaz hale getirmiştir (Cheng vd., 2023). Bu noktada geleneksel lojistik sektörünün, hizmet fonksiyonları, bilgi teknolojilerinin kullanımı, kaynak entegrasyon kabiliyeti ve

standardizasyon gibi birçok alanda ciddi eksiklikleri bulunmaktadır. Örneğin, büyük veri, bulut bilişim ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi modern bilgi teknolojileri sektörde yeterince etkin kullanılmamaktadır. Bu da lojistik hizmet kalitesini ve verimliliğini artırma potansiyelini sınırlamaktadır (Hsu vd., 2024). Endüstri 5.0, tüm bu eksiklikleri gidermek için insanlar ve makineler arasında derin entegrasyonu teşvik eden bir paradigma sunmaktadır. Bu yaklaşım yalnızca teknolojik ilerlemelerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda pazarın çeşitlenen ihtiyaçlarına tam olarak yanıt veren daha esnek ve uyarlanabilir lojistik sistemler geliştirmeyi amaçlamaktadır (Ouyang vd., 2019).

Teknolojinin evrimi, Endüstri 4.0 uygulamaları ve yaşanan iş gücü gibi toplumsal değişimlerin de etkisiyle operasyonel süreçlerde köklü dönüşümler yaratmıştır. Endüstri 4.0, gerçek zamanlı izleme sistemleri ve gelişmiş kontrol araçları ile daha doğru planlama modellerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Sgarbossa vd., 2020). Ancak, Endüstri 4.0'ın yüksek otomasyonlu ortamında insanların rolü sınırlı kalmış ve bu durum bazı endişelere yol açmıştır. Endüstri 4.0, birbirine bağlı teknolojilerin gelişmişlik düzeyini önemli ölçüde yükseltmeyi ve böylece imalat sanayilerinin kârlarını artırmayı amaçlayan dördüncü sanayi devrimi olarak sunulmuştur. Ancak, Endüstri 4.0'ın performans ve kâra yönelik teknoloji odaklı dar odağı, ilgili tüm paydaşlar için refahın nasıl artırılacağını açıklamakta yetersiz olduğu için Avrupa Komisyonu, Endüstri 5.0 kavramını ortaya atmıştır. Bu vizyon, sistemdeki insanlar için sonuçlara açıkça dikkat ederek, insan merkezli, esnek ve sürdürülebilir sistemler yaratmak için bir ortam oluşturmayı amaçlamaktadır (Grosse vd., 2023). Endüstri 5.0, Endüstri 4.0'dan bir adım ötededir ve teknoloji merkezli bir yaklaşımdan ziyade insan merkezli bir yaklaşımı temsil etmektedir. Öte yandan teknoloji merkezli olan Endüstri 4.0 sosyal sistemi dikkate almazken Endüstri 5.0, daha sosyal, sağlıklı ve çevresel unsurları dikkate almaktadır (Zengin, 2023). Frederico (2021) Endüstri 4.0'ı “akıllı fabrikaların temeli” olarak tanımlarken, Endüstri 5.0'ı insanların ve siber-fiziksel üretim sistemlerinin sosyal ağlar aracılığıyla iletişim kurduğu “sosyal akıllı fabrikalar” dönemi olarak tanımlamaktadır. Endüstri 5.0 yalnızca üretkenliği artırmayı değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ile çalışanların refahı arasında bir denge kurmayı da amaçlamaktadır (Stock vd., 2018; Zhang vd., 2021; Aheleroff vd., 2022). Teknolojik ilerlemeleri sürdürülebilir uygulamalarla uyumlu hale getiren bu yeni bakış açısı, inovasyonun yalnızca ekonomik büyümeyi teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda kritik toplumsal ve çevresel zorlukların ele alınmasına da katkıda bulunmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Endüstri 5.0, yapay zekâ (AI) destekli lojistik sistemler aracılığıyla tedarik zinciri akışlarını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Yapay zekâ tabanlı

teknolojiler, operasyonel verimliliği artırarak ve lojistiği daha esnek ve uyarlanabilir hale getirerek bu dönüşümün temel itici gücü haline gelmiştir (Sabra vd., 2024). Endüstri 5.0, yapay zekâ destekli analizler sayesinde süreçlerin optimize edilmesini, atıkların azaltılmasını ve müşteri ihtiyaçlarına daha duyarlı bir şekilde yanıt verilmesini sağlamaktadır. Bu dönüşüm, TZY'nin stratejik hedeflerini yalnızca ekonomik açıdan değil, aynı zamanda sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da ele almasını sağlayarak sektör için yeni standartlar belirlemektedir (Bhambr vd., 2024). Bununla birlikte, veri yönetimi süreçlerindeki zorluklar yapay zekânın potansiyelini sınırlayabilmektedir. Çünkü farklı kaynaklardan elde edilen verilerdeki kalite sorunları, sahiplik karmaşası ve yüksek işleme maliyetleri yapay zekâ modellerinin doğruluğunu olumsuz etkileyebilmektedir (Tyagi vd., 2023). Endüstri 5.0, bu sorunları çözmek için dağıtık veri kaynaklarının entegrasyonuna ve daha güvenilir veri işleme yöntemlerine odaklanmaktadır. İnsan-makine işbirliğini artırarak daha akıllı ve esnek lojistik çözümler sunmayı amaçlamaktadır. Bu süreç lojistiği salt bir taşımacılık faaliyeti olmaktan ayırıp stratejik bir dönüşüm aracına dönüştürmektedir. Sonuç olarak Endüstri 5.0, bireylerin refahına öncelik vererek, kapsayıcılığı teşvik ederek ve ekolojik sürdürülebilirliği destekleyerek teknolojik ilerlemenin daha geniş ve insanı temel alan ihtiyaçlarla uyumlu hale getirildiği bir geleceğin temelini atmaktadır. Bu çalışma insan merkezli yaklaşımların ve çevreye duyarlı uygulamaların entegrasyonuna odaklanarak daha sürdürülebilir ve verimli lojistik ve tedarik zinciri sistemlerinin geliştirilmesi yönünde literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Beklenen sonuçlar arasında sektör paydaşları için değerli içgörüler sağlamak, ileriye dönük stratejilerin formüle edilmesinde rehberlik etmek ve sürdürülebilir lojistikte teknolojik ilerlemeler ile pratik uygulamalar arasında köprü kuran akademik çalışmalarını teşvik etmek yer almaktadır.

1. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde (Tzy) Endüstri 5.0 Çerçevesi

Modern lojistik sektöründe gelişmiş depolama, nakliye ve dağıtım teknolojileri, doğal kaynakların ve malzemelerin farklı sektörlerle verimli bir şekilde tahsis edilmesini sağlamaktadır. Bu gelişmeler, endüstriyel teknolojilerin yükseltilmesine, inovasyon kapasitesinin artırılmasına ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır (Chen ve Zhang, 2022). Lojistik süreçlerde sürdürülebilirlik kavramı, çevresel, ekonomik ve sosyal etkiler göz önünde bulundurularak tasarlanan yönetim süreçlerini kapsamaktadır. Bu bağlamda Endüstri 5.0, insan-makine işbirliğini ön planda tutarak daha sürdürülebilir ve verimli lojistik sistemler geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu yaklaşım sadece verimliliği artırmakla kalmamakta aynı

zamanda sektörün çevresel ayak izini de azaltmaktadır. Kaynakların optimize yönetimi, atıkların en aza indirilmesi ve daha sorumlu uygulamaların teşvik edilmesi gibi hedefler, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik misyonunun temel taşlarını oluşturmaktadır (Nahavandi, 2019; Adel, 2022; Alves vd., 2023). Endüstri 5.0, teknolojik inovasyonu sosyal refah, çevresel sürdürülebilirlik ve insan sağlığı gibi daha geniş hedeflerle dengeleyen, hem endüstriler hem de toplumlar için daha kapsayıcı ve dirençli bir geleceği teşvik eden dönüştürücü bir çerçeve olarak sunulmaktadır.

Tablo 1'de gösterilen Ivanov'un Endüstri 5.0 çerçevesi esneklik, sürdürülebilirlik ve insan merkezliliği birleştiren bütünsel bir dönüşüm vizyonu sunmaktadır. Toplumsal, ağ ve tesis düzeylerinde uygulanan bu model, enerji verimliliğine, CO₂ emisyonlarının azaltılmasına ve insan merkezli işbirliğine öncelik vermektedir. Bu model yalnızca ekonomik verimliliğin artırılmasını değil, aynı zamanda sosyal refah ve çevre koruma hedeflerini de desteklemektedir (Ivanov, 2023).

Tablo 1. Endüstri 5.0 Çerçevesi

Endüstri 5.0			
Esneklik		Sürdürülebilirlik	İnsan Merkezlilik
Toplum Düzeyi	-İç içe geçmiş tedarik ağlarının uygulanabilirliği	-Yeryüzündeki kaynakların ve enerjinin sürdürülebilir kullanımı	-İnsan merkezli ekosistemlerin yaşayabilirliği
Ağ Düzeyi	-Tedarik zinciri esnekliği -Yeniden yapılandırılabilir tedarik zinciri	-Tedarik zinciri sürdürülebilirliği -Katma değer zincirlerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi	-Siber-fiziksel tedarik zincirleri -Dijital tedarik zincirleri
Tesis Düzeyi	-Üretim ve lojistik tesislerinin yenilenmesi -Yeniden yapılandırılabilir tesisler	CO ₂ emisyonlarının azaltılması Enerji verimli üretim ve lojistik	-İnsan-makine işbirliği -Sağlık koruma standartları ve düzenlemeleri
Yönetim Dayanıklılık, Sürdürülebilirlik ve İnsan Merkezliliğin Bütünleştirici Perspektifi Olarak Yaşayabilirlik			
Teknoloji İşbirliği - Koordinasyon - İletişim - Otomasyon - Tanımlama - Veri Analitiği			
Performans Verimlilik- Üretkenlik-Esneklik-Geçerlilik			

Kaynak: Ivanov, 2023.

Tablo 1 incelendiğinde Endüstri 5.0 çerçevesinde esneklik boyutunun sadece aksaklıklara karşı hızlı bir toparlanma mekanizması olarak değil, aynı zamanda belirsizlikleri öngörerek esnek ve proaktif risk yönetimi stratejilerinin

geliştirilmesine olarak tanıdığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik boyutu, çevresel ve sosyal sorumlulukları lojistik süreçlerin merkezine yerleştirerek düşük karbon ayak izi, enerji verimliliği ve döngüsel ekonomi uygulamalarını önermektedir. Diğer taraftan insan merkezli yaklaşım, çalışanların refahını artırmayı ve lojistik süreçlerde insani değerleri ön planda tutmayı hedeflerken, teknolojik yeniliklerle işbirliği içinde ele alınmaktadır. Yine dijital teknolojiler, lojistik sistemlerin ve tedarik zincirlerinin dayanıklılık ve sürdürülebilirlik kapasitesinin artırılmasında kilit unsurlar olarak ele alınmaktadır. Bu teknolojiler süreçlerin şeffaflığını ve verimliliğini artırarak paydaşlar arasında daha güçlü bir işbirliğini mümkün kılmaktadır. Son olarak sistemik perspektif, Endüstri 5.0'ın yalnızca belirli süreçlerdeki iyileştirmelerle değil, aynı zamanda tedarik zincirinin tüm bileşenlerini kapsayan bütünsel bir yaklaşımla ilgili olduğunu öne sürmektedir. Bu noktada yerel optimizasyonun ötesinde, sektörler ve paydaşlar arasında daha fazla uyumu vurgulayan sistemik bir esneklik ve sürdürülebilirlik yaklaşımı benimsenmelidir. Bu kapsamlı yaklaşım, lojistik ve TZY'nde Endüstri 5.0 dönüşümünün sadece teknolojik değil, aynı zamanda sosyal ve çevresel olmasını da gerekli kılmaktadır.

Lojistik ve TZY'nde insan merkezlilik, esneklik ve sürdürülebilirliğin yerleştirilmesi, teknoloji eşleşmelerinin yeniden düşünülmesini ve değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için teknolojik geçişte insanın rolüne yoğun bir şekilde odaklanılması gerekmektedir (Jefroy vd., 2022; Klumpp ve Ruiner, 2022). Endüstri 5.0, insan-makine işbirliği yoluyla teknoloji ve insan faktörünü bir araya getirerek daha çevre dostu ve verimli süreçlerin oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, lojistik operasyonların akıllı teknolojilerle entegrasyonu, enerji kullanımını optimize edebilir ve insan işgücünün yetkinliklerini artırarak ve eğitimlerle destekleyerek sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda lojistik stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir (Rani vd., 2024). Bu bağlamda, dijital ve siber-fiziksel tedarik zincirlerinin geliştirilmesi ağ esnekliğini artırmakta ve sürdürülebilir tedarik zincirleri için kritik bir temel oluşturmaktadır. Endüstri 5.0'ın çevresel sürdürülebilirlik ve insan refahı arasındaki dengesi, modern endüstriyel uygulamalar için yeni bir standart oluşturmaktadır (Zhang vd., 2021; Aheleroff vd., 2022).

2. Literatür İncelemesi

Son yıllarda Endüstri 5.0'ın lojistik ve TZY'ndeki rolü, sürdürülebilirlik, esneklik ve dijitalleşme gibi önemli konularla birlikte artan bir araştırma konusu olmuştur. Bu bağlamda Endüstri 5.0 sadece verimlilik ve teknolojik ilerlemeleri

değil, aynı zamanda insan merkezli yaklaşımları, çevresel sürdürülebilirliği ve sosyal sorumluluğu da içermektedir. Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmaların sayısında artış görülmekte olup ilgili literatür Tablo 2'de özetlenmiştir. Tablo, Endüstri 5.0'ın lojistik ve tedarik zincirleri üzerindeki etkisine ilişkin temel çalışmaların bulgularını bir araya getirmektedir.

Tablo 2. Literatür Özeti

Yazar(lar) ve Yıl	Çalışmanın Amacı	Çalışmanın Sonuçları
Jafari vd., 2022	Bu çalışma, Endüstri 5.0'ın insan odaklılık, esneklik ve sürdürülebilirlik gibi önemli unsurlarını ve bu unsurların akıllı lojistik üzerindeki etkilerini karşılaştırarak ele almaktadır.	Çalışma, Endüstri 5.0'ın Endüstri 4.0'a göre, teknoloji ile insan etkileşimine daha fazla odaklandığını ve işbirlikçi teknolojilerin (insan-makine sistemleri ve robot-kollaborasyonu gibi uygulamalar) artan bir şekilde kabul edildiğini vurgulamaktadır.
Oran vd., 2022	Bu çalışma, yapay zekâ ve robot teknolojilerinin lojistik endüstrisinde farklı aşamalarda sağladığı faydaları araştırmaktadır. Ayrıca, COVID-19'un TZY stratejileri üzerindeki etkilerini incelemektedir.	Çalışmada, Türkiye'nin TZY performansı SWOT analizi üzerinden, Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçişin gerekliliğine odaklanılmıştır. Ayrıca, lojistik süreçlerde tasarruf sağlamak için doğru tahminlerin yapılmasının önemini vurgulamaktadır.
Trstenjak vd, 2023	Bu çalışma, Hırvatistan'daki 112 üretim şirketinin Endüstri 5.0'a yönelik farkındalık seviyesini ve lojistik faaliyetlerde dijital ve yeşil unsurların kullanımını incelemektedir.	Çalışmanın sonunda, dijital konseptlere olan farkındalığın düşük olduğu ve şirketlerin yeşil unsurların uygulanmasına daha açık olduğu tespit edilmiştir.
Dabo ve Hosseinian-Far, 2023	Bu çalışma, toplumların Endüstri 5.0 uygulamaları kapsamında dögüsel ekonomiye geçiş süreci incelenmektedir. Bu doğrultuda tersine lojistiğin stratejik rolüne odaklanılarak kaynak kullanımını optimize etme, atıkları azaltma ve sürdürülebilir üretim ve tüketim desenlerini geliştirme konuları ele alınmaktadır.	Çalışma sonucunda tersine lojistiğin etkili bir şekilde modellenmesini sağlayan bir metodoloji önerilmektedir. Bu metodoloji, TZY'nde karar verme süreçlerini iyileştiren yapısal bir çerçeve sunmaktadır.
Grosse vd., 2023	Bu çalışma, Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a geçişi ele almakta ve Endüstri 5.0'ın insan odaklı, dayanıklı ve sürdürülebilir sistemler kurma yolundaki katkılarını tartışmaktadır.	Çalışma, Endüstri 4.0'ın dar teknoloji odaklı yaklaşımının, tüm paydaşların refahını artırmada yetersiz kaldığını ve Endüstri 5.0'ın daha sistemik ve etik odaklı bir yaklaşım sunduğunu vurgulamaktadır.

Masoomi vd., 2023	Bu çalışma, Endüstri 5.0 çözüm metodolojilerinin, yenilenebilir enerji TZY'nde sürdürülebilir kalkınma zorluklarını nasıl ele alabileceğini araştırmaktadır.	Çalışma, yenilenebilir enerji tedarik zincirinde en önemli sürdürülebilir kalkınma zorluklarını ve Endüstri 5.0'in avantajlarını belirleyerek, tedarik zinciri modülerliği ve sosyal-insan problemleri üzerine yenilikçi araştırmaların önemini vurgulamaktadır.
Varriale vd., 2023	Bu çalışma, dijital teknolojilerin TZY'nde sürdürülebilir uygulamalara olan katkılarını incelemektedir. Ayrıca, dijital teknolojiler ile sürdürülebilir pratiklerin bağlantısını araştırmaktadır.	Çalışma, 5011 bilimsel makaleyi analiz ederek dijital teknolojilerin tedarik zincirinde sürdürülebilir uygulamaları nasıl desteklediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından dijital teknolojilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.
Hsu vd., 2024	Bu çalışma, Endüstri 5.0'ın akıllı lojistik dönüşümündeki rolünü ele almayı amaçlamaktadır. Araştırma, 13 anahtar etkeni tanımlayarak, Fuzzy Interpretative Structural Model ve MICMAC analiz yöntemlerini kullanarak, Endüstri 5.0 kapsamında stratejik bir yol haritası sunmaktadır.	Çalışma, "Hükümetin aktif desteği" ve "İnsan odaklı üretim ve lojistik" gibi etkenlerin Endüstri 5.0 için kritik faktörler olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, çalışmada sunulan stratejik yol haritası, politika yapımcılar ve uygulayıcılar için değerli bilgiler sunmaktadır ve Endüstri 5.0 dönüşümünü yönlendirecek yöntemleri vurgulamaktadır.
Zhou vd., 2024	Bu çalışma, Endüstri 5.0 çağında dijital ikiz teknolojisinin deniz lojistiği yönetimi üzerindeki etkilerini ve fırsatlarını incelemektedir. Çalışma kapsamında 2003-2023 yılları arasında Web of Science veritabanındaki 3372 yayın ele alınmıştır.	Çalışma, deniz lojistiği yönetimi üzerine yapılan makalelerin çoğunun Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yoğunlaştığını ve deniz lojistiğinin dijitalleşme ve bilgilleşme yönünde geliştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, Sustainability ve Journal of Marine Science and Engineering gibi dergilerin bu alanda öne çıktığını vurgulamaktadır.
Yu ve Sun, 2024	Bu çalışma, tersine lojistik sistemlerinde belirsizliklerin etkisini ve bu sistemleri dijitalleştirerek optimize etmeyi amaçlamaktadır. Endüstri 5.0 çerçevesinde, belirsiz taleplere ve kapasite kısıtlarına göre ters lojistik ağlarını optimize eden bir yöntem önerilmektedir.	Çalışma, teknolojiye yapılan ilk yatırımların büyük olmasına rağmen uzun vadede maliyet ve emisyon azaltımı sağladığını göstermektedir. Ayrıca, işbirlikçi karar verme süreçlerinin potansiyel aksaklıkları ve zincirleme etkileri azaltmada önemli olduğunu vurgulamaktadır.
Dossou vd., 2024	Bu çalışma, dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik odaklı bir TZY çerçevesi sunmayı amaçlamaktadır. Bu noktada Endüstri 5.0'a geçişi	Çalışma, dijital ikiz ve yapay zekâ gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinin sürdürülebilir TZY'ne nasıl entegre edileceğine dair bir çerçeve geliştirmiştir.

	destekleyen bir çerçeve tanımlanmıştır.	Ayrıca, tedarik zinciri yöneticilerine Endüstri 5.0'a geçişi destekleyecek bir performans izleme aracı sunulmuştur.
Santiago vd., 2024	Bu çalışma, sürdürülebilir TZY'nde kurumsal sosyal sorumluluk ve dögüsel ekonomi ilkelerinin entegrasyonunu incelemektedir. Bu kapsamda sürdürülebilir TZY'nde Endüstri 5.0'a geçişi destekleyen bir çerçeve önerilmektedir.	Çalışma sonunda sunulan çerçeve, tedarik zinciri yapısını ve destekleyicilerini dört ana direk üzerine organize ederek, Endüstri 5.0'a geçişi kolaylaştırmak amacıyla 12 rehber sunmaktadır.
Zhen ve Yao, 2024	Bu çalışma, dijital ikiz ve blok zincir teknolojisinin TZY'nde sürdürülebilirlik ve verimlilik üzerindeki etkilerini araştırmaktadır.	Çalışma, dijital ikiz ve blok zincir teknolojilerinin birleşiminin tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik ve verimliliği artıran entegre bir ilişki oluşturduğunu ve bu entegrasyonun kaynak optimizasyonu ve atık azaltımı ile küresel sürdürülebilirlik hedeflerine uyum sağladığını vurgulamaktadır.
Tsang vd., 2024	Bu çalışma, Endüstri 5.0'ın sürdürülebilirlik ve dayanıklılık üzerinde nasıl etkiler yaratabileceğini ve bu etkileri blok zincir teknolojisi ile analiz etmeyi amaçlamaktadır.	Çalışma sonucunda blok zincir tabanlı teknolojiler kullanılarak sürdürülebilirlik ve dayanıklılığı artırmaya yönelik bir performans analiz sistemi tasarlanmış ve tedarik zincirinin sürdürülebilirliğini ve dayanıklılığını geliştirme yolları özetlenmiştir.

Literatür genel olarak değerlendirildiğinde, Endüstri 5.0 'ın lojistik ve TZY'nde sürdürülebilirlik ve esneklik üzerindeki etkilerinin özellikle son yıllarda artan bir ilgiyle araştırıldığı görülmektedir. Endüstri 5.0, Endüstri 4.0'ın verimlilik ve dijitalleşme odağının ötesine geçerek insan merkezlilik, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal sorumluluk gibi unsurları da içermektedir (Trstenjak vd., 2023; Tsang vd., 2024). Bu bağlamda, Endüstri 5.0 sadece operasyonel verimlilik değil, aynı zamanda tedarik zincirlerinde sürdürülebilir kalkınma hedeflerini desteklemek için de yeni fırsatlar sunmaktadır. Masoomi vd. (2023), Endüstri 5.0 çözüm metodolojilerinin yenilenebilir enerji tedarik zincirlerindeki sürdürülebilir kalkınma zorluklarını nasıl ele alabileceğini incelemiş ve bu bağlamda modüler tedarik zinciri yapıları ve sosyal-insani sorunlar üzerine yenilikçi araştırmaların önemini vurgulamıştır. Çalışma, Endüstri 5.0'ın sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik üzerinde nasıl güçlü bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

Endüstri 5.0'ın tedarik zinciri performansını iyileştirme potansiyeli, özellikle küresel lojistik ve üretim süreçlerinde son yıllarda önemli bir konu haline gelmiştir. Hsu ve diğerleri (2024), Endüstri 5.0'ın tedarik zinciri risklerine ve

belirsizliklerine karşı dayanıklılığı güçlendirebilecek önemli itici güçler sunduğunu ve bu sayede tedarik zinciri verimliliğini, görünürlüğünü ve yanıt verebilirliğini artırmanın mümkün olduğunu savunmaktadır. Benzer şekilde, Dabo ve Hosseinian-Far (2023) Endüstri 5.0'ın döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirlik stratejilerine katkısını tartışmış ve yeşil lojistik uygulamalarının bu dönüşümde önemli bir rol oynadığını vurgulamıştır. Bu çalışmalar, Endüstri 5.0'ın sadece dijitalleşmeyi değil, sosyal ve çevresel faktörleri de içeren bir çerçeve sunduğunu ve bu bağlamda sürdürülebilir tedarik zincirlerinin oluşturulmasına olanak sağladığını göstermektedir. Zhen ve Yao (2024) dijital ikiz ve blok zinciri teknolojilerinin birleşiminin tedarik zincirlerinde sürdürülebilirliği ve verimliliği artıran bir etki yarattığını ortaya koymuştur. Bu teknolojiler özellikle çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olurken aynı zamanda verimliliği artırmakta ve kaynakları daha etkin bir şekilde kullanmaktadır. Diğer taraftan Endüstri 5.0 uygulamalarının etkileri sadece işletmelerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda toplumsal faydalar sağlayarak daha geniş bir etkiye sahip olmaktadır. Tsang vd. (2024) blok zinciri tabanlı bir performans analiz sistemi tasarlamış ve bunun tedarik zincirlerinin sürdürülebilirliğini ve dayanıklılığını artırmadaki rolünü incelemiştir. Çalışmada sürdürülebilirlik ve dayanıklılık gibi iki önemli unsuru optimize eden teknolojilerin özellikle küresel e-ticaret pazarlarındaki değişken ve rekabetçi ortamda kritik bir rol oynadığını vurgulamışlardır. Sonuç olarak Endüstri 5.0, dijitalleşme ve insan merkezli uygulamaları bir araya getirerek yalnızca ekonomik performansı iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda çevresel ve sosyal sorumluluğu da vurgulayan sürdürülebilir tedarik zincirlerinin oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmalar, Endüstri 5.0'ın dijital dönüşümün ötesinde daha geniş bir etkiye sahip olduğunu ve bu teknolojilerin gelecekte sürdürülebilir TZY'nde önemli bir rol oynayacağını göstermektedir. Bu gelişmeler, küresel pazarların daha dayanıklı ve sürdürülebilir hale gelmesi için önemli bir kilometre taşıdır.

SONUÇ

Endüstri 4.0 öncelikli olarak endüstrilerde verimliliği, üretkenliği ve maliyet etkinliğini artırmak için otomasyon, yapay zekâ ve ileri teknolojilerin entegrasyonuna odaklanan bir yaklaşımdır. Endüstri 5.0 ise bu hedeflerin ötesine geçerek insan merkezlilik, sürdürülebilirlik ve esnekliği temel ilkeleri temel alan bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Endüstri 4.0 teknoloji odaklı süreçlerle sistemleri optimize etmeye odaklanırken Endüstri 5.0, insan unsurunu karar alma sürecine dahil ederek daha dengeli ve etik sonuçlar elde etmek için insanlar ve makineler arasında işbirliğini teşvik etmektedir. Bu değişim, yalnızca en son teknolojilerden yararlanmakla kalmayıp aynı zamanda toplumsal ve çevresel zorlukları da ele alan uyarlanabilir, sürdürülebilir sistemlere yönelik artan ihtiyacı yansıtmaktadır. Lojistik ve TZY bağlamında bu evrim, karmaşık küresel talepleri karşılayabilecek esnek, sürdürülebilir ve insan merkezli ağlar oluşturmak için dönüştürücü fırsatlar sunmaktadır.

Özellikle COVID-19 salgını gibi son küresel krizler, öngörülemeyen olaylara uyum sağlayabilen sağlam sistemlere duyulan ihtiyacın önemini vurgulamaktadır. Bu kapsamda teknolojik uygulamalar, izleme sistemlerini ve senaryo tabanlı simülasyonları bir araya getiren tedarik zincirleri, görünürlüğü ve yanıt verebilirliği artırarak değişken ortamlarda sürekliliği sağlayabilmektedir. Bu gelişmeler, kuruluşların uyarlanabilirlik ve verimlilik arasında bir denge kurmasını sağlayarak onları karmaşık zorlukların üstesinden gelmek için daha iyi bir konuma getirmektedir. Endüstri 5.0 ilkelerinin lojistik ve tedarik zincirlerine entegrasyonu, kuruluşların çağdaş zorlukları daha etkili bir şekilde ele almalarını sağlamaktadır. İnsan merkezli bu yaklaşım, ileri teknolojilerin yanı sıra nitelikli personelin rolünü vurgulamakta, inovasyonu ve uyarlanabilirliği teşvik etmektedir. Bu süreç tamamen otomatik sistemlerden, insan uzmanlığı ve yapay zekânın karar verme süreçlerini işbirliği içinde optimize ettiği sinerjik bir modele geçişi işaret etmektedir. Örneğin, gelişmiş yapay zekâ araçları insan gözetimiyle birleştiğinde tedarik zincirlerindeki aksaklıkları öngörebilir ve proaktif hafifletme stratejileri sağlayabilir. Endüstri 5.0'ın bir diğer temel taşı olan sürdürülebilirlik, lojistik sistemlerini daha çevreci uygulamaları benimsemeye zorlamaktadır. Ayrıca, Endüstri 5.0 bağlamında önemi giderek artan döngüsel ekonomi modeli, malzemelerin yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü teşvik ederek tedarik zincirlerindeki kaynak verimliliğini artırmaktadır.

Yapay zekâ destekli sistemler ve siber-fiziksel ağlar, lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde hem verimliliği hem de çevresel duyarlılığı artırmaktadır. Endüstri 5.0 lojistik ve TZY için insan merkezli inovasyon, sürdürülebilir uygulamalar ve esnek sistemlerle karakterize edilen yeni bir çağın habercisidir.

Bu ilkeleri benimsemek sadece teknolojik bir yükseltme değil, giderek daha karmaşık ve birbirine bağlı hale gelen bir dünyada başarılı olmak isteyen kuruluşlar için stratejik bir zorunluluktur. Bu çalışma, Endüstri 5.0'ın lojistik ve tedarik zinciri üzerindeki etkileri konusunda farkındalık yaratmayı ve literatürdeki boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, gelecekteki araştırmalar için yol gösterici bir kaynak olmasının yanı sıra bu çalışmanın sektörel uygulamalara da katkı sağlanması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Adel, A. (2022). Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing*, 11(1), 40.
- Aheleroff, S., Huang, H., Xu, X., ve Zhong, R. Y. (2022). Toward sustainability and resilience with Industry 4.0 and Industry 5.0. *Frontiers in Manufacturing Technology*, 2, 951643.
- Alves, J., Lima, T. M., ve Gaspar, P. D. (2023). Is industry 5.0 a human-centred approach? a systematic review. *Processes*, 11(1), 193.
- Bhambri, P., Rani, S., Dhanoa, I. S., ve Tran, T. A. (2024). 14 Environmental Impacts. *AI-Driven Digital Twin and Industry 4.0: A Conceptual Framework with Applications*, 221.
- Carey, R., Coleman, C. G., ve White, T. M. (2024). The Impact of Blockchain on Logistics and Supply Chain Management: A Review. *Journal of Procurement and Supply Chain Management*, 3(1), 1-11.
- Chen, H., ve Zhang, Y. (2022). Regional logistics industry high-quality development level measurement, dynamic evolution, and its impact path on industrial structure optimization: Finding from China. *Sustainability*, 14(21), 14038.
- Cheng, C., Han, Y., ve Ren, X. (2023). Analysis of technological innovation on provincial green development levels of logistics industry in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 53020-53036.
- Dabo, A. A. A., ve Hosseinian-Far, A. (2023). An Integrated Methodology for Enhancing Reverse Logistics Flows and Networks in Industry 5.0. *Logistics*, 7(4), 97.
- Dossou, P. E., Alvarez-de-los-Mozos, E., ve Pawlewski, P. (2024). A Conceptual Framework for Optimizing Performance in Sustainable Supply Chain Management and Digital Transformation towards Industry 5.0. *Mathematics*, 12(17), 2737.
- Frederico, G. F. (2021). From supply chain 4.0 to supply chain 5.0: Findings from a systematic literature review and research directions. *Logistics*, 5(3), 49.
- Grosse, E. H., Sgarbossa, F., Berlin, C., ve Neumann, W. P. (2023). Human-centric production and logistics system design and management: transitioning from Industry 4.0 to Industry 5.0. *International Journal of Production Research*, 61(22), 7749-7759.

- Hsu, C. H., Cai, X. Q., Zhang, T. Y., ve Ji, Y. L. (2024). Smart Logistics Facing Industry 5.0: Research on Key Enablers and Strategic Roadmap. *Sustainability*, 16(21), 9183.
- Hsu, C. H., Chen, S. J., Huang, M. Q., ve Le, Q. (2024). Industry 5.0 Drivers Analysis Using Grey-DEMATEL: A Logistics Case in Emerging Economies. *Mathematics*, 12(22), 3588.
- Ivanov, D. (2023). The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives. *International Journal of Production Research*, 61(5), 1683-1695.
- Jafari, N., Azarian, M., ve Yu, H. *Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics? Logistics 2022*, 6, 26.
- Jefroy, N., Azarian, M., ve Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: what are the implications for smart logistics?. *Logistics*, 6(2), 26.
- Klumpp, M., ve Ruiner, C. (2022). Artificial intelligence, robotics, and logistics employment: The human factor in digital logistics. *Journal of Business Logistics*, 43(3).
- Liu, W., Liang, Y., Bao, X., Qin, J., ve Lim, M. K. (2022). China's logistics development trends in the post COVID-19 era. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(6), 965-976.
- Masoomi, B., Sahebi, I. G., Ghobakhloo, M., ve Mosayebi, A. (2023). Do industry 5.0 advantages address the sustainable development challenges of the renewable energy supply chain?. *Sustainable Production and Consumption*, 43, 94-112.
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371.
- Nazarian, H., ve Khan, S. A. (2024). The impact of industry 5.0 on supply chain performance. *International Journal of Engineering Business Management*, 16, 18479790241297022.
- Negi, S. (2021). Supply chain efficiency framework to improve business performance in a competitive era. *Management Research Review*, 44(3), 477-508.
- Oran, İ. B., Ayboğa, M. H., Erol, M., ve Yildiz, G. (2022). The Necessity of Transition from Industry 4.0 To Industry 5.0: SWOT Analysis of Turkey's SCM Strategy. *Journal of Organizational Behavior Research*, 7(2), 1-17.
- Ouyang, Q., Zheng, J., ve Wang, S. (2019). Investigation of the construction of intelligent logistics system from traditional logistics model based on

- wireless network technology. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019, 1-7.
- Öztürk, D. (2016). Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçlerini Etkileyen Faktörler. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6(1), 17-24.
- Rani, S., Jining, D., Shoukat, K., Shoukat, M. U., ve Nawaz, S. A. (2024). A Human–Machine Interaction Mechanism: Additive Manufacturing for Industry 5.0—Design and Management. *Sustainability*, 16(10), 4158.
- Sabra, S., Allahham, M., ve Al-Daradkah, H. Y. (2024). The Mediating Role of Adaptive Logistics The Transformational Impact of Artificial Intelligence on Industry 5.0. *Library Progress International*, 44(3), 13934-13948.
- Santiago, B. D. S., Scavarda, L. F., Gusmão Caiado, R. G., Santos, R. S., ve Mattos Nascimento, D. L. D. (2024). Corporate social responsibility and circular economy integration framework within sustainable supply chain management: Building blocks for industry 5.0. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*.
- Sgarbossa, F., Grosse, E. H., Neumann, W. P., Battini, D., ve Glock, C. H. (2020). Human factors in production and logistics systems of the future. *Annual Reviews in Control*, 49, 295-305.
- Stock, T., Obenaus, M., Kunz, S., ve Kohl, H. (2018). Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process Safety and Environmental Protection*, 118, 254-267.
- Trstenjak, M., Mustapić, M., Gregurić, P., ve Opetuk, T. (2023). Use of green industry 5.0 technologies in logistics activities. *Tehnički glasnik*, 17(3), 471-477.
- Tsang, Y. P., Fan, Y., Lee, C. K., ve Lau, H. C. (2024). Blockchain sharding for e-commerce supply chain performance analytics towards Industry 5.0. *Enterprise Information Systems*, 18(4), 2311807.
- Tyagi, A. K., Dananjayan, S., Agarwal, D., ve Thariq Ahmed, H. F. (2023). Blockchain—Internet of Things applications: Opportunities and challenges for industry 4.0 and society 5.0. *Sensors*, 23(2), 947.
- Varriale, V., Cammarano, A., Michelino, F., ve Caputo, M. (2023). Industry 5.0 and triple bottom line approach in supply chain management: the state-of-the-art. *Sustainability*, 15(7), 5712.
- Yu, H., ve Sun, X. (2024). Uncertain remanufacturing reverse logistics network design in industry 5.0: Opportunities and challenges of digitalization. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 133, 108578.

- Zengin, Y. (2023). Going green-industry 5.0, supply chain and demanding customer. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 7(17), 21-30.
- Zhang, Y., Mao, Y., Jiao, L., Shuai, C., ve Zhang, H. (2021). Eco-efficiency, eco-technology innovation and eco-well-being performance to improve global sustainable development. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106580.
- Zhen, Z., ve Yao, Y. (2024). The Confluence of Digital Twin and Blockchain Technologies in Industry 5.0: Transforming Supply Chain Management for Innovation and Sustainability. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-27.
- Zhou, F., Yu, K., Xie, W., Lyu, J., Zheng, Z., ve Zhou, S. (2024). Digital twin-enabled smart maritime logistics management in the context of industry 5.0. *IEEE Access*.

7. BÖLÜM

TESLİMATLARDA DRONE KULLANIMI¹

Tuncel ÖZ²
Yavuz TORAMAN³

¹ The Use of New Technologies in Logistics: Drone (UAV) Use in Last Mile Delivery Yazar: Tuncel ÖZ, Yavuz TORAMAN, Sosyoekonomi Dergisi, 31(58), 105-124, 2023 makalesinden türetilmiştir.

² Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü, toz@ticaret.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-6603-0841

³ Öğr. Gör. Yavuz TORAMAN, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Yüksekokulu, Dış Ticaret Bölümü, yavuz.toraman@nisantasi.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-5196-1499

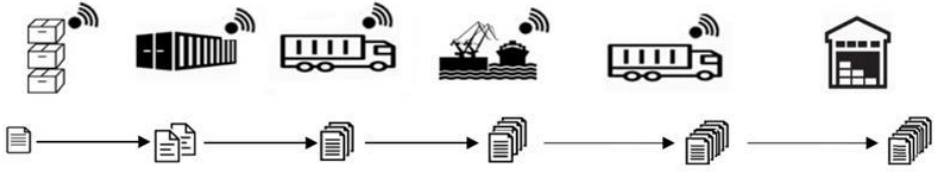
GİRİŞ

Teknolojik yenilikler çoğu sektöre pek çok noktada fayda sağlamaktadır. İşlemleri kolaylaştırdığı için neredeyse her alanda teknolojik alet ve cihazlar kullanılmaktadır. Bu nedenle dijitalleşme kaçınılmaz bir gerçeklik haline almaktadır. İşletmelerin kullanıldığı teknolojik yenilikler insan hayatına pozitif bir katkı sunduğu için çoğu zaman insanlar tarafından söz konusu yenilikler kabul görmektedir. Araştırmanın alanı gereği lojistik sektöründeki teknolojik gelişmeler incelenmiştir. Bu teknolojiler kargo otomat, otonom araç, elektrikli araç ve dronelardır. Mevcut araştırmada last mile delivery kapsamında drone kullanımı incelenmiştir. Drone ve yeni teknolojiler son yıllarda artan e-ticaret faaliyetleri nedeniyle teslimat süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Ticaret, malların bir noktadan farklı bir noktaya taşınması ile başlamıştır. Bu durum ticaretin ana operasyonlarından birisinin süreç içerisinde değişime uğrasa bile taşımacılık olduğunu göstermektedir. 2000’li yıllarda internet teknolojisinin gelişimiyle belirli pazar yerlerinden alışveriş yapmanın yanında insanların istedikleri yerden alışveriş yapma imkânı gerçekleşmiştir. Bu durum geleneksel ticaretin yanında e-ticaret faaliyetlerinin de gelişmesine yol açmıştır. E-ticaret faaliyetleri özellikle COVID-19 sonrası yoğun bir artış göstermiştir. Bu artış e-ticaret ve teslimat alanında yapılan yatırımları artırmış ve alışveriş sonrası teslimat süreçlerinin değişimiyle birlikte çeşitlenmesine yol açmıştır (Ertugut ve Ustalı, 2021).

COVID-19 sürecinde ve sonrasında insanlar salgından korunabilmek adına daha az temas kurmayı tercih etmişlerdir. Bu nedenle temassız teslimatı destekleyen teslimat şekilleri hızla gelişmiştir. Özellikle temassız kurye teslimatı, kargo otomat ve otonom araç ile teslimat COVID-19 sürecinden sonra daha yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

COVID-19 sonrası sıkça işlenen konuların başında teslimat süreçleri gelmektedir. Teslimat süreçleri yurt dışında Last Mile Delivery adıyla incelenirken Türkiye’de ise Son Adım Teslimat veya Son Kilometre Teslimatı isimleriyle ele alınmaktadır. Araştırmada nihai tüketicinin satın aldığı ürünün teslim olduğu ana kadar geçen sürenin optimizasyonu üzerinde durulmuştur. Blokzincir sayesinde gerçek zamanlı ürün takip sistemi daha kullanışlı ve efektif olacaktır. Şekil 1’de görüleceği üzere ürünler birden farklı yöntemle tüketiciye ulaşmaktadır. Bu kapsamda tüketicilerin ürün teslimatının anlık takibi önem arz etmektedir. Çünkü tüketici ürün satın alırken aynı zamanda teslimat hizmeti satın almaktadır. Bu nedenle bu süreçlerin optimizasyonu oldukça önemlidir.



Şekil 1. Lojistik Süreçlerde Ürün Akışı

Kaynak: Toraman, Merdivenci ve Tekin, 2023, 164.

2021 yılında küresel e-ticaret hacminin 4.9 trilyon dolar civarında gerçekleşmiştir. Küresel ticaret 2022 yılında ise 5.5 trilyon dolar civarında gerçekleşmesi beklenmektedir. Türkiye’de ise 2022’nin ilk 6 ayında e ticaret hacmi yaklaşık olarak %120 artış ile 348 milyar türk lirasına ulaşmıştır (eticaret.gov.tr). E-ticaret hacminin her geçen sene hızını artırarak devam etmesi günümüzde ve gelecekte teslimat süreçlerinin çeşitlenmesini zorunluluk haline getirmiştir. Türkiye’de aktif olarak kargo otomat, otonom araç, elektrikli araç ve mobil şube ile teslimat gerçekleştirilmektedir. Drone teknolojisinin teslimat süreçlerinde kullanılmasına yeteri kadar elverişli olmamasıyla ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü’nün (SHGM) drone kullanımı için yayımladığı yönetmelikler teslimat süreçlerinde drone kullanımını sınırlandırmaktadır (Joerss et al., 2016).

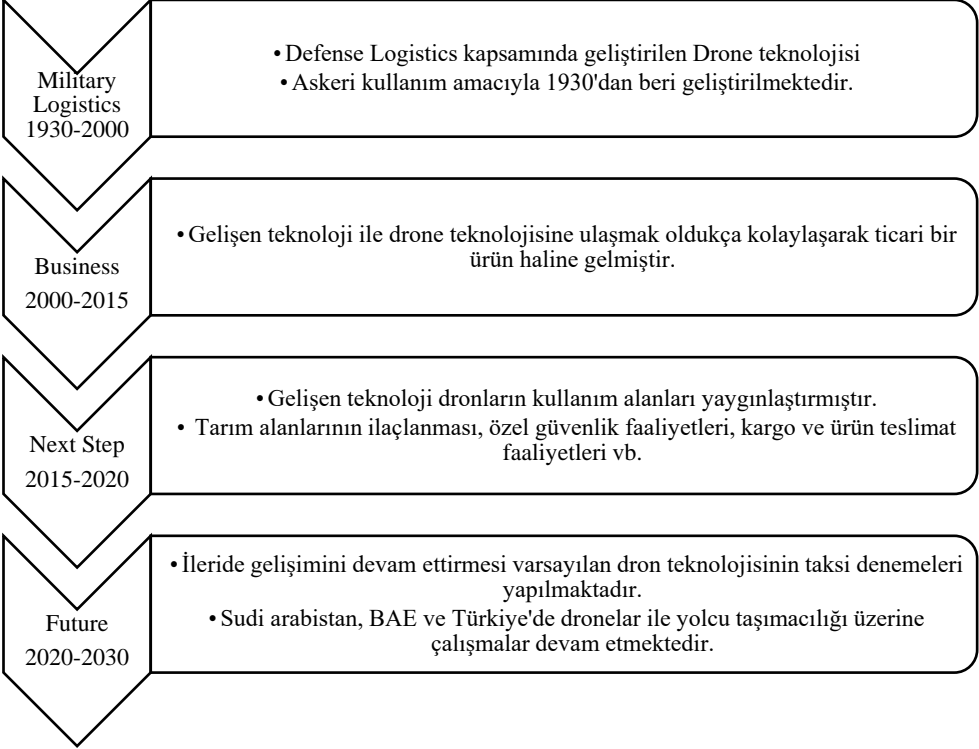
Gelecekte yüksek katlı binalara drone iniş pistlerinin yapılması, drone kullanan pilot sayısının artması ayrıca dronelerin taşımaya daha uygun hale getirilmesiyle birlikte günlük hayatta insanların daha fazla faydalanabileceği bir teknoloji olacaktır.

1. Son Teslimatta Drone Kullanımı

Genel itibariyle drones, Unmanned Aerial Vehicle (UAV) veya Remotely Piloted Aircraft olarak bilinen insansız hava araçlarıdır. Drones uzaktan kumanda ile komuta edilen ebat itibariyle farklı boyut ve şekillerde üretilebilmektedir. Drones şekil 2’de gösterildiği gibi ilk kez askeri faaliyetlerde kullanılmış olsa da sonrasında ticari faaliyetlerde kullanılmaya başlanmıştır. Ticari alanda özellikle lojistik süreçlerin nihai tüketici ile buluşma aşamasında yani last mile delivery kısmında 2013 yılında ilk denemesiyle kullanılmaya başlanmıştır. Fakat drone teknolojisi gelişimini tam olarak tamamladığı söylenemez gelecekte drone alt yapısı oluşturulduğunda geniş kullanım alanının olacağı düşünülmektedir (Rabta vd., 2019).

Son kilometre teslimatı ile ilgili yapılan çalışmalarda toplam nakliye maliyeti içerisinde son kilometre teslimatının payı %30 civarlarında bulunmuştur. Diğer bir çalışmada ise son kilometre teslimatı tedarik zinciri toplam maliyetinin %40’ını oluşturduğu bulunmuştur (Goodman, 2005). Bu nedenle son kilometre teslimatı tedarik zincirinde karmaşık ve çözüm önerilerinin sunulması gereken bir alan olarak görülmektedir. Bu kapsamda son süreçte gelişen teknoloji ile birlikte Kargo Otomatlar, Otonom Araçlar, Mobil Teslimat Araçları, Elektrikli

Araçlar son kilometre teslimatında geliştirilen yöntemler olarak sıralanabilir. Özellikle araştırmanın da konusu oluşturan Drone teknolojisi gelecekte son kilometre teslimatında önemli rol oynayacaktır (Jacobs vd., 2019). Teknolojinin gelişimi ile birlikte hava araçlarının üretim maliyetinin düşmesi, uzun mesafe uçuş gerçekleştirebilmeleri ve lojistik sistemine entegrasyonunun tamamlanması ile birlikte teslimat süreçlerinde kullanılmaya başlamıştır (Balcik vd., 2008).



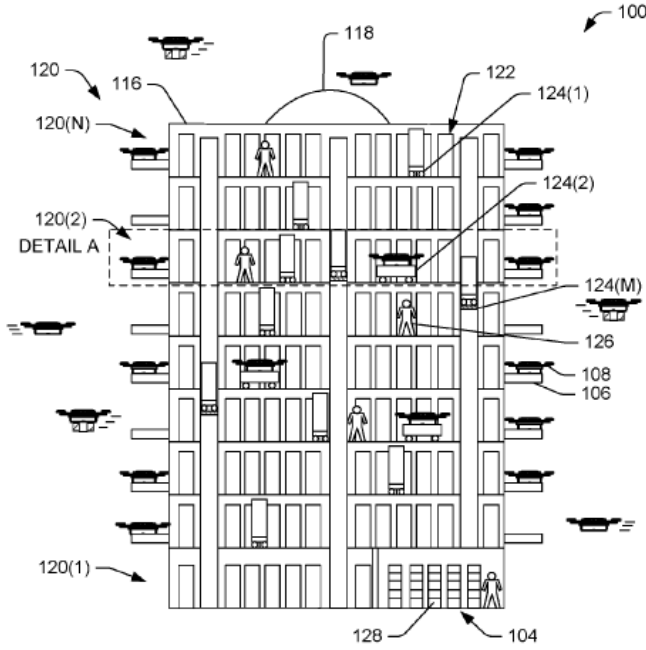
Şekil 2. Drone Kullanımının Tarihsel Gelişimi

Kaynak: Garcia ve Santoso 2019.

Şekil 2’te gösterildiği gibi drone ilk olarak askeri alanda kullanılmaya başlanmış olsa da süreç ilerledikçe ticari faaliyetlerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu durum söz konusu teknolojinin tabana yayıldığı göstermektedir. Bu bağlamda drone teknolojisinin kullanımının incelenmesi önem arz etmektedir. Özellikle COVID-19 sonrası bulaşıcı hastalıklardan kaçınabilmek adına geliştirilen temassız teslimat sistemleri son adım teslimat süreçlerini farklılaştırmıştır. Ayrıca COVID-19 sonrası e-ticarete yönelimin artmasıyla son kilometre teslimatı süreçlerinin önemi iyice anlaşılmıştır.

E-ticaretin hacminin artmasına paralel olarak teslimat süreçlerine entegre edilmek istenen diğer bir sistem İHA teknolojisidir. Sürdürülebilir bir lojistik ekosistemi oluşturabilmek için tüm teslimat araçlarının etkin bir şekilde kullanılması üzerinde yoğunlaşmıştır. İHA son adım teslimat sürecinde gittikçe

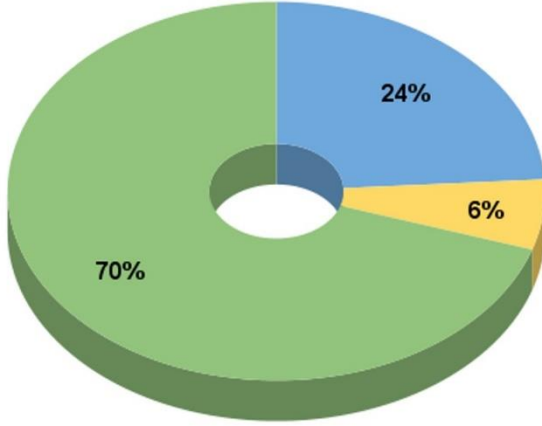
popüler hale gelmektedir. Bu alanda Amazon'un 2017 yılında patentini almış olduğu birçok drone ikmal merkezi projesi bulunmaktadır. DHL şirketi son kilometre teslimatı kapsamında ilk drone teslimatı 2013 yılında tıbbi ilaç teslim ederek gerçekleştirmiştir. (Aurambout vd., 2019; Garcia ve Santoso 2019). Şekil 2'de Amazon'un bu kapsamda almış olduğu ikmal merkezi patentine dair görsel bulunmaktadır.



Şekil 3. Drone için Çok Seviyeli İkmal Merkezi (FIG. 1A)
Kaynak: United States Patent Application Publication Amazon, 2017.

Türkiye özelinde ise ticari faaliyetlerde drone kullanımı her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Drone pazarı her geçen gün hacmini biraz daha artırmaktadır. Türkiye'de özel ve ticari drone kullanımı ise belirli şartlara bağlanmıştır. Drone süreçlerinin, bilgi, belge ve kayıtların tamamı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nde (SHGM) tutulmaktadır. Kullanım lisansı, drone tescili vb. işlemler SHGM tarafından gerçekleştirilmektedir.

Drone teknolojisinin gelecekte kullanım alanının yaygınlaşması kaçınılmaz olarak görülmektedir. Gün geçtikçe artan e-ticaret hacmi bunun en önemli işaretlerinden birisidir. Bu durum ise grafik 1'deki görsel ve Ticaret Bakanlığı'nın verileriyle açıklanabilir.



Grafik 1. Alışverişlerin Platformlara göre Dağılımı
 Web: %24 Web Mobile: %6 Mobile Application: %70
Kaynak: eticaret.gov.tr

Grafik 1’de görüleceği üzere e-ticaretin platformlara göre dağılışı Web: %24 Web Mobile: %6 Mobile Application: %70 şeklindedir. Ayrıca e-ticaretin sektörel dağılımına bakıldığında Giyim, ayakkabı, aksesuar, elektronik eşya, gıda, süpermarket ve yemek sektörlerinin hacmi % 70’ler civarındadır. Bu durumda last mile delivery kapsamında yapılabilecek faaliyetlerin büyüklüğü daha net görülmektedir. E-ticaret hacminin artış göstermesi tedarik zinciri faaliyetlerinin nihai tüketiciyle buluştuğu kısımda teslimat süreçlerinin çeşitlendirilmesini bir zorunluluk haline getirmektedir.

Türkiye’deki e-ticaret hacminin genişlemesine paralel olarak ilk etapta motorlu kuryeler, sonrasında ise kargo otomatları, mobil teslimat noktaları, otonom araçlar vb. yöntemlerle nihai tüketiciye ulaşmak hedeflenmiştir. Fakat ilerleyen süreçte drone teknolojisinin gelişimini sürdürmesiyle birlikte last mile delivery kapsamında kullanımının artacağı kaçınılmaz bir gerçek olarak görülmektedir. Mevcut araştırmada da bu kapsamda drone teknolojisinin last mile delivery kapsamında incelenmiştir. Araştırma modeli oluşturulurken yeni teknolojilerin kabulünde sıklıkla kullanılan Teknoloji Kabul Modeli (TKM) kullanılmıştır (Choe vd., 2021; (Waris vd., 2022).

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Örnekleme, Kapsamı, Kısıtları ve Veri Toplama

Drone teknolojisinden faydalanarak ürünlerini teslim alacak bireyler telefonlarından veya teknolojik cihazları kullanmak zorundadır. Bu nedenle araştırmanın kapsamına teknolojik cihaz kullanabilen +18 üzeri bireyler dahil edilmiştir. Araştırma kapsamına dahil edilen bireylere kolayda örnekleme yöntemiyle ulaşılmıştır. Kolayda örnekleme, araştırma ana kütle yapısı, yüksek maliyet, zaman kısıtı, COVID-19 ve veri toplama zorluğu gibi nedenlerle araştırmanın kapsamına dahil edilen herkese ulaşmak mümkün olmadığı için

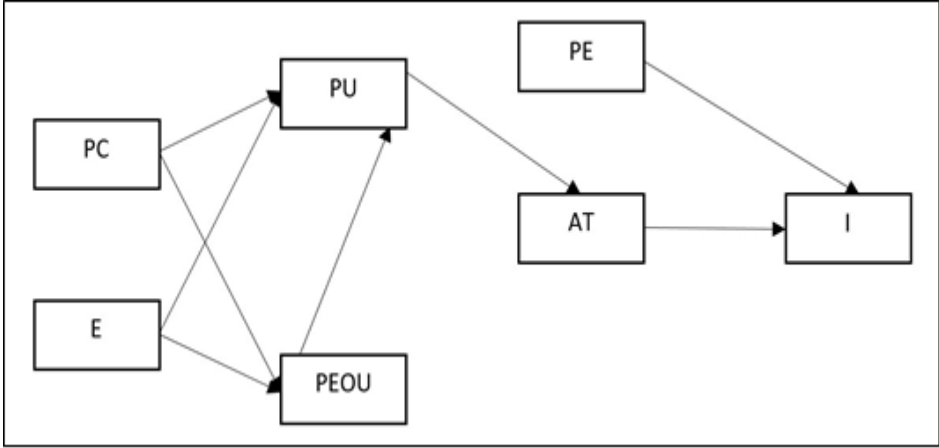
ulaşılabilir olanlara ulaşmayı hedeflemektedir. Çalışmanın rneklemi, tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerinden kolayda örneklemedir (Kurtuluş, 2010: 111-113; zdamar, 2004: 80-85). Araştırmada yüksek maliyet, zaman kısıtı, COVID-19 ve veri toplama zoruluğu gibi nedenlerle araştırmanın kapsamına dahil edilen herkese ulaşmak mümkün olmadığı için istanbul ili ile sınırlandırılmıştır. Araştırmada 3 bölümden oluşan anket formu 05.07.2022 ile 09.06.2022 tarihleri arasında Google Form aracılığıyla online olarak toplanmıştır. Araştırma online kanallardan 480 kişiye gönderilmiş olup, 267 kişi ankete katılım sağlamıştır. Veriler düzenlendiğinde ise 219 kişi ile analizler gerçekleştirilmiştir.

Araştırma modeli incelendiğinde birden fazla bağımsız ve aracı değişken olması değişkenler arasında birden fazla ilişkinin varlığı görülmektedir. Literatürde birden fazla ilişkinin bulunduğu araştırma modellerinde genellikle yapısal eşitlik modelinin kullanıldığı görülmektedir. Mevcut araştırmada da söz konusu benzerlik olması nedeniyle Yapısal Eşitlik Modellemesinden (YEM) faydalanılmıştır. Literatür incelendiğinde YEM kullanılan keşfedici bir çok çalışmada Smart PLS programının kullanıldığı bilinmektedir. Mevcut araştırmada da Smart PLS 3 programı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. (Hair vd., 2017: 198).

2.2. Araştırmanın Modeli ve Değişkenleri

Yeni teknolojilerin kullanıcılar tarafından kabul uzmanlar tarafından süreç içerisinde araştırma konusu olmuştur. Söz konusu araştırmalarda farklı yöntemler ile kullanıcıların teknolojik ürün veya hizmeti kabul süreçlerinde etkili olan faktörler incelenmiştir. Bu kapsamda literatürde yeni teknolojilerin kullanım süreçlerinde Teknoloji Kabul Modeli (TKM) kullanılmıştır. Bunun yanında Planlı Davranış Teorisi (PDT), Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT), TKM2-TKM-3 vb. modeller de literatürde sıklıkla kullanılmıştır.

Aşağıdaki şekilde şekil 4.'de TKM modifiye edilerek kullanılmıştır. TKM'nin ana değişkeni algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve niyettir. Fakat araştırmanın kapsamı, amacı ve öngörülen ıktıları nedeniyle konsept modele farklı aracı veya bağımsız değişkenler ekleyebilmektedir. Drones last mile kapsamında incelenmesinde figure 1'deki konsept modelden faydalanılmıştır.



I: Intention, AT: Attitude Towards Use, E: Enjoyment, PE: Performance Expectancy, PC: Perceived Compatibility, PEOU: Perceived Ease of Use, PU: Perceived Usefulness

Şekil 4. Araştırma Modeli

TKM, yeni teknolojilerin kabulünde etkili olan faktörlerin incelenmesi ve analizler sonucunda gerekli iyileştirmeler için geri bildirim alınması açısından oldukça önemlidir. Drones kullanımıyla teslimat yapılması özelinde yapılan çalışmanın konsept modeline bağımsız değişkenler olarak; perceived compatibility, enjoyment ve performance expectancy, aracı değişken olarak; perceived usefulness, perceived ease of use ve attitude towards use bağımlı değişken olarak ise intention kullanılmıştır.

Perceived Compatibility (PC); kullanıcıların yenilikleri mevcut değerleri ve alışkanlıklarıyla uzlaştırmalarını ifade etmektedir. Yenilikler kullanıcıların mevcut değerleri ve alışkanlıklarıyla uyumlu olması durumunda yeniliklerin benimsenebilecektir. Yeni teknolojilerin kullanıcıların geçmiş davranışlarıyla uyumlu olmasıyla kullanımı gerçekleşecektir. Mevcut araştırmada drones teslimat sürecinde kullanımının benimsenmesi üzerine oluşturulmuştur. Bu kapsamda H1 ve H2 hipotezi oluşturulurken TAM literatüründen faydalanılmıştır (Venkatesh, 2000;

H1: Perceived Compatibility (PC) is positively related to Perceived Usefulness (PU).

H2: Perceived Compatibility (PC) is positively related to Perceived Ease of Use (PEOU).

Enjoyment (E); kullanıcıların yeni teknolojileri kullanırken iş akışlarında faydalı ve verimli olmasının yanında kullanım sürecinde zevkli olarak algılama derecesini ifade etmektedir. İlgili teknolojinin kullanımının eğlenceli olarak algılanmasını ifade etmektedir. Yapılan çalışmalarda enjoyment in niyet üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu kapsamda H3 ve H4 hipotezi oluşturulurken TAM literatüründen faydalanılmıştır (Mun ve Hwang 2003: 435-436; Venkatesh, 2000:3-5; Lee et al., 2019 :41).

H3: Enjoyment (E) is positively related to Perceived Usefulness (PU).

H4: Enjoyment (E) is positively related to Perceived Ease of Use (PEOU).

Perceived Ease of Use (PEOU); kişinin belirli bir sistemi kullanmanın fiziksel ve zihinsel olarak iş yükünün hafifleyeceğine inanma derecesidir. Yeni teknoloji kullanımının yaygınlaşabilmesi için önemli faktörlerden bir tanesi de algılanan kullanım kolaylığı faktörüdür. Kullanım kolaylığına sahip teknolojiler, benimsenme sürecinde niyet üzerinde dolaylı bir pozitif etkiye sahiptir. Teslimat sürecinde kullanıcıların teslim alma anlarındaki kolaylık vurgulanmaktadır. Bu kapsamda H5 hipotezi oluşturulurken TAM literatüründen faydalanılmıştır.

H5: Perceived Ease of Use (PEOU), is positively related to Perceived Usefulness (PU).

Perceived Usefulness (PU); kişilerin yeni bir teknolojiyi kullandığında iş performanslarının artacağına inanma derecelerini belirtmektedir. Kullanıcıların sistemden algıladıkları faydalar bazı dış faktörlerden etkilenmektedir. Bu kapsamda araştırmanın içeriğine uygun olarak drone teknolojisinin kullanım niyetini etkileyen faktörleri daha iyi anlayabilmek için 3 farklı bağımsız değişken eklenmiştir. Bu kapsamda H6 hipotezi oluşturulurken TAM literatüründen faydalanılmıştır

H6: Perceived Usefulness (PU) is positively related to Attitude Towards Use (AT).

Performance Expectancy (PE); kullanıcıların sistemi kullandığı süreçte performans anlamında kazanım elde edeceğine inanma derecesidir. Örneğin, araştırma kapsamında incelenen drones ile kargo teslimatının gerçekleşmesi daha hızlı ve kolay ise kişinin zaman anlamında bir kaybı olmayacaktır. Bu durum ise süreçten elde edilen performansı ifade etmektedir. Performans beklentisi yüksek kişilerin niyetleri ile arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunduğu araştırmalarda ortaya konulmuştur. Bu kapsamda H7 hipotezi oluşturulurken TAM literatüründen faydalanılmıştır (Li, 2010: 8-9; Arias-Oliva et al., 2019:3-4).

H7: Performance Expectancy (PE) is positively related to Intention (I).

Intention (I), kişilerin aktif kullanıma yönelik olumlu veya olumsuz düşüncelerinden oluşmaktadır. Sosyal psikologlar davranışın öncülü olarak niyeti gördüklerinden ötürü aktif kullanımı etkileyen en önemli değişken olarak görülmektedir. Attitude Towards Use (AT); kişilerin bir teknolojiyi kabul sürecini olumlu veya olumsuz olarak değerlendirmesidir. Kullanıcının söz konusu yeniliği kabulündeki değerlendirmesi olarak tanımlanabilir. Yapılan çalışmalarda tutumun niyet üzerinde pozitif etkisinin bulunduğu söylenebilir. Bu kapsamda H8 hipotezi oluşturulurken TAM literatüründen faydalanılmıştır

H8: Attitude Towards Use (AT) is positively related to Intention (I).

Araştırmanın modeli drones kullanımını etkileyen faktörlerin analizi için oluşturulmuştur. Sonraki kısımda araştırmada elde edilen verilerin analizi Smart PLS 3 programında analiz edilecektir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda drones gelecekteki kullanımı özelinde çıkarımlarda bulunulacaktır.

3. Sonuçlar

Araştırmada Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM), Smart PLS 3 programıyla birlikte kullanılmıştır. Analiz sürecine başlamadan önce araştırma verilerinin ayrıştırılması ve düzenlenmesi gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamalarda ise sırasıyla güvenilirlik geçerlilik analizleri, discriminant validity analysis, hipotez testleri hypotheses results, results of R² and R² adjusted gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Ölçüm Modeli Sonuçları

Items	Outer Loadings	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
AT1	0.941	0.940	0.961	0.892
AT2	0.949			
AT3	0.943			
E1	0.683	0.889	0.925	0.759
E2	0.924			
E3	0.921			
E4	0.932			
I1	0.946	0.915	0.947	0.855
I2	0.956			
I3	0.870			
PEOU1	0.871	0.928	0.949	0.823
PEOU2	0.918			
PEOU3	0.948			
PEOU4	0.891			
PU1	0.903	0.922	0.945	0.811
PU2	0.927			
PU3	0.920			
PU4	0.852			
PE1	0.932	0.928	0.949	0.822
PE2	0.912			
PE3	0.873			
PE4	0.908			
PC1	0.948	0.902	0.939	0.838
PC2	0.917			
PC3	0.879			

I: Intention, AT: Attitude Towards Use, E: Enjoyment, PE: Performance Expectancy, PC: Perceived Compatibility, PEOU: Perceived Ease of Use, PU: Perceived Usefulness

Güvenilirlik ve geçerlilik analizleri tamamlandıktan sonra elde edilen sonuçlar table 1'de gösterilmiştir. Araştırma verilerinin faktör yükleri, Cronbach's alpha değerleri, Kompozit Güvenilirlik değerleri 0,70'ten daha büyük

değerler elde edilmiş, ayrıca Ortalama Varyans Değerleri de (AVE) 0,50'den büyük olduğu için araştırma güvenilirliği ve geçerliliği sağlamıştır.

Tablo 2. Fornell-Larcker Kriterine dayalı Ayırt Edici Geçerlilik Analizi

	AT	E	I	PC	PE	PEOU	PU
AT	0.944						
E	0.752	0.871					
I	0.815	0.820	0.925				
PC	0.797	0.681	0.766	0.915			
PE	0.822	0.784	0.838	0.860	0.906		
PEOU	0.889	0.772	0.872	0.835	0.872	0.907	
PU	0.786	0.779	0.812	0.778	0.901	0.847	0.901

I: Intention, AT: Attitude Towards Use, E: Enjoyment, PE: Performance Expectancy, PC: Perceived Compatibility, PEOU: Perceived Ease of Use, PU: Perceived Usefulness

Korelasyon analizi Smart PLS paket programında Fornell-Lacker Criterion tablosu olarak geçmektedir. Fornell-Lacker Kriteri Tablosu olarak da bilinen Korelasyon analizi AVE değerlerinin karekökü alınarak elde edilmektedir. Oluşturulan modelin değişkenleri arasındaki korelasyon incelendiğinde literatüre uygun olarak herhangi sorun teşkil edecek değişkene rastlanmamıştır. Korelasyon analizinin sonuçları table 2'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Hipotez sonuçları

Hypotheses	Path	Orginal Sample	T Statistics	P Values	Result
H1	AT→I	0.387	2.237	0.026	Supported
H2	E→PEOU	0.379	4.645	0.000	Supported
H3	E→PU	0.291	3.047	0.002	Supported
H4	PC→PEOU	0.577	7.265	0.000	Supported
H5	PC→PU	0.197	1.883	0.060	Not Supported
H6	PE→I	0.520	3.040	0.002	Supported
H7	PEOU→PU	0.458	4.216	0.000	Supported
H8	PU→AT	0.786	11.489	0.000	Supported

$p < 0,05$, I: Intention, AT: Attitude Towards Use, E: Enjoyment, PE: Performance Expectancy, PC: Perceived Compatibility, PEOU: Perceived Ease of Use, PU: Perceived Usefulness

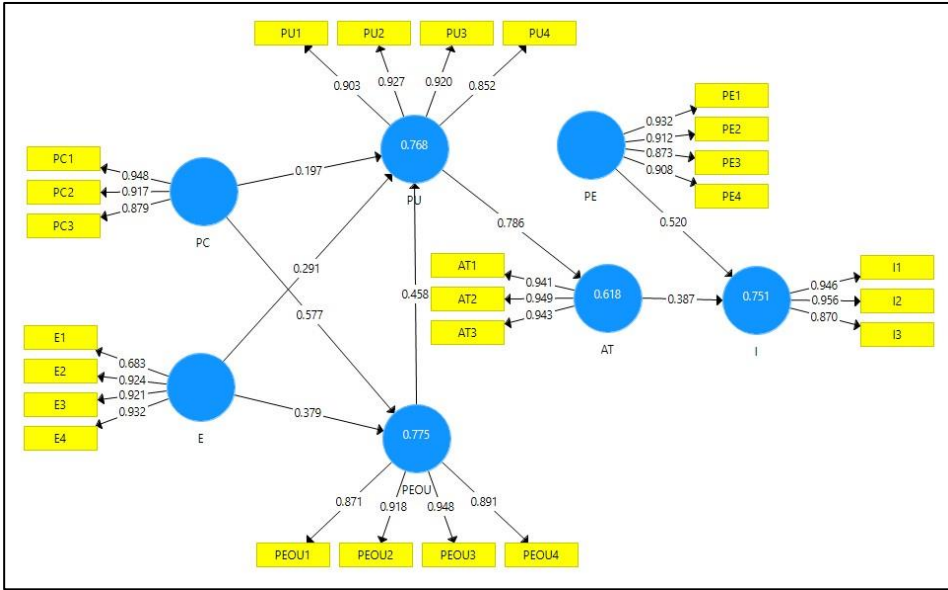
Araştırma modelindeki hipotezlerin analizi sonucunda H5 hipotezi reddedilirken, diğer hipotezler kabul edilmiştir. Reddedilen H5 hipotezindeki Perceived Compatibility değişkeninin direkt olarak algılanan fayda üzerinde bir etkisi bulunmazken PEOU üzerinden dolaylı olarak PU'yu etkilediği görülmektedir. Burada PEOU'nun aracılık etkisinden söz edilebilir.

Tablo 4. R² ve R² Sonuçları Düzeltildi

Items	R ²	Radj ²
AT	0.618	0.614
I	0.751	0.746
PEOU	0.775	0.770
PU	0.768	0.761

I: Intention, AT: Attitude Towards Use, E: Enjoyment, PE: Performance Expectancy, PC: Perceived Compatibility, PEOU: Perceived Ease of Use, PU: Perceived Usefulness

Araştırmalarda 0.70 üzerinde bulunan R² ve Radj² değerleri güçlü açıklama yüzdesi olarak kabul edildiğinden birçok açıdan önemlidir. Model değişkenlerinin R² ve Radj² incelendiğinde I'nın 0.746 olarak bulunması araştırmanın sonuçları açısından oldukça önemlidir. Araştırma modeline dahil edilen değişkenlerin niyetin açıklanmasında etkili olmuştur. (Agustina, 2019: 281-283).



I: Intention, AT: Attitude Towards Use, E: Enjoyment, PE: Performance Expectancy, PC: Perceived Compatibility, PEOU: Perceived Ease of Use, PU: Perceived Usefulness

Şekil 5. Araştırmanın Yol Analizi

Araştırma modelinin yol analizi, hipotezlerin yol katsayıları, değişkenlerin R² değerleri ve değişkenlerin faktör yükleri figure 4'te gösterilmektedir. Görsel Smart PLS 3 programından elde edilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Mevcut araştırmada her gün bir yenisi teknolojik yeniliklerden biri olan drones last mile delivery kapsamında kullanılmasına karşı insanların düşüncesini, algısını, tutumunu ve niyetini incelemiştir. Teknolojik yeniliklerin incelediği çalışmalarda Teknoloji Kabul Modeli (TKM), Planlı Davranış Teorisi (PDT), Yeniliklerin Yayılması Teorisi (DIT) vb. modeller sıklıkla kullanılmıştır. Bu kapsamda literatür ile paralellik göstermesi için mevcut araştırmada da TKM ve YYT'nin değişkenleri kullanılmıştır. Drones ile teslimat süreçlerinin incelenmesi araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Fakat Türkiye'de drone ile teslimat aktif olarak kullanılmadığı için aktif kullanım değişkeni modele dahil edilmemiştir. Araştırmacılara göre ilgili teknolojinin kullanımının sınırlı olması durumunda aktif kullanımın öncülü olarak kabul edilen niyet değişkenine odaklanılması savunulmaktadır. İlgili teknoloji özelinde kullanıcı niyetini etkileyen faktörlerin tespiti gelecekte aktif kullanım sürecinde gerekli optimizasyonu yapabileme fırsatı sunacaktır.

Araştırma modelindeki hipotezler incelendiğinde sadece H5 hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Diğer hipotezler H1, H2, H3, H4, H6, H7 ve H8 ise kabul edilmiştir. Bu bağlamda araştırmada literatüre paralel sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Türkiye'de aktif olarak drones last mile delivery kapsamında kullanılmasa bile hipotez sonuçları incelendiğinde potansiyel kullanıcıların gerekli alt yapının sağlanmasının ardından drone ile teslimata kısa sürede adapte olacağı anlaşılmaktadır.

Drones gelecekte last mile delivery kapsamında kullanılması kaçınılmaz bir gerçekliktir. Bu durumun nedeni ise COVID-19 ile birlikte insanlar temassız teslimat uygulamalarına hızlı bir şekilde adapte olmuştur. COVID-19 pandemisinin başlamasından itibaren insanların davranışlarında değişiklikler yaşanmıştır. Özellikle alışveriş ve ödeme süreçlerinde temassız özellikleri bulunan sistemler veya teknolojilerin kullanımına öncelik verilmiştir.

Araştırma modeli TKM YYT ve bağımsız değişkenlerden oluşturulmuştur. Drone teknolojisinin aktif kullanımıyla beraber farklı örneklem üzerinde ve dönemin şartlarına göre değişkenler farklılaştırılarak drone çalışmaları sürdürülebilir. Bu kapsamda gelecekte TAM-2, TAM-3 modelleriyle araştırma genişletilecektir.

KAYNAKLAR

- Arias-Oliva, M., Pelegrín-Borondo, J., ve Matías-Clavero, G. (2019). Variables influencing cryptocurrency use: a technology acceptance model in Spain. *Frontiers in Psychology*, 10, 475.
- Aurambout, J.-P., Gkoumas, K. ve Ciuffo, B. (2019). Last mile delivery by drones: an estimation of viable market potential and access to citizens across European cities. *European Transport Research Review*. 11. 10.1186/s12544-019-0368-2.
- Balcik, B., Beamon, B. M., ve Smilowitz, K. (2008). Last mile distribution in humanitarian relief. *Journal of intelligent transportation systems*, 12(2), 51-63.
- Choe, J. Y., Kim, J. J., ve Hwang, J. (2021). Innovative marketing strategies for the successful construction of drone food delivery services: Merging TAM with TPB. *Journal of Travel ve Tourism Marketing*, 38(1), 16-30.
- Erturgut, R., ve Koç Ustalı, N. (2021). Kent İçi Raylı Ulaşım Performansını Değerlendirmede Swara ve Aras Yöntemleri ile Bir Model Önerisi, *Verimlilik Dergisi*, 3, 35-53.
- eticaret.gov.tr: <https://www.eticaret.gov.tr/istatistikler> Access Date: 16.10.2022.
- Garcia, O., ve Santoso, A. (2019). Comparative Evaluation of Drone Delivery Systems in Last-Mile Delivery.
- Goodman, R. W. (2005). Whatever you call it, just don't think of last-mile logistics, last. *Global Logistics & Supply Chain Strategies*, 9(12).
- Jacobs, K., Warner, S., Rietra, M., Mazza, L., Buvat, J., Khadikar, A., ... ve Khemka, Y. (2019). The last-mile delivery challenge. Capgemini Research Institute, 1-40.
- Joerss, M., Schröder, J., Neuhaus, F., Klink, C., ve Mann, F. (2016). Parcel delivery: The future of last mile. *McKinsey & Company*, 1-32.
- Lee, J., Kim, J., ve Choi, J. Y. (2019). The adoption of virtual reality devices: The technology acceptance model integrating enjoyment, social interaction, and strength of the social ties. *Telematics and Informatics*, 39, 37-48.
- Li, L. (2010). A critical review of technology acceptance literature. *Referred Research Paper*, 4, 2010.
- Moshref-Javadi, M., Hemmati, A., ve Winkenbach, M. (2020). A truck and drones model for last-mile delivery: A mathematical model and heuristic approach. *Applied Mathematical Modelling*, 80, 290-318.
- Mun, Y. Y., ve Hwang, Y. (2003). Predicting the use of web-based information systems: self-efficacy, enjoyment, learning goal orientation, and the technology acceptance model. *International journal of human-computer studies*, 59(4), 431-449.
- Nakıboğlu, G. Drone Taşımacılığı ve Son-Adım Teslimatta Kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 285-298.

- Patent Application Publication Amazon, (2017). United States Patent Application Publication Curlander et al. multi-level fulfillment center for unmanned aeral vehicles Pub. No.: US 2017/0175413 A1 Pub. Date: Jun. 22, 2017.
- Rabta, B., Wankmüller, C., ve Reiner, G. (2018). A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 107-112.
- Temando, (2016). State of Shipping in Commerce 2016. Retrieved from Temando: <https://temando.com/en/research-2016>.
- Toraman, Y. Merdivenci, F., ve Tekin, M. (2023). Use of blockchain technology in last mile delivery. *Journal of economics and administrative sciences*, 24(1), 159-169.
- Waris, I., Ali, R., Nayyar, A., Baz, M., Liu, R., ve Hameed, I. (2022). An Empirical Evaluation of Customers' Adoption of Drone Food Delivery Services: An Extended Technology Acceptance Model. *Sustainability*, 14(5), 2922.