



# Sürdürülebilir Akıllı Lojistik

Sürdürülebilirlik ve Teknoloji Entegrasyonu

Dr. Gökhan EĞİLMEZ



# **Sürdürülebilir Akıllı Lojistik**

Sürdürülebilirlik ve Teknoloji Entegrasyonu

Dr. Gökhan EĞİLMEZ



*Sürdürülebilir Akıllı Lojistik*  
**Dr. Gökhan EĞİLMEZ**

**Genel Yayın Yönetmeni:** Berkan Balpetek  
**Kapak Tasarımı:** Duvar Design  
**Yayın Tarihi:** Aralık 2024  
**Yayıncı Sertifika No:** 49837  
**ISBN:978-625-5530-77-6**

© Duvar Yayınları  
853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir  
Tel: 0 232 484 88 68

[www.duvar yayinlari.com](http://www.duvar yayinlari.com)  
[duvarkitabevi@gmail.com](mailto:duvarkitabevi@gmail.com)

# İÇİNDEKİLER

I. BÖLÜM .....	1
Lojistik ve Dijital Dönüşüm .....	1
1.1. Dijital Dönüşüm .....	1
1.2. Dijital Dönüşüm Tasarımı Adımları .....	5
1.3. Lojistik Alanında Kullanılan Dijital Teknolojiler .....	8
1.3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) .....	11
1.3.2. Büyük Veri ve Analitik .....	11
1.3.3. Bulut Bilişim .....	13
1.3.4. Yapay Zekâ / AI .....	15
1.3.5. Robotik ve Otonom Araçlar .....	16
1.3.6. Blockchain .....	17
1.3.7. Dijital Platformlar ve Startuplar .....	18
1.4. Dijital Dönüşümün Sunduğu Fırsatlar .....	19
1.5. Dijital Dönüşüm Zorlukları ve Çözüm Önerileri .....	20
II. BÖLÜM .....	22
Akıllı Lojistik / Lojistik 4.0 .....	22
2.1. Akıllı Lojistik .....	22
2.2. Akıllı Lojistik / Lojistik 4.0 Tanımı .....	24
2.3. Akıllı Lojistiğin Özellikleri .....	26
2.4. Akıllı Lojistiğin Faydaları .....	30
III. BÖLÜM .....	36
Akıllı Lojistik Hizmetleri .....	36
3.1. Temel Lojistik Faaliyetleri .....	36
3.2. Akıllı Taşımacılık .....	39
3.3. Akıllı Depolama .....	41
3.3.1. Depo Ortam İzleme ve Görünürlük .....	44
3.3.2. Katma Değerli Hizmetler .....	45
3.4. Akıllı Sipariş Hazırlama .....	48

3.5. Akıllı Yükleme/Boşaltma (Elleçleme) .....	49
3.6. Akıllı Dağıtım.....	50
3.7. Akıllı Varlık Takibi ve Filo Yönetimi.....	52
3.8. Akıllı Müşteri İlişkileri Yönetimi (Smart CRM).....	55
3.9. Akıllı Bilgi İşlem Yönetimi.....	56
IV. BÖLÜM .....	62
Sürdürülebilir Lojistik .....	62
4.1. Sürdürülebilirlik .....	62
4.1.1. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.....	63
4.1.2. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları.....	64
4.1.3. Paris Anlaşması .....	66
4.1.4. Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal) .....	67
4.2. Sürdürülebilir Lojistik .....	70
4.3. GRI ve Sürdürülebilirlik Kriterleri .....	72
4.4.1. Türkiye'nin Sürdürülebilirlik Perspektifinden Eylem Planı.....	77
4.4.2. Lojistik Sürdürülebilirlik Rapor İncelemesi .....	78
4.5. Yeşil lojistik Çalışmaları .....	80
4.5.1. Karbonsuzlaştırma .....	80
4.5.2. Döngüsellik.....	82
4.5.3. Yenilenebilir Enerji .....	85
4.5.4. Geri Dönüştürülebilir Biyo-bazlı Malzeme Kullanımı.....	86
4.5.5. ESG Savunuculuğu / Çevreci Baskılar .....	87
4.5.6. Tüketici Bilinci.....	89
4.5.7. Düzenleyici Çevre Yasalar ve Teşvikler .....	90
4.5.8. Yeşil Lojistik Belgesi .....	93
KAYNAKLAR.....	96

## ÖNSÖZ

Lojistik sektörü, ülkelerin ekonomik kalkınmasının ve uluslararası ticaretin temel yapı taşlarından biri olarak, modern ekonomilerin vazgeçilmez unsurları arasında yer almaktadır. Üretim, depolama, taşımacılık, katma değerli hizmetler ve son mil teslimatı gibi birçok farklı işlevi bünyesinde barındıran bu geniş hizmet yelpazesi, ticaret ağlarının etkinliğini artırarak maliyet avantajı, zamanında teslimat ve müşteri memnuniyeti gibi stratejik hedeflerin gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle teknolojik ilerlemeler ve sürdürülebilirlik odaklı dönüşümler, lojistik sektörünün mevcut dinamiklerini ve gelecekteki yönelimlerini belirleyen temel faktörler olarak öne çıkmaktadır.

Günümüz küresel ekonomisinde, dijitalleşmenin sağladığı yenilikler lojistik sektöründe devrim niteliğinde dönüşümlere yol açmıştır. Endüstri 4.0 kapsamında yapay zekâ, blockchain, robotik otomasyon, veri analitiği ve nesnelerin interneti (IoT) gibi teknolojilerin yaygın kullanımı, lojistik süreçlerin daha entegre, çevik ve verimli hale gelmesine olanak tanımaktadır. Özellikle yapay zekâ destekli modelleme ve tahmin sistemleri, risk yönetimi ve karar alma süreçlerinde sunduğu stratejik avantajlarla sektöre operasyonel ve finansal verimlilik kazandırmaktadır. Bu teknolojilerin benimsenmesi, küresel ticaret ağlarının daha etkili hale gelmesine, maliyetlerin azaltılmasına ve müşteri etkileşiminin artırılmasına zemin hazırlamaktadır.

Artan kişiselleştirilmiş ürün talepleri ve yüksek maliyet baskısı, lojistik sektörünü yeni iş modelleri geliştirmeye ve süreçlerini ileri teknolojilerle entegre etmeye zorlamaktadır. İleri bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak geliştirilen akıllı lojistik sistemleri, taşımacılık, depolama ve dağıtım süreçlerinde uçtan uca görünürlük sağlayarak daha etkili bir yönetim sunmaktadır. Bununla birlikte, bu sistemlerin sağladığı faydalar yalnızca maliyet ve zaman tasarrufuyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda lojistik kaynaklı çevresel kirliliğin azaltılması, kaynakların verimli kullanımı ve israfın önlenmesi gibi sürdürülebilirlik hedeflerine de katkıda bulunmaktadır. İklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularının giderek önem kazandığı günümüzde, lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılması büyük bir öncelik haline gelmiştir. Elektrikli araçlar, alternatif yakıtlar ve sürdürülebilir taşımacılık çözümleri gibi yenilikler, çevre dostu uygulamaların yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi politikalar, lojistik sektörünün çevresel dönüşümüne yön vererek ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki uyumu teşvik etmektedir.

Lojistik sektörü, bu küresel değişim ve dönüşümlere uyum sağlamak adına dijitalleşme ve sürdürülebilirlik odaklı güçlü bir ekosistem tasarlamak durumundadır. Elinizdeki bu çalışma, lojistik sektöründeki dönüşüm süreçlerini

ve bu süreçlerin sektörel ve küresel etkilerini sürdürülebilirlik perspektifinden ele almayı amaçlamaktadır. Akıllı lojistik (Lojistik 4.0) tasarımı için gerekli teknolojilerin mevcut sistemlere entegrasyonu, çevresel sürdürülebilirlik ekseninde incelenmiştir. Kitap, teknoloji, çevresel sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve operasyonel verimlilik gibi ana temalar ışığında, lojistik sektörünün bugünü ve geleceğine dair kapsamlı bir perspektif sunmayı hedeflemektedir.

# I. BÖLÜM

## Lojistik ve Dijital Dönüşüm

### 1.1. Dijital Dönüşüm

“Endüstri 4.0” terimi, endüstriyel üretimde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kapsamlı entegrasyonunu ifade etmek için, 2011 yılında Sanayi-Bilim Araştırma Birliği'nin İletişim Destekleyiciler Grubu tarafından ortaya atılmıştır. "4.0" ifadesi, bu eğilimin devrim niteliğindeki etkisinin, önceki üç sanayi devriminin izinden gittiğini ima etmektedir. 2011'den itibaren, ABD'deki Endüstriyel İnternet Konsorsiyumu ve Japonya'daki Endüstriyel Değer Zinciri Girişimi gibi birçok girişim, dijital bağlantılı endüstriyel üretim temasını ele almak üzere dünya genelinde şekillenmiştir. Industrie 4.0'ın temel ekonomik potansiyeli, kurumsal karar alma ve uyum süreçlerini hızlandırma yeteneğine dayanmaktadır. Acatech (2017) göre, Industrie 4.0, “siber-fiziksel sistemler ve insanlar arasında gerçek zamanlı, yüksek veri hacmiyle çok yönlü iletişim ve bağlantılılık” olarak tanımlanmaktadır. Endüstri 4.0'ın başlıca ekonomik potansiyeli, kurumsal karar alma ve uyum süreçlerini hızlandırma yeteneğinde yatmaktadır. Dijitalleşme bir seçim değil, tüm sektörlerdeki tüm işletmeler için bir zorunluluktur. Üretim süreçleri ve iş, iş modeli, ürünler ve hizmetler dijitalleşmenin ana hedefleridir (Agrawal ve Narain, 2018).

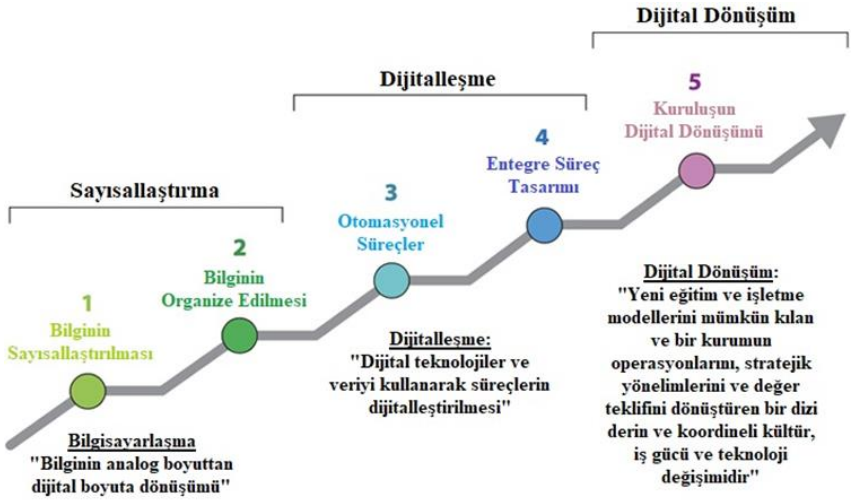
Ülkeler ve şirketler Gelişen teknolojilerden faydalanarak rekebet avantajı elde etme yarışına girmişlerdir. Her alanda karşımıza çıkan bu dijitalleşme girişimleri yeni devrimin bir parçası olarak kabul görmüş ve hızla yaygınlaşmıştır. Ancak birbiri ile ilişkili teknoloji edinimi, verilerin sayısallaştırılması, dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramları birbirine karıştırılmaktadır. Teknoloji tüm süreçlerin kapısını aralayan bir araçtır. Bu stratejik anahtar etkili kullanarak müşteriler için değer üretmek, mevcut iş süreçlerini iyileştirmek veya daha kolay çözüm yolları bulmak mümkündür. Ancak öncelikle bazı kavramların daha net anlaşılması gerekmektedir. Şekil 1 deki görselde birbiri ile ilişkisi görselleştirilmiştir. Bunlar (Eğilmez, 2024a);

- **Sayısallaşma:** Bilgilerin dijitalleştirilmesi, yani bilgisayarlara aktarılmasıdır. Sayısallaşma, arşivlemeyi kolaylaştırmakta ve erişimi çevrimiçi hale dönüştürerek her yerden ve her zaman yetkili kişilerin bilgiye ulaşımını kolaylaştırmaktadır.
- **Dijitalleşme:** İş süreçlerinde dijital teknolojilerden yararlanmaktır. Süreçlere ilişkin veri toplama, bu verilerin analizi ve bu analiz



sonuçlarının karar alma ve uygulama sürecinde kullanılması en temel dijitalizasyondur. Veri paylaşımının güvenli hale dönüştürülmesi ile evrak yükünün azaltılması ve bürokratik sürenin kısaltılması, en göze çarpan dijitalleşme uygulamalarıdır.

- **Dijital Dönüşüm:** Dijital dönüşüm ise organizasyonun yapısının yani kültür, iş gücü ve teknolojisinin derin ve koordineli değişimlerini içeren bir süreç ve zihniyet değişimidir. Dijitalleşmede eksik olan ve onu, dijital dönüşümden alıkoyan şey kurumsal dönüşüme yönelik koordineli bir kurumsal çabanın eksikliğidir. Dijital dönüşüm çabalarının başarılı olabilmesi için, kurumların önemli ölçüde sayısallaşma ve dijitalleşme çalışmalarından geçmiş olması gerekmektedir.



Şekil 1: Dijital dönüşüm süreci

**Kaynak:** Reinitz (2020). Consider the three Ds when talking about digital transformation.

İşletmelerin birçoğu dijital dönüşüm yaptık veya yapıyoruz darken, aslında ya sayısallaşma veya dijitalleşme eylemi içerisinde olduklarıdır. Çünkü dijital dönüşüm döngüsel bir süreçtir. Dolayısıyla dönüşüm, sürdürülebilirlik kavramı içinde ele alınıp dinamik ve inovatif hareket etmeyi gerektirmektedir. O halde dijital dönüşüm nedir? Sorusunun cevabı: *Dijital dönüşüm, müşteriler için değer üretebilmek, yeni gelir akışları elde edebilmek ve sürekli değişen dijital ekonomiyle daha etkin bir şekilde rekabet edebilmek için kuruluşların, iş modellerini ve süreçlerini teknolojinin gücünden yararlanarak yeniden tasarlamasıdır* (Eğilmez, 2024a).

Dijital dönüşüm, yalnızca teknoloji ediniminden ibaret olmayıp, bir organizasyonun tamamını kapsayan bütünsel bir süreç yönetimidir. Bu dönüşüm, ürünleri ve hizmetleri de içerecek şekilde tüm organizasyonu kapsamalı ve aynı zamanda ortaklar, tedarikçiler ve müşterilerin şirketle olan etkileşimlerini de dikkate almalıdır. Bu bağlamda, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi'nin dijital dönüşüm sürecinde dikkat edilmesi gereken iş süreci aşağıdaki gibi sıralanabilir (Agrawal ve Narain, 2018);

- *Dijital Planlama:* Dijital planlama, müşterilerle işbirliğine dayalı talep planlamasını içerir. Bu kapsamda, talep algılama gibi çözümler ve teknolojiler kullanılarak talep planlama süreçleri yeniden tasarlanmaktadır. Bu süreçler, dijitalleşmenin SCM üzerindeki etkisinin temel unsurlarından biridir.
- *Entegrasyon:* Entegrasyon, şirket içinde ve dışında sistemsel ve bölgesel tedarik zincirlerini birleştirmeyi amaçlar. Bu sayede satış büyümesi, tedarik zinciri görünürlüğü ve esnek bir yanıt yönetimi sağlanır.
- *İşbirliği:* İşbirliği, iş süreçlerini geliştirme, entegrasyon ve uyum süreçlerini desteklemenin yanı sıra rekabet avantajını korumanın anahtarıdır. Tedarik zincirindeki tüm paydaşların ortak bir strateji doğrultusunda çalışmasını sağlar.
- *Satış Kalıplarının ve Satın Alma Davranışlarının Analizi:* Müşterilerin gereksinimlerinin daha iyi anlaşılması, talep algılama ve güncel satış bilgileri yoluyla mümkün hale gelmektedir. Bu analiz, tüm sektörler için cazip fırsatlar sunar ve müşteri odaklı stratejiler geliştirilmesine olanak tanır.
- *Dijital İş Modeli:* Dijital iş modeli, bir iş ağı kurmayı ve kilit iş ortaklarını kolay bir etkileşim noktasında bir araya getiren bir platform oluşturmayı hedefler. Bu model, ortak bir vizyon oluşturmayı ve iş süreçlerini daha etkin hale getirmeyi önerir.
- *Yeni Pazar Gereksinimlerine Uyum Sağlama:* Tedarik zinciri yönetimleri de dijital dönüşüm, pazar yapısını anlamayı, müşteri gereksinimlerini teşhis etmeyi ve bu doğrultuda uygun stratejilerle yeni pazarlara giriş yapmayı içerir. Rekabet avantajının korunması, bu sürecin temel hedeflerinden biridir.

Dijitalleşme, yekpare bir strateji değildir. Yönetici ekibin, arzu edilen iş sonuçlarının türünü ve kapsamını tanımlayarak stratejiyi belirlemek için dijital hedeflerini çerçevelemesi gerekmektedir. Bu çerçeve, yatırım önceliklerini ve dijital girişimlerin göreceli zamanlamasını yönlendirmelidir (Gartner, 2023). Bu hususta birçok çalışma ve raporlar yayınlanmıştır.

KPMG'nin *Dijitalleşme Yolunda Türkiye 2021* raporuna göre, dijital dönüşüm süreci yedi temel kategoride ele alınmaktadır:

1. *Strateji ve Değer Yönetimi*  
Yıkıcı teknolojiler mevcut ürün ve hizmetlerin yerini aldıkça belirsizlikler oluşmaktadır. Bu nedenle, kurumların doğru dijital teknolojileri seçmeleri, dijitalleşmenin gerektireceği yetenek dönüşümünü planlamaları ve bu süreçte güçlü, çevik stratejiler geliştirmeleri önemlidir.
2. *Risk ve Uyum*  
Dijital teknolojilerin yaygınlaşması, siber güvenlik tehditleri ve etik veri kullanımı gibi yeni riskleri gündeme getirmektedir. Dijital dönüşüm süreçlerinin bu riskleri minimize edecek şekilde planlanması ve toplumsal farkındalığın artırılması gereklidir.
3. *Akıllı Otomasyon*  
Akıllı otomasyon teknolojileri, geleneksel iş yapış şekillerini değiştirme potansiyeline sahiptir. Bu süreç, bulut bilişim, blok zinciri, doğal dil işleme gibi teknolojilerin entegrasyonunu içermektedir. Amaç, teknolojiyi günlük hayata entegre ederek insanları daha değer yaratan işlere yönlendirmektir.
4. *Veri ve Analitik*  
Veri yönetimi ve analitiği, dijital dönüşümün temel felsefesini oluşturur. Stratejik karar alma süreçlerinde proaktif bir yaklaşım benimseyerek, izole edilmiş işlevlerin azaltılması ve daha hızlı karar alma süreçleri hedeflenmektedir.
5. *Modern İş Gücü*  
Dijital teknolojilerle çalışabilecek yeni yeteneklerin geliştirilmesi ve bu becerilerin toplum geneline yayılması gereklidir. Eğitim sisteminin bu yeni ihtiyaçlara göre uyarlanması, kurumlarda teknolojinin insanlarla uyumlu çalışmasını sağlayacak yetenek yönetimi stratejilerinin oluşturulması önemli bir adımdır.
6. *Toplum 5.0*  
Teknoloji destekli toplumsal dönüşüm, yalnızca teknolojik gelişmeleri değil, bu gelişmelerin insan ve toplum odaklı şekilde kullanılmasını da kapsar. Toplum 5.0, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları çerçevesinde toplumsal eşitsizlik, çevre sorunları ve temiz enerji gibi unsurlarla ilişkilendirilmiştir.
7. *İnsan-Teknoloji Etkileşimi*  
Teknolojinin insan ve topluma katkısı, bireysel deneyim ve duyguların yanı sıra teknolojinin toplumsal etkileriyle ölçülmektedir. Toplum 5.0 bağlamında bireylerin temel ihtiyaçları, psikoloji biliminden alınan verilerle şekillendirilmelidir.

Genel olarak dijitalleşmeden elde edilen sonuçlar iki geniş kategoriye ayrılabilir (URL: Gartner, 2024);

- *Dijital Optimizasyon*  
Mevcut süreçlerin ve müşteri deneyimlerinin iyileştirilmesinden kaynaklanan sonuçlar.
- *Dijital Dönüşüm*  
Kuruluşların net yeni ürünler, hizmetler veya iş modelleri aracılığıyla pazarlarına hizmet etme biçimlerini yeniden keşfetmelerinden doğan sonuçlar.

Optimizasyon ve dönüşüm birbirinden bağımsız birer seçenek sunmazlar. En başarılı dijital hedefler ve bunların sonucunda geliştirilen dijital stratejiler, organizasyonel işlevler ve iş birimleri genelinde bu iki girişimin dengeli bir karışımını içermektedir. "Dijital dönüşüm" hakkında yapılan abartılı tanıtımlara rağmen, geleneksel bir işletmenin tamamen dönüşmesi oldukça nadirdir. Toptan dönüşüm girişimleri genellikle başarısızlıkla sonuçlanır. Daha başarılı bir dijitalleşme stratejisi ise dönüşümü ve optimizasyonu paralel olarak takip etmelidir. Bu strateji şu şekilde uygulanabilir:

- Yüksek potansiyele sahip az sayıda ürün veya hizmet hattı, iş birimi ya da kurumsal işlevde dijital dönüşüm girişimlerine odaklanmak.
- Tamamlayıcı işlevlerde kısa vadeli faydalar elde etmek için dijital iş optimizasyonu girişimlerini yürütmek.

## 1.2. Dijital Dönüşüm Tasarımı Adımları

İnsanların teknolojiye olan sevgisi, işletmelerin teknolojiyi ve kendilerini yaşamlarımıza daha derin bir şekilde entegre etmesine, bunun sonucunda da çalışma, yaşama ve dünyayla etkileşim kurma şeklimizi dönüştürmesine olanak tanımıştır. Accenture'nin "Technology Vision 2020" araştırmasına göre, yöneticilerin %76'sı, kuruluşların teknolojiyi ve insanları daha insan merkezli bir şekilde bir araya getiren deneyimleri yeniden yapılandırmaları gerektiğini kabul etmektedir. Teknoloji artık insan deneyiminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Dünya nüfusunun yarısından fazlası, yani yaklaşık 4.5 milyar insan, internet erişimine sahiptir. Üstelik bireyler, farklı cihazlarla bağlantıda kalarak küresel olarak günde ortalama 6.4 saat çevrimiçi vakit geçirmektedir. Bu yaygın teknoloji kullanımı, yeni modellerle birlikte çatışmaları da beraberinde getirebilir; ancak, işletmeler için daha geniş bir perspektif benimsemek artık bir zorunluluktur. Yıkıcı teknolojiler, işletmelerin dünyayı şekillendirme noktasında

daha derin ve etkili roller üstlenmeleri için yeni kapılar aralamıştır (Accenture, 2020).

Gartner'ın "Top Strategic Technology Trends for 2021" başlıklı 2020 yılı araştırmasına göre, önümüzdeki beş yıl içinde kuruluşlara rehberlik edecek ve kurumsal esnekliği artıracak teknoloji trendleri üç ana tema etrafında toplanmaktadır: **insan merkezli sistemler, konum bağımsız çözümler ve esnek teslimat sağlayan sistemler** (Gartner, 2020). Bu gelişme içinde, insan faktörleri ihmal edilmemelidir, çünkü süreç verimliliğinin ve iş başarısının önemli bir yönü insanlara bağlıdır (Winkelhaus ve Grosse, 2020). Birçok endüstriyel şirketin yenilikçi dijital strateji tasarımı, teknoloji mimarisi ve tasarımı, kullanıcı deneyimi tasarımı veya hızlı prototipleme yetenekleri etrafında dijital beceri setleri geliştirmesi gerekmektedir. Bu teknolojilerin gücünden yararlanmak için yapılan dijital dönüşüm sürecinde uyulması gereken belli adımlar vardır. Bunlar (PwC, 2016):

- ***Dönüşümü sağlamak için insanlara ve kültüre odaklanılmalı***

Şirketler, çalışanların değişim sürecini anlamasını sağlamalıdır. Şirketler, doğru dijital becerilere sahip insanları çekmek ve mevcut çalışanları eğitmek için stratejiler geliştirmelidir. Yeni iş rollerinin tanımlanması (ör. veri bilimcileri, kullanıcı arayüzü tasarımcıları) ve mevcut iş profillerinin güncellenmesi gerekmektedir. PwC, (2016) Global Industry 4.0 Survey araştırmasına göre, şirketlerin kültür, organizasyon, liderlik ve beceriler gibi iç meselelere odaklanması gerekmektedir. Şirketin işgücünde beceri veya yetkinlik eksikliği, ankete katılanların veri analizini kullanma konusunda gördükleri en büyük zorluktur. Dijital kültürün ve doğru eğitimin bulunmaması, şirket tarafından en büyük zorluk olarak belirlenmiştir. Bu, kendilerini gelişmiş olarak değerlendiren şirketler için de aynı şekilde geçerlidir.

- ***Süreçlerin iyileştirilmesine çalışılmalı***

En önemli değişikliklerden biri, uçtan uca süreç perspektifine odaklanmaktır. Bu, yeni işbirliği modellerini teşvik edecektir. Güçlü kullanıcı arayüzleri, artan beklentileri karşılamak ve farklı kanallarda tutarlı kullanıcı deneyimleri sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, dijital güven oluşturmak için bir dizi değişiklik yapılması gereklidir. Bu değişiklikler arasında veri güvenliği yaklaşımları hazırlama süreçleri, hassas müşteri verilerinin yönetiminde erişim hakları kontrolü, kurulum standartları ve uyumluluk süreçleri yer almaktadır. Güvenlik gereksinimlerini denetlemek ve değerlendirmek için bilgi güvencesi uyumluluğu oluşturulmalıdır. Amaç, risklerin, tehditlerin ve güvenlik sorunlarının uçtan uca yönetimini sağlayarak işbirliğine dayalı bir ortamda bilgi güvenliği ve güven inşa etmek olmalıdır.

- ***Yeni teknolojilerin gücünden faydalanılmalı***

Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, yeni teknolojiler Endüstri 4.0 pilotlarının çekirdeğini oluşturacaktır. Bu teknolojilerden en önemlisi, iş taleplerine esnek bir şekilde yanıt verebilecek çevik bir BT işlevi geliştirmektir. Çevik bir BT işlevi, çalışma çözümleri oluşturmaya ve yeni gereksinimlere çevik bir yaklaşımla yanıt vermeye odaklanarak hizmetlerin sürekli olarak geliştirilmesine yardımcı olur.

Diğer temel teknoloji yeteneği ise, büyük miktarlarda çeşitli cihazları izlemek, kontrol etmek ve düzenlemek ve sistem yeteneğini artırmak için yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut gibi çözümlerden faydalanmaktır.

Bir dijital dönüşümün amacına ulaşması için, uyulması gereken dört temel tasarım adımı vardır. Birbiri ardına atılması gereken bu adımları şu şekilde özetleyebiliriz (Eğilmez, 2024c):

### ***I. Dijital Dönüşüm Amacının Tanımlanması ve Stratejik Hedeflerin Belirlenmesi***

- Ana Hedef: Kuruluşun dijital dönüşüm amacının net bir şekilde tanımlanması ve stratejik hedeflerin belirlenmesidir.
- Öneriler:
  - Problemlere dayalı, ölçülebilir hedefler belirlenmeli
  - Yönetici ve çalışanlardan oluşan bir ekip oluşturulmalı
  - Değer odaklı bir yol haritası çizilmeli
- Araştırma Desteği: McKinsey'in yapmış olduğu küresel araştırmaya göre, net temalara odaklanan ve bir yol haritası ile hareket eden şirketler, dönüşümde daha başarılı olma eğilimindedir (Bughin ve diğ., 2019).

### ***II. Yeteneklerin Belirlenmesi ve Yol Haritasının Oluşturulması***

- Ana Hedef: İşletmenin mevcut dijital yeteneklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi gereken alanlar için bir yol haritası oluşturulmasıdır.
- Öneriler:
  - Süreçler yeniden yapılandırılmalı
  - Dijital olgunluk modeli kullanılmalı
  - Kaynak tahsisi ve süreç planlaması yapılmalı
- Araştırma Desteği: Olgunluk modelleri, süreçlerin etkinliğini ölçmede ve geliştirilmesi gereken alanları belirlemede önemli bir araçtır.

### ***III. Dijital Dönüşümün Sahada Uygulanması***

- Ana Hedef: Teknoloji yatırımları yapılarak dönüşümün hayata geçirilmesidir.
- Öneriler:
  - Vizyoner liderlik eşliğinde dönüşüm ekibi kurulmalı
  - Çalışan zihniyeti ve dijital beceriler geliştirilmelidir
  - Bütçe, zaman ve süreç yönetimi titizlikle planlanmalı
- Araştırma Desteği: Üst düzey liderlerin dönüşüme öncelik verdiği kuruluşlarda başarı şansı %50 daha yüksektir (Bughin ve diğ., 2019). Deloitte'nin 2015 küresel dijital işletme araştırmasına göre, dijital olarak olgunlaşan kuruluşların, çalışanlara gerekli becerileri sağlama olasılığının, olgunlaşmamış kuruluşlara kıyasla dört kat daha fazladır (Kane ve diğ., 2015).

### ***IV. Değerlendirme ve Sürdürülebilir Ekosistem Oluşturulması***

- Ana Hedef: Dönüşüm sürecinin kurumsal kültüre yerleşmesi ve sürdürülebilir bir ekosistemin inşa edilmesidir.
- Öneriler:
  - Müşteri ve iş ortaklarının dahil edildiği işbirlikçi bir yapı oluşturulmalı
  - Sorumlu, duyarlı ve dayanıklı bir sürdürülebilir sistem oluşturulmalı
  - Dijital olgunluk modeli ile süreçler düzenli olarak değerlendirilmeli ve yeni hedefler belirlenerek dönüşüm sürekli geliştirilmelidir.
- Araştırma Desteği: Sürdürülebilir dijital ekosistemler, işletmelerin uzun vadede rekabetçi kalmasına katkı sağlayabilir.

Bu adımlar, yalnızca dijital dönüşüm sürecinin başarılı olmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda dönüşümün sürdürülebilir olmasını da temin edebilir.

## **1.3. Lojistik Alanında Kullanılan Dijital Teknolojiler**

Dijital dönüşüm, işletmelerin rekabet avantajı elde etme, çalışan verimliliğini artırma ve müşteri etkileşimini güçlendirme hedeflerini destekleyen en önemli unsurlardan biridir. Bu bağlamda, işletmelerin değer oluşturma süreçlerinde başrol oynayan dijital teknolojiler arasında Nesnelerin İnterneti (IoT) kritik bir konuma sahiptir. IoT, sensör teknolojileri sayesinde cihazlardan ve süreçlerden veri toplayarak iş süreçlerini kolaylaştırır ve daha verimli hale getirebilir. Üretim

hatlarından sipariş yönetimine kadar geniş bir alanda kullanılabilen IoT, stokların kontrolü ve sevkiyatların takibi gibi konularda işletmelere stratejik faydalar sunmaktadır. Bu teknolojinin altyapısı, gelişmiş internet bağlantıları ve geniş bantlı Wi-Fi ağları ile sağlanmaktadır (Accenture, 2024; Ambrosio, 2019).

IoT'nin oluşturduğu büyük veri hacmi, modern işletmeler için önemli fırsatlar sunarken aynı zamanda önemli bir depolama ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Bu soruna çözüm olarak bulut teknolojileri öne çıkmıştır. IoT'nin topladığı veriler, bulut sistemlerinde depolanarak ileri analitik süreçlerince işlenir ve anlamlı sonuçlara dönüştürülmeye çalışılır. Bu süreçler, yöneticilere karar verme aşamalarında destek sağlarken aynı zamanda potansiyel riskleri öngörme konusunda kritik bir rol oynayabilir. Büyük verilerin analizi, işletmelere stratejik esneklik kazandırmakla kalmayıp operasyonel süreçlerde de iyileştirmeler sunmaktadır (Gartner, 2023).

Bu teknolojik ekosistemin merkezi, yapay zekâ (AI) olarak tanımlanabilir. Yapay zekâ, IoT ve büyük veri altyapısı ile entegre bir şekilde çalışarak işletmelerin dijital dönüşüm yolculuğunu hızlandırmaktadır. Makine öğrenimi ve otomasyon teknolojileriyle bir araya gelen yapay zekâ, anomali tespiti, sorunların belirlenmesi ve iletişim gibi görevlerde etkin bir rol üstlenir. Ayrıca bu sistemler, işletme süreçlerini optimize ederek maliyetleri düşürebilir ve süreçlerin daha verimli hale gelmesinde katkı sağlar. Böylece, yapay zekâ iş süreçlerinde hem stratejik hem de operasyonel bir dönüşüm oluşturabilme potansiyeli taşır (Accenture, 2024).

Geleceğin teknoloji trendlerine ilişkin raporlar, yapay zekânın önemini vurgulamaktadır. Accenture'nin "Technology Vision 2024" raporuna göre, yapay zekâ insanı özelliklere sahip, daha sezgisel ve insan benzeri zekâ sergileyen yeni gelişmelerle dikkat çekmektedir. Gartner'ın "Top Strategic Technology Trends 2024" raporu ise yapay zekâyı geleceğin en kritik teknolojisi olarak tanımlamaktadır. Her iki rapor da yapay zekânın sadece teknoloji trendleri arasında lider olmadığını, aynı zamanda yaşamın her alanına entegrasyonunun giderek kolaylaştığını ifade etmektedir (Gartner, 2023; Accenture, 2024).

Sonuç olarak, IoT, büyük veri ve yapay zekâ, dijital dönüşüm süreçlerinde işletmeler için stratejik öneme sahip bileşenlerdir. Bu teknolojiler, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesini, yenilikçi çözümler geliştirmesini ve müşteri memnuniyetini artırmasını sağlama potansiyeline sahiptir. Gelecekte bu teknolojilerin daha fazla benimsenmesi, işletmelerin dijital dünyada liderlik pozisyonlarını güçlendirmelerine olanak tanıyacaktır.

Bu gibi akıllı teknolojiler, tasarımdan üretime, varlık yönetimine, lojistiğe, satış sonrası hizmetlere kadar tüm lojistik ve tedarik zincirini otomatikleştirmek ve



optimize etmek için hazırlanmaktadır (Ambrosio, 2019). Bu teknolojiler ve sunduğu beceri ve faydalar Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1:** Teknolojilerin Lojistik sektörüne sunduğu temel yetenek, beceri ve faydalar

<b>Teknolojiler</b>	<b>Lojistik Süreç alanları</b>	<b>Yetenek/Beceri/Faydalar</b>
<b>Blockchain</b>	Tedarik zinciri boyunca güvenli ve şeffaf bilgi paylaşımı, teslimat ve sipariş süreçlerinin izlenmesi	Bilgilerin güvenilir ve değiştirilemez olması, işbirliğini artırması, süreçlerin ademi merkezîyetçi yapıda yürütülmesi
<b>IoT ve GPS</b>	Yük takibi, güzergâh optimizasyonu, sürücü davranış analizi	Tedarik zinciri görünürlüğü, risk yönetimi, zamanlama ve operasyonel doğruluk
<b>Akıllı Sensör/RFID</b>	Depo ve envanter yönetimi, sahte ürün tespiti, ürün takibi	Uçtan uca tedarik zinciri görünürlüğü, kayıpların önlenmesi, süreç otomasyonu
<b>Yapay Zekâ (AI)</b>	Rota optimizasyonu, yük ve filo yönetimi, depo yerleşim planlaması	Süreç verimliliği, maliyet düşüşü, müşteri ve risk analizi
<b>Dağıtılmış Bulut</b>	Verilerin güvenli depolanması, operasyonel sistemlerin yedeklenmesi ve kritik verilere uzaktan erişim	Heryerden erişim, kesinti önleme, operasyonların şeffaf yönetimi ve hızlı veri analizi
<b>Büyük Veri</b>	Tedarik zinciri, depo ve dağıtım operasyonlarının analizi, müşteri ve pazar trendlerinin tahmini	Daha doğru öngörüler, operasyonel verimlilik artışı, karar destek süreçlerinin iyileştirilmesi
<b>İleri analitik</b>	Rota planlama, talep tahmini, stok yönetimi ve performans analizi	Hızlı ve doğru karar alma, gelecekteki operasyonlar için risk tahmini, kaynak optimizasyonu
<b>Otonom Araçlar</b>	Depo ve dağıtımda taşıma ve teslimat operasyonları, riskli ortamlarda güvenli çalışma	İş güvenliğinin artması, operasyonel verimlilik, teslimat hızının artırılması
<b>Platformlar</b>	Nakliye komisyonculuğu, tedarik zinciri boyunca müşteri etkileşimi	Müşteri memnuniyetinin artması, maliyet düşürme, hizmet seviyesinin iyileştirilmesi
<b>3D Baskı</b>	Yerinde parça üretimi, prototipleme ve yedek parça sağlama	Stok maliyetlerinin azalması, hızlı üretim, tedarik sürecindeki esneklik
<b>Dronlar</b>	Sağlık ve kritik teslimatlar için alternatif seçenek ve erişimi zor alanlara hızlı ulaşım	Nakliye hızının artması, maliyet avantajı, esnek ve bireyselleştirilmiş lojistik çözümler
<b>V2V (Araçtan Araca İletişim)</b>	Konvoy takibi, araç güvenlik sistemleri, filo yönetimi	Yakıt verimliliği, karbon salınımının azaltılması, güvenli sürüş

<b>Otomasyon ve Makine Öğrenimi (ML)</b>	Sürekli öğrenen sistemlerle otomatik karar alma ve süreç yönetimi	İş gücü maliyetlerinin azaltılması, süreçlerin hızlanması, sistemlerin kendine optimizasyonu
<b>Artırılmış ve Sanal Gerçeklik</b>	Çalışan eğitimi, simüle edilmiş operasyon süreçleri	Eğitim süresinin kısaltılması, operasyonel verimlilik, işçi memnuniyeti artışı
<b>Dijital ikiz</b>	Sefer planlama ekipman performansının izlenmesi, arıza ve anomali tespiti	Operasyonel kesintilerin önlenmesi, maliyet düşüşü, bakım süreçlerinin iyileştirilmesi

### 1.3.1. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti (IoT), lojistik süreçlerde şeffaflık ve verimlilik sağlayarak depo yönetimi, araç takibi ve tedarik zinciri görünürlüğü gibi alanlarda inovasyonu desteklemektedir. Akıllı sensörler ve kablosuz iletişim teknolojileri sayesinde gerçek zamanlı veri takibi ve enerji verimliliği artırılırken, lojistik maliyetler de düşürülmektedir (Liu, vd., 2019; URL: DHL, 2024b).

IoT'nin çok katmanlı yapısı (algılama, ağ, işleme, uygulama) büyük veri analitiği ve bulut bilişimle desteklenerek lojistik sistemlerin esneklik ve dinamikliğini artırır, bu da daha hızlı karar alma süreçlerini mümkün kılar (Song, vd., 2020). Üreticiler, IoT sensörlerinden gelen müşteri verilerini kullanarak tedarik zincirindeki bütünlüğü sağlamak, ürün performansını izlemek ve yeni çözümler geliştirmek için avantaj elde ederler (Barreto, vd., 2017; Mueller, 2019). Kısacası;

- İşletmeler, IoT teknolojileri sayesinde rekabet avantajı sağlamayı, verimlilik artırmayı ve müşteri memnuniyetini geliştirmeyi hedeflemektedir.
- IoT, sensörler aracılığıyla cihazlardan ve süreçlerden veri toplar, iş süreçlerini kolaylaştırır.
- Üretim hatlarından veri toplayarak stok yönetimi, sevkiyat kontrolü ve üretim planlaması gibi alanlarda önemli rol oynar.

### 1.3.2. Büyük Veri ve Analitik

Nesnelerin interneti tabanlı sistemler her yerden ve her şeyden veri toplamaktadırlar. Sistemsel olarak anlık akan bu verilerin bir yerde toplanması ve ve bu verilerin kullanılması gerekmektedir. Kullanılmayan veriler işletmeler için hem kaynak israfına yol açan faydasız yatırım, hem de gereksiz iş yüküdür. Burada önemli olan sistemler üzerinden elde edilen bu büyük verilerden anlamlı sonuçlar çıkarmak ve bu verileri bilgiye dönüştürmektir. Yani, büyük veri teknolojisi yalnızca veri toplama ve depolama ile ilgili değildir. Bu veriler değerli

içgörüler sağlayarak stratejik karar alma süreçlerini güçlendirmek ve verilerin analizi için alt yapılar oluşturmaktadır.

Büyük veri analitiği, tedarik zinciri yönetiminde devrim niteliğinde bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde işletmeler, operasyonel dayanıklılığı artırmak, kesintileri önceden tahmin etmek ve karar alma süreçlerini optimize etmek için büyük veri teknolojilerini kullanmaktadır. IoT (Nesnelerin İnterneti) ve bulut bilişim gibi teknolojilerle entegre edilen büyük veri analitiği, lojistik operasyonlarının her aşamasında daha akıllı ve hızlı kararlar alınmasını sağlamaktadır. Özellikle, küresel belirsizliklerin arttığı bir dönemde, büyük veri analitiği tedarik zinciri süreçlerinde önemli bir rekabet avantajı sunmaktadır (URL: DHL, 2024b).

Tedarik zinciri yönetiminde büyük verinin dört temel uygulama alanı öne çıkmaktadır. Tüketim talebi tahmini, geçmiş satış kayıtları, müşteri tarama geçmişi ve satın alma platformları gibi verilerin analiziyle tüketici ihtiyaçlarını öngörerek depolama ve taşımacılık süreçlerini optimize etmektedir. Örneğin Amazon, büyük veri analitiği kullanarak müşterilerin ihtiyaçlarını önceden belirleyip operasyon merkezlerini buna göre düzenlemektedir. Bunun yanı sıra, IoT sistemlerinden elde edilen gerçek zamanlı verilerle ekipman bakımı tahmini yapılabilir; böylece arızaların önüne geçilerek operasyonel verimlilik artırılabilir (Song vd., 2020). Ayrıca, dağıtım ağı ve rota planlaması ile tedarik zinciri süreçlerinde lojistik ağılar optimize edilerek maliyetler düşürülebilmektedir (Karim vd., 2020). Büyük veri ile elde edilebilecek bazı lojistik faydalar şu şekildedir:

- **Tüketim Talebi Tahmini:** Büyük veri analitiği, geçmiş satış kayıtları ve müşteri davranışları gibi verilerin analiziyle tüketici ihtiyaçlarını öngörerek depolama ve taşımacılık süreçlerini optimize eder (URL: DHL, 2024b).
- **Ekipman Bakımı Tahmini:** IoT sistemlerinden alınan gerçek zamanlı veriler, arızaları önceden tespit ederek operasyonel kesintileri en aza indirir ve verimliliği artırır (Song vd., 2020).
- **Dağıtım Ağı ve Rota Planlaması:** Büyük veri, lojistik ağları optimize ederek maliyetleri düşürür ve dağıtım süreçlerini daha verimli hale getirir (Karim vd., 2020).
- **Risk Tahmini ve Yönetimi:** Potansiyel kesintiler ve ticaret riskleri, büyük veri teknolojisiyle öngörülerek tedarik zincirinin esnekliği ve sürdürülebilirliği artırılır (Song vd., 2020).

### 1.3.3. Bulut Bilişim

Bulut yatırımları, şirketlerin iş süreçlerini desteklemek, maliyetleri düşürmek ve veri güvenliğini artırmak amacıyla hızla artmaktadır. Şirketlerin, iş hedefleriyle uyumlu, entegre ve güncel bulut stratejileri oluşturarak bu teknolojiden maksimum fayda sağlaması önerilmektedir. Bulut bilişim, lojistik süreçlerde esneklik, maliyet etkinliği ve operasyonel verimlilik sağlamaktadır. Coğrafi sınırlamalardan bağımsız yönetim yeteneği, küresel pazarlara uyumu kolaylaştırırken; ölçeklenebilir yapısıyla sermaye harcamalarını azaltır ve güvenli veri yönetimi ile iş sürekliliğini destekler (TÜBİSAD, 2024).

Lojistik sistem entegrasyonu, tedarik zinciri süreçlerindeki bilgi izolasyonunu aşmayı hedefler. Ancak mevcut lojistik sistemleri, dinamik ve heterojen yapıları nedeniyle zayıf dinamikler, yüksek bakım maliyetleri gibi dezavantajlar taşımaktadır. Bulut bilişim, bu zorlukları aşmak için akıllı lojistik sistemleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bulut bilişim, ağ erişimi üzerinden talep odaklı esnek lojistik hizmetleri sağlayarak, lojistik süreçlerde bilgi paylaşımını hızlandırır ve maliyetleri düşürebilir (Song, vd., 2020).

Diğer taraftan dağıtılmış bulut, farklı fiziksel konumlara genel bulut seçenekleri sunmaktadır. Bu yeni bulut sistemi genel bulut şirketi hizmetleri korur, çalıştırır ve geliştirir, ancak ihtiyaç anında fiziksel olarak yürütür. Bu, gecikme sorunlarına ve ayrıca belirli verilerin belirli bir coğrafi konumda kalmasını gerektiren gizlilik düzenlemelerine yardımcı olur. Müşterilerin genel buluttan yararlanmasına ve maliyetli ve karmaşık özel bulut çözümlerinden kaçınmasına olanak tanımaktadır (Gartner, 2020).

Ayrıca, işletmelerin bulut tabanlı müşteri etkileşimi çözümlerini benimsemeleri, omni-kanal yetkinliklerini geliştirmektedir. COVID-19 salgını gibi olaylar, işletmelere müşteri sadakatini artıran etkileşimler sunmak ve nihayetinde uzun vadeli büyümeye ulaşmak için eşsiz ve değerli fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatları yakalamak için omni-kanal ve bulut tabanlı bir iletişim merkezi gereklidir. Bulut bağlamında ölçeklenebilirlik, iş taleplerini karşılamada bulut tabanlı müşteri etkileşimi çözümlerinin yeterli gelmesini sağlayacak şekilde artan veya azalan kaynakları yönetme becerisidir. Çok fazla yatırım maliyeti olmadan özelliklenebilmesi, bu uygulamaların bir başka çekici yanıdır (IDC, 2020).

Bulut teknolojisi lojistik sektöründe çeşitli kullanım alanları ve önemli faydalar sunmaktadır. Bu teknolojinin lojistikteki başlıca kullanım alanları şunlardır (Bahrami ve Kheradmand, 2021; Zhang ve Yang, 2022; Chien ve Ding, 2020; Kumar ve Soni, 2020; Wang ve Li, 2019; Pereira ve Ferreira, 2018):

- **Veri Depolama ve Yönetimi:** Bulut teknolojisi, lojistik firmalarına büyük miktarda veri depolama ve bu veriye erişim sağlama imkânı tanır. Lojistik verileri, teslimat süreleri, envanter yönetimi ve müşteri bilgileri gibi veriler bulut üzerinde güvenli bir şekilde saklanabilir ve her yerden erişilebilir.
- **Envanter Yönetimi:** Bulut tabanlı yazılımlar, envanterin anlık takibini sağlar. Bu yazılımlar, stok seviyelerini optimize etmek, tedarik zincirini yönetmek ve ürünlerin nerede olduğunu takip etmek gibi operasyonel süreçleri iyileştirebilir.
- **Teslimat Takibi ve Optimizasyonu:** Bulut teknolojisi, gerçek zamanlı veri akışını mümkün kılarak teslimat süreçlerinin takibini sağlar. Araçlar ve teslimatlar hakkında anlık bilgi alarak, lojistik firmaları güzergahları optimize edebilir, zamanlamayı iyileştirebilir ve müşteri memnuniyetini artırabilir.
- **İşbirliği ve İletişim:** Bulut teknolojisi, lojistik firmalarının çalışanları, tedarikçileri ve müşterileriyle daha verimli bir şekilde iletişim kurmasına olanak tanır. Ekipler, merkezi bir platformda çalışarak bilgi paylaşabilir ve kararlar hızlı bir şekilde alınabilir.
- **IoT Entegrasyonu:** Bulut teknolojisi, IoT cihazlarının entegrasyonunu kolaylaştırarak lojistikte cihazlardan gelen verilerin toplanmasını ve analiz edilmesini sağlar. Örneğin, araçların durumunu izlemek, sıcaklık kontrollü taşımacılık için koşulları izlemek gibi uygulamalar mümkün hale gelebilir.
- **Veri Analitiği ve Raporlama:** Bulut tabanlı veri analitiği araçları, lojistik firmalarının operasyonel verimliliklerini analiz etmelerine yardımcı olur. Bu analizler, maliyetleri azaltma, teslimat sürelerini iyileştirme ve genel süreçlerin optimizasyonu için kullanılabilir.
- **Maliyet Azaltma ve Esneklik:** Bulut tabanlı sistemler, şirketlerin donanım yatırımlarını azaltarak sadece ihtiyaç duydukları kadar kaynağı kullanmalarını sağlar. Bu esneklik, lojistik firmalarına maliyetleri kontrol etme imkânı sunabilir.

Bunun yanı sıra, bulut tabanlı hizmetler, Kurumsal Kaynak Yönetimi (ERP) ve Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) uygulamaları gibi önemli işlemlere de ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle bulut tabanlı CRM araçları, dijital platformlar aracılığıyla müşteri hizmetleri uygulamaları ve iletişim merkezi hizmetlerini içerir. Bu araçlar, işletmelerin daha çevik, ölçeklenebilir ve müşteri odaklı hizmetler sunmasına olanak tanır. Ayrıca, bulut tabanlı yazılım hizmetleri (SaaS) ile şirketler, dijital görünürlüklerini artırabilir, verimliliklerini yükseltebilir ve uyarlanabilirliklerini geliştirebilir (IDC, 2020).

### 1.3.4. Yapay Zekâ / AI

Yapay Zekâ (AI), lojistik sektöründe çok modlu operasyonları dönüştürme potansiyeline sahiptir. Yazılım ve bilişim alanlarında pek çok süreçte etkin olarak kullanılan yapay zekâ, tekrar eden iş süreçlerini yönetmekten çalışanlara öneriler sunmaya, müşterilerle iletişim kurmaktan trafik ve hava koşullarını sürücülere hatırlatmaya kadar geniş bir yelpazede fayda sağlamaktadır. Ayrıca, filo yönetiminde yakıt, yük, yükleme optimizasyonları gibi alanlarda da önemli bir rol oynamaktadır. Gelişen kullanım alanlarıyla yapay zekâ destekli sistemler, taşıma, depolama, ürün elleçleme, son mil teslimatı, iade takibi ve müşteri hizmetleri gibi lojistik sektörünün temel işlevlerinde vazgeçilmez bir teknoloji haline gelmeye adaydır.

Üretken yapay zekâ (GenAI), iş süreçlerini otomatize ederek verimliliği artırmakta, yazılım geliştirme süreçlerini hızlandırmakta ve daha kaliteli ürünler ortaya koymaktadır. GenAI teknolojileri, iş dünyasında geniş bir uygulama alanına sahiptir ve teknoloji ekiplerinin yanı sıra tüm çalışanların etkileşim kurmasını sağlayarak verimli bir çalışma ortamı oluşturmaktadır. Gelecek yıllarda, lojistik sektöründe rota planlama, talep tahmini ve varlık yönetimi gibi alanlarda önemli gelişmeler beklenmektedir. AI'nin müşteri talebini doğru tahmin etme yeteneği, envanter yönetimini daha akıllı hale getirecektir (TÜBİSAD, 2024; URL: DHL, 2024b).

AI, yazılım geliştirmede rutin görevleri üstlenerek geliştiricilerin daha yenilikçi işlere odaklanmalarını sağlar. Yapay zekâ destekli yazılım geliştirme, kod yazma ve uygulama oluşturma süreçlerini hızlandırırken, güvenilirlik ve verimlilik katmanları ekler. Bu değişim, yazılım geliştirmedeki devrim teknoloji ekiplerinin bu yeni yöntemlere uyum sağlamasına olanak tanımaktadır. Yapay zekâ destekli yazılım geliştirme araçları, geliştirme döngülerini hızlandırarak daha verimli ve düşük maliyetli projeler ortaya koymaktadır. Ayrıca, AI, kod testi, hata bulma ve çözüm önerme gibi karmaşık işlemleri otomatize etmektedir (TÜBİSAD, 2024). Bu teknolojiler, akıllı lojistiğin gelişimini hızlandırmakta ve lojistik süreçlerde önemli bir rol oynamaktadır. Akıllı lojistikte AI teknolojisinin uygulama alanları arasında operasyon yönetimi, depo yönetimi, insansız dağıtım, sıralama, paketleme, yer seçimi ve müşteri hizmetleri yer almaktadır. Bunlar (Song, vd., 2020);

- **Operasyon Yönetimi:** AI, makine öğrenimiyle operasyon yönetim merkezi için kendi kendine öğrenme ve adaptasyon yeteneği sağlar, böylece lojistik planlama sistemi otomatik kararlar alabilir
- **Depo Yönetimi:** IoT, AI ve bulut bilişim entegrasyonu ile insansız depolar gelecekte otomatik stok yönetimi ve depolama işlemleri gerçekleştirebilir

- **İnsansız Dağıtım:** AI algoritmaları, insansız dağıtım robotlarının yol planlaması ve akıllı engel önleme gibi işlemlerle lojistik maliyetlerini azaltmasına yardımcı olabilir
- **Stok kontrol:** AI sistemi, milyonlarca malın gerçek zamanlı verilerini analiz ederek öğeleri otomatik olarak sıralar, önceliklendirir ve otomatik sipariş verebilir ve manuel işlem gereksinimlerini azaltabilir
- **Paketleme:** AI, ürün hacim verilerini ve paketleme kutusu boyutlarını hesaplayarak, uygun paketleme malzemesini ve düzenini önerebilir
- **Ürün Konumlandırma:** AI, lojistik verimliliğini optimize etmek için depolama ve dağıtım merkezlerinin coğrafi konumlarını analiz ederek optimum yeri önerebilir
- **Müşteri Hizmetleri:** AI tabanlı konuşma tanıma, müşteri hizmetlerini daha verimli hale getirebilir, böylece hizmet kalitesini artırır ve tüketici davranış tahminini sağlayarak işletmeye stratejiler önerebilir

Bu bilgiler, dijital teknolojilerin işletmeler için stratejik önemini ve yapay zekânın geleceğin şekillenmesindeki kritik rolünü açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle işletmeler, bu teknolojileri benimseyerek hem rekabetçi kalabilir hem de yenilikçi çözümler sunabilir.

### 1.3.5. Robotik ve Otonom Araçlar

Dijital teknolojiler, hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir ve artık onlarsız bir yaşam düşünmek neredeyse imkansızdır. Otonom taşımacılığın mevcut durumu ve gelişimi göz önünde bulundurulduğunda, otonom taşıma araçlarının dijitalleşme derecesi arttıkça, bu araçların ulaşım altyapısını ve hizmet kalitesini iyileştireceği, verimli yönetimi sağlayacağı öngörülmektedir. Ancak dijitalleşme süreci ilerledikçe lojistik sistemi giderek daha karmaşık hale gelmektedir (Levina vd., 2021).

Sensör teknolojileri sayesinde, çalışanları takip edebilen veya manyetik şeritlerle belirli güzergahlarda çalışan elektrikli robotlar, çevre dostu paket toplama ve yük taşıma süreçlerini mümkün kılmaktadır. Bu robotlar, çalışanların ellerinin serbest kalmasını sağlayarak güvenli ve işbirlikçi bir çalışma ortamı oluşturur. Örneğin, DHL, depolarında artırılmış gerçeklik kullanarak toplama işlemlerinde verimliliği artırmakta ve robotlar, toplama sürelerini iyileştirerek çalışanlara tekrar eden görevlerde yardımcı olmaktadır. Ayrıca, yazılım robotları (robotik işlem otomasyonu), seçilen arka ofis işlemlerini devralmakta, yeni sensörler ise IoT teknolojisi kullanarak müşterilere mallarının yeri ve durumu hakkında gerçek zamanlı bilgi sunmaktadır (DHL, 2018). Sipariş toplama robotları, teknolojinin yalnızca e-ticaretle sınırlı kalmayıp, çok çeşitli endüstrilerde ve depo işlerinde de kullanılmasına olanak tanımaktadır. Mevcut depo jenerasyonunun, düşük değerli

işlerde çalışan insanlarla birlikte üretkenliği artırmaya olanak sağlaması, bu robotların potansiyelini genişletmektedir (DHL, 2019).

Otonom nesnelere, daha önce insanlar tarafından gerçekleştirilen görevleri otomatikleştirmek için yapay zekâ kullanan fiziksel cihazlardır. Küçük insansız hava araçlarından otonom gemilere kadar uzanan bir yelpazeye sahip olan bu nesnelere, kara, deniz ve hava gibi farklı ortamlar üzerinde çalışabilmektedir. Otonom nesnelere çoğu, başlangıçta kapalı ortamlarda (örneğin, depolarda) faaliyet gösterirken, zamanla daha açık alanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Otonom nesnelere, yarı otomatik cihazlardan tamamen otonom arabalara kadar geniş bir spektrumda işlev göstermektedir. Bu cihazların sayısı arttıkça, yalnızca tek başına çalışan nesnelere işbirlikçi zeki nesnelere oluşturduğu bir sisteme doğru bir kayış olacaktır. Örneğin, bir grup robot, koordineli bir şekilde montaj işlemleri yapabilecektir. 2023 yılı itibarıyla, operasyonel depo işçilerinin %30'undan fazlası işbirlikçi robotlarla desteklenecektir. Honda'nın Güvenli Sürüşü, araçların birbirleriyle iletişim kurarak yakındaki tehlikelere karşı uyarı göndermelerini sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Örneğin, yoldaki bir kaza, birkaç kilometre gerideki araçlara iletilerek kazaların önlenmesine ve trafik yoğunluğunun azaltılmasına yardımcı olabilir (Gartner, 2019). Bu süreçlerin dijitalleşmesi ve robotik otomasyon, lojistik ve taşımacılık sektörlerinde önemli bir dönüşüm oluşturmaktadır ve önümüzdeki yıllarda daha da derinleşmesi beklenmektedir.

### **1.3.6. Blockchain**

Blockchain teknolojisi, işlemlere verimli, doğrulanabilir ve kalıcı şekilde kaydedebilen açık, dağıtılmış bir defter sunarak, lojistik sektörü için büyük fırsatlar sunmaktadır. Bu teknoloji, dijitalleşmiş sözleşmelerin silme, kurcalama ve revizyondan korunmasını sağlayarak, tüm işlemlere ve anlaşmaların güvenli bir şekilde saklanmasına olanak tanır. Blockchain, özellikle tedarik zinciri yönetiminde şeffaflık ve güven sağlar; bu sayede tedarikçiler ve müşteriler arasında daha verimli ilişkiler kurulur. Örneğin, Maersk ve IBM'in TradeLens platformu, okyanus yoluyla gönderilen konteynerlere izleyerek nakliye süreçlerinde verimlilik artırmış ve kâğıt tabanlı sistemlere olan bağımlılığı azaltmıştır (Gartner, 2019). Ayrıca, IoT cihazları ile entegre blockchain çözümleri, sahte ürünlerin tedarik zincirine girmesini engelleyerek güvenliği artırmaktadır (Pundir, 2019).

Blockchain teknolojisi, Nesnelere İnterneti (IoT) ve Yapay zekâ (AI) gibi diğer endüstri 4.0 teknolojileri ile birleşerek daha şeffaf, çevik ve verimli sistemlerin kurulmasına imkân tanıyabilir. Bu teknolojilerin birleşimi, sanal cüzdanlar aracılığıyla mikro ödemelerin yapılabilmesi, akıllı sözleşmelerin uygulanması ve iş süreçlerinin dijitalleştirilmesi gibi önemli avantajlar sunmaktadır. IBM ve



Maersk'in TradeLens platformu, lojistik sektöründe verimliliği artırırken, Skycell ve Peloton gibi örnekler de biyofarmasötik ürünlerin taşınmasında güvenliği sağlamaktadır. Blockchain, ayrıca, lojistik sektöründe aracıları ortadan kaldırarak işlem sürelerini kısaltmakta ve işletmelerin maliyetlerini azaltmaktadır (Badzar, 2016).

Blockchain'in lojistikteki uygulanabilirliği, daha fazla şeffaflık ve güven sağlamakla birlikte, işlemleri basitleştiren ve dijitalleştiren akıllı sözleşmelerle büyük veri, IoT ve AI ile entegrasyonunu hızlandırmıştır. Örneğin, Sweetbridge ve CargoWise gibi projeler, lojistik süreçlerinde güvenliği artırmak için blockchain'i kullanarak dolandırıcılık ve hata risklerini en aza indirmekte ve küresel lojistik endüstrisinde verimliliği optimize etmektedir (Gartner, 2019). Blockchain'in sağladığı bu şeffaflık, daha etkili işbirlikleri kurarak tedarik zincirindeki tüm katmanlarda daha hızlı ve güvenilir işlemler yapılmasına olanak tanımaktadır.

### **1.3.7. Dijital Platformlar ve StartuPlar**

Teknolojinin ve dijital iş yapış biçimlerinin etkisiyle, son on yılda birçok yeni iş modeli ortaya çıkmış, bunlardan biri de "startup" kavramı olmuştur. 2010'larda hızla popülerleşen bu model, gelişme, büyüme ve geniş kitlelere ulaşma hedefleriyle dikkat çekmiştir. StartuPlar, özellikle lojistik sektöründe büyük bir etki yaratmaya başlamış, Uber Freight, Flexe, Cainiao, Flexport gibi global girişimler önemli başarılar elde etmiştir. Aynı şekilde Türkiye'deki girişimler de hızla büyümüş, Tırport, ParkPalet, Yolda gibi platformlar hem yerel hem de uluslararası hizmetler sunarak lojistik sektörünü dönüştürmeye başlamıştır. Lojistik sektörü, yüzlerce yıllık birikimiyle, operasyonel altyapı, ekipman yönetimi, insan kaynağı gibi temel unsurlarını, teknoloji ve dijitalleşme ile yeniden şekillendiriyor. Bu dönüşüm, lojistik startuPlarının odağında yer almakta ve sektördeki verimliliği artırma amacı taşımaktadır. Yeni nesil lojistik platformları, küresel ölçekteki deneyimlerini dijital çözümlerle birleştirerek, sektördeki geleneksel iş yapış biçimlerini daha modern ve etkin hale getirmeyi hedeflemektedir (Demircioğlu, 2021).

Platform mühendisliği, yazılım geliştirme süreçlerini otomatikleştirerek geliştirici deneyimini ve iş değerini artırmayı hedefler. Şirketler, güvenli ve ölçeklenebilir platformlar oluşturarak iş süreçlerinin verimliliğini iyileştirir ve geliştirici üretkenliğini artırır. Platform yaklaşımı, farklı ekiplerin işbirliği yaparak verimli araçlar ve hizmetler üzerinden çalışmalarını sağlar, böylece geliştiricilerin deneyimi, üretkenliği ve sonuçların kalitesi artar. Bu yaklaşım, maliyet tasarrufu sağlamaktan çok, kullanıcı deneyimi ve üretkenliği iyileştirmeye odaklanır. Ayrıca, platform ürün sahiplerinin kullanıcı geri bildirim döngüleri oluşturması önemlidir (TÜBİSAD, 2024).

Platform mimarisi, işletmelerin esnek ve verimli uygulama bağlantıları kurmalarını, üretim ve teslimat süreçlerini senkronize etmelerini sağlar. Bu, pazarlara ve müşterilere daha hızlı yanıt verme, iş süreçlerini optimize etme ve gerçek zamanlı veri paylaşımı sağlama olanağı tanır. Bulut tabanlı çözümler, işletmelerin farklı uygulamaları entegre etmelerine ve verimli bir dijital platform mimarisi oluşturmalarına yardımcı olur, böylece yanıt sürelerini kısaltır ve operasyonel verimliliği artırır (IDC, 2020). Küreselleşme ve demografik değişiklikler, dijital çözümleri benimsemeyi zorunlu hale getirerek platformların iş dünyasında daha merkezi bir rol oynamasını sağlamıştır. Platformlar, dijital ürünlerin, hizmetlerin ve endüstriyel ürünlerin entegrasyonunu kolaylaştırarak, daha şeffaf, düşük maliyetli ve erişilebilir hizmetler sunar (Bitkom, 2019).

Dijital platformlar, şirketlerin pazarlama stratejileri geliştirmesini ve süreç yenilikleri için fırsatlar oluşturmalarını sağlar. Ancak, başarılı çevrimiçi kanal yönetimi için distribütör katılımı gereklidir. Perakendeci katılımını artırmak, ortak kararlar ve bilgi paylaşımı ile mümkündür (Zhu, vd., 2020). Dijital platformların avantajları arasında geniş kitlelere ulaşma, yeni müşteri edinme, inovasyonu teşvik etme ve maliyetleri azaltma yer alırken, dezavantajları arasında yeni rakiplerin pazara kolay girişi, müşteri ilişkilerinin kaybı ve platform operatörlerine bağımlılık gibi riskler bulunmaktadır (Bitkom, 2020).

#### **1.4. Dijital Dönüşümün Sunduğu Fırsatlar**

Bu dijital dönüşüm sayesinde işletmeler; riskleri yönetmede, maliyetleri düşürmede, verimliliği artırmada, stratejik karar almayı ve iş süreçlerini kolaylaştırmada, müşteri için değer üretmede, sosyal sorumluluk bilinci geliştirmede, güvenlik kaygılarını azaltmada, görünürlük ve şeffaf süreçler ile güvenilirlik düzeyini yükseltmede daha başarılı olabileceklerdir (Eğilmez, 2024a). Süreçleri hızlandırıp kolaylaştırarak işletmelere değer odaklı, sürdürülebilir hizmet sunma fırsatı veren Endüstri 4.0'ın Lojistik ve tedarik zincirlerine sunduğu yetenek ve değerleri aşağıdaki gibi gruplamak mümkündür. Bunlar (Eğilmez, 2023b):

- Görünürlük ile operasyonel mükemmellik
- Takip ve izleme ile vaatlere uyma kolaylığı
- Analitik ve öngörü ile karar destek
- Uzaktan bağlantı ve kontrol ile her yerden müdahale imkânı
- Özerklik ve otonom süreçler ile azalan iş yükü
- Güvenli ve değiştirilemez veri paylaşımı ile kolay bilgi paylaşımı
- Entegrasyon ve akıllı otomasyon ile değer odaklı yaklaşım
- Paydaşlarla işbirliği ve uyum ile sürdürülebilir bir ekosistem

Eğilmez, (2023d)\*in 407 profesyonel katılımcı ile yaptığı ankete göre, Endüstri 4.0 teknolojilerinden faydalanarak süreçlerini dijitalleştirmek isteyen işletmelerin temel amaçları öncelik sırasına göre şu şekilde sıralanmıştır:

- İş süreçlerini kolaylaştırmak
- Müşteriler için değeri üretmek
- Karar almayı kolaylaştırmak
- Çevik hareket kabiliyeti geliştirmek
- Pazar payını artırmak
- Değer zinciri boyunca işbirliği geliştirmek
- Bilgi paylaşımını kolaylaştırmak

### 1.5. Dijital Dönüşüm Zorlukları ve Çözüm Önerileri

Teknoloji trendleri, kuruluşların stratejik yönlerini şekillendirecek fırsatlar ve riskler sunmaktadır. Bu nedenle, bu trendlerin değerlendirilmesi, sürdürülebilir ticari büyüme sağlamak ve rekabette öne çıkmak için kritik öneme sahiptir (Gartner, 2023). Endüstri 4.0 ile birlikte şirketler, çok kanallı teklifler, gelişmiş envanter yönetimi, uçtan uca şeffaflık ve gerçek zamanlı bilgiye dayalı tahmine dayalı analizler gibi zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorluklar, yalnızca kısa vadede gelir artışı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadede organizasyonların yeniden yapılandırılmasını gerektiren bir dönüşüm süreci başlatmaktadır (Dutzler vd., 2016). Tedarik zincirlerinde şeffaflık sağlamak hem teknik karmaşıklık hem de akıllı insan müdahalesi gerektiren bir süreçtir. Ancak, başarıyla elde edilen şeffaflık, envanter tasarrufu, planlama iyileştirmeleri ve maliyet düşürme gibi önemli faydalar sağlar (Schrauf ve Bertram, 2016).

Tedarik zincirinde karşılaşılan başlıca zorluklar arasında kayıp veya hırsızlık, yanlış ikame veya katılma, sahte ürünler ve mevzuata uyumsuzluk gibi riskler yer almaktadır. Ayrıca, tüketici sadakati sağlamak, hızlı ve verimli yürütme ve veri tabanlı hizmetlerle yeni müşteri deneyimleri oluşturmak da önemli zorluklar arasında sayılabilir (Pundir vd., 2019). Kuruluşlar, kurumsal borçlarını (teknolojik, süreçsel, veri, mimari ve güvenlik gibi unsurlar) yöneterek bu zorlukların üstesinden gelebilir. Bu borçlar, genellikle optimize edilmemiş ve tutarsız teknolojik altyapılardan kaynaklanır ve markanın değer önerisini olumsuz yönde etkileyebilir (Gartner, 2020).

Genel olarak dijital dönüşüm zorluklarını veya engellerini üç grupta toplamak mümkündür. İlki ve en önemlisi organizasyon ve insan kaynakları ile ilgilidir. İkincisi strateji ve planlamadan kaynaklı zorluklardır. Üçüncüsü ise yatırım maliyeti ve finansman desteği ile ilgilidir. Bunlar (Eğilmez, 2024b):

- *İlk engel, insan kaynaklı bariyerlerdir. Bu engeller, organizasyonun dönüşüm sürecine ilişkin zorluklardan kaynaklıdır. Vizyon eksikliği, yetki devrinde isteksizlik, sorumluluk ve risk almaktan kaçınma, uyum sorunları ve değişime direnç gibi yönetimsel ve organizasyonel sorunlar, dönüşüm sürecini sekteye uğratabilir. Çalışanlar, yeni teknolojilere uyum sağlamakta zorlanabilir veya bu durumun kendi pozisyonlarını riske atabileceğinden endişe edebilirler. Öte yandan, üst düzey yöneticiler mevcut iş modelini değiştirme fikrine direnç gösterebilir ve dönüşüm için gereken kaynakları kullanma konusunda isteksiz davranabilirler.*

Tüm bu sorunlarla başa çıkabilmek için, dönüşüme öncülük edecek inisiyatif alabilen vizyoner bir lidere, teknolojik ve inovatif başkalaşımı benimseyebilecek kurumsal bir kültüre, değişimi kabul edecek ve birlikte çalışmayı becerebilen dijital yeteneğe sahip çalışanlara ihtiyaç vardır.

- *İkinci zorluk grubu ise, değişime nereden ve nasıl başlanması, hangi teknolojilere yatırım yapılması gerektiği ve bu teknolojilerin mevcut sürece entegrasyonu ile ilgili stratejik planlamadan kaynaklıdır. Bu engel, dönüşüm sürecine yeterince öncülük edemeyen ve sorumluluk almaktan kaçınan liderlerden, dijital yetenek ve teknolojik altyapıdan ve sürece dair bilgi eksikliğinden kaynaklı zorluklardır.*

Bu aşamada ise dijital dönüşüm tasarım adımlarına uyulması başarı oranını artıracak ve süreç yönetimini kolaylaştıracaktır. Süreç yönetiminde bir olgunluk modeli ile hareket edilmesinde fayda vardır.

- *Üçüncü engel ise, yatırım maliyeti ve bu teknoloji yatırımlarının geri dönüş süresine ve oranına ait net kanıtların olmayışdır.*

Devlet desteklerinin daha da artırılması gerekmele beraber işletmelerin ortaklıklar ve dış kaynak kullanarak çözüm yolları bulmaları diğer olasılıklardır.

## II. BÖLÜM

### Akıllı Lojistik / Lojistik 4.0

#### 2.1. Akıllı Lojistik

Endüstri 4.0 ile birlikte lojistik sektöründe dijitalleşme ve otomasyon, geleneksel lojistik anlayışını kökten değiştirmiştir. Bu dönüşüm, "Lojistik 4.0 veya Akıllı Lojistik" adı altında yeni bir kavramın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Lojistik 4.0, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri analitiği, yapay zekâ (AI), blok zinciri teknolojisi, otonom araçlar ve akıllı sensörler gibi teknolojilerin lojistik süreçlere entegre edilmesiyle tanımlanmaktadır. Amaç, tedarik zinciri boyunca daha şeffaf, verimli ve esnek bir yapı oluşturmak ve müşterilere daha hızlı, güvenilir hizmet sunmaktır. Lojistik 4.0'ın temel unsurlarından biri olan IoT, taşımacılık, depolama ve teslimat süreçlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve optimize edilmesini mümkün kılmaktadır. Akıllı sensörler ve RFID etiketleri, ürünlerin mevcut durumlarını, konumlarını ve çevresel koşullarını sürekli olarak rapor ederek, lojistik süreçlerde etkin bir bilgi akışı sağlar. Bu sayede tedarik zincirinde darboğazlar önceden tespit edilebilir, kaynaklar verimli bir şekilde kullanılabilir ve müşteri memnuniyeti artırılabilir.

Yapay zekâ ve veri analitiği, lojistik operasyonlarını daha öngörülebilir ve akıllı hale getiren diğer önemli bileşenlerdir. Büyük veri analitiği, geçmiş verilere dayanarak talep tahminleri, rota optimizasyonu ve stok yönetimi gibi alanlarda etkili çözümler sunabilir. Ayrıca, siber-fiziksel sistemler ve otonom araçlar, lojistik süreçlerin insan müdahalesine olan ihtiyacını azaltarak, operasyonel hataları en aza indirebilir ve verimliliği artırabilir. Lojistik 4.0'ın potansiyeli, yalnızca operasyonel verimlilikle sınırlı kalmamaktadır. Bu dönüşüm, aynı zamanda sürdürülebilirlik açısından da büyük avantajlar sunmaktadır. Akıllı lojistik sistemleri, enerji tüketimini optimize ederek karbon ayak izini azaltır ve kaynakların daha verimli kullanımını sağlayabilir. Bu bağlamda, Lojistik 4.0, hem ekonomik hem de çevresel hedefleri destekleyen yenilikçi bir yaklaşım olarak geleceğin lojistik sektörüne yön vermektedir.

Akıllı Lojistik sistem tasarımı, lojistik süreçlerin bütünsel bir şekilde optimize edilmesi, kaynak kullanımının artırılması ve hızlı yanıt mekanizmaları sağlanması hedeflenmektedir. Özerk taşıma sistemleri, depo yönetimi ve dağıtım süreçlerinde daha az insan müdahalesi ve daha fazla otomasyon sağlanmaktadır. Ayrıca, veri analitiği, müşterilere özel çözümler geliştirme, tedarik zinciri süreçlerini optimize etme ve daha iyi müşteri deneyimleri sunma konularında yenilikler sağlamaktadır. Dijital asistanlar, otonom araçlar ve yapay zekâ

çözümleri hem bireysel hem de kurumsal ölçekte yeni iş modellerine olanak sağlamaktadır. Kısacası, Akıllı lojistik ve Endüstri 4.0'ın kesişiminde, tüm lojistik süreçlerin otonom, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde organize edilmesi beklenmektedir. Tablo 2’de akıllı bir lojistik sistemi tasarımı için kullanılabilir olacak öncü teknolojiler ve sağladığı yetenek ve alanlar ayrıntılı olarak verilmiştir.

**Tablo 2.** Akıllı Lojistik Tasarımında Öncü Teknolojiler

<b>AKILLI LOJİSTİK: Teknoloji Temelli İş Süreçleri Tasarımı</b>			
<b>Anahtar Teknolojiler</b>	Blockchain, IoT, Yapay Zekâ, Robotik ve Pazar Platformları		
<b>Anahtar Beceriler</b>	<b>Blockchain;</b> güvenli, değiştirilemez, aracısız, güvenli veri paylaşımı, akıllı sözleşmeler, notersiz işlemler ve ürün orijin takibi		
	<b>IoT;</b> Akıllı sensör ve RFID ile izleme, takip, görünürlük, anlık veri yakalama ve paylaşımı ile şeffaflık ve öngörü		
	<b>Yapay Zekâ;</b> veriye dayalı risk yönetimi, güvenlik ihlalleri, talep dalgalanmaları ve müşteri odaklı değer yaklaşımı için geliştirilmiş algoritmalar ile karar alma süreçlerini destekleme ve geliştirilmiş müşteri arayüzleri		
	<b>Robotik;</b> tekrarlayan ve risk teşkil eden işlerde, depo yönetimi, ürün lokasyonlama, elleçleme ve operasyonel süreçlerde kolaylık, öğrenebilme, otonom hareket edebilme ve 7/24 çalışabilme ile öne çıkmaktadır.		
	<b>Elektronik Pazar Platformları;</b> müşteriler ile lojistik servis sağlayıcıları, nakliyecileri bir araya getiren, anlık rekabetçi teklif alınıp güvenli teslimat yapılabilen Uber tarzı çevrim içi yük komisyonculuğu yapan sanal platformlardır. <b>Sınırsız, geniş ölçeklendirme potansiyeli, daha fazla şeffaflık ve seçim, müşteriler için daha kolay erişim ve daha düşük işlem maliyetleri</b>		
<b>Nesnelerin İnterneti</b>	<b>Blockchain</b>	<b>Yapay Zekâ (AI)</b>	<b>Robotik</b>
<b>Takip ve izleme</b> <b>Gerçek zamanlı veri</b> <b>Görünürlük</b> (Filo yönetimi, Stok yönetimi, Depo yönetimi, Cihaz yönetimi, Envanter yönetimi, Ürün lokasyonlama, İade/atık yönetimi Uzaktan bağlantı, Birlikte çalışabilirlik)	<b>Değiştirilemez veri</b> <b>Güvenli veri paylaşımı</b> <b>Aracısız işlemler</b> (Akıllı notersiz sözleşmeler, Azaltılmış kaynak kullanımı, Azaltılmış presedürler,)	<b>Öngörücü risk yönetimi</b> <b>Önleyici bakım</b> <b>Önleyici güvenlik ihlalleri</b> (Optimize edilmiş süreç yönetimi, Sahte ürün takibi, Akıllı operasyonlar, Akıllı tedarik yönetimi)	<b>Akıllı sipariş hazırlama</b> <b>Akıllı ürün lokasyonlama ve Otonom çalışma</b> (Öğrenebilme, Sürücüsüz araçlar, Araç insan etkileşimi, Makinalar arası etkileşim)

<b>Teknolojilerin Sunabileceği Temel Faydalar</b>			
Hata oranında azalma Süreç verimliliği Denetleme kolaylığı	Şeffaflık Güvenilirlik Güvenlik	Proaktif hizmet Optimize edilmiş süreçler Karar alma desteği ve risk yönetimi	İnsana bağıllıkta azalma, Verimli ve güvenli iş süreçleri, 7/24 çalışma esnekliği
Akıllı Sensör, RFID ile Bulut Entegrasyonu	Tradelens vb. Platform Entegrasyonu	Yapay Zekâ ve İleri Analitik Entegrasyonu	Robotik + Depo yazılım Entegrasyonu
<b>AKILLI LOJİSTİK:</b> Akıllı Depo Yönetimi + Akıllı Filo Yönetimi + Akıllı Operasyonlar + Akıllı Varlık Yönetimi + Akıllı Müşteri Hizmetleri + Akıllı Bakım + Akıllı Güzergâh Rotalama + Akıllı Geri Dönüşüm			
AKILLI-BAĞLI-ÇEVİK-VERİMLİ-ESNEK-DİRENÇLİ-İŞBİRLİKÇİ-ENTEGRE ŞEFFAF-İZLENEBİLİR-GÜVENLİ			

## 2.2. Akıllı Lojistik / Lojistik 4.0 Tanımı

2011 yılında Endüstri 4.0'ın tanıtılmasıyla birlikte, hizmetler ve ürünler akıllı ve birbirine bağlı hale gelmiştir. Ancak o günden bugüne, bazı kavramlar hâlâ tam anlamıyla netleşmemiştir. Akıllı Lojistik ve Lojistik 4.0 kavramları da bu belirsizliklerden nasibini almıştır. Bunun temel nedeni, Alman Hükümeti tarafından ortaya atılan Endüstri 4.0 kavramının, farklı ülkelerde farklı isimlerle anılan bir kalkınma stratejisi olarak görülmesidir. Bu stratejilerin odağında genellikle "akıllı" olma özelliği bulunduğundan, 4.0 ifadesinin yerine daha genel bir yaklaşımla "akıllı" kavramının tercih edilmesi yaygın bir anlayış olmuştur.

Lojistiğin temel faaliyetleri olan taşıma, depolama, operasyonel faaliyet ve müşteri hizmetleri süreçlerinin etkinliğini artırmak için otomasyon, akıllı sensörle ve yapay zekâ başta olmak üzere mevcut sistemlere entegre edilerek beraber çalışabilen teknolojilerin pratik bir uygulaması olan akıllı lojistik için aşağıda farklı tanımlar verilmiştir. Akıllı lojistik için yapılan tanımlamalardan bazıları şu şekildedir:

Uckelmann, (2008) “Akıllı Lojistiğe Tanım Yaklaşımı” makalesinde endüstri 4.0 teriminden önce nesnelere interneti kavramı ile bu konuyu ele alan öncü bilim insanlarından biridir. Akıllı Ürünleri ve Akıllı Servisleri tanımlamak için kullanılan teknoloji odaklı yaklaşım, “Akıllı Lojistik” i tanımlamak için kullanılmaktadır.

- Akıllı Lojistik: insanların bazı gereksiz çalışmaları akıllı ürünlere ve akıllı hizmetlere devredilebilecek her şey olarak tanımlanabilir (Uckelmann, 2008).
- Lojistik 4.0 terimi, Endüstri 4.0'ın lojistik alanındaki özel uygulamalarına verilen isimdir (Glistau ve Machado, 2018).
- Akıllı lojistik, tedarik zinciri boyunca ürün kalitesinin izlenmesine aktif olarak katkıda bulunan tanımlama, algılama ve veri iletimi için sistemin uzak bir ögesidir (La Scalia vd., 2015).
- Akıllı lojistik sistemler insan faktörünün giderek ve karmaşıklığın azaldığı, akıllı ürünlerin depolanıp taşındığı, depolama, elleçleme ve taşıma sistemlerinin otonom olmaya doğru gittiği bir sisteme karşılık gelmektedir (Gürel ve Serdarasan, 2018).
- Lojistik 4.0, yeni dijital teknolojilerin yüksek maliyet baskısı ve hızlı teslimat sürelerine karşı kişiselleştirilmiş ürünler sunma konusundaki artan talepleri karşılamak için kullanıldığı ortaya çıkan bir olgudur (Winkelhaus ve Grosse, 2020).
- Akıllı lojistik, hızla değişen müşteri beklentilerinin zorluklarını karşılamannın, yeni teknolojilerin getirdiği fırsatları değerlendirmenin ve yeni iş modellerini kolaylaştırmanın etkili bir yoludur. akıllı lojistik genellikle geleneksel çözümlerden daha akıllı bir şekilde planlanan, yönetilen ve kontrol edilen taşımacılık, depolama ve müşteri hizmetleri gibi farklı lojistik operasyonlarını ifade eder (Ding vd., 2021).
- Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde dijital dönüşüm, dijital dönüşüm teknolojilerinin kullanımıyla değer oluşturmada meydana gelen değişiklikler, stratejilerin ve süreçlerin uyarlanması ve çevikliğinin artması, daha yüksek üretkenlik ve daha müşteri odaklı bir tedarik zinciri gibi hedeflere ulaşılmasını desteklemek için inovasyon ve liderlik gibi kolaylaştırıcıların uyarlanmasıdır (Singhdong vd., 2021).

Tüm bu tanımlardan yola çıkarak; **Akıllı lojistik**, tedarik zinciri boyunca ürünlerin depolanması, taşınması ve yönetimi süreçlerinde dijital teknolojilerin entegrasyonu ile otonom sistemlerin kullanıldığı, insan müdahalesinin minimize edildiği ve müşteri beklentilerini karşılamada esneklik ve verimliliği artırmayı hedefleyen yenilikçi bir yaklaşım olarak tanımlanabilir. Bu akıllı sistem, IoT (Nesnelerin İnterneti), yapay zekâ, veri analitiği ve otonom cihazlar gibi teknolojileri kullanarak lojistik operasyonlarının planlanmasını, izlenmesini ve optimize edilmesini sağlayabilir. Akıllı lojistik, değişen pazar taleplerine hızlı uyum sağlayarak, kişiselleştirilmiş hizmet sunumunu ve sürdürülebilir iş modellerini destekler.



### 2.3. Akıllı Lojistiğin Özellikleri

Akıllı lojistiğin temel özellikleri, dijital teknolojilerin etkin bir şekilde kullanımıyla ortaya çıkan avantajlara dayanmaktadır. Akıllı lojistiğin özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz (Kayıkçı, 2018; Song, vd., 2020; Ding vd., 2021; Eğilmez, 2023a):

- **Entegre Planlama ve Yürütme Sistemleri:**  
Tüm tedarik zinciri süreçlerini (üretim, depolama, dağıtım vb.) birbirine entegre ederek gerçek zamanlı ve senkronize yönetim sağlar.
- **Lojistik Görünürlüğü:**  
Tedarik zinciri boyunca mal ve bilgi akışlarının gerçek zamanlı olarak izlenebilirliği ve şeffaflığı artırılır. Bu, karar alma süreçlerini iyileştirir ve operasyonel verimliliği yükseltir.
- **Otonom Lojistik:**  
Yapay zekâ ve robotik sistemlerin desteğiyle, insana bağımlılığı azaltan otonom araçlar ve süreçler uygulanır (ör. otonom depo robotları, drone teslimatları).
- **Akıllı Tedarik ve Depolama:**  
Gelişmiş analitik ve nesnelerin interneti (IoT) teknolojileriyle tedarik ve stok yönetimi optimize edilir. Bu, fazla stok veya yetersiz stok sorunlarını en aza indirir.
- **Yedek Parça Yönetimi:**  
Özellikle üretim ve servis süreçlerinde, yedek parçaların uygun zamanlama ve maliyetle teminini sağlayan dijital çözümler uygulanır.
- **Gelişmiş Analitik ve Büyük Veri Yönetimi:**  
Büyük veri analitiğiyle, lojistik süreçlerdeki geçmiş veriler analiz edilerek talep tahmini, rota optimizasyonu ve risk yönetimi gibi alanlarda stratejik avantaj sağlanır.
- **Bulut Bilişim Tabanlı Sistemler:**  
Cihaz ve konumdan bağımsız olarak verilere erişim ve işleme imkânı sunar. Bu sayede, operasyonlar merkezi olmayan bir yapıda da kolayca yönetilebilir.
- **Otonom ve Merkezi Olmayan Karar Alma:**  
Yapay zekâ sistemleriyle, süreçlerin karmaşıklığı azaltılarak hızlı ve etkili karar alma sağlanır.
- **İnsan-Makine Etkileşimi:**  
Akıllı kullanıcı arayüzleri, artırılmış gerçeklik (AR) ve giyilebilir teknolojiler sayesinde daha verimli operasyonlar gerçekleştirilir ve kullanıcı deneyimi artırılır.
- **Kesinti ve Risk Yönetimi:**  
Senaryo analizleri ve tahmin modelleri ile tedarik zincirindeki riskler

önceden tespit edilip yönetilebilir hale gelir. Bu da operasyonel esnekliği artırır.

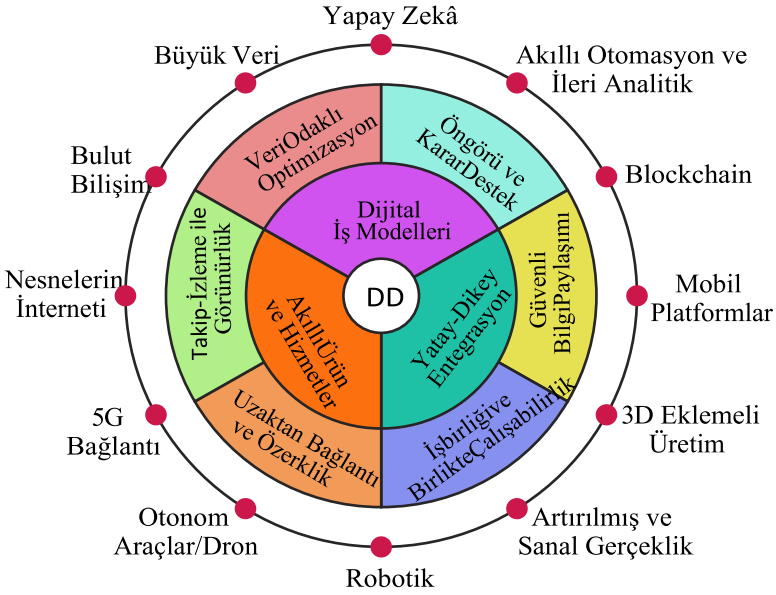
- **Yatay ve Dikey İşbirliği:**

Tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında (üretici, lojistik sağlayıcı, perakendeci) veri paylaşımı ve koordinasyonu kolaylaştıran sistemler geliştirilir.

- **Sürdürülebilirlik ve Çevre Duyarlılığı:**

Dijital teknolojiler, karbon ayak izini azaltan enerji verimli çözümleri destekler. Örneğin, rota optimizasyonu yakıt tüketimini azaltır.

Bu özellikler, akıllı lojistiğin, sadece operasyonel süreçlerin verimliliğini artırmakla kalmayıp aynı zamanda şirketlerin rekabet avantajını güçlendiren stratejik bir yaklaşımla hareket etmesini de sağlayabilir. Şekil 1’de akıllı ve dijital bir lojistik süreç tasarımı için gerekli teknolojiler ve bu teknolojilerin sağladığı yetenek ve özellikler verilmiştir. Şekil 1’e göre, dijital dönüşümün merkezinde üç amaç fonksiyonu vardır.



Şekil 1: Dijital Dönüşüm Tasarım İlkeleri

**Kaynak:** Eğilmez, (2023a). Dijital Tedarik Zinciri Yönetimi, Duvar Yayınları

Bunlar; “Yeni dijital iş modelleri oluşturulması, Akıllı ürün ve hizmet sunumu ve Yatay ve dikey entegrasyon.” Bu amaçlara hizmet edebilecek mevcut teknolojiler en dışta verilmiş olup bu teknolojiler amaçlanan dönüşüm sürecine altı farklı

alanla hizmet vermektedirler. Amaçlara ulaşmada destek olan bu dijital yetenek alanları ise; “Takip ve İzleme ile Görünürlük”, “Veriye Odaklı Optimizasyon”, “Öngörücü Karar Destek Sistemleri”, “Güvenli Bilgi Paylaşımı”, “İşbirliği ve Birlikte Çalışabilirlik ile Uyum” ve “Uzaktan bağlanabilirlik ve Özerklidir”.

Dijitalleşme süreciyle birlikte, yeni teknolojilerin kullanımı üretim ve lojistik süreçlerini kalıcı olarak değiştirecektir. Endüstri 4.0 paradigmasının, temel özellikleri esneklik ve ademi merkezizettir. Bu teknolojiler, "Lojistik 4.0" anlayışının temelini oluşturur ve lojistik nesnelerrinin bütünsel bir ağ oluşturmasını sağlamaktadır. Yerelleştirme, tanımlama, kontrol, yapılandırma ve bağlantı gibi teknolojik bileşenler hem kolaylaştırıcı hem de lojistik süreçlerinin verimliliğini artıran itici güçler olarak değerlendirilebilir (Schmidtke vd., 2019).

Özellikle *yeni işbirlikleri geliştirilmesi* ve *sistemlerin birbiri ile entegre çalışabilmesi* iki önemli husustur. Dijitalleşme, lojistik sektöründe işbirliği ve verimliliği artırabilir. Örneğin:

- Paylaşımlı Depolar ve Taşıma Kapasiteleri: Şirketler arasında bilgi paylaşımı ve veri entegrasyonu sağlanarak, geniş operasyon alanları için sınır ötesi lojistik merkezleri oluşturulabilir
- Varlıkların Ortak Kullanımı: Birden fazla şirketin ortak fiziksel tesisleri kullanmasını sağlayan stratejik ittifaklar oluşturulabilir
- Dijital İş Modelleri: Yönetimden süreçlere kadar tüm katmanlarda dijital yeteneklerin uygulanmasını ve yazılım, biişim, bakım, uzaktan kontrol ve sosyal medya yönetimi gibi birçok alanda yeni istihdam alanlarını içerir.

Dijital tedarik zincirinin temel amacı, doğru ürünü müşteriye en kısa sürede ve güvenilir bir şekilde ulaştırmaktır. Bunu başarmak için riskleri öngörerek çevik bir yaklaşımla sistemi uyarlamak ve otomasyon yoluyla verimliliği artırıp maliyetleri düşürmek gereklidir. Bu hedef, tedarik zincirinin tamamen entegre olmasıyla mümkündür.

**Entegrasyon**, tedarikçileri, üretimi, lojistiği, depolamayı ve müşterileri merkezi bir bulut tabanlı sistem üzerinden bir araya getirerek sağlanabilir. Özelleştirilmiş üretimin yaygınlaştığı ve müşterilerin beklentilerinin arttığı bir dünyada, hızlı ve esnek bir tedarik zinciri, hem büyük bir rekabet avantajı hem de bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu esneklik, operasyonel, taktiksel ve stratejik planlamanın iç ve dış entegrasyonuyla mümkündür (Schrauf ve Bertram, 2016).

**Takip-İzleme** bir diğer önemli özelliktir. Lojistik sektöründe günlük binlerce gönderinin takibi, düşük enerji tüketen akıllı sensörler, GPS, RFID etiketleri ve çeşitli veri kaynaklarıyla sağlanmaktadır. Hava durumu tahminleri ve sosyal

medya gibi ek veri kaynakları da bu süreçte kullanılabilir. Elde edilen veriler, çevrimiçi web portalları üzerinden gerçek zamanlı olarak analiz edilebilir ve 7/24 paydaşların kullanımına sunulabilir. Bu alanda öne çıkan teknolojiler RFID ve GPS cihazlarıdır.

- *SmartSensor RFID*: UHF RFID teknolojisine dayalı pasif bir cihazdır. Nakliye sırasında sıcaklık verilerini izler ve hava, deniz, kara taşımacılığında kısıtlamasız kullanılabilir.
- *SmartSensor GPS*: Coğrafi konumun yanı sıra sıcaklık, nem, şok ve ışık verilerini ölçer. Deniz ve kara taşımacılığında herhangi bir kısıtlama olmaksızın kullanılabilir. Tak ve çalıştır bir çözüm sunar ve bağımsız bir cihazdır.

Bu teknolojiler, özellikle yaşam bilimleri ve sağlık (LSH) sektörü gibi hassas taşımacılık gereksinimleri olan alanlarda kritik öneme sahiptir. Özellikle Covid-19 aşularının güvenli taşınmasında bu çözümlerin önemi bir kez daha öne çıkmıştır (URL: DHL, 2016).

**Görünürlük** sadece lojistik alanda değil tüm sektörlerde en kritik özelliklerden biridir. Tedarik zinciri yönetiminde başarının temelinde etkili bilgi paylaşımı yer alır. Ani talep değişiklikleri, hammadde eksiklikleri ve doğal afetler gibi faktörler, en iyi planları dahi sekteye uğratabilir. Dijital tedarik zincirinin temel amacı, tedarik ağının tüm paydaşlar tarafından görülebilir hale getirilmesidir. B2C (işletmeden tüketiciye) pazarlarında, müşterilerin sevkiyat varışları hakkında gerçek zamanlı bilgi talepleri, şirketleri daha şeffaf olmaya zorlamaktadır. B2B (işletmeden işletmeye) ağlarında ise üreticiler, genellikle üretim planlarına dayalı olarak, sevkiyatların durumu hakkında zamanında bilgi beklerler. Doğru ve güncel nakliye bilgileri, üreticilerin müşteri memnuniyetini artırmasına yardımcı olabilir. Tedarik zincirinde taşıma durumu ve teslim sürelerine ilişkin dış etkenlere dair bilgiye erişim, işletmelere planlarını hızla değiştirme esnekliği sağlar. Bu, tedarik zincirini rekabet avantajı elde etmek ve riskleri daha etkin yönetmek isteyen firmalar için önemli bir strateji haline getirir. Tedarik zinciri görünürlüğü, seyahatin herhangi bir noktasında herhangi bir taşıma modundaki mal sevkiyatlarının durumunu izlemeye olanak tanıyan etkili bir "takip ve izleme" sisteminin varlığına bağlıdır (Schrauf ve Bertram, 2016).

**Konumdan Bağımsız Çalışma** özellikle COVID-19 ile önemi ortaya çıktı ve çalışanlar, müşteriler, tedarikçiler ve organizasyonlar arasındaki fiziksel etkileşimleri değiştirdi. Bu durum, iş dünyasında konumdan bağımsız bir çalışma modelinin gerekliliğini ortaya koydu. Konumdan bağımsızlık, iş dünyasını desteklemek için teknoloji altyapısında değişiklikler yapılmasını gerektirmektedir. Bu modelin verimli olabilmesi için işbirliği araçları, güvenli uzaktan erişim, bulut altyapısı, dijital deneyim izleme ve otomasyon gibi temel

yapı taşlarına sahip olması önemlidir. Konumdan bağımsız çalışma modelinin temel bileşenleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Gartner, 2020):

- İşbirliği ve Üretkenlik: Bulut tabanlı ofis paketleri, dijital beyaz tahta ve akıllı çalışma alanları ile iş akışı ve toplantı çözümleri
- Güvenli Uzaktan Erişim: Çok faktörlü kimlik doğrulama ve sıfır güvenli ağ erişimi gibi güvenlik protokolleri
- Bulut ve Uç Altyapısı: Dağıtılmış bulut, IoT, API ağ geçitleri ve uç işleme
- Dijital Deneyim İzleme: Çalışan ve müşteri etkileşimlerini izleyerek dijital deneyimin iyileştirilmesi
- Otomasyon: Uç nokta yönetimi ve SaaS yönetim platformları ile uzaktan işlemler için otomasyon

## 2.4. Akıllı Lojistiğin Faydaları

Akıllı lojistiğin en temel faydalarından biri tedarik zinciri yönetiminde iyileştirilmiş verimlilik ve operasyonel süreçlerdeki kontrolüdür. Tedarik zinciri yönetiminde işbirliğine dayalı çözümler, verimlilik ve operasyonel etkinlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Görünürlük platformları sayesinde nakliye ekipleri, bilgi arama ve toplama süreçlerinde harcanan zamanı azaltarak operasyonel süreçlere odaklanabilir. Bu platformlar, sevkiyet görevlilerinin sorunlara hızlıca çözüm bulmasına olanak tanırken, depo operasyonlarında %10 ila %30 arasında verimlilik artışı sağlayabilmektedir. Özellikle dinamik rampa tahsisi, kamyonların geliş saatlerindeki belirsizliklerden kaynaklanan bekleme sürelerini önemli ölçüde azaltabilir. Ayrıca, gecikmelerden kaynaklanan cezalarda %25 ila %50 oranında azalma sağlanabilir. Bu, teslimat programlarının daha hassas ölçümü ve gecikmelerin önceden alıcılara bildirilmesiyle mümkün hale gelir. Ek olarak, gerçek zamanlı verilerle davaların çözüm süreci hızlandırılır; CMR belgelerine ve diğer teslimat kanıtlarına erişim kolaylığı, davaların çözüm maliyetlerini %10 ila %40 oranında azaltabilir. Gerçek zamanlı izleme platformları, OTIF (Tam Zamanında ve Eksiksiz Teslimat) gibi performans göstergelerini ölçmede hassas veri sağlar. Bu sayede üreticiler ve perakendeciler, envanter yönetimini optimize edebilir ve nakliye süreçlerini daha sıkı kontrol altında tutabilir. Ayrıca, müşteri memnuniyetini artırmak için teslimat sürelerinin tahmini ve gecikme durumlarında alıcıya hızlı bilgilendirme sağlanmaktadır. Böylece, lojistik süreçlerde daha güvenilir ve şeffaf bir yapı oluşturulmaktadır (Shippeo, 2021).

Lojistik 4.0 ve akıllı lojistiğin muhtemel faydalarını araştıran birçok yayın vardır. Bunlardan Adeniran vd. (2024)'e göre, dijital lojistik tasarımının yük ve lojistik

operasyonlarını organize etmek, planlamak ve yönetmek için büyük avantajlar sunmaktadır. Bunlar:

- Otonom karar alma;
- Giyilebilir bilişim gibi artırılmış gerçeklik teknolojileriyle bütün bir müşteri deneyimini mümkün kılmak;
- Konum ve cihazdan bağımsız bulut bilişim tabanlı bilgi toplama;
- Karmaşık süreçlerdeki arızaları azaltmak;
- İnsanlar ve makineler arasındaki etkileşim yoluyla geliştirilmiş otomasyon;
- Merkezi olmayan yaklaşımlar yoluyla düşük yönetim karmaşıklığı;
- Lojistik merkezleri ve ulaşım ağları için verimlilik ve görünürlük;
- Hem dikey hem de yatay olarak işbirliğini kolaylaştıran yazılım mimarisi ve açık, akıllı bir kullanıcı arayüzü;
- Tedarik zinciri boyunca tam şeffaflık;
- Gerçek zamanlı operasyonlar; ve
- Büyük veri analitiği kullanarak optimizasyon için artan potansiyeldir.

Büyüközkan ve Güler (2019) ise çalışmalarında işletmelerin lojistik 4.0 dan beklentilerini stratejik, taktiksel ve operasyonel olmak üzere üç seviyede sıralamışlardır. Bunlar;

#### ***Stratejik Seviyede Beklentiler***

- Stratejik karar almada yardım
- Tedarik zincirinde risk yönetimi
- Müşteri sadakatinde artış/ müşteri değer yönetimi
- Güvenli iş süreçleri-Dijital kontrol
- İnsana olan bağlılıkta azalma-Aracısız iş
- Gerçek zamanlı veri ve doğru bilgiye erişim kolaylığı

#### ***Taktik Seviyede Beklentiler;***

- İleri derecede talep ve sipariş tahmini
- Kaynak kullanımı optimizasyonu
- Tedarik zinciri boyunca görünürlüğün artması-Şeffaflık, takip
- Yakıt tasarrufu (doğru rotalama)
- Teslimat esnekliği

#### ***Operasyonel Seviyede Beklentiler;***

- Hata oranında azalma
- Süreçlerin çevrim sürelerinde azalma
- İzlenebilirlik ve denetlenebilirlik artışı
- Depo faaliyetlerinde verimlilik artışı

Eğilmez, (2023b) çalışmasında, lojistik firmalarının, sürdürülebilir, inovatif bir dijital tedarik zincirlerinin parçası olabilmek adına süreçlerini, organizasyonel yapılarını ve çalışanlarını dijital dönüşüme hazırlamaları gerektiğini vurgulayarak, dijitalleşmenin işletmelere sunabileceği fırsatları aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- daha verimli ve yalın iş akışları,
- daha çevik operasyonel süreç yönetimi,
- daha doğru ve erişilebilir anlık veri paylaşımı,
- daha akıllı analitik ve bilgi yönetimi,
- daha öngörülebilir risk yönetimi,
- daha fazla otomasyon ve
- daha fazla güçlendirilmiş stratejik karar vermedir.

Akıllı Ürünler ve Hizmetler genellikle teknoloji odaklı bir yaklaşımla yeni teknolojilerden gelişmektedir. Bu bakımdan akıllı ürünler, her yerde bilgi işlem teknolojileri ile elde edilen daha fazla görünürlük temelinde ek işlevsellik sunar. İşlevleri, varlıklar, yedek parçalar, Akıllı Ürünler ile ilgili araçlar, ürün yaşam döngüsü geçmişi ve diğer ürünlerle komşuluk gibi yakın çevre ve ilişkilere dayanır. Bu unsurlardan bazıları şunlardır (Uckelmann, 2008):

- Tehlikeli mallar, felaketlere yol açabilecek başka mallara yakınsa alarm oluşturur
- Soğuk zincir mallarının paketlenmesi, soğuk zincir kesintiye uğrarsa haber verir
- Makine (alet, araba, uçak) yalnızca orijinal parçalar kullanılıyorsa çalışır; kullanım döngüsü sona ererse, yeni yedek parçalar otomatik olarak sipariş edilir
- Parti yerini algılar, üretim makineleriyle iletişim kurar, üretim yeri uymazsa makine uyarı üretir
- Otomatik satış makinesi, stokunun yanı sıra servis ihtiyaçlarını da algılar ve ikmal veya servis gerekiyorsa bir mesaj üretir
- Akıllı Lojistik, Lojistik içindeki Akıllı Ürünlerin yanı sıra Akıllı Servisleri de kapsar ayrıca bağlı sistemler olduğundan çevreleriyle etkileşime de geçer

- Depo içindeki otonom araçlar öge tanımlar, ortamı algılar ve özerk hareket edebilir veya iletişim kurar
- Tekrarlayan işleri ve riskli çalışma ortamlarını robotlara devredebilir
- Akıllı müşteri hizmet ve servisleri sunar, kontrol eder ve hatırlar

Pundir vd. (2019) çalışmalarına göre, lojistik alanı için blockchain temelli IoT çözümleri, iş süreçlerini basitleştirerek, müşteri deneyimini geliştirirken önemli maliyet hizmetleri sunmaktadır. Bu teknolojilerin lojistik dünyasında büyük değişiklikler yapacağı öngörülmektedir. Bu etkiler:

*Gerçek Zamanlı Takip ve İzleme:* Blockchain temelli IoT çözümleri, malzemelerin ve tedarik zincirinin izlenebilirliğini artırır.

*Dış Kaynaklı Sözleşme İmalatında Görünürlük ve Uygunluk Kontrolü:* Tedarikçilerle olan pazarlarda, şeffaflık ve şirket denetiminde kolaylık sağlar.

*Varlık Kontrolü:* Ürünler üretimden son kullanıcıya ulaşana kadar ki süreçleri ve ürün yolculuğu ve maruz kaldığı şartlar açısından takip edilebilir ve ürünün orijinalliği garanti altına alınabilir ve sahtecilik azaltılabilir.

*Filo Rotalarının Optimizasyonu:* Trafik izlemek, rota optimizasyonu ile yakıt maliyetlerinden tasarruf etmenize yardımcı olabilir.

*Evrak ve İdari Maliyetlerin Azaltılması:* Dijitalleşme ve otomasyon sayesinde, evrak işleri ve idari işlemler daha hızlı ve verimli hale gelir.

*Kullanıcı Bilgileri ve Müşteri Davranışı:* IoT sensörleri kullanılarak, müşteri hizmet alım kalıpları oluşturulabilir ve ürün kullanımından elde edilen değerli verilerle daha etkin müşteri hizmet sunulabilir.

*Şeffaflık Arttırılması:* Paydaşlarla işlemlerde daha fazla şeffaflık sağlayarak, güven oluşturulur ve işbirlikleri güçlendirilebilir.

*Veri Güvenilirliği ve Kamu Güveni:* Blockchain sayesinde veri güvenliği garanti altına alınır, uyuşmazlık çözüm süreleri kısılır ve kamu güveni güçlendirir.

*Tedarik Zinciri Hatalarının Azaltılması:* Yanlış uygulamalar ve hatalı karar verme riskleri, gerçek zamanlı izleme ile azaltılabilir.

*Zamanında Raporlar ve Uyarılar:* Blockchain teknolojisi, gerçek zamanlı raporlar ve uyarılarla, iş akışında kesintiye yol açmadan önemli bilgilere erişmeyi sağlar.



*Doğru Zaman ve Doğru Bilgi:* Uyarılar, desteğin operasyonlarını optimize etmesi ve işlemlerin düşük oranlarda ilerlenmesine yardımcı olur.

*Sevkiyat Bütünlüğü:* Sevkiyatların güvenliği ve doğruluğunu sağlamak için sıcaklık, nem, şok, ışık gibi etkenlere uyum anlık takip edilir.

Bu unsurlar, blockchain ve IoT teknolojilerinin iş süreçlerini dönüştürerek, daha verimli, şeffaf ve güvenli bir iş dünyası oluşturacağını göstermektedir.

DHL (2019), "What is next: The top trends impacting supply chain management in 2019" raporu, lojistiğin modern tedarik zincirlerindeki rolünü ve faydalarını birkaç açıdan değerlendirmektedir. Özellikle küresel ve birbirine bağlı tedarik zincirlerinde, lojistik faydakarı; belirsizliklerle mücadele, maliyetlerin kontrolü, kriz yönetimi ve müşteri memnuniyetinin sağlanması açısından çok çeşitlidir. Teknoloji destekli yaklaşımlar, lojistik süreçlerinin daha çevik, dayanıklı ve öngörülebilir olmasına katkı sağlamaktadır. Bu, işletmelere rekabet avantajı kazandıran önemli bir unsur olarak görülmektedir. Bu rekabet yaklaşımlarını aşağıdaki gibi gruplayabiliriz:

- **Belirsizlikle Mücadele Yeteneği:**

Artan belirsizlikler (örneğin, tarifeler, ticaret anlaşmaları veya iklim olayları) tedarik zincirinde ciddi aksamalara yol açabilir. Ancak, çevik lojistik sistemleri bu belirsizliklerle başa çıkmada kilit rol oynayabilir. Bu alanda lojistiğin faydaları arasında:

**Esneklik:** Proaktif tedarik zinciri planlaması, ani değişikliklere hızlı adapte olmayı mümkün kılar. Örneğin, malzeme eksikliği veya yüksek maliyetlere karşı alternatif çözümler bulunabilir.

**Krizle Dayanıklılık:** Doğal afetler veya ani tarifelerdeki değişim gibi krizlere karşı hızlı yeniden yapılandırma ve hizmet sürekliliğini sağlama yeteneği önemli bir avantajdır.

- **Teknolojinin Kullanımı ve Avantajları**

Raporda vurgulandığı gibi, gelişmiş tedarik zinciri modelleme araçları ve bulut tabanlı risk yönetimi çözümleri, lojistiğin geleneksel rollerini genişletmiştir:

**Senaryo Modelleme:** Anlık değişimlere (örneğin, maliyet artışı, nakliye rotası değişikliği) en uygun tepkiyi belirlemek için senaryolar oluşturulabilir. Bu, karar alma süreçlerini daha hızlı ve etkili hale getirir.

**Büyük Veri ve Analitik:** Büyük veri analitiği, lojistik süreçlerinde daha fazla öngörü sağlayarak proaktif çözümler geliştirmeye olanak tanır. Örneğin, potansiyel aksaklıkları tespit etmek ve envanteri stratejik olarak yeniden konumlandırmak mümkündür.

- **Yüksek Servis Seviyesi Sağlama**

Lojistik, tedarik zincirinin sorunsuz işlemesi ve müşteri memnuniyetinin sürdürülmesi için kritik öneme sahiptir:

**Hizmet Sürekliliği:** Malzemelerin zamanında ulaşmasını ve müşteri taleplerinin karşılanmasını sağlar.

**Maliyet Yönetimi:** Tarifeler veya lojistik maliyetlerindeki dalgalanmalara hızlı tepki verilerek operasyonel maliyetler kontrol altında tutulabilir.

## III. BÖLÜM

### Akıllı Lojistik Hizmetleri

#### 3.1. Temel Lojistik Faaliyetleri

Doğru ürünü, doğru zamanda, doğru yerde ve doğru koşullarda bulundurmak, lojistik ve nakliye alanında iyi bilinen temel gereksinimlerdir. Ancak, akıllı ürünler bu noktada devreye girerek, her yerde bilgi işlem teknolojilerinin sunduğu daha fazla görünürlük ve ek işlevsellik sağlar. Akıllı ürünler ve akıllı hizmetleri tanımlamak için kullanılan teknoloji odaklı yaklaşım, aynı zamanda 'Akıllı Lojistik' kavramını açıklamak için de kullanılmaktadır (Uckelmann, 2008).

Lojistik, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için ürün, bilgi ve hizmetlerin tedarik noktalarından tüketim noktalarına kadar etkin ve verimli bir şekilde taşınmasını, depolanmasını ve yönetilmesini sağlayan bir süreç olarak tanımlanabilir. Amacı, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru müşteriye, doğru miktarda, doğru şartlar altında ve doğru maliyetle sağlanmasıdır. Lojistik hizmetleri hem işletmelerin verimliliğini artırmaya hem de müşteri memnuniyetini sağlamaya yönelik stratejik bir fonksiyondur. Lojistiğin alt yapısında tedarik zinciri yönetimi, bilgi teknolojileri ve sürdürülebilirlik gibi disiplinler yer almaktadır ve lojistik bu alanlarla bütünleşik bir şekilde çalışmaktadır.

Lojistik faaliyetleri temelde; nakliye (taşıma), depolama, elleçleme (yükleme-boşaltma), filo yönetimi, terminal hizmetleri, sipariş hazırlama, stok yönetimi, katma değerli hizmetler, gümrükleme, sigortalama, iade yönetimi ve müşteri ilişkileri gibi faaliyetlerden oluşmaktadır. Lojistik moduna ve verilen hizmet türüne göre faaliyetler değişiklik gösterebilmektedir. Geniş bir kapsamda birçok faaliyet alanını içeren lojistiğin temel faaliyet alanları şunlardır:

- **Taşıma (Nakliye):**  
Ürünlerin bir noktadan diğerine hareketinin planlanması ve gerçekleştirilmesidir. Karayolu, denizyolu, havayolu, demiryolu veya boru hattı gibi farklı taşıma modları kullanılmaktadır.
- **Depolama ve Stok Yönetimi:**  
Malların geçici olarak saklanması, düzenlenmesi ve kontrolü. Bu süreç, ürünlerin depolarda doğru şekilde yerleştirilmesini ve stok seviyelerinin optimize edilmesini içermektedir.

- **Sipariş İşleme:**  
Müşteri siparişlerinin alınması, işlenmesi ve yerine getirilmesi süreçlerini kapsar. Bu aşama, lojistik sürecin merkezinde yer alır.
- **Ambalajlama ve Elleçleme:**  
Ürünlerin taşınmaya ve depolanmaya uygun hale getirilmesi. Ambalajlama, ürünleri korurken elleçleme, ürünlerin taşınabilirliğini artırmaktadır.
- **Filo Yönetimi:**  
Ekipmanların ve araçların izlenmesi ve kontrol edilmesidir. Sefere çıkacak en uygun aracın tahsisi, yükleme ve sipariş hazırlama gibi operasyonel işlerin yönetimi ve en uygun rota ve güzergâh seçimini içermektedir. Maliyetler üzerinde doğrudan etkilidir.
- **Müşteri Hizmetleri:**  
Teslimat süreleri, izleme hizmetleri ve iade işlemleri gibi müşteri memnuniyetini sağlamaya yönelik faaliyetler.
- **Tersine Lojistik:**  
Boş kapları veya kullanılmış, bozuk veya geri dönüşüm için iade edilen ürünlerin toplanması, taşınması ve yönetilmesi süreçlerini kapsar.

Bu temel faaliyetler, lojistik sistemlerin temel taşlarıdır ve her biri işletmelerin etkinlik ve verimlilik hedeflerine ulaşmasında kritik rol oynamaktadır. Song vd. (2020), akıllı lojistiğin temel fonksiyonlarını sekiz senaryoya ayırarak açıklamıştır. Bu senaryolar, akıllı lojistiğin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır ve lojistik süreçlerin daha etkin yönetilmesini sağlamaktadır. Her bir senaryonun kısa bir özeti:

**Taşımacılık:** Tesis ve araçları kullanarak öğelerin bir yerden diğerine gönderilmesini içermektedir. Bu, lojistik sistemlerinde ekonomik açıdan en önemli faaliyetlerden biridir.

**Depolama:** Envanterin kontrol edilmesi, sınıflandırılması ve yönetilmesi sürecidir. Tedarik zincirinin dinamik ve kritik bir parçasıdır.

**Yükleme/Boşaltma:** Malzemelerin belirlenen yerlere insan gücü veya mekanik araçlarla taşınmasını ifade etmektedir.

**Taşıma:** Aynı yer içinde malzemelerin yatay olarak taşınması işlemini kapsar.

**Paketleme:** Ürünlerin korunmasını, depolanmasını ve taşınmasını kolaylaştırmak için yapılan bir faaliyettir.

**Sipariş Hazırlama:** Ürünlerin kullanım yerine uygun hale getirilmesi için yapılan paketleme, bölme, ölçme, ayırma gibi işlemleri içermektedir.

**Dağıtım:** Malların nihai alıcıya teslim edilmesini ifade eder. Verimli bir dağıtım, lojistik maliyetlerini azaltmada kilit rol oynamaktadır.

**Bilgi İşleme:** Lojistikle ilgili verilerin (üretim, pazar, maliyet vb.) toplanması ve işlenmesiyle daha etkin tahmin ve planlama yapılmasını sağlamaktadır.

Bu sekiz senaryo, lojistik sistemlerinin daha hızlı, daha güvenli ve daha ekonomik bir şekilde çalışmasına katkı sağlamayı hedefler. Akıllı lojistik, bu unsurları teknolojiyle birleştirerek süreçleri optimize edebilir ve daha sürdürülebilir bir lojistik yönetimi sunmaktadır.

Ayrıca birçok lojistik firması kullandığı yazılım ve bilişim sistemlerinin iş süreç yönetimine tabidir. Navlun değerlendirme, konşimentolar, ticari faturalar, paketleme listeleri, ihracat girişleri, gümrük girişleri, satıcı rezervasyonları vb. içeren yazılım çözümleri kullanılmaktadır. Bu bilişim teknoloji ve sistemleri intranet ağ üzerinde işlem veren yazılım ve donanım sistemleridir. Sistemi sağlayan yazılım şirketi, lojistik işletmelerinin gereksinimlerine göre süreçleri tasarlasa da bu yazılım sistemleri temelde aşağıdaki hizmetleri sunmaktadır (örn: Siberyazılım):

- Uluslararası Karayolu, Denizyolu, Demiryolu ve Havayolu İthalat/İhracat İşlemleri
- Gümrük ve Antrepo İşlemleri
- Depo ve Stok Yönetimi
- Filo Yönetimi
- Operasyonel İşlemleri
- Pazarlama ve Satış
- Müşteri Hizmetleri
- İnsan Kaynakları Yönetimi
- Muhasebe ve Finans İşlemleri

Bilgi işlem sistemlerine kayıtlı işlemlerle, firma güzergâh, araç, belge, lokasyon, tarife tanımları ile lojistik süreçler yönetilebilmektedir. Diğer taraftan global bir lojistik firması olan DHL temel lojistik faaliyetlerini aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

- Depolama, Stok yönetimi ve Sipariş hazırlama
- Ulaştırma ve Dağıtım hizmetleri
- Operasyonel faaliyetler, Filo yönetimi ve Yükleme/Boşaltma
- Gümrük, Güvenlik, Muayene ve Sigorta işlemleri

- Takip ve İzleme, Yük ve güzergâh optimizasyonu ve Risk Yönetimi
- Müşteri yönetimi ve Rekabetçi fiyat teklifi hazırlama
- Tersine lojistik ve İade yönetimi
- Sürdürülebilir, Yeşil Lojistik faaliyetler (URL: DHL, 2022).

Sürdürülebilirlik ve yeşil lojistik kavramları lojistik süreçlerinin yeni temel faaliyet alanlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmeler çevreci ve sosyal sorumluluk bilinci ile daha sürdürülebilir bir hizmet anlayışı benimsemek zorundadırlar. Yeşil lojistik faaliyetleri bağlamında, tersine lojistik, yeniden değerlendirme, geri dönüştürme veya çevreye zarar vermeden uygun şekilde imha etme amacıyla malzemelerin müşteriden üreticiye doğru hareketini sağlayan bir süreçtir. Artan ekolojik kaygılar ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda tersine lojistik çalışmaları giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Tersine lojistik, konteynerler veya paletler gibi yeniden kullanılabilir malzemelerin geri taşınmasını ve ürün, malzeme, ekipman veya makineler gibi geri dönüştürülebilecek ya da başka bir üretim sürecinde kullanılacak malların taşınmasını kapsamaktadır. Yeniden kullanılabilir malzemeler için tasarlanan lojistik sistemi, kapalı döngülü bir yapıdadır; yani bu sistem, denize dökülen bir nehir gibi tek yönlü değil, çevresel sürdürülebilirlik açısından döngüsel bir akışa sahiptir. Geri dönüştürülecek malzemelerin akışı ise, müşteri ile son bulmaz; bu malzemeler, farklı üretim süreçlerinin bir parçası haline gelerek yeniden değerlendirilir ve döngüsel akış devam eder. Bu yaklaşım, yeşil lojistiğin temel prensiplerinden biri olan kaynakların verimli kullanımını ve atıkların minimize edilmesini sağlamaktadır (Yılmaz ve Bilgin, 2019).

### **3.2. Akıllı Taşımacılık**

Akıllı taşımacılık, lojistik süreçlerinde verimliliği artırmak, maliyetleri düşürmek ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla gelişmiş teknolojilerin entegrasyonunu ifade etmektedir. Bu süreç, nesnelerin interneti (IoT), otonom araçlar, sensör teknolojileri, yapay zekâ ve veri analitiği gibi yenilikçi çözümleri içermektedir. Bu çözümsel sistem, malların taşınmasından sorumlu araçlar, konteynerler ve lojistik süreçler üzerinde sensörler, RFID (Radyo Frekanslı ile Tanımlama) etiketleri, GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) gibi teknolojilerin entegrasyonunu içerir. Bu sayede, taşımacılık sırasında veri toplanabilir, izlenebilir ve analiz edilebilir. Akıllı taşımacılık, araçların, kargoların ve sürücülerin gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanıyan bir ekosistem oluşturarak, taşıma süreçlerinde şeffaflık ve optimizasyon sağlamaktadır.

Akıllı Lojistiğin işletmelere sunduğu fırsatlar (Tsugawa vd., 2016; Schrauf ve Bertram, 2016; Song, vd., 2020; Ding, 2021):

- ***Artan Operasyonel Verimlilik***  
Nesnelerin interneti (IoT) ve sensörlerin gerçek zamanlı izleme ve analiz yetenekleri sayesinde, araçlar ve kargoların durumları anlık olarak takip edilebilir. Lojistik kaynaklarının konumu, yükleme ve boşaltma işlemleri optimize edilebilir. RFID ve GPS gibi teknolojiler sayesinde malların ve araçların gerçek zamanlı takibi araç konum takibinden ibaret değildir. Nakliye aracının hızı, lastik basıncı, yakıt tüketimi, fren sayısı vb. gibi, araçların gerçek zamanlı durum ve ürünlerin sevkiyat süreçlerindeki ısı, nem ve darbe durumunu da içermektedir. Bu izleme ve takip ile elde edilen görünürlük sayesinde riskler öngörülebilir. Araç rota ve yapılandırma optimizasyonu ile yakıt tüketimi ve zaman kaybı azaltılabilir. Bu durum lojistik süreçlerinin daha verimli, çevik ve esnek hareket kabiliyetini artırabilir.
- ***Maliyetlerin Azaltılması***  
Elektrikli ve otonom araçların daha çok kullanımı, enerji tüketimini azaltarak taşıma maliyetlerinde tasarruf sağlayabilir. Depolama ve sipariş toplama veya katma değerli hizmetlerde 7/24 süreli kullanılan robotik teknoloji işçi maliyetlerini azaltabilir ve ürün sipariş doğruluğunu artırabilir. Otomasyonel sistemler sayesinde stok ve sipariş yönetiminde daha doğru veriler elde edilerek israf önlenir. Yükleme kapasitelerinin daha iyi değerlendirilmesi, taşıma maliyetlerini düşürebilir. Ayrıca filolara eklenecek elektrikli araçlar yakıt tasarrufu sağlarken karbon emisyonunu ve gürültü kirliliğini azaltmaya ve maliyet düşüşünü destekleyecektir.
- ***Daha Doğru Karar Verme***  
Lojistik süreçlerden toplanan veriler, işletmelerin lojistik operasyonlarını iyileştirmek için analiz edilebilir. Yapay zekâ ve büyük veri analitiği ile rota planlama, teslimat süreleri ve maliyet optimizasyonu yapılabilir. Teknoloji destekli çözüm önerileri, riskler ve oluşturulan öngörüler karar destek sistemleri olarak süreç planlamasında dikkate alınarak daha doğru kararlar alınabilir. Böylece kaynak kullanımını en aza indirilerek riskler en aza indirilebilir ve sağlanan çözümlerle çevre dostu operasyonlar gerçekleştirilebilir.
- ***Ürün Doğruluğunun Artırılması ve Hata Oranının Azaltılması***  
Robotik sistemler ve otonom araçlar, mal toplama, dağıtım ve depo

operasyonları gibi süreçleri dönüştürerek insan gücünden kaynaklanan hataları azaltır ve iş gücü maliyetlerini optimize eder. Gelişmiş izleme sistemleri, kargo güvenliğini artırmakta ve kayıp ya da hasar riskini en aza indirmektedir. Tıbbi veya hassas malların uygun koşullarda taşınıp taşınmadığı anlık olarak kontrol edilebilir. Bu durum müşteri memnuniyetini artırarak markaya olan güveni güçlendirmektedir.

- ***Enerji ve Çevre Dostu Çözümler***

Kendi kendine sürüş teknolojileri (tabela okuma, şetir takip, yorgunluk alagılama veya tamamen otonom) trafik akışını optimize ederek kaza risklerini azaltabilir. Yol üzerindeki araçlar arasında kablosuz bağlantılar sayesinde dinamik bilgi paylaşımı sağlanır ve güvenli konvoylar oluşturulur. Birbiri ile etkileşim halinde hareket eden ve göçebe kuşlar mantığıyla oluşturulan araç konvoyları trafik, kaza ve güzergâh paylaşımları ile yakıt tüketiminde ve karbon emisyonlarında önemli bir azalmalar sağlayabilir ve olası kaza risklerini azaltabilir. Bu, araçtan araca otonom etkileşim ve bilgi aktarımı sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunabilir.

- ***Müşteri Memnuniyetinin Artırılması***

Takip seçenekleri, anlık bilgi paylaşımı ve platformlardan sunulan hizmetler müşterinin siparişini/ürününü izlemesini ve süreç hakkında devamlı doğru bilgi almasını sağlar. Müşterilere ürün bilgileri ve teslimat süreçleri hakkında sunulan şeffaflık ve zamanında teslimat müşteri memnuniyetini artırmaktadır.

Akıllı taşımacılık, özellikle küresel ticarete operasyonların verimliliğini artırarak ve maliyetleri düşürerek işletmelere rekabet avantajı sağlayarak, sürdürülebilir, verimli ve yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Bu alanda kullanılan teknolojiler, lojistik sektörünü geleceğe taşıırken, işletmelerin rekabetçi kalmalarını sağlayacak stratejik bir avantaj oluşturmaktadır. Bunun yanında, müşteri beklentilerini karşılamak ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamak açısından da önemli fırsatlar sunmaktadır. Akıllı taşımacılık çözümlerini erken benimseyen işletmeler, rakiplerinden bir adım öne geçerek pazar paylarını artırabilir ve müşteri sadakatini güçlendirebilirler.

### **3.3. Akıllı Depolama**

Depolama yönetimi, tedarik zincirinin kritik unsurlarından biri olup, müşteri memnuniyetini sağlamak için önemli bir role sahiptir. Depolama süreçleri; mal



kabu, ürün ayrıştırma, etiketleme, ürün lokasyonlama, depolama, sipariş alma, katma değerli hizmetler, sipariş toplama, sevkiyat oluşturma, belge ve fatura düzenleme, araç yükleme, iade kabul gibi birçok faaliyetlerden oluşmaktadır. Müşteri siparişlerinin karmaşıklığı ve çeşitliliğinden ve talep farklılaşması ve özel günlere ait iş yoğunlundan kaynaklanan zorluklarla başa çıkmak için verimli, hızlı ve hatasız bir süreç planlama ve yürütülmesi gerekmektedir. Zamanında ve eksiksiz teslimat için teknolojiyen yararlanmak bir zorunluluk olmuştur. Özellikle yapay zekâ destekli otomasyonlar, barkotlar okumasistemleri, RFID, akıllı sensörler ve akıllı robotik sipariş toplama teknolojileri depoların daha verimli ve etkili kullanımına olanak tanımaktadır.

Depo yönetimi, iş süreçlerinin ve teknolojinin değişimiyle daha karmaşık ve kritik bir hale gelmiştir. Depo alanlarında aşılması gereken birçok kritik süreç ve zorluk vardır. Bunlar; düşük işletme verimliliği, yetersiz depolama alanı kullanımı, yanlış yerleştirilmiş stoklar ve envanter kayıtlarındaki hatalar gibi sorunları içerir (Ding vd., 2021). Günümüzde bu zorlukların üstesinden gelmek için teknolojik yeniliklerden yararlanılmaktadır. Örneğin, IoT ve akıllı sensör teknolojileri, depo ortamını izlemek, alan kullanımını optimize etmek ve ürün yönetim süreçlerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Depo operatörlerinin küçük siparişler, geniş ürün çeşitleri ve sınırlı alan gibi zorluklarla başa çıkabilmesi için akıllı depolama teknolojileri büyük avantaj sağlamaktadır (Li vd., 2022).

Malların aşırı sıcak, soğuk ve aşırı neme maruz kalmasını önlemek için lojistik tesislerindeki çevresel koşulları izlemek hayati önem taşır; bu gereklilikler özellikle ilaç, gıda ve teknoloji endüstrilerinde önemlidir. Şirketlerin ayrıca tesis enerji tüketimini izlemeleri ve anlamaları, potansiyel enerji tasarruflarını belirlemeleri ve ölçmeleri, karbon ayak izini iyileştirmeleri ve enerji maliyetlerini düşürmeleri gerekir. Depoları ve üretim tesislerini sensörlerle yenilemek bu görevlerde yardımcı olabilir, analiz ve bilinçli karar alma için veri sağlayabilir (URL: DHL, 2024a).

Akıllı depolar, teknolojinin gücünü kullanarak depo operasyonlarının verimliliğini artırabilir. Örneğin, artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi, toplama ve paketleme süreçlerini optimize ederek teslimat sürelerini kısaltmakta ve hataları minimize etmektedir. Otomasyon teknolojileri ise robotlar yardımıyla transfer işlemlerini hızlandırmakta ve işletmelere stratejik avantajlar sunmaktadır (SAP, 2019). Endüstri 4.0 ve geleceğin depoları, geleneksel emek yoğun depolardan oldukça farklıdır. Akıllı depo yönetim sistemleri, lojistik süreçleri tam zamanında teslimat ile optimize eder. Bu sistemler, kamyonların konumlarını ve varış zamanlarını izleyerek otomatik yerleştirme yuvaları seçer ve depo içindeki malların doğru yerlere taşınmasını sağlar. RFID sensörleri, tedarik zincirinin tüm

aşamalarında malların izlenmesini ve envanterin gerçek zamanlı güncellenmesini mümkün kılar. Böylece depo yönetim yazılımları, envanteri sürekli izler ve verimliliği artırabilir (Schrauf ve Bertram, 2016).

Akıllı depolamanın bir diğer önemli unsuru otonom araçlardır. Sensörlerle donatılmış bu araçlar hem kazaları önleyebilir hem de iş gücü maliyetlerini azaltabilir. Otonom araçlar, sürücüsüz çalışma yetenekleri sayesinde çalışanlara eller serbest bir çalışma ortamı sunar ve paket toplama gibi görevleri büyük ölçüde kolaylaştırır (Tsugawa vd., 2016). Akıllı depolama, tedarik zincirinde operasyonel verimliliği artıran ve işletmelere rekabet avantajı sağlayan bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. IoT, AR, RFID, otomasyon ve otonom araçlar gibi teknolojiler, depo süreçlerini iyileştirmekle kalmayıp, gelecekteki depo tasarımlarını ve yönetim modellerini de şekillendirecektir. Geleceğin akıllı depoları, tamamen otonom sistemlerle çalışan, verimlilik ve doğruluk odaklı tesisler olacaktır. Akıllı depo yönetimi, geleneksel depolama sistemlerine kıyasla IoT, artırılmış gerçeklik (AR), otomasyon ve RFID gibi teknolojilerin entegrasyonu sayesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Bunlardan bazıları:

- ***Depo Yönetim Sistemleri (WMS)***

IoT teknolojileri, akıllı depoların bel kemiğini oluşturmaktadır. Endüstri 4.0 için IoT tabanlı yapay zekâ destekli, veri analitiğine dayalı yazılım sistemleri geliştirilmektedir. Bu tür sistemler, depo prosedürlerini iyileştirmek için araç takibini ve konum tabanlı hizmet tetikleyicilerini entegre edebilir. Ürünlerin doğru lokasyonlanması sayesinde daha etkin alan kullanımı sağlanarak, depo maliyetlerini azaltılabilir. RFID tabanlı sistemler ise operasyonel verimliliği artırırken envanter kontrolünü geliştirme potansiyeline sahiptir. Akıllı envanter yönetim sistemleri, kurumsal kaynak planlama (ERP) yazılımlarıyla entegre edilerek stok seviyelerinin dinamik bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Bu sistemler, hızlı giriş/çıkış işlemleri ve ürünlerin tam kontrolü sayesinde işletmelerin operasyonel etkinliklerini artırabilir. Bu entegrasyon, tedarik zincirinin her aşamasında daha fazla esneklik ve şeffaflık sağlamaktadır (Song vd., 2020).

- ***Teknoloji ile Verimlilik Artışı***

Artırılmış gerçeklik ve dijital ikiz gibi teknolojiler, depolama süreçlerinde toplama ve paketleme işlemlerini optimize etmekte önemli bir rol oynamaktadır. AR teknolojisi sayesinde çalışanlar, doğru ürünleri hızlı bir şekilde bulup paketleyebilir ve bu da raftan teslimata kadar geçen süreyi azaltabilir. Çünkü ürünlerin doğru yerleştirilmesi, sipariş

toplama süreçlerinin iyileştirirken işlem sürelerini de kısaltır. Ayrıca robot teknolojilerinin ürün transfer işlemlerine entegre edilmesi teslimat sürelerini kısaltmada ve müşteri memnuniyetini artırmada kilit bir unsurdur. Örneğin, otomatik güdümlü araçlar (AGV), üretim süreçleri ile depo operasyonları arasında malzeme akışını optimize ederek minimum duruş süresi sağlayabilir. Böylelikle, 24 saat kesintisiz çalışabilen otomatik fabrikaların hayata geçmesi mümkün hale gelir. Bu teknolojiler, verimliliği artırırken hata oranlarını da düşürebilirler (Ambrosio, 2019).

- ***Çevresel Sürdürülebilirlik***

Verimli depo yönetimi süreçleri ile zaman ve kaynak israfı azaltılabilir. Geri kazanılabilen uygun ambalaj seçimi ile maksimum kapasite taşıma, minimum zayıt ve en az düzeyde çevresel atık oluşturulabilir. Depolarda elektrikli araç kullanımı yaygınlaştırılarak karbon emisyon azaltımına katkıda bulunularak olumsuz çevresel etkiler hafifletilebilir.

Akıllı depo yönetimi, geleneksel depolama sistemlerinin ötesine geçerek işletmelere operasyonel verimlilik, maliyet tasarrufu ve müşteri memnuniyeti açısından önemli faydalar sunmaktadır. IoT, AR ve otomasyon gibi yenilikçi teknolojilerin kullanımı, geleceğin tam otomatik lojistik sistemlerine geçişi mümkün kılmaktadır. Sonuç olarak, depo alanı optimizasyonu, yalnızca mevcut kaynakların daha verimli kullanılmasını değil, aynı zamanda işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını da destekler.

### **3.3.1. Depo Ortam İzleme ve Görünürlük**

Depo ortam izleme ve görünürlük sistemleri, lojistik ve depo yönetiminin önemli bir parçasıdır ve genellikle sıcaklık, nem, güç yönetimi ve güvenlik gibi çeşitli çevresel faktörlerin izlenmesini içerir. Farklı teknolojiler ve yöntemler kullanılarak, bu sistemlerin etkinliği artırılmakta ve lojistik süreçlerin verimliliği sağlanmaktadır. Gerçek zamanlı verilerle desteklenen bu yaklaşımlar, depo süreçlerini optimize eder ve stratejik kararlar almayı kolaylaştırır. Görünürlük sistemlerinin sunduğu bazı faydalar aşağıda verilmiştir (URL: hy-tek, 2024)

- ***İşgücü Verimliliği***

Takip ve Ölçüm: Çalışanların performansını izlemek, yetenek boşluklarını belirlemek ve eğitim ihtiyaçlarını tespit etmek için verimli bir yoldur.

Optimizasyon: Çalışanların görev ve yerleşim düzenleri performansına göre yeniden düzenlenebilir.

- **Raporlama**

Zaman Tasarrufu: Otomatik raporlama sayesinde manuel veri derleme ihtiyacı ortadan kalkmaktadır.

Anlık Bilgiler: Dinamik raporlar ve görsel desteklerle karar alma kolaylaştırılabilir.

- **Gösterge Panelleri**

Şeffaflık: Gösterge panelleriyle ekipler, operasyonlarının anlık durumu hakkında bilgi sahibi olabilir.

Motivasyon: Çalışanlar için süreçler ve hedefler daha görünür hale gelebilir.

- **Depo Alanı Verimliliği**

Envanter Yönetimi: Yavaş ve hızlı hareket eden ürünlerin konumlarını optimize ederek alan kullanımını iyileştirilebilir.

Operasyonel Tasarruf: Sipariş toplama sürelerini ve toplam adımlar azaltılarak iş akışı hızlandırılabilir.

- **Hızlı Karar Alma**

Kapsamlı Görünürlük: Gerçek zamanlı bilgilerle süreç aksaklıklarını anında tespit edebilir ve hızlıca müdahale edilebilir.

Proaktif Yönetim: Potansiyel sorunları önceden belirleyerek aksiyon alınabilir.

### **3.3.2. Katma Değerli Hizmetler**

Katma değerli hizmetler müşteri ihtiyaçlarına göre çeşitlilik arz etmektedir. E-ticaretin artması ile birlikte lojistik depolarının kullanım alanları ve iş çeşitlilikleri de artmıştır. Önceleri sadece ürün ayrıştırma, etiketleme ve ürün konsolidasyonu gibi sınırlı sayıda hizmet verilmekteydi. Günümüzde lojistik depoları birçok işletmeye aynı anda hizmet sunan ve vermiş olduğu hizmet çeşitlerini her geçen gün artıran bir yapıdadır. Ürün paketleme, ürünün içerisine kişiye özel not bırakma, tekstil ürünlerini katlama veya ütüleme, ilaçları kutulama, kalite kontrol ve iade ürün kabul ve bertarafı gibi birçok hizmet vermektedirler. Bunlardan akıllı paketleme, akıllı etiket ve barkotlama gib birkaç konuya aşağıda ayrıntılı olarak değinilmektedir.

**Akıllı paketleme:** Ürünlerin durumu hakkında bilgi toplayan, izleyen ve bu bilgiyi kullanıcıya veya ilgili sistemlere ileten bir teknoloji uygulamasıdır. Bu tür paketleme sistemleri, özellikle IoT (Nesnelerin İnterneti) tabanlı teknolojilerle entegre edilmiştir ve genellikle RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama), NFC (Yakın Alan İletişimi), ZigBee gibi kısa menzilli iletişim teknolojilerini kullanır. Akıllı paketleme, aşağıdaki işlevleri yerine getirebilir (Song, vd., 2020):

*Durum İzleme:* Paketlenmiş ürünlerin tazelik, sıcaklık, nem gibi parametrelerini gerçek zamanlı olarak algılar ve izleyebilir.

*Bilgi İletimi:* Ürünlerin durumu hakkında bilgi sağlar ve bu bilgiyi kablosuz olarak kullanıcıya ya da lojistik sistemlere iletebilir.

*Kullanıcı Hatırlatmaları:* Özellikle farmasötik paketlerde, ilaç kullanımını hatırlatmak veya ilaçları otomatik dozajlayarak kullanıcıya yardımcı olmak gibi görevler üstlenebilir.

*Tedarik Zinciri Yönetimi:* Gıda ve ilaç gibi hassas ürünlerin nakliye ve depolama süreçlerini optimize etmek için gerçek zamanlı izleme sağlayabilir.

*Güvenlik ve Tazelik Sağlama:* Ürünün güvenliğini ve tazeliğini garanti ederek tüketicilere güvenilir bir kullanım deneyimi sunabilir.

Akıllı paketleme, ürünlerin lojistikten tüketiciye ulaşımına kadar geçen süreçlerde izlenebilirliğini, güvenliğini ve kalite kontrolünü sağlamak için sensörler, gömülü işleme modülleri ve kablosuz iletişim teknolojileri ile donatılmış yenilikçi bir paketleme yaklaşımıdır. Bu sistem hem ürün hem de kullanıcı için daha etkili bir deneyim sunmayı hedeflemektedir.

**Akıllı Etiketleme:** Etiketleme, bir ürünün özelliklerini, üretim ve dağıtım süreçlerini, kullanım detaylarını veya diğer önemli bilgileri içeren ve bu bilgilerin elektronik cihazlar veya sistemler aracılığıyla kolayca okunmasını, takip edilmesini ve izlenmesini sağlayan bir teknolojidir. Akıllı etiketleme, fiziksel bir etiketi dijital özelliklerle donatarak, geleneksel etiketlerin ötesinde bilgi yakalama ve iletme yeteneğine sahip hale getiren yeni bir teknolojidir. Bu etiketler, basılı kâğıt, plastik veya kumaş gibi malzemelerden üretilir ve genellikle aşağıdaki özellikleri içermektedir (URL: DHL, 2024a):

*Daha Fazla Bilgi Sağlama:* Fiziksel etikette görünen bilgilerin ötesinde, dijital olarak daha fazla veri yakalar ve iletebilir.

*Yerleşik Teknolojiler:* Basılı piller, mikroçipler ve Bluetooth Düşük Enerji (BLE) veya LTE-M ve NB-IOT gibi düşük güçlü ağ teknolojileriyle entegre edilebilir.

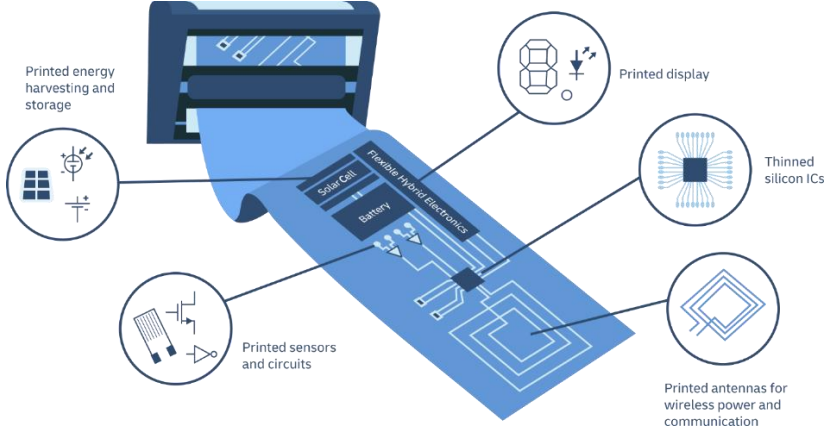
*Verimlilik ve Şeffaflık:* Lojistik, tedarik zinciri ve ürün izleme süreçlerinde manuel temas noktalarını azaltır, uçtan uca görünürlük sağlar ve teslimat doğrulama gibi özelliklerle operasyonları hızlandırılır.

*Esneklik ve Özelleştirme:* İnce ve esnek tasarımı sayesinde farklı boyut ve şekillerde üretilebilir; çeşitli sektörlerde kullanılabilir.

### ***Önemli Uygulama Alanları:***

- **Sahtecilikle Mücadele:** Sahte ürünlerin tespit edilmesine ve engellenmesine yardımcı olan gizli özellikler içerir (UV mürekkep, kızılötesi mürekkep gibi). Ayrıca her ürünün benzersiz tanımlayıcısının blockchain teknolojisine bağlanması, yeni bir güvenlik düzeyine de ulaşılmasını sağlayabilir
- **Teslimat Kanıtı ve Takip:** Sevkiyatın doğru yere ulaştığını belgeleyen güvenilir bir sistem sunar. Ayrıca konum ve kullanımı izlemek ve takip etmek için etiketler reçeteli ilaç kutularına yerleştirilebilirler. Bu, hasta bakımını ve sonuçlarını iyileştirmeye yardımcı olabilecek bir yenilik sunabilir.
- **Soğuk Zincir Kontrolü:** Bozulabilir ürünlerin (ilaç, gıda) tazeliğini ve kalitesini izler. Örneğin, renk değiştirme teknolojisi, etiketlerde ürün tazeliğinin durumunu açıkça vurgulamak için kullanılabilir
- **Gerçek Zamanlı İzleme:** Ürünlerin konum, sıcaklık, nem ve şok gibi durumlarını sürekli olarak takip eder. Üreticiler ürünlerini (özellikle yüksek değerli malları) üretimden son kullanıcılara teslimatına kadar takip edebilir hatta ürünün geri dönüşüme katkısını dahi belgeleyebilir.

Akıllı etiketler, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde maliyetleri düşürme, verimliliği artırma ve müşteri deneyimini iyileştirme gibi geniş bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, sahtecilik ve ürün izleme sorunlarını ele alarak sektörlerde daha yüksek güvenlik ve kalite standartları sağlayabilmektedir. Şekil 2’de akıllı etiket yazıcıların çalışma biçimi verilmiştir.



**Şekil 2:** Akıllı Etiket Yazıcıları

**Kaynak:** Khan vd., (2020). A new frontier of printed electronics: flexible hybrid electronics.

### 3.4. Akıllı Sipariş Hazırlama

Akıllı sipariş hazırlama, depo süreçlerinde verimliliği artırmak ve insan iş gücünün hareket süresini en aza indirmek için gelişmiş otomasyon ve dijital teknolojilerin entegre edildiği bir sistemdir.

Son zamanlarda e-ticaret sektörünün hızla gelişmesiyle birlikte, işletmeler otonom sipariş depolama ve alma sistemlerinin verimliliğine daha fazla dikkat etmektedir. E-ticaret sektöründeki Robotik Mobil Tedarik Sistemi (RMFS), depo verimliliğini artırmayı amaçlayan çalışanların hareket süresini azaltmak için otomatik bir sipariş toplama sistemidir. Bir RMFS esas olarak otonom robotlardan, hareketli bölmelerden, belirli sayıda toplama istasyonundan ve ikmal istasyonlarından oluşur. Toplama istasyonları toplama işlemi gerçekleştirmek için elektronik etiket, görüntü alma veya tartım teknolojilerini benimsemektedir. Bu sistemlerin temel özellikleri (Weidinger ve Boysen, 2018; Zhu ve Li, 2022):

#### ***Robotik Mobil Tedarik Sistemi (RMFS):***

- Otonom robotların kullanıldığı bir sistemdir.
- Robotlar, "pod" adı verilen hareketli rafları iş istasyonlarına taşıyarak çalışanların zaman kaybını azaltır.
- Elektronik etiketler, fotoğrafçılık veya tartım gibi teknolojilerle toplama işlemi gerçekleştirilir.

Diğer taraftan Mekik tabanlı depolama ve geri alma sistemi (SBS/RS), otomatik depolama ve geri alma sisteminden geliştirilen akıllı bir depo sistemidir. Esnekliği ve düşük karbon özelliği nedeniyle e-ticaret depolarında ürünlerin depolanması ve sipariş toplanması için kullanılmaktadır (Li vd., 2022).

#### ***Mekik Tabanlı Depolama ve Geri Alma Sistemi (SBS/RS):***

- E-ticaret depolarında ürünlerin depolanması ve sipariş hazırlanmasında kullanılan akıllı bir sistemdir.
- Daha düşük karbon emisyonu ve yüksek esneklik sunar.
- Sipariş toplama süreçlerinin dijitalleşmesi, iş süreçlerini otomatikleştirerek çalışanların verimliliğini ve memnuniyetini artırır.

Sonuç olarak, akıllı sipariş hazırlama, e-ticaret gibi hızlı hareket eden sektörlerde siparişlerin zamanında teslim edilmesini sağlayarak müşteri memnuniyetini artırırken, karbon ayak izini azaltmak ve iş süreçlerini optimize etmek için geliştirilmiş bir yaklaşımdır.

### **3.5. Akıllı Yükleme/Boşaltma (Elleçleme)**

Akıllı elleçleme, lojistik süreçlerinde yüklerin etkin ve verimli bir şekilde taşınması, yüklenmesi, boşaltılması, istiflenmesi ve depolanması için IoT (Nesnelerin İnterneti) ve otomasyon teknolojilerinin kullanılmasıdır. Bu kavram, lojistik maliyetleri düşürmek ve operasyonel hız ile verimliliği artırmak amacıyla çeşitli akıllı ekipmanların ve teknolojilerin entegre edilmesini içermektedir. Akıllı elleçlemenin temel Özellikleri (Song, vd., 2020):

#### ***Ekipman Otomasyonu:***

- Forklift gibi yükleme ve boşaltma ekipmanlarının otonom hale getirilmesi.
- Sensörler, çizgi izleme sistemleri, RFID ve robotik teknolojilerle malların insan müdahalesi olmadan taşınabilmesi.

#### ***Ekipman Konumlandırma:***

- Forklift gibi ekipmanların tam konumlarını ve yönelimlerini belirlemek için optimize edilmiş sistemler (örneğin, yüksek performanslı kablosuz konumlandırma sistemleri).



### ***Ekipman Durum İzleme:***

- Ekipmanların çalışma durumunun gerçek zamanlı izlenmesi (pil durumu, çarpışma tespiti vb.).
- Sensör ağları ile operasyonel verilerin toplanması ve izlenmesi.

### ***Ekipman Dağıtımı:***

- Depo forklift filolarının en uygun şekilde yönetilmesi ve dağıtılması.
- Gerçek zamanlı veriler kullanılarak operasyonların optimize edilmesi.

Akıllı bi yükleme boşaltma sistemi için öne çıkan teknolojiler ise; Malların ve ekipmanların izlenmesi ve tanımlanması için (RFID), Robotlar ile operatörler arasında komut aktarımı ve uzaktan kontrol için (Wi-Fi), Konum, yük durumu ve çevresel faktörlerin izlenmesi için (Akıllı sensörler) ve Ekipmanlar arasında veri aktarımı ve koordinasyon sağlanması (Kablosuz İletişim) teknolojileridir.

Sonuç olarak, akıllı elleçleme, lojistik süreçlerinde dijitalleşme ve otomasyonun bir yansımasıdır. Akıllı elleçleme ve operasyonel faaliyetler, modern teknolojiler kullanılarak yükleme, boşaltma, depolama ve taşımacılık süreçlerinin optimize edilmesini ifade eder. Bu faaliyetler, özellikle lojistik süreçlerde hız, verimlilik ve maliyet kontrolünü artırmayı amaçlar. IoT, robotik ve kablosuz iletişim teknolojileri gibi yenilikçi araçlarla elleçleme faaliyetlerinin hızını ve etkinliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.

## **3.6. Akıllı Dağıtım**

Akıllı dağıtım, lojistik süreçlerinde IoT (Nesnelerin İnterneti) teknolojilerinin entegrasyonu ile verimliliği, güvenliği ve doğruluğu artırmayı amaçlayan modern bir yaklaşımdır. Bu sistem; akıllı sensörler, RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama), GPS, WSN (Kablosuz Sensör Ağları) ve bulut tabanlı bilgi sistemlerinin bir araya gelmesiyle fiziksel ve dijital lojistik kaynaklarının optimize edilmesini sağlar. Teslimat süreçlerinde hem fiziksel varlıkların hem de bilgi akışının gerçek zamanlı izlenmesi ve paylaşılabilir hale gelmesi bu sistemin temelini oluşturur. Dağıtım merkezlerinden teslimat araçlarına ve bireysel kuryelere kadar tüm sürecin gerçek zamanlı izlenebilirliği ve yönetimi sağlanır. Akıllı dağıtımın sağlayabileceği faydalar (Song, vd., 2020; Ding, 2021):

- Operasyonel Verimlilik Artışı
  - Fiziksel lojistik kaynaklarının paylaşılması ve optimize edilmesi, kaynak israfını ve teslimat maliyetlerini azaltabilir.
  - Akıllı sensörler ve RFID gibi teknolojiler, lojistik süreçlerinin otomasyonunu destekleyerek insan hatasını en aza indirebilir.
- Daha Hızlı ve Güvenilir Teslimatlar
  - GPS ve RFID ile gerçek zamanlı izleme sayesinde teslimat rotaları optimize edilir, kazalar durumunda alternatif yollar planlanabilir.
  - RFID ve GPS tabanlı e-mühürler, yanlış varış noktalarını ve mal kayıplarını önemli ölçüde azaltabilir.
  - Akıllı dağıtım merkezlerinde otomatik sıralama ekipmanları ve bilgi işleme sistemleri, elleçleme süreçlerini hızlandırabilir. Ayrıca, insansız hava araçları ve otonom araçlar gibi yeni teknolojiler, teslimat hizmetlerini daha esnek hale getirebilir.
- Teslimat Güvenliğinin Artırılması
  - Kargo hırsızlığı, çok katmanlı RFID güvenlik yöntemleri anormal durumları algılayan ve güvenliği artıran sensörlerle engellenebilir.
  - Araçların izinsiz erişimini veya kötüye kullanımını önlemek için kamyon kapıları ve yükleme/boşaltma süreçleri izlenebilir.
- Bozulabilir Ürünlerin Korunması
  - WSN tabanlı sensörler, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörleri izleyerek bozulabilir malların (örneğin, gıda ve ilaç) kalitesini korur. Bu, malların raf ömrünü artırır ve tedarik zinciri boyunca şeffaflığı destekler.
  - Alternatif taşıma yöntemleri (örn. dron vb.) ve uygun taşıma kapları ve hızlı teslimat seçenekleri ile ürün güvenliği garanti altına alınabilir.
- Gerçek Zamanlı Görünürlük ve İzlenebilirlik
  - Teslimat araçları, kuryeler ve kargo durumlarının anlık izlenmesi, olası sorunlara hızla müdahale edilmesini sağlar.

- İç ve dış mekan konumlandırma teknolojileri (GPS ve RFID) sayesinde, kuryeler ve teslimat noktaları daha etkin bir şekilde takip edilebilir.
- Güvenli ve Özel Teslimatlar
  - QR kodları ve kimlik doğrulama süreçleriyle kuryelerin yetkilendirilmesi sağlanır.
  - Kullanıcı gizliliği korunur ve yalnızca yetkilendirilmiş kişilerin erişimine izin verilir.
- Sürücü Güvenliği
  - Giyilebilir uyku hali algılama sensörleri gibi teknolojilerle sürücülerin güvenliğini artırabilir.
  - Dağıtıcıların telefon bağımlılığını azaltıcı teknolojiler kaza riskini azaltabilir.
  - Sürücülerin araç kullanımı sırasında rota, hız ve güvenlik verilerinin izlenmesiyle güvenli sürüş alışkanlıkları teşvik edilebilir.
- Çevre Dostu ve Sürdürülebilir Lojistik
  - Optimize edilmiş lojistik süreçleri ve enerji verimli teknolojilerin kullanımı, karbon ayak izini azaltır ve çevreye duyarlı bir lojistik sistemi destekler.
  - Teslimat süreçlerinde küçük ve daha çevik hareket edebilen çevre dostu araç kullanımı ile çevreci bir yaklaşım benimsenebilir.

Akıllı dağıtım, IoT teknolojilerinin entegrasyonu ile lojistik süreçlerin daha hızlı, güvenilir, güvenli ve sürdürülebilir hale getirilmesini sağlayabilir. IoT'nin lojistikteki uygulamaları, daha sürdürülebilir ve yenilikçi bir lojistik ekosistemi oluşturmanın temelini atmaktadır. Bu ekosistem, müşteri memnuniyetini artırırken maliyetleri düşürebilir ve kaynak kullanımını optimize eder. Bu gelişmeler, teslimat operasyonlarının daha akıllı, verimli ve müşteri odaklı olmasını sağlamaktadır.

### **3.7. Akıllı Varlık Takibi ve Filo Yönetimi**

Akıllı varlık takibi ve filo yönetimi, fiziksel varlıkların (örneğin araçlar, ekipmanlar ve konteynerler) dijital olarak izlenmesi, yönetilmesi ve optimize

edilmesini sağlayan bir süreçtir. Bu süreçte, nesnelerin interneti (IoT), sensörler ve yazılım analitiği gibi ileri teknolojiler kullanılarak varlıkların konumu, durumu, performansı, iş yükü ve çevresel koşulları hakkında gerçek zamanlı veriler elde edilebilir. Bu sistemler, operasyonel verimliliği artırmayı hedeflerken araçların ve ekipmanların bakım, onarım, evrak işleri ve iş yükü takibinin yanı sıra sürücülerin belge, vize, mesai, izin ve performans durumlarının izlenmesini de kapsar. Ayrıca, filo yönetimi süreçleriyle eşgüdümlü olarak çalışarak daha etkili bir kontrol ve yönetim sağlayabilir. Gelişen teknoloji ve yazılım çözümleri, bu tür takip ve yönetim süreçlerini daha görünür ve kolay erişilebilir hale getirmiştir. Akıllı varlık takibi ve filo yönetiminin sağlayabileceği faydalar (URL: DHL, 2024a):

- Gerçek Zamanlı Konum ve Durum İzleme:
  - Akıllı cihazlar, varlıkların gerçek zamanlı olarak konumunu ve durumunu takip etmeyi sağlar.
  - Örneğin, konteynerler ve forkliftler gibi varlıkların hareketleri ve mevcut pozisyonları hakkında sürekli bilgi elde edilebilir.
- Öngörücü Bakım:
  - Sensör verileri sayesinde ekipmanların aşınma ve arıza belirtileri önceden tespit edilebilir.
  - Bu, beklenmedik arızaların önüne geçerek duruş sürelerini ve bakım maliyetlerini azaltabilir (rn: Ses ve titreşim dinleme sensörleri ile ekipman sorunlarının erken tespiti).
- Operasyonel Verimlilik:
  - Çalışma süreleri, durma süreleri ve kullanılan enerji miktarı gibi metriklerin izlenmesiyle, ekipmanların genel etkinliği artırılabilir ve yakıt tasarrufu sağlanabilir.
  - Gereksiz faaliyetler minimize edilerek kaynakların daha verimli kullanılması sağlanabilir.
- Kaybolan veya Hatalı Konumlandırılan Varlıkların Azaltılması:
  - Akıllı izleme sistemleri, yanlış yerleştirilen, alınan veya hasar gören varlıkların oranını düşürebilir (rn: Tedarik zincirindeki varlıkların %10-40'ının kaybı, akıllı cihazlarla minimuma indirilebilir).

- Az kullanılan, unutilan veya çok fazla yıpranan ekipmanların ve performans durumlarının izlenmesi ile iş gücüne gerçek karkısı belirlenebilir.
- Enerji ve Çevresel Yönetim:
  - Depo ve üretim tesislerinde enerji tüketimi ve çevresel koşullar sensörlerle izlenebilir. Bu, enerji tasarrufu, karbon ayak izi azaltımı ve enerji maliyetlerini düşürme gibi avantajlar sağlar.
  - Araç bakım performans ve yakıt kullanım miktarlarının izlenmesi ile çevreye saldığı karbon miktarı azaltılarak kaynak istrafı minimize edilebilir.
- Şeffaflık ve Optimizasyon:
  - Varlıkların kullanımına ilişkin veriler sayesinde dağıtım süreçleri optimize edilebilir ve çalışanların iş yükleri ve performansları belirlenebilir.
  - Sağlanan görünürlükle her lokasyonda ve iş biriminde yeterli kaynak bulunduğundan emin olunabilir.
- Güvenlik ve Risk Yönetimi:
  - Siber güvenlik tehditleri dikkate alınarak sistemlerin korunması, operasyonel risklerin azaltılmasını sağlanabilir.
  - Akıllı sistemler, güvenli bir çalışma ortamı oluşturabilir.
- Karar Alma Sürecinin İyileştirilmesi:
  - Toplanan verilerin analizi, daha bilinçli ve stratejik kararlar alınmasını destekler.
  - İş süreçleri daha verimli ve hızlı hale gelebilir.

Akıllı varlık takibi ve filo yönetimi, lojistik, üretim, sağlık ve enerji gibi sektörlerde operasyonel performansı ve güvenliği artırarak önemli faydalar sağlamaktadır. İşletme içerisinde atıl durumdaki ekipman ve malzemelerin etkin takibi sayesinde kaynakların verimli kullanımı mümkün hale gelmektedir. İnsan kaynakları açısından ise personel eğitimi, belge tamamlama, performans değerlendirme, adil iş dağılımı ve sosyal eşitlik gibi konularda sürdürülebilir ve sosyal bir yaklaşımı desteklemektedir.

### 3.8. Akıllı Müşteri İlişkileri Yönetimi (Smart CRM)

Akıllı Müşteri İlişkileri Yönetimi (Smart CRM), müşterilere kişiselleştirilmiş ve bütünsel bir deneyim sunmak amacıyla veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve davranışların interneti (IoB) gibi dijital teknolojileri entegre eden bir yönetim yaklaşımıdır. Bu sistem, müşterilerin ihtiyaçlarını daha iyi anlamak, bu ihtiyaçlara çeviklikle yanıt vermek ve müşteri sadakati oluşturmak için müşteri deneyimini merkeze almaktadır. Bu akıllı yaklaşımın lojistik alanındaki faydaları (Mueller, 2019; Gartner, 2020; European Commission, 2017):

- Müşteri Davranışlarının Analizi
  - Müşterilerin davranışlarına dair veriler çeşitli kaynaklardan toplanır (ör. sosyal medya, IoT cihazları, mobil uygulamalar). Bu veriler, müşteri ihtiyaçlarını anlamak ve davranışları tahmin etmek için analiz edilmelidir.
  - Gerçek zamanlı veri analizi ile müşterilerin ihtiyaçlarının öngörülebilir ve anlık karar destek sistemleri ile müşterilere kişiselleştirilmiş hizmet sunumu sağlanabilir.
- Çoklu Deneyim Yönetimi
  - Müşterilere, süreç içinde rehberlik eden proaktif bildirimlerin gönderilmesi.
  - Evrak ve bilgi hizmeti için sistemsel erişim imkânı sağlanması ve süreç kayıtlarının paylaşılması.
  - Ürünlerin konum ve maruz kaldığı şartlar hakkında anlık izleme ve takip seçenekleri ile bilgilendirme sağlanabilir.
- Şeffaf Hizmet Sunumu
  - Müşteriyle taahhüt edilen tarihlere uyum sağlanır ve bu süreç boyunca bilgi şeffaf bir şekilde paylaşılır.
  - Üretim ve lojistik süreçlerindeki değişiklikler veya karşılaşılan olumsuz durum sağlanacak çözümlerle birlikte müşterilere anlık olarak bildirilir.
- Zenginleştirilmiş Pazarlama Stratejileri
  - Müşterilerle etkileşim halinde olan hizmetler, yeni ürün ve hizmet geliştirme sürecini besler. Müşteriye özel öneriler ve kampanyalar oluşturulur.

- Geliştirilen startuplar ve uygulamalar sayesinde müşteri ihtiyaçları hızlıca belirlenerek daha hızlı ve çevik hizmet sunumu sağlanabilir.
- Tam İzlenebilirlik ve Yaşam Döngüsü Yönetimi
  - Ürünlerin yalnızca teslimat aşamasında değil, tüm yaşam döngüsü boyunca izlenmesi sağlanır.
  - Bakım süreçleri gibi bilgiler, ürünlerin kullanım sürecine dair proaktif yönetim sağlar.
- Büyük Veri Tabanlı Tahmin ve Planlama
  - Büyük veri teknolojileri ile müşteri davranışları analiz edilerek sipariş ve talep tahminleri optimize edilebilir.
  - Satın alma alışkanlıklarına dayalı öneriler geliştirilerek, depo hizmetleri iş yükü hafifletilebilir ve stok yönetimi iyileştirilebilir.
- Hizmet Odaklı Yaklaşım
  - Ürünle ilişkilendirilen hizmetler öncelikli hale getirilmeli ve müşteri ile bilgi paylaşımını artırılmalıdır.
  - Müşteriye farklı alternatif teslimat süreçleri sunularak (örn. E-ticarette ürünü getirmeden randevüleşme, konum ve süreç hakkında bilgi verme veya ürünü belli noktalardan alma) gibi seçeneklerle hizmet odaklı yaklaşımlar benimsenmesi müşteri memnuniyetini ve sadakatini artırabilir.

Akıllı CRM, dijitalleşme ve yeni müşteri deneyimi anlayışını bir araya getirerek müşteri odaklı iş stratejilerini yeniden şekillendirebilir. Böylece lojistik, müşteri ihtiyaçlarını daha iyi anlayarak onlara kişiselleştirilmiş hizmet sunumu ile yaklaşan zenginleştirilmiş ve şeffaf bir deneyim sunmayı hedefler. Özellikle global izlenebilirlik, veri analitiği ve IoT'nin entegrasyonu, müşteri sadakati ve bağlılığı üzerinde güçlü bir etki oluşturabilmektedir.

### **3.9. Akıllı Bilgi İşlem Yönetimi**

Akıllı bilgi işlem yönetimi, lojistik süreçlerde karar alma, planlama ve operasyonel uygulamalarda verimliliği artırmak için gelişmiş bilgi teknolojilerinin (IoT, büyük veri, bulut bilişim, yapay zekâ vb.) entegrasyonunu ve kullanımını ifade eder. Bu yönetim yaklaşımı, lojistik bilgi işleme, otomasyon

ve hiperotomasyon tekniklerini birleştirerek dinamik ve gerçek zamanlı verilerden yararlanmayı, maliyetleri optimize etmeyi ve müşteri memnuniyetini artırmayı hedefler. Otomasyon karmaşık, çakışan, nihayetinde tamamlayıcı araçlar ve teknolojiler kullansa da iki temel bileşeni içermektedir; Robotik proses otomasyonu (RPA) ve akıllı iş süreci yönetimi paketleridir (Gartner, 2020). Bu otomasyonel akıllı bilgi işlem yönetimi, tedarik zincirinde veri işleme ve analiz süreçlerini güvenli, hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirerek rekabet avantajı sağlayabilmektedir. Bu otomasyonlara ait temel süreçler aşağıda sunulmuştur (Song, vd., 2020; Gartner, 2020; Schrauf ve Bertram, 2016; URL: Siberyazılım, 2024):

- *Veri Toplama ve Algılama:*  
Akıllı bilgi işlem, IoT teknolojileri sayesinde lojistik süreçlere dair çok kaynaklı verileri algılar ve toplar. Sensörler, RFID, GPS ve veri ağları gibi araçlarla tedarik zincirinde gerçek zamanlı veri akışı sağlanır. Örneğin, lojistik kaynaklarının konumları, stok seviyeleri ve taşıma durumları anlık olarak izlenebilir.
- *Veri İşleme ve Entegrasyon:*  
Toplanan veriler, büyük veri teknolojileri kullanılarak işlenir ve lojistik bilgi sistemlerine entegre edilir. Bu aşamada, veri kaynakları arasındaki uyumsuzluklar giderilir ve bütünleşik bir veri tabanı oluşturulur. Veri entegrasyonu, IoT özellikli sistemlerin yanı sıra bulut bilişim ve yapay zekâ altyapıları ile desteklenir.
- *Bilgi Analizi ve Optimizasyon:*  
Makine öğrenimi, yapay zekâ ve kuralcı analiz algoritmaları kullanılarak lojistik süreçlerde karar desteği sağlanır. Bu analizler, teslimat yollarının optimizasyonu, kaynakların en verimli şekilde kullanılması ve maliyetlerin azaltılması gibi hedeflere yöneliktir. Ayrıca, bu süreçte gizliliğe duyarlı veri analitiği teknikleri uygulanır; homomorfik şifreleme ve sıfır bilgi kanıtları gibi yöntemlerle veri güvenliği sağlanır.
- *Karar Verme ve Otomasyon:*  
Akıllı bilgi işlem yönetimi, lojistik faaliyetlerin otomasyonunu ve hiperotomasyonu içerir. Robotik süreç otomasyonu (RPA) ile tekrarlı görevler dijitalleştirilir; akıllı iş süreçleri yönetim sistemleri ile operasyonlar hızlandırılır. Sistemler, tedarik zincirinde minimum maliyet veya maksimum hizmet kalitesine ulaşmayı hedefleyen optimize edilmiş kararları bağımsız olarak uygulayabilir.



- *Gerçek Zamanlı İzleme ve Geri Bildirim:*  
Akıllı bilgi işlem sistemleri, tüm lojistik faaliyetleri gerçek zamanlı olarak izler ve analiz sonuçlarına göre dinamik güncellemeler yapabilir. Örneğin, NB-IoT tabanlı uygulamalar, lojistik operatörlerine park alanları gibi kaynakların kullanımını optimize etme fırsatları sunabilir. Geri bildirim döngüsü, sistemin sürekli öğrenmesini ve performansını artırmasını sağlar.
- *Süreç İyileştirme ve Kontrol:*  
Hiperotomasyon, iş süreçlerinde insan faktörünü en aza indirerek operasyonel mükemmeliyet sağlar. Yapay zekâ ve olay odaklı yazılımlar gibi teknolojiler, operasyonel esnekliği artırır ve değişen ihtiyaçlara hızla adapte olmayı mümkün kılar. Lojistik süreçlerde hiperotomasyon, taşımacılık, depolama ve dağıtım faaliyetlerinde hataları en aza indirilerek sistemin bütünsel verimliliğini artırabilir.

Akıllı bilgi işlem yönetimi, lojistik sektöründe dijital dönüşümün temel taşıdır. IoT, büyük veri analitiği, bulut bilişim ve yapay zekâ gibi teknolojilerle desteklenen bu yaklaşım, tedarik zincirinde maliyetleri optimize ederken hizmet kalitesini artırır. Gelecekte, büyük veri işleme kapasitesinin genişlemesi ve hiperotomasyon tekniklerinin daha olgun hale gelmesiyle bu yönetim modelinin daha geniş bir uygulama alanı bulması beklenmektedir.

Bilgi yönetiminde kullanılan Otomasyon, küresel tedarik zincirlerinin daha verimli çalışmasına ve ek insan emeğine ihtiyaç duymadan ölçeklendirilmesine yardımcı olur. Otomasyon, nakliyecilerin taşıyıcı ücretlerini ve programlarını kolayca belirlemelerine olanak tanır, ihracat veya ithalat düzenlemelerini, ticaret anlaşmasının uygunluğunu belirlemek ve tarafları otomatik olarak kısıtlanmış / reddedilmiş parti listelerine göre tarayabilir. Bu ve diğer işlevleri otomatik olarak “insan” faktörünü ortadan kaldırarak yapabilir ve bu sayede göndericiler en iyi yaptıkları işe odaklanabilirler (Barik, 2018). Günümüz yazılım sistemleri tekrar eden birçok süreci otomatikleştirerek iş süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Örneğin yerli bir lojistik otomasyon yazılım sistemi olan siberyazılım, sunmuş olduğu yönetim sistemleri ve modülleri ile süreçlerin yönetimini kolaylaştırmaktadır. Bu programın sağladığı faydalardan bazıları (URL: Siberyazılım, 2024):

***Araç ve Belge Yönetimi:*** Araçların ekipman durumu, yakıt, lastik kilometre bilgileri ve kapasite kayıtları yapılır. Bu bilgiler, daha verimli bir planlama süreci ve araç bakım-onarım işlemleri için temel oluşturur.

***Operasyon Tanımları:*** Operasyon süreçleri, birimler arasındaki geçişleri tanımlayarak daha akıcı ve verimli hale getirilir.

**Tanımlar Modülü:** Firmanın banka bilgileri, yükleme/boşaltma noktaları, mali bilgiler ve gümrük işlemleri gibi temel verilerin kaydedilmesini sağlar. Operasyon sırasında bu bilgilerin otomatik alınması, işlem sürelerini kısaltır ve manuel iş yükünü azaltır.

Bu modüller ve iş süreçlerine faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

**Yük Modülü:** Uluslararası kara nakliye yükleri detaylı şekilde kaydedilir ve takip edilir. Yük durumunun değişmesiyle, sistem otomatik olarak operasyon birimlerini bilgilendirir. Sağladığı yararlar:

- Otomasyonel Verimlilik: Sipariş ve yük yönetimine ilişkin yükleme, boşaltma, gümrük işlemleri gibi detaylar önceden tanımlandığında, bu bilgiler otomatik olarak sisteme yansır ve planlama süreçlerinde verimlilik sağlanabilir. Ayrıca, koli/navlun bilgileri, yük evrakları, doküman hareketleri gibi güzergâhı etkileyen kayıtların sistemde tutulması, erişim ve yönetim kolaylığı sunmaktadır.
- Finansal Kontrol ve İş Akışı Yönetimi: Yük firmalarına ilişkin kredi limitleri üzerinden finansal yeterlilik kontrolü hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilir. İş akışlarının özel statülerle düzenlenmesi, birimler arası iş devrinin daha az hata ile yapılmasını ve süreçlerin daha düzenli bir şekilde ilerlemesini sağlayabilir.
- Hata Azaltma ve Süreç İyileştirme: Sistem üzerinden ladametre ve ücret ağırlığı hesaplama gibi işlemlerle manuel hatalar en aza indirilir. Rezervasyon kayıtlarının doğrudan yük kaydına dönüştürülmesi, gereksiz evrak ve e-posta trafiğini azaltarak iş disiplini ve kolaylık sunar. Yük planlama, bölme, kopyalama ve sefer oluşturma işlemlerinin tek ekran üzerinden yapılması, sürdürülebilir, denetlenebilir ve verimli bir operasyonel yapı sağlar.

**Filo Yönetimi Modülü:** Filo Yönetimi modülü ile araç süreli belge takibi, bakım-onarım süreleri takibi, bakım km. ve lastik değişim km. bilgileri takibi, sürücü süreli belge takibi işlemleri, araç takip sistemi ile konum takibi, otomatik yükleme, boşaltma tarihleri güncelleme işlemleri ve güzergâh kontrolü, harita üzerinde rota planlama işlemlerini takip edilebilmektedir. Sağladığı yararlar:

- Operasyonel Verimlilik ve Takip Sistemleri Entegrasyonu: Planlanabilir çekici ve römork takibi, uydu takip sistemi entegrasyonu ile harita üzerinden yük planlaması yapılabilir. Bu sistem, operasyonel süreçlerin izlenmesi ve yönetilmesini optimize edebilir.
- Finansal ve Operasyonel Kontrol Mekanizmaları: Kredili masraf kontrol sistemi, akaryakıt alımları ve diğer operasyonel süreçlerle entegrasyon sağlayarak sefer bazlı kayıt ve kontrolün kolaylaştırılmasını temin eder.

Ayrıca, Ro-Ro ve tren rezervasyonlarının otomatik olarak sisteme bağlanması, operasyonel verimliliği artırabilir.

- Araç Bakımı ve Konum Takibi İyileştirmeleri: Araç bakım verilerinin sistem üzerinde kaydedilmesi, periyodik bakım, muayene ve lastik değişimlerinin takibini sağlar. Uydu takip sistemleri aracılığıyla, araçların konum bilgileri, yükleme ve boşaltma noktalarının güncellenmesi, tahmini boşaltma tarihlerinin takibi ve araç organizasyonunun optimize edilmesi mümkündür.

*Sefer Modülü:* Sefer modülü ile oluşturulan seferlerin ve bu sefere bağlı yüklerin tek bir ekranda görülmesine ve takibine olanak sağlanmaktadır. Sefer Planlama modülü ile de planlanabilir yükler, çekiciler ve römorklar tek bir ekran üzerinde görülebilir ve planlanabilir. Ayrıca araç takip sistemleri üzerinden alınan konumlar çekici bazında listelendiği için planlama verimini artırabilmektedir.

- Sefer ve Araç Yönetimi İyileştirmeleri: Sefer modülü, sefer bilgileri, yükler, araç ve sürücü bilgileri, güzergâh bilgileri ve belge işlemlerini merkezi bir sistemde takip ederek süreçlerin izlenebilirliğini artırır.
- Verimlilik Artışı ve Hızlandırılmış Operasyonlar: Yük bağlama ve çözme, çekici bağlama işlemleri hızlı ve etkin bir şekilde yapılabilir, ayrıca elektronik arşiv yönetimi ile evrak akışı hızlandırılabilir.
- Planlama ve Performans İzleme: Simülasyonlarla sanal seferler oluşturularak yükleme ve navlun verimliliği ölçülür, doğru çekici ve römork planlaması sağlanarak araç atamaları tek ekran üzerinden optimize edilebilir.

*Gelir-Gider İşlemleri:* Kesinleşen gelir ve gider kalemleri, muhasebe ve finans modüllerine entegre edilerek iş süreçleri hızlandırılabilir.

- Etkin Muhasebe: Yük ve seferle ilgili oluşan, ancak faturası henüz ulaşmayan gelir ve gider kalemleri, beklenen değerler olarak sisteme girilebilir ve bu kalemler kesinleştiğinde otomatik olarak muhasebe ve finans modüllerine entegrasyon sağlanır. Böylece, gelir ve gider işlemleri etkin bir şekilde yönetilir.
- Finansal Disiplin: Gelir ve gider işlemleri, yük ve sefer bazında kaydedilip takip edilerek, araç ve müşteri bazında doğru ve amaca uygun kâr-zarar analizlerinin yapılabilmesi mümkün hale gelir, böylece finansal disiplin oluşturulmuş olur.
- Gelir ve gider işlemlerinin yük ve sefer bazında kaydedilip takip edilmesi, araç ve müşteri bazında kâr-zarar analizlerinin doğru ve amaca uygun şekilde yapılmasını sağlar. Ayrıca, yakıtlar peşin ve kredili olarak kaydedilip, ring bazında akaryakıt takibi gerçekleştirilebilir. Kredili masraf kontrolü aktarımı ile Excel üzerinden gelen yakıt verileri sisteme

entegre edilerek faturalar kolayca işlenebilir. Güzergâh ve rota bazında planlanan giderler tanımlanarak, planlanan ve gerçekleşen maliyetler kilometre bazında analiz edilebilir.

*NCTS ve Gümrük Acente İşlemleri Modülü:* NCTS ve Gümrük Acente işlemleri modülü ile T1/T2 beyan işlemleri, özet beyan tescil işlemleri vb. beyanları sistem üzerinden yapma imkânı sağlanmaktadır.

- Gümrük birimleri sistem üzerinden özet beyan dosyalarını, T1-T2 beyanname işlemlerini mevcut açık yük ve seferler üzerinden kolay bir şekilde oluşturulup, kullandıklarını teminat türünü seçerek ilgili gümrük idaresine sistem üzerinden gönderilebilir.
- Vedop üzerinden beyannamenin durumu, güncel durumunu ve statüsünü takip edilebilir.

*Bilgi Yönetim ve CRM Modülü:* Yük ve sefere ait beyanname, çıkış ve varış ihbarı, konum bilgilendirme, CMR vb. evraklar kullanıcının işlem yapmasına gerek kalmadan firma tanımlarında kaydedilmiş mail adreslerine otomatik olarak iletilebilir. CRM Programı ile müşteri ve acente görüşmeleri takip edilebilir ve ilgili görüşmeler müşteri aşamasına geldiğinde kart firma kartına dönüştürülebilir.

- Pazarlama kartı üzerinde potansiyel müşteri hakkında her türlü bilgi kaydedilebilir ve firmaya teklif hazırlanarak teklif CRM programı üzerinden iletilebilir.
- Böylece aktif görüşülen ve aktif çalışılan firma kartları verimli kullanılmış olmaktadır.

Bu sistem, lojistik süreçlerin dijitalleşmesi ve verimliliğin artırılması açısından güçlü bir altyapı sunmaktadır. Özellikle, manuel süreçlerin otomatikleştirilmesi ve birimler arası iletişimdeki gecikmelerin önlenmesi, operasyonel mükemmeliyeti desteklemektedir.

## IV. BÖLÜM

### Sürdürülebilir Lojistik

#### 4.1. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, insan refahını artırırken çevreyi koruma, ekonomik büyümeyi teşvik etme ve toplumsal eşitsizlikleri azaltma gibi hedefleri bir arada gözeten, geleceği güvence altına alma sürecidir. Bu kavram, doğal kaynakların sınırlı olduğunu kabul ederek, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini korumayı amaçlar. Sürdürülebilirlik üç tema altında incelenmektedir. Bunlar; “Ekonomik Büyüme”, “Çevre Koruma” ve “Sosyal Sorumluluk” çalışmalarıdır.

Küresel ısınma, iklim değişikliği, doğal kaynakların hızla tükenmesi, tarım alanlarındaki azalmanın yanı sıra içilebilir su kıtlığına ilişkin uyarılar, insanları sürdürülebilirlik kavramı üzerine daha ciddi şekilde düşünmeye sevk etmektedir. Bu bağlamda Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği ve ulusal hükümetler, olası olumsuz senaryoların önüne geçebilmek adına çeşitli eylem planları hazırlayarak acil önlemler almaya başlamışlardır.

5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında, Stockholm’de gerçekleştirilen BM İnsan Çevresi Konferansında (Stockholm Konferansı), sosyo-ekonomik yapıları ve gelişme düzeyleri farklı olan birçok ülke, “çevre” konusunda ilk defa bir araya gelmiştir. Konferans sonunda, BM İnsan Çevresi Bildirisi kabul edilmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ise ilk kez, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’na hazırlanan Brundtland Raporu’nda "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır.

3-14 Haziran 1992 tarihleri arasında, Rio de Janeiro’da tertiplenen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio Konferansı), ulusların çevreye duyarlı yönetim şekilleri benimsemelerine yönelik bir dizi ilkenin kabulü açısından önemli bir adım olmuştur. Bu çerçevede, başta bir eylem planı olan Gündem 21’in yanısıra, Rio Bildirisi ile Orman İlkeleri de kabul edilmiştir. Ayrıca, Konferans sırasında, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi imzaya açılmıştır. Rio Konferansı’nda alınan kararlar doğrultusunda hazırlanan BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi ise, 1994 yılında imzaya açılmıştır.

Kalkınma için evrensel bir çerçeve ortaya koyan, BM Binyıl Zirvesi'nde hükümetler tarafından 2000 yılında kabul edilen ve 2015 yılını hedefleyen Binyıl Bildirisi ve Binyıl Kalkınma Hedefleri, ortak geleceğimiz için gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş ülkelerle birlikte işbirliği içinde çalışmasını sağlayan bir araç olarak kabul edilmektedir. Binyıl Kalkınma Hedeflerinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması kapsamında, sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin ulusal politika ve programlarla uyumlaştırılması ve çevresel kaynaklarda yaşanan kayıpların tersine çevrilmesi, biyolojik çeşitlilik kaybının azaltılması, sağlıklı içme suyuna sürdürülebilir biçimde ulaşamayan nüfusun yarı yarıya azaltılması hususları yer almıştır.

Rio Konferansı'nda ortaya çıkan sonuçların takibi ve ülkelerin ve ilgili paydaşların Binyıl Kalkınma Hedeflerine ulaşma çabalarının uyumlu hale getirilebilmesi için 26 Ağustos - 4 Eylül 2002 tarihleri arasında, Johannesburg'da "Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi" gerçekleştirilmiştir.

Bu çabaların bir devamı olarak, 1992 Rio konferansından 20 yıl sonra, 20 - 22 Haziran 2012 tarihleri arasında, Rio de Janeiro'da BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20) düzenlenmiştir. Rio+20 Zirvesi sonucunda "İstedığımız Gelecek" isimli, kalkınma için yol haritası niteliğinde bir sonuç belgesi kabul edilmiştir.

Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin devamı niteliğinde, 27 Eylül 2015 tarihinde, New York'ta, 17 hedef ve 169 alt hedef olarak "Gündem 2030: BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH)" kabul edilmiştir.

2030 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile yeni bir küresel kalkınma çerçevesi çizerek sürdürülebilir şehirler, iklim değişikliği, kuraklıkla mücadele, biyolojik çeşitliliğin korunması gibi çevre konuları sürdürülebilir kalkınma gündemine alınmıştır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ilişkin kaydedilen ilerlemeleri içeren rapor, her yıl, BM Genel Sekreteri tarafından yayımlanmaktadır (URL: Dışişleri Bakanlığı, 2024).

#### **4.1.1. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**

BM Çevre Programı (UNEP) ile Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) 1988'de ortaklaşa ihdas ettiği Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) ortaya koyduğu insan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu küresel ısınmanın iklim üzerindeki etkilerine karşı, 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzaya açılan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), uluslararası alanda atılan ilk ve en önemli adımdır. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Sözleşme'ye, aralarında

ülkemin de bulunduğu 196 ülkenin yanısıra, Avrupa Birliği (AB) de taraftır. Ülkemiz Sözleşme'ye 24 Mayıs 2004 tarihinde katılmıştır.

BMİDÇS; taraf ülkeleri, sera gazı emisyonlarını azaltmaya, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmaya ve sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, okyanuslar, göller) korumaya teşvik etmektedir. Sözleşme, sera gazı emisyonlarının azaltılması için, ülkelerin kalkınma önceliklerini ve özel koşullarını göz önüne alarak “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler” ilkesine dayanmaktadır.

Ülkemiz, BMİDÇS müzakereleri altında kendine özgü bir konuma sahiptir. Bu kapsamda Türkiye, Ek-I kapsamında olup da geçiş ekonomisi olmayan ve “özel şartları” Taraflar Konferansı kararlarıyla kabul edilmiş olan tek ülkedir.

BMİDÇS'nin iki uygulama aracı bulunmaktadır: Kyoto Protokolü (2020 yılına kadar) ve Paris Anlaşması (2020 yılından sonra) (URL: Dışişleri Bakanlığı, 2024).

#### **4.1.2. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları**

Birleşmiş Milletler, 2015 yılında dünya genelinde sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek amacıyla Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) adı altında 17 küresel hedef belirlemiştir. 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi hedeflenen bu amaçlar, daha adil, dengeli ve çevre dostu bir kalkınma modeli oluşturmayı hedeflemektedir. SKA'lar, insan refahını artırırken çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı, ekonomik büyümeyi teşvik etmeyi ve toplumsal eşitsizlikleri azaltmayı amaçlamaktadır.

Bu hedefler, dünya genelinde karşı karşıya olunan en önemli sorunları ele almakta ve hükümetlerden sivil toplum kuruluşlarına, bireylerden özel sektöre kadar tüm paydaşları çözüm sürecine dahil olmaya davet etmektedir. SKA'lar, yoksulluk ve açlıkla mücadeleden nitelikli eğitim sağlanmasına, toplumsal cinsiyet eşitliğinin tesis edilmesinden iklim değişikliği ile mücadeleye kadar geniş bir yelpazede eylem alanları tanımlamaktadır.

#### **17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (URL: BM, 2024):**

1. Yoksulluğa Son: Her yerde, her türlü yoksulluğu sona erdirmek.
2. Açlığa Son: Açlığı sona erdirmek, gıda güvenliğini sağlamak, beslenme durumunu iyileştirmek ve sürdürülebilir tarımı desteklemek.
3. Sağlık ve Kaliteli Yaşam: Sağlıklı yaşamları güvence altına almak ve her yaşta iyi olma hâlini desteklemek.
4. Nitelikli Eğitim: Herkes için kapsayıcı ve eşitlikçi nitelikli eğitim sağlamak ve yaşam boyu öğrenme fırsatlarını teşvik etmek.

5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği: Kadınların ve kız çocuklarının güçlendirilmesi de dahil olmak üzere, toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak.
6. Temiz Su ve Sanitasyon: Herkes için suya ve sanitoryona erişimi sağlamak ve suyun sürdürülebilir yönetimini güvence altına almak.
7. Erişilebilir ve Temiz Enerji: Herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak.
8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme: Kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve verimli istihdamı ve insana yakışır işleri teşvik etmek.
9. Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı: Dayanıklı altyapılar inşa etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi teşvik etmek ve yenilikçiliği desteklemek.
10. Eşitsizliklerin Azaltılması: Ülkeler içinde ve arasındaki eşitsizlikleri azaltmak.
11. Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar: Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak.
12. Sorumlu Tüketim ve Üretim: Sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarını sağlamak.
13. İklim Eylemi: İklim değişikliğiyle mücadele ve etkilerini hafifletme için acil eylemler almak.
14. Sudaki Yaşam: Okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak.
15. Karasal Yaşam: Karasal ekosistemleri korumak, sürdürülebilir şekilde yönetmek, çölleşmeyle mücadele etmek ve biyolojik çeşitliliği korumak.
16. Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar: Herkes için barışçıl ve kapsayıcı toplumlar teşvik etmek, adalete erişimi sağlamak ve etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar inşa etmek.
17. Amaçlar İçin Ortaklıklar: Sürdürülebilir kalkınma için uygulama araçlarını güçlendirmek ve küresel ortaklığı canlandırmak.

Bu amaçlar, dünyanın geleceğini güvence altına almayı hedefleyen bir yol haritasıdır ve ülkeler arası iş birliğini güçlendirmek için rehberlik etmektedir.

BM "Sustainable Development Report 2024" raporuna göre, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Çözümleri Ağı (UN SDSN), "Geleceğin Zirvesi" için sunduğu önerilerde, sürdürülebilir kalkınmayı çağımızın rehber ilkesi olarak tanımlıyor ve bunu Beş P ile özetlemektedir: İnsanlar (People), Gezegen (Planet), Refah (Prosperity), Barış (Peace) ve Ortaklıklar (Partnerships). Beş P'nin Anlamı (Sachs vd., 2024):

- İnsanlar (People): Hiç kimseyi, hiçbir grubu, ulusu veya bölgeyi geride bırakmama taahhüdü.



- Gezen (Planet): Gezenin sınırları içinde yaşama sorumluluğu.
- Refah (Prosperity): Modern eğitim ve teknolojinin faydalarını tüm dünyaya yayma hedefi.
- Barış (Peace): Tüm ulusların BM Şartı ve uluslararası hukuk çerçevesinde barış içinde yaşama yükümlülüğü.
- Ortaklıklar (Partnerships): Hükümetlerin, sivil toplumun ve işletmelerin iş birliği yapma taahhüdü.

#### Öne Çıkan Temel Değerler:

- İnsan hakları (İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi temelinde),
- Cinsiyet eşitliği (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 5),
- Aşırı yoksulluğun sona erdirilmesi (SDG 1),
- Açlığın sonlandırılması ve sürdürülebilir tarım teknolojilerinin kullanılması (SDG 2).

Rapora göre, İskandinav ülkeleri (örneğin Finlandiya ve İsveç), liderliklerini sürdürürken, Türkiye, 167 ülke arasında 72. sırada yer almıştır ve bu, 2023 yılındaki pozisyonuna paraleldir. Türkiye'nin genel skoru 70,5 olarak kaydedilmiştir. Rapor, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için küresel iş birliğinin ve yenilikçi çözümlerin önemine dikkat çekmekte ve karar alıcıları harekete geçmeye davet etmektedir (Sachs vd., 2024).

#### 4.1.3. Paris Anlaşması

Paris Anlaşması, 2015 yılında Paris'te düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiş ve 2020 sonrası küresel iklim değişikliği rejiminin temel çerçevesini oluşturmuştur. Anlaşma, tüm ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmayı taahhüt etmelerini sağlayarak, küresel sıcaklık artışı sanayileşme öncesi döneme kıyasla 2°C'nin altında tutmayı ve 1,5°C hedefini yakalamayı amaçlamaktadır. İklim değişikliği ile mücadele bağlamında Anlaşma, ulusal katkılar, azaltım, uyum, kayıp/zarar, finansman, teknoloji geliştirme ve transferi, kapasite geliştirme, şeffaflık, durum değerlendirmesi konularına ilişkin uygulama usulleri belirlenmek üzere bir çerçeve oluşturmuştur. Bu bağlamda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler" ilkesi benimsenmiştir.

Paris Anlaşması, küresel bir iklim değişikliği çözümü sağlamak amacıyla ülkelerin ulusal katkılar (NDCs) üzerinden bir sistem öngörür. Bu katkılar, her ülkenin ulusal koşullarına uygun olarak belirlenen emisyon azaltım hedeflerini içermektedir. Türkiye, 2015 yılında Paris Anlaşması'na taraf olmadan önce, 2030 yılı için %21'e varan emisyon azaltımı hedefi belirlemiş, 2021'de ise anlaşmayı onaylamıştır. Ayrıca, 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefi açıklanmıştır.

Anlaşma, finansman, teknoloji transferi, kapasite geliştirme gibi unsurlarla gelişmekte olan ülkelere destek sağlamayı da hedefler. Paris Anlaşması'nın işleyişine ilişkin kurallar, 2021 yılında Glasgow'da gerçekleştirilen COP26'da tamamlanmıştır. Bu süreç, iklim değişikliğiyle mücadelede somut adımlar atılmasını ve ülkelerin hedeflerini gözden geçirmesini sağlar.

Sonraki COP konferanslarında (COP27 ve COP28), özellikle kayıp-zarar mekanizmaları ve fosil yakıtlardan uzaklaşma konusunda önemli anlaşmalar yapılmıştır. Paris Anlaşması, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede tarihsel bir dönüm noktası olup, uluslararası işbirliği, sorumluluk paylaşımı ve sürdürülebilir bir gelecek için kritik bir rol oynamaktadır (URL: BM, 2024).

#### **4.1.4. Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal)**

Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM), 11 Aralık 2019 tarihinde Avrupa Birliği (AB) tarafından açıklanan, 2050 yılına kadar Avrupa'nın iklim nötr bir kıta olma hedefini gerçekleştirmeyi amaçlayan kapsamlı bir strateji belgesidir. Bu hedef, AB'nin ekonomik, sosyal ve çevresel politikalarını yeniden şekillendirerek, iklim değişikliğiyle mücadele etme ve sürdürülebilir bir büyüme modeline geçişi teşvik etmeyi hedeflemektedir. AYM, sanayiden finansmana, enerji sektöründen ulaşırmaya kadar geniş bir yelpazede politika değişikliklerini içermektedir ve bu yönüyle AB'nin tarihindeki en büyük girişimlerden biri olarak kabul edilmektedir.

AYM'nin önemi, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik sağlamakla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda AB'nin ekonomik yapısını dönüştürmeye yönelik stratejik bir plan olarak öne çıkmaktadır. Bu mutabakat, AB'nin karbon emisyonlarını azaltmayı ve doğayı korumayı taahhüt etmesinin yanı sıra, yeni iş fırsatları yaratmayı ve yeşil teknolojilerde liderliği hedeflemektedir. Yeşil Mutabakat, tüm AB politika alanlarını kapsayacak şekilde iklim değişikliği ekseninde şekillendirilmiş olup, yeşil dönüşümün ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutlarını birleştirerek, sürdürülebilir bir gelecek için küresel ölçekte örnek teşkil etmeyi amaçlamaktadır.

Özellikle, Sınırdaki Karbon Düzenlemesi gibi mekanizmaların uygulanması, AB'nin dış ticaret politikalarına önemli etkilerde bulunacaktır. Bu düzenleme, ithal edilen ürünlerde karbon emisyonlarına dayalı bir ücretlendirme sistemini devreye sokarak, AB dışındaki ülkelerin de emisyonları düşürmeye teşvik edilmesini sağlayacaktır. AB'ye ithal edilen ürünlerin karbon ayak izi, yeni düzenlemelerle raporlanacak ve belirli ürün gruplarında bu emisyonlar için ücretler alınacaktır. Böylece, dış ticaretin çevresel etkileri göz önünde bulundurularak, yeşil ekonomiye geçişin hızlandırılması hedeflenmektedir.

Ayrıca, döngüsel ekonomi anlayışı, AYM'nin bir başka temel unsuru olup, hammadde temini aşamasından ürünlerin tüketimi ve atık yönetimine kadar her aşamada sürdürülebilirliği esas alan kurallar getirmektedir. AB, 2020 yılında açıklanan döngüsel ekonomi eylem planı ile, ürünlerin daha dayanıklı, geri dönüştürülebilir ve çevre dostu olmasını teşvik etmektedir. Bu plan, özellikle üretim ve tüketim süreçlerinin doğa dostu hale getirilmesine yönelik büyük bir stratejik dönüşüm süreci başlatmıştır.

Sonuç olarak, Avrupa Yeşil Mutabakatı, AB'nin gelecekteki ekonomik büyümesini çevresel sürdürülebilirlik ve iklim nötrlüğü çerçevesinde yeniden şekillendiren bir strateji olarak büyük bir öneme sahiptir. Bu kapsamda, karbon emisyonlarının azaltılması, döngüsel ekonomi anlayışının benimsenmesi ve çevre dostu üretim süreçlerinin teşvik edilmesi, AB'nin küresel liderliğini pekiştirecek ve uluslararası ticaretin geleceğini şekillendirecek adımlardır. Yeşil Mutabakat, sadece çevresel faydalar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik rekabet gücünü artıracak ve sürdürülebilir bir kalkınma modelini dünyaya örnek olarak sunmaya çalışacaktır (URL: Ticaret Bakanlığı, 2024).

Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal), Avrupa Birliği'nin (AB) 2050 yılına kadar iklim nötr bir kıta olma hedefi doğrultusunda hazırladığı kapsamlı bir stratejidir. Bu mutabakat, ekonomik büyümenin çevreye zarar vermeden sağlanmasını ve tüm sektörlerin sürdürülebilir dönüşümünü hedefler.

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın ana temaları:

### *İklim Hedefleri*

- AB, 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonuna ulaşmayı ve 2030 yılına kadar emisyonlarını %55 oranında azaltmayı taahhüt etmektedir.
- "Avrupa İklim Yasası" ile bu hedefler yasal olarak bağlayıcı hale getirilmiştir.

### *Temiz Enerji*

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ve enerji verimliliğinin artırılması önceliklidir.
- Fosil yakıt kullanımının azaltılması ve enerji sektörünün karbonsuzlaştırılması hedeflenmektedir.

### *Döngüsel Ekonomi*

- Doğal kaynakların verimli kullanımı ve atıkların azaltılması teşvik edilmektedir.
- Elektronik, tekstil, plastik ve inşaat gibi sektörlerde döngüsel ekonomi uygulamaları geliştirilecektir.

### *Biyoçeşitlilik ve Çevre Koruma*

- 2030 yılına kadar AB topraklarının %30'unun koruma altına alınması planlanmaktadır.
- Doğal ekosistemlerin korunması ve restorasyonu desteklenmektedir.

### *Ulaşım ve Mobilité*

- Karbon salımını azaltmak için karayolu taşımacılığında elektrikli ve hidrojenli araçlar teşvik edilmektedir.
- Demiryolu ve deniz taşımacılığının geliştirilmesi planlanmaktadır.

### *Tarım ve Gıda*

- “Çiftlikten Çatala” stratejisiyle sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması hedefleniyor.
- Pestisit ve gübre kullanımının azaltılması, organik tarımın desteklenmesi ve gıda israfının önlenmesi öngörülmektedir.

### *Finansman ve Yeşil Dönüşüm*

- Yeşil mutabakatın finansmanı için 1 trilyon Euro'luk yatırım planı hazırlanmıştır.
- Özel sektör yatırımları ve kamu-özel iş birlikleri teşvik edilmektedir.

### *Sosyal Adalet ve Dönüşüm*

- “Adil Geçiş Mekanizması” ile yeşil dönüşümden etkilenen çalışanlar ve topluluklar desteklenmektedir.
- Sosyal eşitlik, bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır.

### *Uluslararası İşbirliği*

- AB, küresel iklim müzakerelerinde lider bir rol üstlenmektedir.

- İklim dostu teknolojilerin ve politikaların diğer ülkelere yayılması teşvik edilmektedir.

Avrupa Yeşil Mutabakatı, ekonomik büyüme, çevresel koruma ve sosyal adaleti bir arada hedefleyen bütünsel bir yaklaşım sunmaktadır. Hem AB içinde hem de küresel düzeyde çevre politikalarına yön veren bir yol haritasıdır.

## 4.2. Sürdürülebilir Lojistik

Dünya, benzeri görülmemiş bir hızla dönüşüm geçirmektedir. Teknolojik ilerlemeler, kentleşme ve nüfus artışı, doğal kaynaklar üzerinde giderek artan bir baskı oluştururken, iklim değişikliğinin etkileri de giderek daha belirgin hale gelmektedir. Bu dönüşüm süreci, yeni pazar fırsatları, demografik değişimlerle şekillenen müşteri beklentileri ve yenilikçi iş modelleri gibi olumlu küresel trendlerin yanı sıra politik ve ekonomik belirsizlikler de içermektedir. Küresel düzeyde ekosistemlerin hassas dengesini koruma gerekliliği, bütüncül bir risk ve fırsat yönetimini zorunlu kılmaktadır. Özellikle sürdürülebilirlik temelli bir yaklaşımla ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların entegre edilmesi, uzun vadeli çözüm önerilerinin temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, mevcut üretim ve tüketim alışkanlıklarının devam ettirilmesi durumunda, gelecek nesillere yaşanabilir ve temiz bir dünya bırakmanın mümkün olmayacağı açıktır. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılabilmesi için bireyler, kurumlar ve toplum genelinde iş birliğinin artırılması gerekmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele, kaynak verimliliğinin sağlanması ve çevresel zararların minimize edilmesi için yenilikçi politikaların hayata geçirilmesi kaçınılmazdır (Şişecam, 2023).

Uzun yıllardır işletmeler verimliliğe ve maliyet azaltma, ağ optimizasyonu, kâr maksimizasyonu, risk azaltma ve katma değerli hizmetler üretmeye odaklanmıştır. Yeni çevreci ve dijital anlayış tüm bunların yanı sıra, performans endekslerine karbon ayak izi azaltımı da eklemiştir (Olatunji ve ark., 2019). Bu nedenle, rekabet üstünlüğünün bir sonucu olarak ürün dağıtımını ve kaynak kullanımını iyileştirmeyi amaçlayan yeşil ve çevreci tedarik zincirleri ile sürdürülebilir bir ekosistem tasarlanmaya çalışılmaktadır. Böyle bir ekosistemin temel ilkeleri; gerçek zamanlı bilgi akışı ve işbirliği, yatay ve dikey entegrasyon, uçtan uca tedarik zinciri görünürlüğü ve şeffaflığı, ademi merkezîyetçi yapı, veriye her yerden erişim ve otonom, akıllı ve bağlı bir yapı inşa etmektir (Eğilmez, 2023). Yeni dijital ekosistemin çevre ve toplumsal değerlerden bağımsuz bir inşası mümkün değildir. Yeni bir lojistik ekosistemi tasarlanacaksa bu iki kavram (Sürdürülebilirlik-Dijital Dönüşüm) beraber ele alınmalıdır.

Dijital dönüşüm başarı faktörleri lojistik sürdürülebilirliğini olumlu yönde etkilemektedir. İşletmelerin dönüşüm hedeflerinden biri de sürdürülebilir bir sistem tasarımı olmalıdır. Sürdürülebilir dijital lojistik, firmaların dijital iş stratejilerini yeniden gözden geçirmelerini ve tedarik zinciri boyunca iş operasyonlarının yönünü dengeli, sürdürülebilir ekonomik, çevresel ve sosyal kalkınmayı da içeren daha fazla sürdürülebilirliğe doğru yeniden düzenlemelerini gerektirecektir (Singhdong vd., 2021). Adeniran vd., (2024) çalışmaları da bu sonucu destekler nitelikte bulgulara ulaşmıştır. Çalışma, e-ticaret lojistik şirketlerinde lojistikte dijital teknolojilerin ve uygulamaların kullanılmasının önemli sürdürülebilirlik etkisini göstermiştir.

Lojistik sektörü, çok sayıda yeşil projeyi hayata geçirerek çevresel sorunlara olan önemli duyarlılığını göstermektedir. Paydaşlar, atık üretimi, kaynak kıtlığı, yenilenebilir kaynakların kullanımı, iklim değişikliği vb. gibi önemli zorlukları ele almak için sürdürülebilir lojistik ve döngüsellik kavramlarının uygulanmasını öngörülmektedir (Embia vd., 2024). Dijitalleşmenin sürdürülebilirliğin sosyal, çevresel ve ekonomik yönleri açısından lojistiği nasıl etkilediğini anlamak, dijital olarak sürdürülebilirliğe doğru yönlendirilen lojistik ekosistemine ilişkin içgörü sağlayabilir. Dijitalleşmenin sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları açısından lojistiği nasıl etkilediğini gösteren sürdürülebilir bir dijital lojistik ekosistemini aşağıdaki boyutları yansıtmalıdır (Kayıkçı, 2018; Adeniran, 2024):

### ***Dijital ve Sürdürülebilir Lojistiğin Temel Özellikleri***

- ***Ekonomik Boyut***  
Dijitalleştirilmiş lojistik, maliyet etkin çözümler sunan, farklı ulaşım modlarını entegre eden ve etkin bir şekilde işleyen sistemler aracılığıyla yerel ekonomilerin güçlenmesine katkıda bulunmalıdır. Aynı zamanda, iş birliğine dayalı modelleri ve yenilikçi yaklaşımları teşvik ederek lojistik operasyonlarının ekonomik sürdürülebilirliğini artırmayı hedeflemelidir.
- ***Çevresel Boyut:***  
Dijital lojistik uygulamaları, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için yenilikçi teknolojilerden yararlanmalıdır. Bu kapsamda, kaynakların verimli kullanımı, bileşenlerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümünün teşvik edilmesi kritik öneme sahiptir. Ayrıca, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirirken, sera gazı emisyonlarını, hava kirliliğini ve atık oluşumunu minimize eden stratejiler uygulanmalıdır.
- ***Sosyal Boyut:***  
Dijitalleştirilmiş lojistik sistemleri, bireylerin ve toplulukların temel gereksinimlerine güvenli bir şekilde erişimini sağlamayı ve bu

ihtiyaçları karşılamayı amaçlamaktadır. Bu sistemler, kuşaklar arası adalet ilkesine uygun olarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemeli ve yüksek yaşam standartlarını teşvik etmelidir. Temel gereksinimlerin güvenli bir şekilde karşılanması, bireylerin ve toplulukların refahının artırılması ve toplumsal eşitliğin ve özgürlüğün sağlanması bu boyutun temel hedeflerindedir.

O halde sürdürülebilir dijital bir lojistik tasarlamak lojistik işletmelerinin yeni hedefi olmalıdır. Ayrıca tüm bu açıklamalara dayanarak sürdürülebilir lojistik aşağıdaki gibi tanımlanabilir. **Sürdürülebilir Lojistik:** “Kaynakların daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılması yoluyla işletmenin ekonomik büyümesine katkı sağlarken, çevresel etkileri en aza indiren ve sosyal sorumluluk ilkeleri doğrultusunda çevreyi ve toplumu korumayı ve refah seviyesini geliştirmeyi amaçlayan bir lojistik anlayışıdır”

İşletmelerin sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımları, sosyal ekonomik ve çevresel etkileri birlikte kapsamalıdır. Sürdürülebilir uygulamaların işletmelerde yaygınlaştırılması, değer zinciri boyunca çevre dostu yaklaşımların benimsenmesini ve bu yaklaşımların uyarlanabilirliğini gerektirmektedir. Değer zincirinde sürdürülebilir uygulamaların hayata geçirilmesi, sürdürülebilir tedarik zincirlerinin oluşturulmasına katkı sağlayarak daha etkin bir koordinasyon, risk yönetimi ve işletme performansı elde edilmesine olanak tanıyacaktır. Sürdürülebilir lojistik 4.0 dönüşümün başarılmasında belirleyici olan temel faktörler (Parhi vd., 2022):

- Teknoloji altyapısı ve dijital çözümlerin entegrasyonu
- Siber güvenlik ve tehditlere karşı dayanıklılık
- Üst düzey yönetim taahhüdü
- Müşteri odaklı stratejiler
- Hükümet normları ve desteği

Sürdürülebilir lojistik 4.0 sistemlerinin başarısını şekillendiren kritik unsurlar arasında yer almaktadır.

### 4.3. GRI ve Sürdürülebilirlik Kriterleri

Sürdürülebilirlik kriterleri literatürde çokça tartışılan konuşulan bir konudur. Sürdürülebilirlik Sosyal-Ekonomik-Çevresel olarak üç tema altında incelense de bu kavramların alt başlıkları sektörden sektöre ve önceliklere göre değişmektedir. Kabul görmüş bir sürdürülebilirlik alt kriterleri mevcut değildir. Yalnız, işletmeler için sürdürülebilirlik raporları hazırlayan ve bu alanda çalışma yapan bazı kuruluşlar bu kavramları çerçeveyen bazı çalışmalar ve standartlar oluşturmaya çalışmaktadırlar. Bunlardan biri GRI (Global Reporting Initiative)

dir. GRI (Global Reporting Initiative), sürdürülebilirlik raporlaması alanında uluslararası düzeyde kabul görmüş bir standart seti sunan bağımsız bir organizasyondur. GRI Standartları, işletmelerin çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerini ölçmesi ve raporlaması için bir çerçeve sağlamaktadır. Bu standartlar, kurumların şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkeleri doğrultusunda sürdürülebilirlik performanslarını kamuoyuna açıklamalarını kolaylaştırmaktadır.

GRI'nin önemi, sürdürülebilirlik bilgilerinin kalitesini ve karşılaştırılabilirliğini artırarak, işletmelerin daha iyi kararlar almasına ve paydaşlar arasında güven tesis edilmesine katkıda bulunmasından kaynaklanır. Ayrıca, GRI Standartları, şirketlerin faaliyetlerinin sürdürülebilir kalkınma hedefleri (SDG'ler) ile uyumlu hale gelmesine olanak tanır ve bu doğrultuda özel sektörün sürdürülebilir kalkınmaya katkısını ölçmeyi amaçlar. Özellikle, Birleşmiş Milletler'in 12.6 numaralı hedefi kapsamında, büyük şirketlerin sürdürülebilir uygulamalar benimsemeleri ve bu bilgileri düzenli olarak raporlamaları teşvik edilmektedir. Bu nedenle GRI Standartları, sürdürülebilirlik raporlamasının uluslararası ölçekte tutarlılığını ve güvenilirliğini sağlayarak, işletmelerin sosyal sorumluluklarını yerine getirmelerine yardımcı olmaktadır (GRI, 2024).

GRI 101, Global Reporting Initiative (GRI) standartlarının temelini oluşturan rehber dokümandır. GRI, organizasyonların ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerini raporlaması için global olarak kabul görmüş bir çerçeve sunar. GRI 101, sürdürülebilirlik raporlamasının genel ilkelerini ve rehberini tanımlar ve diğer GRI Standartları ile birlikte kullanılır.

GRI 101, sürdürülebilirlik raporlaması için gerekli temel unsurları kapsar:

- **Raporlama İlkeleri:**  
Şeffaflık, doğruluk, denge, karşılaştırılabilirlik, güvenilirlik ve süreklilik gibi raporlamanın temel değerlerini içerir.
- **Raporlama Süreci:**  
Organizasyonların, sürdürülebilirlik bağlamında önemli konularını (materiality) nasıl belirlemesi gerektiğini açıklar.
- **Temel Kavramlar:**  
Sürdürülebilir kalkınma, paydaş katılımı ve raporlama sınırlarının (boundaries) belirlenmesi gibi temel kavramları açıklar.

GRI 101 tek başına bir kriter sunmaz, ancak sürdürülebilirlik raporlamasının temel ilkelerini ve kapsamını belirler. Diğer GRI standartları (örneğin, GRI 200-300-400 serileri), sürdürülebilirlik ile ilgili spesifik kriterlere (ekonomik performans, çevresel etkiler, sosyal adalet vb.) odaklanır. GRI 101, bu standartların nasıl uygulanması gerektiğine dair genel bir rehber niteliğindedir.



GRI 200-300-400 serileri, Global Reporting Initiative (GRI) standartlarının temel bölümlerinden biridir. Bu standartlar, şirketlerin sürdürülebilirlik raporlamasında kullandıkları rehberlerdir ve ekonomik, çevresel ve sosyal etkileri açıklamak için bir çerçeve sunmaktadır. GRI 200-400 serileri, sürdürülebilirlik performansını ölçmek için farklı konulara odaklanan üç ana gruba ayrılır:

### **GRI 200 Serisi: Ekonomik Performans**

Bu seri, bir kuruluşun ekonomik etkilerini kapsar ve şu konuları içermektedir:

1. **Ekonomik Performans** (GRI 201): Gelir, kârlılık ve yatırım getirisi gibi finansal bilgiler.
2. **Pazar Varlığı** (GRI 202): Yerel istihdam ve maaş politikaları.
3. **Dolandırıcılık ve Yolsuzlukla Mücadele** (GRI 205): Yolsuzlukla mücadele politikaları ve uygulamaları.
4. **Tedarik Zinciri** (GRI 204): Yerel tedarikçilerin desteklenmesi gibi konular.

### **GRI 300 Serisi: Çevresel Performans**

Bu seri, çevresel etkilerle ilgilidir ve şu kriterleri içermektedir:

1. **Enerji** (GRI 302): Enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanımı.
2. **Su ve Atık Su** (GRI 303): Su tüketimi ve su kaynaklarının yönetimi.
3. **Atık Yönetimi** (GRI 306): Atık miktarı ve bertaraf yöntemleri.
4. **Biyolojik Çeşitlilik** (GRI 304): Korunan alanlar ve biyolojik çeşitliliğe etkiler.
5. **Karbon Emisyonları** (GRI 305): Sera gazı emisyonlarının ölçümü ve azaltılması.

### **GRI 400 Serisi: Sosyal Performans**

Bu seri, sosyal konulara odaklanır ve insan hakları, çalışma standartları ve toplumsal etkiler gibi kriterleri içermektedir:

1. **İstihdam** (GRI 401): İş gücü politikaları, çalışan memnuniyeti ve işe alım süreçleri.
2. **Çalışma İlişkileri** (GRI 402): Çalışma koşulları ve sendikalarla ilişkiler.
3. **Sağlık ve Güvenlik** (GRI 403): İş yerinde güvenlik önlemleri ve iş kazaları.
4. **Çeşitlilik ve Eşitlik** (GRI 405): Çalışan çeşitliliği ve eşit fırsatlar.
5. **İnsan Hakları** (GRI 410): İnsan haklarına uyum ve tedarik zincirinde etik uygulamalar.

6. **Toplum** (GRI 413): Toplum üzerindeki etkiler ve sosyal sorumluluk projeleri.

GRI 200-400 Serilerinin Amacı, bir kuruluşun sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için hangi alanlarda nasıl performans gösterdiğini ölçmesine ve bunu şeffaf bir şekilde kamuoyuyla paylaşmasına olanak tanımaktır. Özellikle yatırımcılar, paydaşlar ve kamuoyu için şirketlerin ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerini daha iyi anlamalarını sağlar (GRI, 2024)

Sürdürülebilirlik Kriterleri için net bir kriter dizisi olmamakla beraber literatürde üzerinde durulan temel sürdürülebilirlik kriterleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

### 1. *Ekonomik Kriterler:*

- **Uzun vadeli kârlılık:** İş modellerini dijital ve sürdürülebilir biçimde tasarlamak.
- **İnovasyon ve teknoloji kullanımı:** Daha verimli ve çevre dostu süreçler geliştirmek.
- **Şeffaflık ve hesap verebilirlik:** Finansal ve üretim süreçlerinde açık olmak ve etik kurallara uymak.
- **Rekabet gücü:** Sadece ürünle rekabet çalışmaları yerine katma değerli hizmetler, müşteri faydasına çözümler ve çevreye duyarlı ürün tasarımları ile rekabeti farklı boyutlara taşımaktır.
- **Risklerin azaltılması:** Çevreye ve topluma duyarlı bir yapı ile işletmenin marka değerini artırmak, ceza ve yaptırımlardan kaçınarak işletme itibarını korumaktır.

### 2. *Çevresel Kriterler*

- **Karbon ayak izi azaltımı:** Enerji tüketimini azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak.
- **Doğal kaynakların korunması:** Su, toprak, orman, petrol, doğalgaz, kömür gibi kaynakları sürdürülebilir şekilde kullanmak.
- **Atık yönetimi:** Geri dönüşüm, yeniden kullanım ve atık miktarını azaltma.
- **Biyçeşitliliğin korunması:** Ekosistemlerin korunması ve restorasyonu.
- **Trafik yoğunluğunun Azaltılması:** rafik yoğunluğunu ve kaza riskini azaltarak sitres yükünü hafifletmek.
- **Gürültü kirliliğinin Azaltılması:** Araç ve korno gürültüsünü azaltarak sessiz ve sakin bir yaşamı desteklemektir.

## 2. Sosyal Kriterler

- **Çalışan Hakları ve Güvenliği:** Eşitlik, adil çalışma koşulları ve güvenli çalışma ortamları sağlama.
- **Toplumsal Katkı:** Yerel topluluklara destek, eğitim ve sağlık hizmetlerine katkı.
- **Erişilebilirlik ve Eşitlik:** Herkes için adil fırsatlar sunmak.
- **Sosyal sorumluluk:** Yoksulluk, güvenlik ve sağlık alanlarında sorumluluk yüklenmektir.
- **Toplumsal Bilinç:** Sürdürülebilir bir ekosistem tasarlamak için işletme, çalışan ve sosyal çevrenin yardımı ile toplumsal bir bilinç ve duyarlılık oluşturmaktır.

## 4.4. Sürdürülebilirlik Raporları

PwC'nin 2024 tarihli "Climate Risks to Nine Key Commodities" başlıklı raporu, iklim değişikliğinin dokuz temel emtia üzerindeki risklerini ve bu durumun insan refahına olası etkilerini ele almaktadır. Raporda, artan ısı stresi ve kuraklık gibi iklim değişikliği kaynaklı faktörlerin, demir, lityum, buğday ve pirinç gibi kritik öneme sahip emtiaların üretiminde nasıl tehditler oluşturabileceği tartışılmaktadır. Bu dokuz temel emtia, lityum, kobalt ve bakır gibi kritik mineraller; buğday, mısır ve pirinç gibi temel gıda ürünleri ve demir, çinko ve boksit (alüminyum üretiminde kullanılan bir cevher) gibi hayati metalleri içermektedir.

Bu emtialar, ulaştırma, inşaat, üretim, elektronik ve sürdürülebilir enerji geçişi gibi sektörler için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, gıda emtiaları, dünya genelinde insan kalorilerinin %42'sini sağlamaktadır. Ancak, iklim değişikliğine karşı hızlı bir adaptasyon sağlanmadığı takdirde, bu ürünlerin üretimi ciddi kesintilere uğrayabilir. Bu durum, tarım ve ticaret alanında kırılganlıkları artırarak toplumların daha yoksul ve savunmasız hale gelmesine neden olabilir.

Rapor, bu emtiaların küresel üretiminin büyük bir kısmının iklim değişikliğine karşı giderek daha savunmasız hale gelen bölgelerde gerçekleştiğini vurgulamaktadır. Temel gıdalarımızdan dokuzunun küresel ölçekte tedarik edilmesinin büyük bir kısmı, iklim değişikliğine karşı giderek daha savunmasız hale gelen yerlerde üretilmektedir. Karbon emisyonlarının hızla azaltıldığı iyimser senaryolarda dahi, madenlerin ve çiftliklerin sıcaklık ve kuraklık gibi olumsuz koşullarla karşı karşıya kalması muhtemeldir. Tarım sektörü, dünya tatlı suyunun %70'ini tüketmekte olup, kuraklık, özellikle pirinç, buğday ve mısır gibi suya bağımlı ürünlerin verimini düşürebilir. Benzer şekilde, madencilik sektörü de su eksikliğinden etkilenmekte; cevher çıkarma, mineral işleme ve toz kontrolü gibi su yoğun operasyonlar bu durumdan olumsuz etkilenmektedir.

Buna ek olarak, ısı sitresi hem tarımda hem de madencilikte çalışan işçilerin üretkenliğini düşürmekte ve yaşamlarını tehdit edebilmektedir. Bu işçiler, genellikle açık havada uzun süre çalışarak, doğrudan ısı ve neme maruz kalmaktadır. Raporda, iklim değişikliği etkilerinin hem tarımsal hem de endüstriyel üretim süreçlerine yönelik geniş çaplı riskler içerdiği belirtilmekte ve bu risklere karşı önleyici ve uyum sağlayıcı adımların önemine dikkat çekilmektedir (PwC, 2024).

#### 4.4.1. Türkiye'nin Sürdürülebilirlik Perspektifinden Eylem Planı

Türkiye, sürdürülebilirlik ve kaynak etkinliği odaklı bir ekonomik dönüşüm gerçekleştirmek amacıyla kapsamlı politikalar geliştirmekte, uluslararası protokollere uyum sağlamak ve stratejik eylem planları hazırlamaktadır. Bu süreçte, özellikle Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın gereklilikleriyle uyumlu bir dönüşüm hedeflenmekte; bu kapsamda Türkiye-AB Gümrük Birliği'nin korunması ve güçlendirilmesi öncelikli amaçlar arasında yer almaktadır.

Eylem Planı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik 9 ana başlık altında yapılandırılmıştır. Bu başlıklar:

1. **Sınırdaki Karbon Düzenlemeleri:** Karbon salınımlarını azaltmayı teşvik eden mekanizmaların oluşturulması,
2. **Yeşil ve Döngüsel Ekonomi:** Kaynakların etkin kullanımı ve atık yönetimiyle döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılması,
3. **Yeşil Finansman:** Çevresel sürdürülebilirliği destekleyen finansman modellerinin geliştirilmesi,
4. **Temiz, Ekonomik ve Güvenli Enerji Arzı:** Yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ve enerji verimliliğinin sağlanması,
5. **Sürdürülebilir Tarım:** Çevresel etkisi düşük ve iklim dostu tarım uygulamalarının teşviki,
6. **Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım:** Çevre dostu ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi,
7. **İklim Değişikliği ile Mücadele:** İklim değişikliği etkilerini azaltacak stratejilerin hayata geçirilmesi,
8. **Diplomasi:** Uluslararası düzeyde çevre ve sürdürülebilirlik konularında iş birliğinin artırılması,
9. **Avrupa Yeşil Mutabakatı Bilgilendirme ve Bilinçlendirme Faaliyetleri:** Toplumsal farkındalığı artırmayı hedefleyen etkinliklerin düzenlenmesi.

Eylem Planı, bu başlıklar altında toplamda 32 hedef ve 81 somut eylemi içermektedir. Türkiye, bu kapsamlı çerçeveye hem ulusal sürdürülebilirlik

hedeflerine ulaşmayı hem de uluslararası taahhütlerle uyumu artırmayı amaçlamaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

#### 4.4.2. Lojistik Sürdürülebilirlik Rapor İncelemesi

Kurumsal sürdürülebilirlik raporları, işletmelerin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerini şeffaf bir şekilde değerlendirmelerine ve paydaşlarına bilgi sunmalarına olanak tanıyan önemli araçlardır. Bu raporlar genellikle GRI (Global Reporting Initiative) standartlarına uygun olarak hazırlanır ve enerji kullanımı, su ve atık yönetimi, çevresel etkiler, yolsuzlukla mücadele, adil rekabet, ekonomik performans, finansal durum, istihdam, çalışan memnuniyeti, iş güvenliği ve sağlığı gibi kritik konuları kapsamaktadır.

Sürdürülebilirlik raporları, kurumların sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik ilerlemelerini değerlendirmek ve performanslarını ölçmek amacıyla kullanılır. Raporlarda, karbon ayak izi, enerji verimliliği, atık yönetimi ve toplumsal katılım gibi çeşitli metrikler temel alınır. Bu metrikler aracılığıyla kurumun güçlü ve zayıf yönleri belirlenerek, sürdürülebilirlik çabalarının etkinliği analiz edilmektedir.

Sürdürülebilirlik skoru ise, kurumun sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma düzeyini ölçen ve bu süreçte yönlendirici bir rol oynayan bir değerlendirme aracıdır. Skor, işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini geliştirmelerine ve performanslarını sürekli iyileştirmelerine olanak tanır. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik skorları, kurumların çevresel, sosyal ve ekonomik sorumluluklarına dair bilgi sunarak, paydaşların beklentilerini karşılamada önemli bir role sahiptir. Bu raporlar ve skorlar, sürdürülebilirlik anlayışının kurumsal yapılara entegre edilmesi ve uzun vadeli hedeflerin gerçekleştirilmesi için temel bir çerçeve sunmaktadır (URL: Ekol, 2024).

Ekol Lojistik “Sürdürülebilirlik Raporu 2022” raporunda aşağıdaki alanlarda iyileştirmeler yaparak sürdürülebilir bir lojistik ekosistemi kurmayı taahhüd etmektedir (Ekol, 2022).

- Üst yönetimden en alt birime kadar tüm çalışanlarına çevreyle ilgili **eğitimler** vererek, ortak sorumluluk bilinciyle, çevreye duyarlı çalışmalarda aktif rol oynanmasını teşvik etmeyi,
- Faaliyetleri sırasında meydana gelebilecek çevresel riskleri kaynağında tespit ederek, yasal mevzuatlara uygun olarak bertarafını gerçekleştirmeyi sağlayan ve sürekli geliştiren sistematığı oluşturmayı,

- Kurumsal **karbon ayak izinin** kabul görmüş standartlara göre hesaplanmasını ve emisyon azaltımı kapsamında her zaman yüksek teknoloji ile operasyonel mükemmelliği hedeflemeyi,
- Karbon emisyonu ve fosil kaynaklı yakıt kullanımının azaltımı kapsamında filo yatırımlarını güncellemeyi,
- Önceliklendirilmiş Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nı kapsayan önemli çevre boyutlarını (**geri dönüşüme** giden atık yüzdesinin arttırılması, sıfır atık kapsamının genişletilmesi, elektrik tüketiminde enerji verimliliğinin ve **yenilenebilir enerji** % payının arttırılması, su tüketiminde verimliliğin arttırılması vb.) hedef odaklı takip etmeyi,
- Çevre performansını sürekli iyileştirerek, iç ve dış **paydaşlarının** çevre hedeflerine yönelik beklentilerini karşılamayı,
- Tedarik ettiği mal ve hizmetlerin çevresel etkilerini en aza indirmek üzere **tedarikçi değerlendirmelerini** gerçekleştirmeyi,
- Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla, yaşam döngüsü bakış açısı ile uyumlu olarak **doğal kaynakları** ve diğer kaynakları kapsayan bir kaynak yönetimi uygulamayı,
- Çevreyle ilgili olarak yürürlükte bulunan her türlü yasal mevzuatı minimum kabul edip üzerinde uyumu sağlamayı,

Ekol, sürdürülebilirlik 2022 raporuna göre hazırlanan eylem planında öncelikli konular şu şekildedir (Ekol, 2022):

1. Öncelikli Konular: Veri güvenliği, Mevzuata uyum, İş sağlığı ve güvenliği, Etik ve şeffaflık, Nitelikli çalışan eğitimi, Marka değeri ve İklim değişikliğidir.

2. Öncelikli Konular: Ürün güvenliği ve servis kalitesi, Tedarik zinciri gelişimi, Enerji verimliliği, Fırsat eşitliği, Cinsiyet eşitliği, İşçi hakları, Kadın çalışan istihdamı, Çalışan bağlılığı ve refahı, Arge ve inovasyon, Risk yönetimi, Döngüsel ekonomi iş modeli

3. Öncelikli Konular: Atık yönetimi, İstihdama katkı, Yeşil satınalma, Su ve atık su yönetimi, Yeteneklere yatırım, Paydaşlar ile iletişim, Döngüsel ekonomi, Biyoçeşitlilik,

Bu rapordaki öncelik kriterleri incelendiğinde yaptırımlara maruz kalmamak ve gelebilecek cezalardan korunmak öncelikli konulardır. Daha sonra ekonomik değer oluşturabilecek konulara öncelik verildiği ve işletmeye değer katabilecek hususların önveliklendirildiği görülmektedir. Son sıralarda ise atık azaltma, suyu biyoçeşitliliği koruma ve işbirliği gibi konular gelmektedir. Adeniran vd., (2024) çalışmaları da bu sonucu destekler nitelikte bulgulara ulaşmıştır. Özellikle,

katılımcıların bazı kriterleri değerlendirmesi belirsiz olsa da dijitalleşmenin sürdürülebilirlik etkisindeki ekonomik etkileri diğer boyutlardan daha ağır basmıştır. Dijitalleşmenin sosyal etkilerinin genellikle ihmal edilebilir olduğunu ortaya koymuştur. Emek kalıpları için, dijitalleşmenin bir tehlike oluşturduğu belirlenmiştir.

## 4.5. Yeşil lojistik Çalışmaları

### 4.5.1. Karbonsuzlaştırma

Karbonsuzlaştırma, atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve karbondioksit eşdeğerlerini (CO<sub>2</sub>e) azaltarak, daha temiz ve karbon nötr taşıma çözümlerine yönelme amacını gütmektedir. Bu süreç, tedarik zincirlerinde karbon ayak izini azaltmak ve nihayetinde karbon negatif operasyonlara ulaşmak için kritik öneme sahiptir.

Bina ve inşaat sektörü, enerjiyle ilgili karbon emisyonlarının şaşırtıcı bir şekilde %37'sinden sorumlu olan sera gazı emisyonlarına en büyük katkıda bulunan sektördür. Bu önemli karbon ayak izi, esas olarak önemli bir çevresel etkiye sahip olan çimento, çelik ve alüminyum gibi malzemelerin üretimi ve kullanımına atfedilir. Lojistik sektörü, küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %10'unu oluşturduğundan, bu alanda yapılacak iyileştirmeler iklim değişikliğinin azaltılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Ancak, tedarik zincirlerinin karbonsuzlaştırılması hala büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Birçok işletme, özellikle üçüncü taraf tedarikçi ve hizmet sağlayıcılarının emisyonlarını hesaba katmakta zorluklar yaşamaktadır. Karbon hesaplamalarının doğruluğu ve şeffaflığı, tedarik zinciri boyunca doğru çevresel karşılaştırmalar yapılabilmesi için kritik öneme sahiptir.

Gelişen düzenlemeler ve standartlar, karbon muhasebesi uygulamalarını daha şeffaf hale getirmek için önemli adımlar atılmasına olanak sağlamaktadır. Bu çerçevede, karbon muhasebesi yazılımları, sensör teknolojisi ve doğrulama mekanizmaları, lojistik organizasyonlarının daha doğru emisyon verileri sağlamasına ve karbon ayak izlerini etkin bir şekilde izlemelerine yardımcı olacaktır. Bunun yanı sıra, sürdürülebilirlik alanında şeffaflık ve standartlaştırma çabalarının artması, lojistik sektörü için karbonsuzlaştırma sürecini hızlandırma potansiyeli taşımaktadır (URL: DHL, 2024a).

Gelecekteki emisyon azaltımlarının, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden tam anlamıyla korunmamızı sağlayacağı varsayılmamalıdır. Kaynak üreticileri ve tüketicileri, artan kesinti risklerine karşı önceden hazırlık yapmalı ve iklim

değişikliğine karşı dayanıklılıklarını artırmaya yönelik adımlar atmalıdır. PwC'nin 2024 Yıllık Küresel CEO Anketi'ne göre, CEO'ların %47'si iş gücünü ve fiziksel varlıklarını iklim değişikliğinin etkilerinden korumak amacıyla proaktif önlemler almıştır. Ancak, iklim risklerine karşı daha sürdürülebilir bir dayanıklılık sağlamak için daha fazla çaba gösterilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (PwC, 2024).

### ***Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım ve Karbon Düzenlemeleri: Türkiye'nin Stratejik Yaklaşımları***

Sürdürülebilir kalkınma ve iklim değişikliğiyle mücadele çerçevesinde, ulaşım ve enerji yoğun sektörlerde sera gazı emisyonlarının azaltılması öncelikli politika alanlarından biridir. Türkiye, bu doğrultuda sürdürülebilir akıllı ulaşım politikalarını ve karbon düzenlemelerini kapsayan çeşitli stratejiler geliştirmiştir.

- **Sürdürülebilir Ulaşım Politikaları:**  
Artan mobilite ve küresel ulaşım modlarının etkisiyle ulaştırma sektöründen kaynaklanan emisyonlar hızla artmaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla Türkiye, demiryolu ve denizyolu taşımacılığının payını artırmayı hedefleyen Kombine Taşımacılık Yönetmeliği ve Lojistik Merkezler Yönetmeliğini uygulamaya koyacaktır. AB ile işbirliği çerçevesinde demiryolu altyapısının iyileştirilmesi, Çerkezköy-Kapıkule hattının tamamlanması gibi projeler planlanmaktadır. Ayrıca, limanlarda çevre dostu yeşil liman uygulamalarının yaygınlaştırılması ve Akdeniz'in SECA (Kükürt Emisyon Kontrol Alanı) çalışmaları yürütülmektedir.
- **Denizcilik ve Yeşil Teknolojiler:**  
Denizcilik sektöründeki zararlı emisyonların azaltılması için düşük emisyonlu yakıtlarla çalışan gemiler ve liman elektriği (cold ironing) altyapısının desteklenmesi hedeflenmektedir. SECA düzenlemesi kapsamında, uluslararası seferlerde kullanılan yakıtların kükürt içeriği sınırlandırılacak, bu süreçte sektöre teknik ve ekonomik rehberlik sağlanacaktır.
- **Karayolu ve Elektrikli Araçlar:**  
Elektrikli araçların yaygınlaştırılması ve gerekli şarj altyapısının oluşturulması stratejik öncelikler arasındadır. Batarya, motor ve şarj sistemleri gibi teknoloji alanlarındaki gelişmeler, Türkiye'nin bu pazardaki yerini güçlendirmeye yönelik fırsatlar sunmaktadır. Ayrıca, mikro hareketlilik araçları (bisiklet, elektrikli skuter) için düzenlemeler yapılacak ve bisiklet yolları ile şarj altyapısı gibi kentsel projeler desteklenecektir.
- **Karbon Düzenlemeleri:**  
AB'nin Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM)



kapsamında, enerji yoğun sektörlerin etkilerini minimize etmek ve karbon fiyatlandırma sistemine uyum sağlamak için Türkiye, sektör bazlı senaryolar geliştirmekte ve yol haritaları oluşturmaktadır. İlave maliyetlerin sektörlere etkisinin değerlendirilmesi, destek mekanizmalarının tasarlanması ve sera gazı emisyonlarının izlenmesine yönelik sistemlerin iyileştirilmesi gibi çalışmalar yürütülmektedir.

Bu stratejik adımlar, Türkiye'nin çevreye duyarlı ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasını destekleyecek bütüncül bir çerçeve sunmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

#### **4.5.2. Döngüsellik**

Döngüsel ekonomi, malzeme ve kaynakların kullanımı sonrasında ürünlerin geri kazandırılmasıyla değerlerinin korunmasını ve atıkların minimize edilmesini hedefleyen bir ekonomik yaklaşımdır. Bu yaklaşım, doğrusal ekonomi modelinin yerine, atıkların geri dönüştürülerek yeniden değerlendirildiği, kaynak verimliliğinin artırıldığı ve hammadde maliyetlerinin düşürüldüğü sürdürülebilir bir ekonomi modelini benimsemektedir. Döngüsel ekonomi, iklim değişikliğiyle mücadele amacıyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen, yeşil ekonomi paradigmasının bir parçasıdır.

Yeşil ve döngüsel ekonomiye geçiş, sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji ve kaynak verimliliğinin artırılması gibi hedefleri içerir. Bu dönüşüm, kamu otoriteleri, özel sektör, tüketiciler ve sivil toplum kuruluşları arasında yakın işbirliği gerektirir ve daha temiz, rekabetçi bir sanayinin kurulmasını sağlayacak kapsamlı hedefler oluşturulmasını zorunlu kılar. Ayrıca, bu süreçte yeni mevzuatlar ve eylem planları ile dönüşümün desteklenmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda; arıtılmış atık suların yeniden kullanımının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik eylemlerin hayata geçirilmesi, buna yönelik teşvik mekanizmalarının oluşturulmasına ilişkin çalışmalar ve planlamalar yapılması ve atık su yeniden kullanım oranının %5'e çıkarılması hedeflenmektedir. Diğer taraftan, "su ayak izlerinin" değerlendirilmesi, suyun verimli kullanımının sağlanması ve su kullanan sektörler ile çevresel su kullanımı için adil su tahsisine ilişkin doğru kararların alınması ve iklim değişikliğine uyumu hızlandırıcı etkisi olan önemli bir adımdır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

Döngüsellik trendi, ürün yaşam döngüsünü bütüncül bir şekilde ele alarak, tedarik zincirinde geri dönecek her bir ögeyi ve bileşeni tasarlayıp kullanmayı amaçlar. Bu yaklaşım, atık ve kirliliği en aza indirmek için ürünlerin yeniden kullanımı, onarımı, yeniden üretimi ve geri dönüşümünü önceliklendirir. Ürünlerin bu işlevleri artık yerine getiremediği durumlarda, ürünler yeniden kullanılabilir

bileşenlere ve ham maddelere ayrılır ve nihayetinde biyolojik olarak parçalanmaktadır.

Dairesel bir ekonomiye doğru kademeli ancak istikrarsız bir ilerleme var. Büyük işletmelerin %55'i daireselliğe kendini adanmış olsa da, girişimlerinin yarısından fazlası dar anlamda geri dönüşüm veya atık yönetimine ayrılmıştır. Birçok şirketin stratejileri henüz dairesel bir ekonomi için teknolojilerin ve iş modellerinin tüm yelpazesini kapsamamaktadır. Örneğin ürünleri daha uzun süre dayanacak şekilde yeniden tasarlamak, onarılabilirliği benimsemek, kiralama modellerini benimsemek, ham malzeme kullanımını azaltmak ve bir ürünün yaşam döngüsü boyunca tamamlayıcı hizmetler sağlamak hala eksiktir.



**Kaynak:** URL: semtrio.com. Döngüsel Ekonomi Modeli

Dairesellik kavramları, ürün tasarımı, üretim ve geri dönüşüm süreçlerinin kökten dönüşümünü gerektirir, bu nedenle tedarik zinciri, ham kaynakların, malların, iadelerin ve atıkların akışlarını sürdürülebilir, dairesel bir şekilde yeni bir kullanıcı ağı arasında yöneten ve taşıyan bu eğilimin temel bir kolaylaştırıcısıdır. Bu nedenle, bir eğilim olarak daireselliğin lojistik sektörünü önemli ölçüde etkilemesi muhtemeldir ve lojistik oyuncular, sektörler arasında en iyi uygulamaların aktarılması için temel bilgi kaynakları haline gelecektir. Ancak dairesel ürünleri ve çözümleri keşfetme, bunlara yatırım yapma ve benimseme yönündeki mevcut ivme eksik görünüyor. Bu nedenle, daireselliğin olgunluğa ulaşması ve tedarik zinciri boyunca yaygın bir şekilde benimsenmesi önemli bir zaman alacaktır (URL: DHL, 2024a).

2019'dan bu yana Circle Economy Foundation'ın Döngüsellik Açığı Raporları (*Circularity Gap Reports*), küresel döngüsellik durumuna ilişkin analizler ve teorik yaklaşımlar sunmaktadır. 2024 yılı raporuna göre, döngüsel ekonomi kavramı giderek daha fazla tanınmakta ve tartışılmakta olsa da beklenen sonuçları vermekte yetersiz kalmaktadır. Döngüsel ekonomi, son beş yılda tartışma, analiz

ve yazı hacminin üç katına çıkmasıyla oldukça bilinir hale gelmiştir. Ancak, küresel döngüsellik oranı düşüş göstermektedir. 2018 yılında %9,1 olan döngüsel malzeme kullanımı oranı, 2023 yılında %7,2'ye gerileyerek beş yılda %21 oranında azalmıştır (CGR, 2024).

Endüstriyel sektörler, özellikle perakende, daha önce sahip olunan yeni veya kullanılmış ürünlerin alıcılara satılıp gönderildiği ve alıcıların da bunları onarıp, yeniden kullanıp, geri dönüştürüp ve/veya yeniden satarak ürünün ömrünü uzattığı yeniden ticaretin (ters ticaret olarak da bilinir) yükselişi devam etmektedir. Bu yalnızca sürdürülebilirliği teşvik etmekle kalmamakta, aynı zamanda yeni ürünlerin üretimiyle ilişkili emisyonları da azaltmaktadır. Bu eğilim akıllı telefon sektöründe de belirgindir. International Data Corporation (IDC), resmi olarak yenilenmiş ve kullanılmış akıllı telefonlar dahil olmak üzere kullanılmış akıllı telefonların küresel sevkiyatlarının 2023'te 309,4 milyon adede ulaşacağını tahmin etmiştir. Bu, 2022'de sevki edilen 282,6 milyon cihaza kıyasla %9,5'lik bir artışa denk gelmektedir. Bu gelişme e-perakende ve moda sektöründe de belirgindir; ancak işler biraz daha karmaşıktır. Vinted gibi müşteriden müşteriye (C2C) platformlar büyürken, büyük şirketlerin dairesel bir iş modeline geçiş yapmaya kararlı olup olmadıkları veya ikinci el platformları yalnızca ek gelir kaynakları olarak görüp görmedikleri belirsizliğini korumaktadır.

Kitlesel üretim ve uygun fiyatlılıklarıyla ünlü ancak genellikle net ve özel bir yeniden ticaret stratejisinden yoksun olan hızlı moda devlerinin aksine, lüks sektörü bu alanda kayda değer ilerlemeler göstermiştir. Diğerlerinin yanı sıra lüks grup Kering tarafından finanse edilen Vestiaire Collective gibi saygın platformlar, çantalar ve giysiler gibi ikinci el lüks ürünler sunarak giderek daha fazla popülerlik kazanmaktadır. Yeniden ticaretin yükselişi lojistiği çeşitli şekillerde etkiler. Geleneksel iade lojistiği yerine, yeniden ticaret tedarik zincirleri iade gönderilerini pazar içi onarım, geri dönüşüm ve/veya yeniden satış kanallarına yönlendirerek daha yerelleştirilmiş ancak karmaşık tedarik zincirlerine yol açabilir. Bu alandaki zorluklar (URL: DHL, 2024a):

- Ürünlerin çoğu şu anda yeniden kullanıma ve geri dönüşüme uygun olarak tasarlanmadığından, dairesellik ilkelerine ulaşma yetenekleri sınırlıdır.
- Onarım hakkı mevzuatla onaylandıkça, şirketler onarılabilir, sürdürülebilir ürün tasarımına öncelik vermeli, yedek parça ve onarım bilgisi sağlamalı ve tüketicilerin dairesel uygulamalara katılımını teşvik etmelidir.
- Tüm bunları destekleyen şey, döngüsellüğün omurgası olan lojistik sektördür. Lojistik hizmet sağlayıcıları, yeteneklerini uyarlamalı, teknolojiye yatırım yapmalı ve onarım, yenileme ve geri dönüşümü

kolaylaştırmak için iş birliği yapmalıdır. Buna yeni lojistik hizmet tekliflerinin geliştirilmesi de dahildir.

Yeşil ve döngüsel ekonomiye geçiş süreci, çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği sağlayacak stratejilerin bütüncül bir yaklaşımla hayata geçirilmesini gerektirmektedir.

### **4.5.3. Yenilenebilir Enerji**

Yenilenebilir enerji, güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, okyanus gücü, biyokütle ve hidrojen enerjisi gibi çeşitli kaynaklardan üretilen enerjilerin verimli bir şekilde üretimi, iletimi, dağıtımı ve depolanmasını ifade eder. Bu enerji altyapısı, elektrikli araçlar ve hidrojen şarj istasyonları gibi ağları kapsamaktadır. İklim değişikliği ile ilgili endişeler, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının güç karışımındaki payı artmaktadır. 2030'a kadar enerji üretiminin %45-50'sinin, 2050'de ise %65-85'inin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması beklenmektedir. Gelişmekte olan pazarlarda, elektrik talebinin 2022'de 25.000 TWh'den, 2050'de 52.000-71.000 TWh arasına çıkması öngörülmektedir. Bu artan talep, elektrik şebekelerinin altyapılarını güncelleme ve genişletme gereksinimini doğurmaktadır.

Lojistik sektörü, artan elektrik talebinden doğrudan etkilenmektedir. Özellikle elektrikli araçların kullanımının yaygınlaşmasıyla, lojistik firmaları, özellikle teslimat kamyonu ve minibüs filolarında karşılaşılan artan elektrik talebine yönelik zorluklarla mücadele etmektedir. Bu zorluklar, sağlam bir şarj altyapısının gerekliliğini vurgulamaktadır. Ayrıca, karbon nötr binalara yönelik çabalar, tedarik zinciri tesislerinin enerji verimliliğini artıran teknolojiler ve yerinde yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Devletin desteklediği politikalara ve düzenlemelere ek olarak, lojistik şirketleri yerel altyapılarını genişletmeye yönelik adımlar atmalıdır. Hükümetlerin yenilenebilir enerji altyapılarını güçlendirme çabaları, uygulama sürecinin uzunluğu göz önüne alındığında, zaman alıcı bir süreç olarak görülmektedir.

Elektrikli araçların uzun mesafeli taşımacılıktaki kullanımı, lojistikteki karbon emisyonlarını azaltma açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Ancak, mevcut şarj altyapısı, bu araçların hızlı şarj ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. PİL kapasitesinde ve şarj altyapısında iyileştirmeler yapılmalıdır. Diğer taraftan özellikle pil değiştirme gibi alternatif çözümler gündeme gelmektedir. Ayrıca, lojistik şirketleri, karbon ayak izlerini azaltmak ve enerji maliyetlerini düşürmek amacıyla dağıtılmış enerji kaynakları kullanmaktadır. Güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve enerji depolama sistemleri gibi küçük ölçekli enerji üretim sistemleri, şebeke elektriğine olan bağımlılığı azaltarak enerji üretimi ve maliyetlerini optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Yenilenebilir

enerji üretimi ve elektrikli araçların genişlemesi, güçlü altyapı taleplerini artırmakta ve bu durum, lojistik organizasyonlarının yerinde enerji üretimi ve depolama sistemlerine olan ihtiyaçlarını güçlendirmektedir (URL: DHL, 2024a).

Dünyada sera gazı emisyonlarının azaltılmasına verilen önemin artması ve karbon yoğunluğu düşük bir küresel ekonomi hedefi, enerji politikalarının yeniden şekillendirilmesini sağlamıştır. İklim değişikliği ile mücadele için uygulamaya konulacak politikaların enerji politikalarıyla uyumlu hale getirilmesi gerekliliği, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanlarında düzenlemelerin ve uygulamaların önceliklendirilmesini gündeme getirmiştir. Bu kapsamda enerji verimli ve düşük karbonlu ısıtma ve soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılması amacıyla ulusal çapta strateji ve kılavuz belgelerinin hazırlanması öngörülmektedir. Temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı hedefi doğrultusunda, Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği çalışmalarına dair açıklık analizi yapılarak gelişim alanları belirlenecektir. Sanayi tesislerine yönelik enerji verimliliği eğitimi ve Yeşil Tarife ile YEK-G Belgesi konusunda bilinçlendirme faaliyetleri gerçekleştirilecektir. Ayrıca, Milli Enerji ve Maden Politikası çerçevesinde, 2027 yılına kadar her yıl 1000 MW RES ve GES kurulumuna yönelik çalışmalar yürütmekte olup, enerji verimli ve düşük karbonlu ısıtma ve soğutma sistemleri için yol haritası hazırlanmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2021).

#### **4.5.4. Geri Dönüştürülebilir Biyo-bazlı Malzeme Kullanımı**

Biyo-Bazlı Malzemeler trendi, yalnızca geleneksel sürdürülebilir biyokütleden üretilen maddelerden ve modern biyo-sentetik süreçlerden üretilen tüm malzemeleri kapsar. Bu trend, ürün yaşam döngüsünün sonuna değil başlangıcına odaklanır ve bu nedenle hem biyolojik olarak parçalanabilir hem de biyolojik olarak parçalanmayan malzemeleri içerir.

Son yıllarda tüketiciler ve şirketler sürdürülebilirliğe daha fazla dikkat ederken ve beklentiler ve talepler arttıkça, lojistik organizasyonları sürdürülebilir olmayan olarak görülen malzemeleri günlük operasyonlardan çıkarmaya ve atıkları azaltmaya çalışmaktadır. Biyobazlı malzemeler, daha sürdürülebilir çözümlere entegre edilebilen karbon ve atık azaltıcı kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Biyobazlı malzemeler için çeşitli tedarik zinciri segmentlerinde, bina inşaatından paketlemeye kadar çok çeşitli potansiyel uygulama alanları mevcuttur. Doğal malzemelerden elde edilenler biyo-bazlı malzemeler, lojistikte uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu değerli biyo-bazlı çözümün en iyi örnekleri ahşap palet ve kasalardır. Daha yakın zamanda, bambu, pirinç kabuğu, palmye lifi, mantar ve yosundan yapılmış çözümler de dahil olmak üzere ek biyo-bazlı malzemeler tanıtılmakta ve test edilmektedir.

Lojistik sektörü sadece taşımacılık olarak düşünülmemelidir. Bu sektörün geri planında çalışan depo, antrepo, yarı depo, gümrük, liman ve iş sahası gibi birçok bina ve yapıya gereksinimi vardır. Bu yapıların da ekolojiye uygun biçimde inşa edilmesi gerekmektedir. Yeni sürdürülebilir inşaat malzemelerin (örn. Mantarlardan elde edilen miselyum) kullanıldığı yapıların sayısının çoğaltılması gerekir. Bu yeni malzemeler ile inşa edilen depo ve alanlar dayanıklılık, su direnci, küf direnci, yangın direnci ve diğer niteliklere sahiptir. Malzemenin doğal alev geciktirici özellikleri, yüksek güvenlik sağlarken, yalıtım ve gürültü azaltma faydaları çevresel konforu artırabilir.

Bu tür çözümler, bina ve inşaat sektörünün karbon ayak izini düşürmeye yardımcı olabilir ve lojistik sağlayıcılara yeşil alan projelerinin inşasını planlarken alternatifler sunabilir. Biyo-bazlı malzemeler kullanılarak, lojistik kuruluşları bina inşaatından kaynaklanan emisyonları azaltma yetkisine sahiptir (URL: DHL, 2024a).

#### **4.5.5. ESG Savunuculuğu / Çevreci Baskılar**

Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) savunuculuğu, günümüzde iş dünyasında önemli bir eğilim haline gelmiştir. ESG, insan ve iş faaliyetlerinin çevresel etkilerinin, sosyal sorumlulukların ve yönetim uygulamalarının izlenmesini ve geliştirilmesini içerir. Bu yaklaşım, yalnızca karbonsuzlaşmaya odaklanmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, sosyal eşitlik ve şeffaf yönetim arasındaki ilişkileri de dikkate alır. Lojistik sektörü, bu bütünsel yaklaşımı benimsemenin kritik olduğu alanlardan biridir. Özellikle, tedarik zincirindeki çevresel etkiler, işçi hakları, etik kaynak sağlama ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi unsurların bütünsel bir biçimde izlenmesi, lojistik şirketlerinin operasyonel sürdürülebilirliklerini artırmalarına olanak tanıyacaktır.

Lojistik sektörü, iklim değişikliği ve çevresel sorunlarla doğrudan ilişkili olan en önemli endüstrilerden biridir. Bu bağlamda, karbon emisyonlarının izlenmesi ve azaltılması, sektördeki temel performans göstergelerinin (KPI'ler) başında gelirken, biyolojik çeşitlilik kaybı, hayvan refahı ve ekosistem restorasyonu gibi diğer çevresel sorunlar hala yeterince ele alınmamaktadır. Lojistik faaliyetlerin çevresel etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilirlik, yalnızca karbon emisyonlarıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda doğal kaynakların verimli kullanımı, atık yönetimi ve ekosistemlerin korunması gibi geniş kapsamlı alanları da içerir. Bu unsurların ESG çerçevesinde bütünsel bir şekilde izlenmesi, lojistik şirketlerinin çevresel sorumluluklarını yerine getirmelerini ve sektörün genel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarını sağlamaktadır.

Sosyal ve yönetim konuları da lojistik sektörü açısından büyük önem taşımaktadır. Küresel tedarik zincirlerinde işçi hakları ihlalleri, etik olmayan

kaynak kullanımı ve güvenli olmayan çalışma koşulları gibi sosyal sorunlar, sektörün sürdürülebilirliğini tehdit eden önemli faktörlerdir. Bu nedenle, ESG savunuculuğu, sadece çevresel faktörlerle sınırlı kalmaz, aynı zamanda sosyal ve yönetim alanlarında da güçlü bir denetim ve şeffaflık gerektirir. Lojistik şirketlerinin sürdürülebilirliği teşvik etmesi ve bu alanlarda etkilerini şeffaf bir şekilde raporlaması, sadece çevresel değil, toplumsal ve etik sorumluluklarını da yerine getirmelerini sağlar. Bu bağlamda, ESG yaklaşımının benimsenmesi, lojistik sektörünün uzun vadeli başarısı için kritik bir öneme sahiptir (URL: DHL, 2024a).

Gartner (2023) “Top Strategic Technology Trends 2024” raporunda Uzun vadeli ekolojik dengeyi ve insan haklarını destekleyen çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) sonuçlarını mümkün kılmak için önerilen çerçevede:

- Çevresel teknolojiler; doğal dünyadaki riskleri önleyebilir, azaltabilir ve bunlara uyum sağlayabilir.
- Sosyal teknolojiler; insan hakları sonuçlarını, eşitlik ve refah düzeyini artırabilir.
- Yönetim teknolojileri; iş yürütmeyi, gözetimi ve kapasite geliştirmeyi güçlendirebilir.
- Sürdürülebilir teknolojiler ise; genel performansı iyileştirmek için gerekli bilgileri sağlayabilme yeteneğine sahiptir (Gartner. 2023).

ESG (Çevresel, Sosyal ve Yönetim) kriterlerinin lojistik sektöründeki önemi giderek artmaktadır. Lojistik, tedarik zincirinin önemli bir bileşeni olarak, çevresel, sosyal ve yönetim ilkelerine uyum sağlamak, sektörde sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından kritik bir rol oynamaktadır. ESG perspektifinden lojistik süreçleri:

- **Çevresel (Environmental) Perspektif:** Lojistik sektörde çevresel faktörlerin önemi büyüktür, çünkü taşımacılık, depo yönetimi ve malzeme yönetimi gibi süreçler, yüksek düzeyde karbon salınımına yol açabilmektedir. Sürdürülebilir teknolojiler, bu süreçlerin çevresel etkilerini en aza indirmek için inovatif çözümler sunmaktadır. Örneğin, elektrikli araçlar ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak karbon ayak izi azaltılabilir. Ayrıca, kaynak verimliliğini artırmaya yönelik dijital çözümler, lojistik operasyonlarının çevresel sürdürülebilirliğini iyileştirebilir.
- **Sosyal (Social) Perspektif:** Lojistik sektörde sosyal boyut, iş gücü sağlığı ve güvenliği, iş yerinde çeşitlilik ve eşitlik gibi unsurları kapsar. Sosyal teknolojiler, bu alanlarda insan haklarını ve çalışan refahını artırma potansiyeline sahiptir. Dijital çözümler, lojistik çalışanlarının

güvenliğini sağlamak, eğitimlerini desteklemek ve refahlarını izlemek için kullanılabilir. Ayrıca, lojistik süreçlerinde sosyal sorumluluk projeleri ve topluluklara yapılan yatırımlar, sektöre olan güveni pekiştirebilir ve marka değerini artırabilir.

- **Yönetişim (Governance) Perspektifi:** Lojistik sektörü, güçlü bir yönetim yapısına ihtiyaç duymaktadır. Etkili gözetim ve denetim mekanizmaları, sektörün şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine uygun bir şekilde işlemlerini sağlar. Yönetişim teknolojileri, lojistik işletmelerinin iş süreçlerini izlemek, düzenlemelere uyum sağlamak ve sürdürülebilir büyümeyi desteklemek için kritik bir araçtır. Bu teknolojiler, şirketlerin performansını değerlendirmelerine, riskleri yönetmelerine ve uzun vadeli stratejiler geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Lojistik sektörü için ESG kriterleri, yalnızca yasal zorunlulukları yerine getirmek değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve rekabet gücünü artırma fırsatı sunabilir. Dijital çözümler ve sürdürülebilir teknolojiler, lojistik operasyonlarının çevresel, sosyal ve yönetim boyutlarında iyileştirme sağlayarak, sektörün genel performansını artırabilir.

#### 4.5.6. Tüketici Bilinci

Bilinçli tüketicilik paradigması, müşterilerin artık satın alma kararlarında sürdürülebilirliği ve etik uygulamaları önceliklendirmesiyle işletmeden tüketiciye (B2C) manzarayı yeniden şekillendirmektedir. Tüketiciler kendi değerleriyle uyumlu markaları aktif olarak aramakta ve çevresel ve sosyal sorumluluğa gerçek bağlılıklar talep etmektedirler. Bilinçli tüketicilerin etkisi bireysel işlemlerin ötesine uzanmakta ve markaları pazarda rekabetçi kalmak için sürdürülebilirliklerini ve sosyal kimliklerini geliştirmeye zorlamaktadır. B2C şirketleri sürdürülebilirliği temel stratejilerine entegre ederek, çevre dostu ürünler ve lojistik sunarak ve sürdürülebilirlik çabalarıyla ilgili şeffaflığı koruyarak uyum sağlamalıdır (URL: DHL, 2024a).

Geçtiğimiz yüzyılda, küresel tüketici tüketimi ekonomik büyümenin temel bir itici gücü haline gelmiştir. Ancak bu başarı, tüketici ürünlerinin üretimi, taşınması ve atılması süreçlerinde ciddi sosyal ve çevresel etkileri beraberinde getirmiştir. Bu açıda çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) ilkeleri, şirketlerin ve tüketicilerin satın alma kararlarında ve stratejik eylemlerinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu etkilerin anlaşılması ve ele alınması, yalnızca ahlaki bir sorumluluk değil, aynı zamanda sürdürülebilir büyüme ve rekabet avantajı elde etmenin de bir yoludur.



McKinsey, NielsenIQ ile iş birliği yaparak 2017'den Haziran 2022'ye kadar beş yıllık ABD bireysel ürünlerin satış büyüme oran verilerinin analiz sonucuna göre; birçok kategoride ESG ile ilgili iddialar ile tüketici harcamaları arasında net ve önemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın ilk hedefi, bu beş yıllık dönemde, ambalajlarında bir veya daha fazla ESG ile ilgili iddiada bulunan ürünlerin, hiçbir iddiada bulunmayan ürünlerden daha iyi performans gösterip göstermediğini belirlemektir. Sonuç olarak tüketicilerin, belirttikleri ESG tercihlerini satın alma davranışlarıyla destekledikleri bulunmuştur. Bu sonuçlar aşağıdaki gibi dört kategoride değerlendirilmektedir (URL: McKinsey 2023):

- Tüketiciler, ESG ile ilgili iddiaları olan ürünleri satın alma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır.
- Ayrıca ESG ile ilgili iddialarda bulunan markaların diğerlerine göre daha çok büyüme elde ettiği görülmüştür.
- Daha az yaygın iddiaların (daha spesifik örn: vegan, karbon sıfır) daha yaygın iddialardan (örn. Çevresel sürdürülebilirlik) daha yüksek büyümeyle ilişkilendirilmiştir.
- Büyüme oranı ile bir ürünün yaptığı farklı ESG iddiaların sayısı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Bu çalışma, ESG kavramını tüketicilerin ürün tercihine yansıdığını ve bilinçli tüketicilerin sayısının her geçen gün arttığını ve bunun da alışveriş tercihleri şekillendirmede etkili olduğunu kanıtlar. Dolayısıyla tüketici ambalajlı ürün sektöründe faaliyet gösteren şirketler, ESG stratejilerini ürün tasarım süreçlerine entegre ederek hem çevresel ve sosyal sorumluluklarını yerine getirebilir hem de ekonomik hedeflerini gerçekleştirebilirler. Şirketlerin, ESG stratejilerini uygularken belirli bir kategori veya ürünle sınırlı kalmak yerine, geniş bir ürün portföyü üzerinde etkili olacak şekilde tasarımlar yapması önerilmektedir. Bu yaklaşım, hem sürdürülebilirliğe yönelik daha geniş bir etki sağlamakta hem de tüketicilere anlamlı ESG değer önerileri sunarak büyümeyi desteklemektedir.

ESG ile ilgili iddiaların lojistik süreçlere entegrasyonu, şirketlerin operasyonel maliyetlerini ve tedarik zinciri verimliliğini iyileştirme fırsatı sunabilir. Ürün tasarım süreçlerinde maliyet mühendisliği uygulamaları hem ESG etkilerini artırmak hem de enflasyonist ortamda maliyetleri optimize etmek için kritik bir unsurdur. Bu bağlamda, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ve kaynak kullanımının azaltılması gibi önlemler, ESG stratejilerini lojistik süreçlere dahil etmenin somut yollarını temsil etmektedir.

#### **4.5.7. Düzenleyici Çevre Yasalar ve Teşvikler**

Düzenleyici çevre, çevresel koruma ve sosyal sorumluluk ve toplumsal refahın sağlanmasında kritik bir araç ve yaptırım gücüdür. Düzenleyici çevre,

sürdürülebilirlik ilkelerinin uygulanmasını sağlayan yasal, kurumsal ve politik çerçeveyi ifade eder. Bu çerçeve, kaynakların verimli kullanımını, çevresel etkilerin azaltılmasını ve sosyal adaletin güçlendirilmesini hedefleyen kurallar ve standartları içerir. Örneğin, karbon emisyonlarının düşürülmesi amacıyla çevre dostu üretim yöntemlerini teşvik eden ve işçi sağlık ve güvenliğini teminat altına alan düzenlemeler ile yeşil teknolojilere olan talebi artırarak yenilikçiliği desteklemektedir. Düzenleyici çerçeve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırmak için işletmeler, toplum ve devlet arasında bir köprü görevi üstlenmektedir.

Etkili bir düzenleyici çevrenin sağlanması, tutarlı politika yapımı, kapsamlı denetim mekanizmalarının uygulanması ve paydaş katılımının artırılması ile mümkün olmaktadır. İyi tasarlanmış düzenlemeler bir yandan işletmelerin ekonomik büyümesini desteklerken diğer yandan çevresel zararların minimize edebilir ve toplum refahına, sağlıklı ve mutlu yaşama destek olabilir. ayrıca işletmeler, yalnızca yasal zorunluluklarla değil, aynı zamanda itibar yönetimi ve rekabet avantajı elde etme motivasyonu ile sürdürülebilir uygulamalara yönlendirilebilir. Uluslararası normlar ve standartlarla uyumlu düzenleyici çerçeveler, yerel ve küresel ölçekte sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında temel bir rol oynamaktadır. Özellikle Avrupa’da sürdürülebilir bir ekonomiye doğru adil bir geçiş için sürdürülebilir ve sorumlu kurumsal davranışları teşvik etmek için 2024 de yürürlüğe giren Kurumsal Sürdürülebilirlik Gereklilik Tespiti Direktifi gibi girişimler, işletmelerin tedarik zincirlerinde insan hakları ve çevresel standartlara uyum sağlamasını yasal bir zorunluluk haline getirmektedir. Bu direktifin amacı, şirketlerin operasyonlarında ve küresel değer zincirlerinde sürdürülebilir ve sorumlu kurumsal davranışı teşvik etmektir. Yeni kurallar, kapsamdaki şirketlerin eylemlerinin Avrupa içinde ve dışında olumsuz insan hakları ve çevresel etkilerini belirlemesini ve ele almasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu Yönerge, işletmelerin kendi operasyonları, bağlı kuruluşları ve değer zinciri bağlamında iş ortaklarıyla ilişkili olarak potansiyel ve fiili olumsuz insan hakları ve çevre etkilerini belirleme ve ele alma sorumluluğunu içermektedir. Yönerge ayrıca, büyük ölçekli şirketlerin Paris Anlaşması'nın 2050 yılı iklim nötrlüğü hedefi ve Avrupa İklim Yasası kapsamındaki ara hedeflerle uyumlu bir iklim değişikliği azaltım geçiş planını hazırlamaları ve uygulamaları yükümlülüğünü de kapsamaktadır. Bu kapsamda, şirketlerin çevresel ve sosyal sorumluluk çerçevesinde en iyi uygulamaları benimsenmesi ve sürdürülebilir bir geleceğe katkı sağlamasının amaçlandığı Kurumsal Sürdürülebilirlik Gereklilik Tespiti Direktifi kurallarının faydaları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (URL: European Commission, 2024):

- **Sosyal Açıdan (Vatandaşlar için):**
  - İşçi hakları da dahil olmak üzere insan haklarının daha iyi korunması.
  - İklim değişikliği göçü de dahil olmak üzere, şimdiki ve gelecek nesiller için daha sağlıklı bir çevre.
  - İşletmelere olan güvenin artması.
  - Daha fazla şeffaflık, bilinçli seçimler yapılmasını sağlar.
  - Mağdurların adalete daha iyi erişimi.
- **Ekonomik Açıdan (Şirketler için):**
  - AB'de uyumlu bir hukuki çerçevenin oluşturulması, hukuki kesinliğin ve eşit rekabet koşullarının yaratılması.
  - Müşterilerin güveninin ve çalışanların bağlılığının artması.
  - Şirketlerin olumsuz insan hakları ve çevresel etkileri konusunda daha fazla farkındalık, daha az sorumluluk riski.
  - Daha iyi risk yönetimi, daha fazla dayanıklılık ve artan rekabet gücü.
  - Yetenek, sürdürülebilirlik odaklı yatırımcılar ve kamu alıcıları için artan çekicilik.
  - Yeniliğe yönelik teşviklerin artırılması.
  - Finansa daha iyi erişim.
- **Gelişmekte olan ülkeler için**
  - İnsan haklarının ve çevrenin daha iyi korunması.
  - Sürdürülebilir yatırım, kapasite geliştirme ve değer zinciri şirketlerine destek.
  - Sürdürülebilirlikle ilgili uygulamaların iyileştirilmesi.
  - Uluslararası standartların benimsenmesinin artması.
  - İnsanların yaşam koşullarının iyileştirilmesi.

Düzenleyici çevrenin evrimi, işletmeleri sera gazı emisyonlarının azaltılmasının ötesine geçerek biyolojik çeşitlilik, sosyal sorumluluk ve doğa koruma gibi daha geniş sürdürülebilirlik hedeflerine odaklanmaya zorlamaktadır. Bununla birlikte, bu dönüşüm süreçlerinde ölçüm ve temel performans göstergelerinin netliği bir ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir bir gelecek, düzenleyici çerçevenin desteklediği çevresel, ekonomik ve sosyal sorumluluğun bütünlük bir yaklaşımla ele alınması ile mümkün olacaktır.

Bu uygulamalar sadece yaptırımlardan ibaret olmamalı aynı zamanda sürdürülebilir bir sistem tasarımı içinde olan işletmeleri de desteklemeli ve ödüllendirmelidir.

#### 4.5.8. Yeşil Lojistik Belgesi

Türkiye'de lojistik sektöründe sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda faaliyet gösteren işletmelerin desteklenmesi ve bu çabalarının teşvik edilmesi amacıyla "Yeşil Lojistik Belgesi" uygulaması yürürlüğe konulmuştur. **Yeşil Lojistik Belgesi**, çevre dostu ve sürdürülebilir taşımacılık ile lojistik faaliyetlerini desteklemek amacıyla belirli kriterleri yerine getiren işletmelere verilen resmi bir belgedir. Bu belge, lojistik sektöründe çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmeyi, enerji verimliliğini artırmayı ve karbon ayak izini azaltmayı amaçlamaktadır. Ücretsiz ve süresiz olarak düzenlenen bu belge, sektörde çevreye duyarlı uygulamaların yaygınlaşmasını hedeflemektedir.

Yeşil Lojistik Belgesi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından kombine yük taşımacılığı ve yeşil lojistik faaliyetlere ilişkin ilke, esas ve koşulların belirlenerek bütünlük, dengeli ve çevreyle dost bir taşımacılık düzeninin oluşturulması, yaygınlaştırılmasının desteklenmesi ve teşvik edilmesini destekleyen 2022 yılında 31848 sayılı resmi gazetede bir genelge ile yayımlanmıştır. Bu belge yeşil lojistik faaliyetinde bulunan, sürdürülebilirlik alanında sorumlu ve duyarlı lojistik işletmelerine verilen bir dizi imtiyazı içermektedir (Resmî Gazete, 2022)

#### **Kimler Yeşil Lojistik Belgesi Alabilir?**

Yeşil Lojistik Belgesini alabilecek gerçek ve tüzel kişilerde şu şartlar aranır:

1. Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı veya kanunlarına göre kurulmuş tüzel kişi olmak.
2. Taşımacı Yetki Belgesi (TİOYB) sahibi olmak.
3. Kayıtlı Elektronik Posta (KEP) sistemine kayıtlı olmak.
4. Yeşil lojistik faaliyetlerini yerine getirmek:

- Yılda en az 200 adet kombine yük taşımacılığı seferi düzenlemek.
  - Ek olarak, belirlenen diğer yeşil lojistik faaliyetlerinden en az dördünü gerçekleştirmek (örneğin yenilenebilir enerji kullanımı, sıfır atık sistemi, yeşil enerji sertifikası gibi).
5. Çalışanlara yönelik yıllık periyotlarla eğitim faaliyetleri düzenlemek.

Başvuru için ilgili form ve raporlar ile gerçekleştirilen faaliyetlere dair bilgi ve belgeler, elektronik ortamda İdare'ye sunulmalıdır.

### ***Yeşil Lojistik Belgesinin Sağladığı Faydalar***

#### **1. Belge Ücretlerinde İndirimler:**

- Taşıma yetki belgelerinin ilk başvuru ve yenileme ücretlerinde %50 indirim.
- Taşıt belgesine eklenen 100 taşıt için taşıt kartı ücretinde %95 indirim.

#### **2. Uluslararası Taşımacılıkta Avantajlar:**

- UBAK İzin Belgesi başvurularında ek 5 puan verilmesi.

#### **3. Destek ve İşbirlikleri:**

- Bakanlık tarafından diğer kamu kurumları, meslek odaları ve sivil toplum kuruluşlarıyla işbirliği çerçevesinde ek teşvikler ve imtiyazlar sağlanabilir.

#### **4. Çevresel ve Kurumsal Avantajlar:**

- Yeşil lojistik faaliyetleriyle karbon ayak izinin azaltılması, yenilenebilir enerji kullanımı ve çevre dostu imajın güçlendirilmesi.
- Sıfır atık sistemleri ve enerji verimliliği gibi uygulamalar sayesinde operasyonel maliyetlerin düşürülmesi.

#### **5. Yeşil Lojistik Ödülleri:**

- İki yıl boyunca sürdürülebilir lojistik faaliyetlerini sürdüren işletmeler, Yeşil Lojistik Ödüllerine aday olma hakkı kazanır ve bu ödül ile tanınırlık elde eder.



**Kaynak:** URL: Ekol (2024). <https://www.ekol.com/tr/ekol-surdurulebilir-is-uygulamalariyla-yesil-lojistik-belgesini-alan-ilk-sirket-oldu>

Yeşil Lojistik Belgesi, çevreye duyarlı taşımacılık uygulamalarını artırmayı ve işletmelerin sürdürülebilir büyümesine katkı sağlamayı amaçlar. Ekol Sürdürülebilir İş Uygulamalarıyla Yeşil Lojistik Belgesi'ni Alan İlk Şirket olmuştur.

## KAYNAKLAR

- Acatech, (2017) “Industrie 4.0 Maturity Index.” In *Managing the Digital Transformation of Companies*. Schuh, Günther, Reiner Anderl, Jürgen Gausemeier, Michael ten Hompel, and Wolfgang Wahlster. Munich: Herbert Utz.
- Accenture, (2024). *Technology Vision 2024, Human by design*  
<https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/accenture-com/document-2/Accenture-Tech-Vision-2024.pdf#zoom=40>
- Accenture, (2020), *Technology Vision 2020*.  
[https://www.accenture.com/\\_acnmedia/Thought-Leadership-Assets/PDF-2/Accenture-Technology-Vision-2020-Full-Report.pdf](https://www.accenture.com/_acnmedia/Thought-Leadership-Assets/PDF-2/Accenture-Technology-Vision-2020-Full-Report.pdf)  
Erişim:14.05.2024
- Adeniran, A. O., Sıdıq, O.B., Oyeniran, G. T., & Adeniran, A. A., (2024). Sustainability Impact of Digital Transformation in E-Commerce Logistics. *International journal of Innovation in Marketing Elements*, 4(1).
- Agrawal, P., ve Narain, R. (2018). Digital supply chain management: An Overview. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 455, No. 1, p. 012074). IOP Publishing.
- Ambrosio, A., (2019). *Building The Intelligent Supply Chain*, Digitalist Magazin, SAP <https://www.digitalistmag.com/digital-supply-networks/2019/05/21/building-intelligent-supply-chain-06198258>
- Badzar, A. (2016). Blockchain for securing sustainable transport contracts and supply chain transparency-An explorative study of blockchain technology in logistics.
- Bahrani, M., & Kheradmand, A. (2021). Cloud computing applications in logistics: A systematic review. *Journal of Manufacturing Processes*, 63, 268-285.
- Barik, B., (2018). *It’s Time to Digitize The Global Supply Chain*.

<https://medium.com/@biplob.barik/global-supply-chain-challenges-continue-to-proliferate-but-digitizing-the-supply-chain-and-cc418a2f3ab7>

- Barreto, L., Amaral, A., Pereira, T., (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview, Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30, Vigo (Pontevedra), Spain, Science Direct Procedia Manufacturing 13 (2017) 1245–1252
- Bitkom, (2019). Smart Regulation for Digital Platforms, Position Paper, Berlin Germany [https://www.bitkom.org/sites/main/files/2019-10/20190930\\_smart-platform-regulation.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2019-10/20190930_smart-platform-regulation.pdf) Erişim:17.01.2023
- Bitkom, (2020). Chartbericht: Digitale Plattformen. Berlin Germany, February 2020 <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Chartbericht-Digitale-Plattformen-2020>
- Bughin, J., Deakin, J., & O’Beirne, B. (2019). Digital transformation: Improving the odds of success. McKinsey Quarterly, 22, 1-5.
- Büyüközkan, G., ve Güler, M., (2019), Lojistik 4.0 Teknolojilerinin Analizi için Metodolojik Yaklaşım, Girişimcilik ve İnovasyon Yönetimi Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, sayfa 21-47
- Chien, C. F., & Ding, Y. C. (2020). Collaborative cloud computing for logistics management. International Journal of Computer Applications, 176(24), 19-27.
- CGR, (2024). The Circularity Gap Report 2024 <https://www.circularity-gap.world/2024> Erişim: 06.12.2024
- Demircioğlu, G., (2021). Tedarik Zincirlerinin Yeni Hizmet Sağlayıcıları: Lojistik Teonoloji Startupları ve Dijital Platformlar. Satınalma Dergisi, Buyer Network, Mayıs 2021, Sayı 9, 101
- DHL. (2019). What’s Next? The Top Trends Impacting Supply Chain Management in 2019. <https://www.logistics.dhl/us-en/home/press/press-archive/2019/what-is-next-the-top-trends-impacting-supply-chain-management-in-2019.html>



- DHL. (2018). 95% of companies use augmented reality for picking efficiency. <https://www.logistics.dhl/us-en/home/press/press-archive/2018/95-percent-of-companies>
- Ding, Y., Jin, M., Li, S., & Feng, D. (2021). Smart logistics based on the internet of things technology: an overview. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(4), 323-345.
- Dutzler, H., Schmaus, B., Schrauf, S., Nitschke, A., & Hochrainer, P. (2016). *Industry 4.0: Opportunities and challenges for consumer product and retail companies*. Published by Service Mark of PwC Strategy& LLC.
- Eğilmez, G., (2023a). *Dijital Tedarik Zinciri Yönetimi*. Duvar Yayınları, 1. Baskı  
[https://www.duvaryayinlari.com/Webkontrol/IcerikYonetimi/Dosyalar/dijital-tedarikzinciri-yonetimi-yayin\\_icerik\\_g3832\\_cFCK7aBV.pdf](https://www.duvaryayinlari.com/Webkontrol/IcerikYonetimi/Dosyalar/dijital-tedarikzinciri-yonetimi-yayin_icerik_g3832_cFCK7aBV.pdf)
- Eğilmez, G., (2023b). *Endüstri 4.0 ve Lojistik Sektörünün Dijital Dönüşümü: Lojistik 4.0, Sosyal, İnsan ve İdari Bilimlerde Öncü ve Çağdaş Çalışmalar*, S. 1351-1376, Duvar Yayınları
- Eğilmez, G., (2024c). *Dijital Dönüşüm ve Teknoloji*. Teknoloji ve İnovasyon, Nobel yayınları, 1. Basım, s. 13-38
- Eğilmez, G., (2023d). *Dijital Tedarik Zinciri Olgunluk Modelinin Tasarımı: Ölçek Geliştirme ve Vaka Uygulaması*, Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Doktora Tezi
- Embia, G., Muduli, K., Moharana, T. K., Biswal, J. N., Muhammad, N., & Moharana, B. R. (2024). Enhancement of Sustainability Practices in Logistics through Adoption of Digital Technologies: Application to PNG Context from Global Perspective. In *Digital Technology Enabled Circular Economy* (pp. 184-198). CRC Press.
- Ekol, (2022). *Ekol Sürdürülebilirlik Raporu 2022*. [https://www.ekol.com/wp-content/uploads/2023/07/surdurulebilirlik\\_raporu\\_2022.pdf](https://www.ekol.com/wp-content/uploads/2023/07/surdurulebilirlik_raporu_2022.pdf)
- European Commission, (2017). *Digital Transformation Monitor*, France: Industrie

du futur. <http://www.industrie-dufutur.org/osons-lindustrie/> Erişim:  
15.03.2020

Gartner, (2023). Top Strategic Technology Trends 2024

[https://emt.gartnerweb.com/ngw/globalassets/en/publications/documents/  
2024-gartner-top-strategic-technology-trends-ebook.pdf?](https://emt.gartnerweb.com/ngw/globalassets/en/publications/documents/2024-gartner-top-strategic-technology-trends-ebook.pdf)

Erişim:14.05.2024

Gartner, (2020). Top Strategic Technology Trends for 2021, Research Vice  
President; Brian Burke

Gartner, (2019). Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. Distinguished  
VP Analyst; Cearley, David W.

Glistau, E., ve Machado, N. I. C., (2018). Industry 4.0, Logistics 4.0 and  
Materials - Chances and Solutions, Materials Science Forum, Vol. 919,  
pp 307-314

GRI, (2024). The GRI Standards A Guide For Pplicy Makers.

[https://www.globalreporting.org/media/nmmnwfs/gri-policy-makers-  
guide.pdf](https://www.globalreporting.org/media/nmmnwfs/gri-policy-makers-guide.pdf)

Gürel, Ö., ve Serdarasan, ř. (2018). Endüstri 4.0 kapsamında lojistik faaliyetler.  
Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi, Ultzk, 64-75.

IDC, (2020). Bulut ve Yapay Zekâ, Müşteri Deneyimini İyileştirmek için  
İletişim Merkezlerini Nasıl Dönüştürüyor, Eylül 2020, Ayşe Kaptanoğlu

Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2015).  
Strategy, not technology, drives digital transformation. MIT Sloan  
Management Review. [https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-  
drives-digital-transformation/](https://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/)

Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia  
manufacturing*, 21, 782-789

Khan, Y., Thielens, A., Muin, S., Ting, J., Baumbauer, C., & Arias, A. C.  
(2020). A new frontier of printed electronics: flexible hybrid electronics.  
*Advanced Materials*, 32(15), 1905279.

- KPMG, (2021). Dijitalleşme Yolunda Türkiye 2021 raporu, <http://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2021/04/dijitallesme-yolunda-turkiye-raporu-2021.pdf> Erişim:14.05.2024
- Kumar, S., & Soni, G. (2020). Cost reduction in logistics through cloud computing. *Journal of Cloud Computing*, 9(1), 34-40
- Wang, J., & Li, H. (2019). Big data analytics in logistics with cloud computing. *Procedia Computer Science*, 159, 194-202.
- La Scalia, G., Nasca, A., Corona, O., Settanni, L., & Micale, R. (2017). An innovative shelf life model based on smart logistic unit for an efficient management of the perishable food supply chain. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1), e12311.
- Levina, A., Frolov, K., Trifonova, N., & Tick, A. (2021). Effective Management of Multimodal Logistics in Russia. In *International Scientific Conference Digital Technologies in Logistics and Infrastructure* (pp. 264-272). Cham: Springer International Publishing.
- Li, H., Lyu, J., Zhen, L., & Zhuge, D. (2022). A joint optimisation of multi-item order batching and retrieving problem for low-carbon shuttle-based storage and retrieval system. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4, 100042.
- Liu, S., Zhang, Y., Liu, Y., Wang, L., & Wang, X. V. (2019). An ‘Internet of Things’ enabled dynamic optimization method for smart vehicles and logistics tasks. *Journal of cleaner production*, 215, 806-820.
- Mueller, H., (2019). Four Keys to Success with Digital Supply Chain and IoT, *Business Trends, SAP* <https://blogs.sap.com/2019/02/14/four-keys-to-success-with-digital-supply-chain-and-iot/> 29.03.2020
- Parhi, S., Joshi, K., Gunasekaran, A., & Sethuraman, K. (2022). Reflecting on an empirical study of the digitalization initiatives for sustainability on logistics: The concept of sustainable logistics 4.0. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4, 100058.

- Pereira, M., & Ferreira, F. (2018). Scalability and flexibility in logistics using cloud computing. *International Journal of Advanced Logistics*, 9(2), 115-123.
- Pundir, A. K., Jagannath, J. D., Ganpathy, L., ve Chakraborty, M., (2019). Technology Integration for Improved Performance: A Case Study in Digitization of Supply Chain with Integration of Internet of Things and Blockchain Technology *IEEE*
- PwC, (2024). Climate risks to nine key commodities. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/esg/people-and-prosperity-at-risk.pdf>, Erişim: 06.11.2024
- PwC. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise – Global Industry 4.0 Survey. <https://www.pwc.com> Erişim:14.05.2024
- Reinitz, B., (2020). Consider the three Ds when talking about digital transformation. *Educause Review* <https://er.educause.edu/blogs/2020/6/consider-the-three-ds-when-talking-aboutdigital-transformation> Erişim: 24.04.2024
- Resmî Gazete, (2022). Kombine Taşımacılık Yönetmeliği. 27 Mayıs 2022 Cuma, Sayı: 31848 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/05/20220527-1.htm>
- Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G. (2024). The SDGs and the UN Summit of the Future. *Sustainable Development Report 2024*. Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press. doi:10.25546/108572
- Schrauf, S., ve Berttram, P. (2016). Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused, *Pwc&Strategy* <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/digitization-more-efficient.html>. Erişim: 28.04.2020
- Schmidtke, N., Glistau, E., Behrendt, F., (2019), Magdeburg Logistics Model – the Smart Logistics Zone as a Concept for Enabling Logistics 4.0 Technologies, *Advanced Logistic Systems – Theory and Practice*, 13(1),

- Singhdong, P., Suthiwartnarueput, K., & Pornchaiwiseskul, P. (2021). Factors influencing digital transformation of logistics service providers: a case study in Thailand. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(5), 241-251.
- Shippeo, (2021). *The Real Roi Of Supply Chain Visibility*.  
<https://www.shippeo.com/ebooks/en-the-real-roi-of-supply-chain-visibility> Erişim 07.11.2024
- Song, Y., Yu, F. R., Zhou, L., Yang, X., & He, Z. (2020). Applications of the Internet of Things (IoT) in smart logistics: A comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(6), 4250-4274.
- şişecam, (2023). şişecam Sürdürülebilirlik Raporu 2023.  
<https://sustainability.sisecam.com/sites/catalogs/tr/Documents/surdurulebilirlik-raporlari/sisecamsurdurulebilirlik2023.pdf>
- Ticaret Bakanlığı, (2021). Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021.  
<https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf> Erişim 07.11.2024
- Tsugawa, S., Jeschke, S., & Shladover, S. E. (2016). A review of truck platooning projects for energy savings. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 1(1), 68-77.
- TÜBİSAD, (2024). Bilgi ve İletişim Teknolojileri Sektörü 2023 Pazar Verileri  
<https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-bit-2023-tr.pdf> Erişim 07.11.2024
- Olatunji, O. O., Ayo, O. O., Akinlabi, S., Ishola, F., Madushele, N., & Adedeji, P. A. (2019). Competitive advantage of carbon efficient supply chain in manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117937.
- Uckelmann D., (2008). *A Definition Approach to Smart Logistics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S. Balandin et al. (Eds.): NEW2AN 2008, LNCS 5174, pp. 273–284

- Weidinger, F., & Boysen, N. (2018). Scattered storage: How to distribute stock keeping units all around a mixed-shelves warehouse. *Transportation Science*, 52(6), 1412-1427.
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Work characteristics in logistics 4.0: Conceptualization of a qualitative assessment in order picking. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 10609-10614.
- Yılmaz E., ve Bilgin E., (2019). Çok Kademeli Bir Tedarik Zinciri Ağı İçin Üretim-Dağıtım ve Tersine Lojistik Planlaması, *Research Studies Anatolia Journal*, Vol: 2 Issue: 4; pp:55-71
- Zhang, X., & Yang, Z. (2022). Real-time logistics monitoring based on cloud computing technology. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 123(1-2), 345-358.
- Zhu, Z., Zhao, J., & Bush, A. A. (2020). The effects of e-business processes in supply chain operations: Process component and value creation mechanisms. *International Journal of Information Management*, 50, 273-285.
- Zhu, L., & Li, H. (2022). Workstation layout strategies in Robotic Mobile Fulfillment Systems considering carbon emissions. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4, 100050.

### **İnternet Kaynakları:**

- URL: BM, (2024). Birleşmiş Milletler Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. <https://turkiye.un.org/tr/sdgs> Erişim:06.11.2024
- URL: Dışişleri Bakanlığı, (2024). İklim Değişikliğiyle Mücadele. <https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa> Erişim:06.11.2024
- URL: DHL, (2024a). The DHL Logistics Trend Radar 7.0. <https://www.dhl.com/tr-en/home/innovation-in-logistics/logistics-trend-radar/supply-chain-decarbonization.html?locale=true> Erişim:06.11.2024
- URL: DHL, (2024b). Four Logistics Trends to Watch in 2024

<https://www.dhl.com/global-en/delivered/global-trade/four-logistics-trends-to-watch-in-2024.html> Erişim:06.11.2024

URL: DHL, (2016). smartsensor

<http://www.delivered.dhl.com/en/articles/2016/06/cool-million-milestone-for-dhl-smartsensor.html> Erişim: 10.06.2023

URL: DHL, (2022). DHL Supply Chain. <http://www.delivered.dhl.com> Erişim: 10.05.2022

URL: Ekol, (2024). <https://www.ekol.com/tr/ekol-surdurulebilir-is-uygulamalariyla-yesil-lojistik-belgesini-alan-ilk-sirket-oldu/> Erişim:06.11.2024

URL: European Commission, (2024). Corporate sustainability due diligence [https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/sustainability-due-diligence-responsible-business/corporate-sustainability-due-diligence\\_en](https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/sustainability-due-diligence-responsible-business/corporate-sustainability-due-diligence_en) Erişim: 19.11.2024

URL: hy-tek, (2024). Why Having Real-Time Data in your Warehouse is Important. <https://hy-tek.com/resources/real-time-visibility-in-supply-chain-and-logistics/> Erişim: 19.11.2024

URL: Gartner, (2024). Digital Transformation: How to Scope and Execute Strategy. <https://www.gartner.com/en/information-technology/topics/digital-transformation> Erişim: 02.12.2024

URL: McKinsey (2023). Consumers care about sustainability and back it up with their wallets. <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/consumers-care-about-sustainability-and-back-it-up-with-their-wallets> Erişim: 02.12.2024

URL: semtrio.com. Döngüsel Ekonomi Modeli: Tanımı, Faydaları ve Önemi. <https://www.semtrio.com/blog/dongusel-ekonomi-modeli-tanimi-faydolari-ve-onemi> Erişim: 12.12.2024

URL: Siberyazılım, (2024). Uluslararası Karayolu Programı. <https://siberyazilim.com.tr/uluslararasi-karayolu/> Erişim: 02.12.2024

URL: Ticaret Bakanlığı, (2024). Avrupa Yeşil Mutabakatı.

<https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/avrupa-yesil-mutabakati>

Erişim: 02.12.2024