

DİJİTALLEŞMENİN SÜRDÜREBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: LOJİSTİK SEKTÖRÜ

Mehmet YEŞİLYAPRAK¹, Emrullah AKINCI²

Öz

Çalışmada, dijitalleşmenin sürdürülebilirlik üzerine etkisi ve lojistik sektörü üzerine etkisi incelenmiştir. Geleneksel lojistik süreçleri, taşıma, depolama ve envanter yönetimi gibi alanlarda önemli ölçüde kaynak tüketimi ve çevresel etki ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, dijital teknolojilerin ve veri analitiğinin yaygın kullanımı, lojistik süreçlerinin daha verimli ve çevre dostu hale gelmesine imkân tanımaktadır. Dijitalleşme, lojistikte verimliliği artırarak taşıma rotalarının optimize edilmesini, araç kullanımının azaltılmasını ve dolayısıyla karbon ayak izinin azaltılmasını sağlayabilir. Akıllı envanter yönetimi sistemleri, stok seviyelerini daha doğru bir şekilde tahmin ederek atık ve fazla stokların azaltılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, geri dönüşüm, yeşil ambalajlama ve enerji verimliliği gibi alanlarda dijital teknolojilerin kullanımıyla sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılabilir. Ancak, dijitalleşmenin sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi karmaşık ve çok yönlüdür. Teknolojik yeniliklerin çevresel etkisi, üretim aşamasından kullanım sürecine kadar değerlendirilmelidir. Ayrıca, dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan enerji tüketimi ve elektronik atıklar gibi yeni çevresel zorluklar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, Yeşil Lojistik, Dijitalleşme, Sürdürülebilirlik

Jel Sınıflandırması: L91, S5, Q50.

THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON SUSTAINABILITY: LOGISTICS SECTOR

Abstract

The study examines the impact of digitalization on sustainability and its effects on the logistics sector. Traditional logistics processes, such as transportation, storage, and inventory management, are significantly associated with resource consumption and environmental impact. However, widespread use of digital technologies and data analytics enables logistics processes to become more efficient and environmentally friendly. Digitalization can enhance efficiency in logistics by optimizing transportation routes, reducing vehicle usage, and consequently lowering carbon footprints. Smart inventory management systems can accurately forecast stock levels, thereby helping to reduce waste and excess inventory. Furthermore, digital technologies can contribute to achieving sustainability goals in areas such as recycling, green packaging, and energy efficiency. However, the impact of digitalization on sustainability is complex and multifaceted. The environmental effects of technological innovations need to be evaluated from production to end-use phases. Additionally, new environmental challenges associated with digitalization, such as energy consumption and electronic waste, should be considered.

Keywords: Logistics, Green Logistics, Digitalization, Sustainability

Jel Classification: L91, S5, Q50.

¹ Doç. Dr. Öğretim Üyesi, Beykoz Üniversitesi, İYBF, İşletme Bölümü, mehmetyesilyaprak@beykoz.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8334-5191

² Yüksek Lisans Mezunlu, Beykoz Üniversitesi, emrullahakinci@ogrenci.beykoz.edu.tr, ORCID: 0009-0006-1651-1499

1. Giriş

Dijitalleşme genel olarak dijital teknolojilerin tüm şirket süreçlerine entegrasyonu, mevcut süreçlerin optimize edilmesi, yeni operasyonel süreçlerin kısaltılması ve daha kısa süreçler yaratılmasını sağlar. (Balcı vd. 2020). Dijitalleşme kavramı, veriyi dijitale dönüştürmek gibi basit faaliyetlerden ziyade, tüm sistemi değiştiren ve tüm paydaşları etkileyen faktörleri ifade etmektedir (Demir ve Oflas 2022). Farklı bir ifade ile dijitalleşme, iş modellerini değiştirmek/dönüştürmek ve yeni kar ve değer yaratabilecek fırsatlar yaratmak için dijital teknolojinin kullanılmasıdır (Bilgiç, Türkmenoğlu ve Koçak 2020).

2020 yılında başlayan ve tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 salgı ile dijitalleşme gerçek ve tüzel kişilerin birinci gündem maddesi haline gelmiştir ve dijital dönüşüm büyük bir hız kazanmıştır. 2020'de küresel alanda dijital dönüşüme yönelik 1,3 trilyon dolarlık yatırım gerçekleştirildi. Bu oranın yıllık %82'lik bir büyüme ile 2024'te 2,4 trilyon dolara ulaşması beklenirken, Dijital dönüşüme (DX) yönelik harcamaların 2027'de 3,9 trilyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Şerif, 2024).

Lojistik sektöründe dijitalleşme, iş ve pazar taleplerinin değişimine uyum sağlamak için yeni iş süreçleri, kurumsal kültür ve müşteri deneyimini iyileştirmek için dijital teknolojilerin kullanılması anlamına gelir. İşletme maliyetlerini etkileyen önemli unsurlardan biri olan lojistik operasyonlarının dijitalleşmesi, şirket kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasına ve daha yüksek getirili alanlara yönlendirilmesine imkân tanır. Ar-Ge çalışmalarına ve dijitalleşme çalışmalarına öncelik veren şirketler, zaman yönetimini daha iyi yapmaya başlamışlar, maliyetleri azaltmışlar ve zaman kaybını aza indirmişlerdir. Maliyetleri azaltmanın yanı sıra, hız, verimlilik ve doğru zamanlama gibi değerler sunarak karlılıklarını artırmışlardır. Dolayısıyla tüm şirketler, boyutlarına bakılmaksızın, lojistikte dijital iş modellerini keşfetme ve müşterilerine daha fazla değer sunma fırsatına sahiptirler (Yolda.com, 2022).

Lojistik sektörü çevre kirliliğine doğrudan etki eden faaliyetlerden biridir. Küresel olarak, petrolün %60'ı ve enerjinin %25'i lojistik sektörü tarafından kullanılmaktadır (Yeşilyaprak, 2023). Küreselleşme ve hızla ilerleyen teknolojiyle birlikte, pazarlardaki rekabetin yoğunluğu artmaktadır. İşletmelerin bu ortamda rakiplerine üstünlük sağlamaları, kârlılıklarını artırmaları veya maliyetleri düşürmeleri kesinlikle sürdürülebilir bir büyüme stratejisi ve dijital dönüşüm ile mümkün olacaktır (Akandere, 2019).

2. İlgili Çalışmalar

Çalışmada Lojistik sektöründe işletmelerde dijitalleşme uygulamalarının, sürdürülebilirlik performansına pozitif ve negatif etkileri belirlenmiştir. Yerel ve küresel birçok firmanın ve otoritenin hazırlamış oldukları Sektör, kurum raporları, araştırmaları ve firma sürdürülebilirlik raporlarından faydalanılmıştır. Örnek uygulamaların periyodik bazda kıyaslamalar ile pozitif ve negatif etkilerini incelenmiş ve aşağıdaki hipotezler belirlenmiştir.

H1. “Dijitalleşme, lojistik süreçlerin verimliliğini artırarak sürdürülebilirliği artırır.” Dijital teknolojinin, otomatik yönlendirme, akıllı envanter yönetimi ve analitik veriler gibi dijital teknoloji araçları aracılığıyla kaynakların kullanımını optimize ederek enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltacağını öne sürüyor. Lojistik maliyetlerini ve israfın azalması bekleniyor.

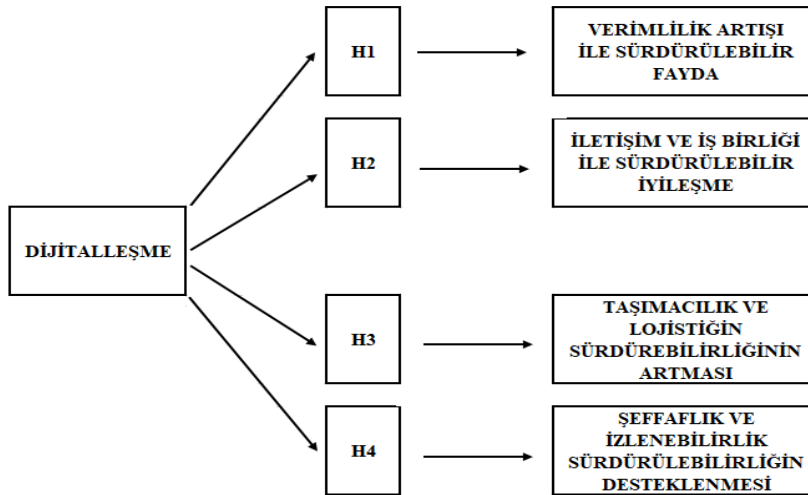
H2. "Dijitalleşme, Lojistik Süreçlerindeki İletişim ve İşbirliğini Artırarak Sürdürülebilirlik İyileştirebilir.” Dijital platformların tedarik zinciri içinde paydaşlar arasındaki iletişimi ve iş birliğini artıracığını ve böylelikle kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılmasını ve atıkların azaltılmasını sağlayacağını öne sürer.

H3. “Dijitalleşme, lojistikte taşımacılık ve lojistiğin sürdürülebilirliğini artırabilir.” Dijital teknolojinin nakliye sürecini optimize ederek yakıt tüketimini azaltacağını ve çevresel etkiyi en aza indireceğini belirtiyor. Akıllı yönlendirme sistemleri, araç takip ve optimize edilmiş lojistik ağları gibi dijital çözümlerle taşımacılık süreçlerinin iyileştirilebileceği ve daha sürdürülebilir olmasını hedefler.

H4. “Dijitalleşme, lojistikte şeffaflığı ve izlenebilirliği artırarak sürdürülebilirliği desteklemektedir.” Dijital teknolojinin tedarik zincirinin her aşamasında lojistikte şeffaflığı ve izlenebilirliği artıracığını, kaynağın belirlenmesini ve israfın azaltılmasını kolaylaştıracağını öne sürüyor. Blockchain teknolojisi gibi araçların kullanılması, hammadde kaynağından nihai ürüne kadar sürecin izlenebilirliğini artırabilir.

Şekil 1 de ifade edildiği üzere, araştırmadaki hipotezler uygulanmış örnek projeler üzerinden incelenmek suretiyle aşağıda verilmiş olan araştırma modeli sonuçlarına yer verilmiştir.

Şekil 1. Araştırmanın Modeli



Kaynak: Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur

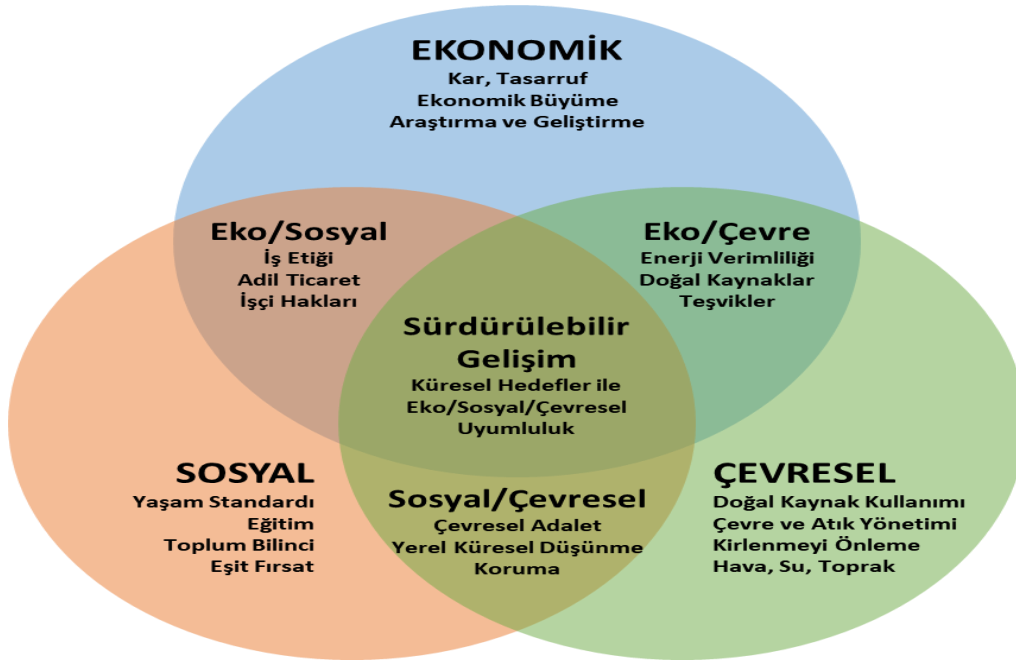
Veri toplama aracı olarak ise Türkiye’deki çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren firmaların Sürdürülebilirlik Küresel Raporlama ismiyle GRI “Global Reporting Initiative” endex raporları, ticaret odaları ve sektör raporlarında yer alan, küresel düzeyde kabul görmüş kurum ve kuruluşların araştırmalarının rapor verileri değerlendirilmiştir.

3. Dijitalleşme ve Sürdürülebilirlik İlişkisi

Dijitalleşme ve sürdürülebilirliğin birleşimi, modern dünyanın en önemli sinerjilerinden birini yaratıyor. Bu ilişki, dijital teknolojilerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmada oynadığı önemli role dayanıyor ve aynı zamanda sürdürülebilirlik hedeflerinin ve dijitalleşmenin yön ve hedeflerinin şekillenmesinde de temel bir unsurdur.

Dijital çağda değer yaratma, internet, mobil cihazlar, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi dijital araç ve teknolojilerin kullanımını, iş süreçlerinin optimize edilmesini, müşteri deneyiminin iyileştirilmesini ve yeni iş modelleri yaratılmasını içermekte ve sürdürülebilir değer yaratma kavramını ortaya çıkarmaktadır. Sürdürülebilir değer yaratmak, kavramı ile bir işletmenin veya organizasyonun hem bugünkü ihtiyaçlarını karşılamak hem de gelecekteki nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan faaliyetlerini yürütmesi ifade edilmektedir. Bu kavram, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda uzun vadeli ve dengeli bir yaklaşımla gerçekleştirilir. Şekil 2 de izah edildiği üzere, tüm bu kavramların bileşenleri sürdürülebilir değer yaratma kümesini oluşturmaktadır. Şekildeki üç boyutu dikkate alarak belirli hedefler ve stratejiler geliştiren ve uygulayan bir çerçeve belirlenmiştir (Türk Telekom, 2022).

Şekil 2. Sürdürülebilir Değer Yaratmak



Kaynak: Türktelekom 2022 Sürdürülebilirlik Raporu

Dijitalleşme ve Sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiye kabaca aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

- **Enerji Verimliliği ve Yönetimi:** Dijital teknolojiler, enerji tüketimini izleme ve optimize etme konusunda önemli fırsatlar sunar. Akıllı şebeke sistemleri ve IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazları, enerji kullanımını daha verimli hale getirebilir, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu kolaylaştırabilir ve böylece karbon ayak izini azaltabilir.
- **Atık Yönetimi:** Dijital teknolojiler, atık yönetiminde verimliliği artırabilir ve geri dönüşüm süreçlerini iyileştirebilir. Akıllı atık toplama sistemleri ve geri dönüşüm süreçlerindeki dijital yenilikler, atıkların azaltılması, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesini teşvik eder.
- **Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim:** Dijital platformlar, tüketicilere sürdürülebilir ürün ve hizmet seçenekleri sunarak bilinçli tüketimi teşvik eder. Aynı zamanda, sanayide dijitalleşme, üretim süreçlerinin daha verimli ve çevre dostu hale gelmesini sağlayarak sürdürülebilir üretimi destekler.
- **Veri Analizi ve Karar Destek Sistemleri:** Büyük veri analizi ve yapay zekâ, sürdürülebilirlik çabalarında kritik karar alma süreçlerini destekler. Bu teknolojiler, çevresel, sosyal ve ekonomik verilerin analiz edilmesiyle elde edilen içgörüler sayesinde daha etkili stratejilerin geliştirilmesine imkân tanır.

- Eğitim ve Farkındalık: Dijital eğitim platformları ve sosyal medya, sürdürülebilirlik konusunda geniş kitlelere ulaşma ve bilinç oluşturma konusunda güçlü araçlardır. Bu yolla, bireylerin ve toplulukların sürdürülebilir davranışları benimsemesi teşvik edilir.

Dijitalleşme ve sürdürülebilirlik arasındaki bu etkileşim sayesinde her iki alanın birbirini güçlendirerek sürdürülebilir bir geleceğe yönelik ortak hedeflere ulaşmada kilit rol oynamaktadır. Ancak dijital teknolojilerin çevreye ve topluma etkisinin dikkatle yönetilmesi gerektiğini göz ardı edilmemelidir (Demirkıran vd. 2022).

Dijitalleşme, modern dünyada giderek daha fazla önem kazanmakta ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Dijital teknolojiler, doğal kaynakların verimli kullanımını sağlayarak sürdürülebilirlik çalışmalarına destek olur. Örneğin, akıllı şebeke sistemleri enerji tüketimini optimize ederken dijital sulama sistemleri tarımda su kullanımını azaltabilir. Ayrıca dijitalleşme, israfı ve üretim süreçlerinde hammadde kullanımını azaltan yeniliklere imkân tanır (Akandere, 2019).

Karbon emisyonlarının azaltılmasında da dijital teknolojiler kritik bir rol oynar. Rota optimizasyonu ve lojistik planlamada kullanılan dijital araçlar yakıt tüketimini ve dolayısıyla karbon emisyonlarını azaltabilir. Uzaktan çalışma ve video konferans gibi dijital teknolojiler, iş seyahatlerinin azaltılmasına ve karbon ayak izinin küçültülmesine katkıda bulunur (Tanyaş, 2015).

Bununla birlikte, dijitalleşmenin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi tamamen olumlu değildir. Elektronik atıklar (e-atık), enerji tüketimi ve siber güvenlik riskleri gibi konular dijitalleşmenin sürdürülebilirliğe katkısını sınırlayabilir. Bu nedenle dijital teknolojilerin sürdürülebilir bir şekilde tasarlanması, kullanılması ve imha edilmesi gerekmektedir. Avrupa'nın bazı bölgelerinde, Kanada'da ve ABD'nin bazı eyaletlerinde yasa koyucular, üreticilerin eski ürünleri geri dönüştürmek veya toplamak için sistemler kurmasını ve finanse etmesini gerektiren genişletilmiş üretici sorumluluğu (EPR) yasalarını kabul etmişlerdir (Time.com, 2019).

3.1. Dijitalleşmenin Lojistik Sektöründeki Rolü

Dijitalleşme, lojistik sektöründe önemli bir devrim yaratmıştır. Bu dönüşüm, operasyonel verimliliği artırırken maliyetleri düşürme ve müşteri memnuniyetini artırma potansiyeline sahiptir. Dijital teknolojiler, lojistik süreçlerini daha şeffaf, esnek ve öngörülebilir hale getirerek tedarik zincirlerinin daha dayanıklı ve duyarlı olmasını sağlar (Bilgiç vd. 2020).

Otomasyon ve robotik sistemler, depolama ve paketleme işlemlerini hızlandırarak hata oranlarını azaltır ve iş gücü maliyetlerini düşürür. Bu teknolojiler, tekrar eden ve zor görevlerde insan çalışanların yerini alarak daha verimli operasyonlar sağlar (Balcı vd. 2020). IoT cihazları ise gerçek zamanlı veri toplama ve izleme imkânı sunarak taşıma sırasında kargoların konumunu, sıcaklığını ve diğer önemli parametrelerini izlemeyi mümkün kılar. Böylece daha güvenli ve etkin bir taşıma süreci sağlanır ve araçların bakım ihtiyaçları öngörülerek beklenmedik aksaklıkların önüne geçilir (Adıgüzel, 2022).

Yapay zekâ (AI) ve büyük veri analizi, lojistik firmalarının tedarik zincirleri boyunca verimliliği artırmasına imkân sağlar. Bu teknolojiler, talep tahmininden rota optimizasyonuna kadar birçok alanda kullanılarak daha akıllı karar alma süreçlerine ve maliyet tasarruflarına yol açar (Nalbantoğlu, 2021). Blockchain teknolojisi, tedarik zinciri boyunca ürünleri takip etmek ve doğrulamak için güvenli ve şeffaf bir yol sağlar. Bu, dolandırıcılığın önlenmesine yardımcı olur, tedarik zinciri şeffaflığını artırır ve işlem bütünlüğünü sağlar (Atabey, 2022).

Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için dijitalleşme de büyük önem taşır. Güzergâh optimizasyonu, ulaşımın daha verimli kullanılması ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi önlemlerle lojistik sektörünün çevresel etkisi en aza indirilebilir (Şahin vd. 2012). Dijitalleşmenin lojistik sektöründeki bu rolü hem sektör hem de genel olarak küresel ticaret ve tedarik zincirleri için önemli fırsatlar sunar. Ancak bu dijital dönüşümü başarılı bir şekilde yönetmek, doğru becerileri geliştirmeyi ve güvenlik ve gizlilik konularını dikkatle ele almayı gerektirir.

4. Dijitalleşmenin Lojistikteki Çevresel Etkileri

Günümüz dünyasında dijitalleşme, tüm sektörlerde hızla yayılmakta ve iş süreçlerini temelden değiştirmektedir. Bu değişim lojistik sektörünü de önemli ölçüde etkilemiş ve dijital teknolojiler sayesinde daha verimli, hızlı ve esnek hale getirmiştir. Ancak lojistik sektörünün dijitalleşmesinin çevresel etkilerinin hem olumlu hem de olumsuz yönleri bulunmaktadır.

4.1. Dijitalleşmenin Lojistik Sektöründe Çevresel Olumlu Etkileri

Dijitalleşme, rota optimizasyonu, filo yönetimi ve taşıma süreçlerinin daha verimli yönetimi sayesinde lojistik sektöründe önemli yakıt tasarrufu sağlar. Bu da fosil yakıt tüketimini ve dolayısıyla karbondioksit emisyonunu azaltır. Örneğin, GPS ve gelişmiş rota planlama algoritmaları, araçların daha kısa ve verimli rotaları takip etmesini sağlayarak gereksiz yolculukların önüne geçer ve karbon ayak izinin azaltılmasında etkin rol oynar (Mars Lojistik, 2022).

Dijitalleşmenin lojistik sektöründeki bu uygulamaları, çevresel sürdürülebilirliği artırırken, maliyetleri ve zaman kaybını azaltarak operasyonel verimliliği de yükseltmektedir. Ancak, dijitalleşmenin kendine özgü çevresel ve sosyal etkilerinin de dikkatle yönetilmesi gerekmektedir.

Dijital platformlar, sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerinin desteklenmesine önemli katkılar sağlamaktadır. E-ticaret siteleri, ikinci el ürünlerin satışını kolaylaştırırken, dijital takip sistemleri, ürünlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesini ve dolayısıyla atık miktarının azaltılmasını sağlar. Böylelikle Sürdürülebilir tüketim ve atık yönetimini destekler.

Trendyol'un Dolap uygulaması, döngüsel tüketim yaklaşımıyla iklim değişikliği, atık oluşumu ve kaynak kıtlığı gibi çevresel sorunlara sektörel bir çözüm sunmayı hedeflemektedir. Özellikle Z kuşağının ikinci el ürünlere artan talebi, dönüşümün başladığını gösteriyor. Dolap, kullanılmış veya kullanılabilir durumdaki kıyafet ve eşyaların tekrar kullanıma sunulmasıyla, yeni ürünlerin üretimine olan talebi azaltarak karbon ayak izi ve diğer çevresel etkilerin azalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu model, atık oluşumunu önlemeye yardımcı olurken ekonomik faydalar da sağlamaktadır. Yılda 15 milyondan fazla ürünün yeni kullanıcılarla buluşmasını sağlayan Dolap, böylece 204 bin ton CO2 eşdeğer karbon emisyonunun önüne geçmekte ve 5 milyon kişi ikinci el ticaret yapmaktadır (Trendyol, 2022).

Dijitalleşmeye bağlı olarak elektronik cihazların kullanımının artması, büyük bir çevre sorunu olan elektronik atıkların (e-atık) miktarını da arttırmaktadır. Bu cihazların üretimi ve imhası sırasında açığa çıkan zararlı maddeler çevre ve insan sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

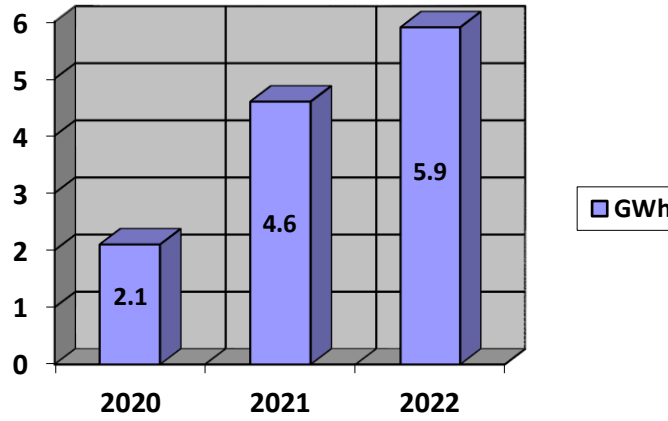
Veri merkezleri, sunucular ve ağ altyapıları, dijital teknolojilerin çalıştırılması için büyük miktarlarda enerji tüketmektedir. Eğer bu enerji fosil yakıtlardan sağlanıyorsa, dijitalleşmenin çevresel faydaları, artan karbon emisyonlarıyla gölgelenebilir. Türkiye'deki iletişim sektöründeki bir firma emisyon azaltımına ve enerji verimliliğine yönelik yaptığı projeler ile başarılı olduğu görülmüştür.

Örnek Bir Vaka Çalışması:

Türkiye de faaliyet gösteren Telekom firması Türk Telekom şekil 3 de izah edildiği üzere, yenilenebilir enerji konusunda Son bir yılda 1,5 MW güneş enerjisi sistemini daha devreye almıştır ve yenilenebilir enerji sistemleri toplam kurulu gücünü 4 MW'a çıkarmıştır. Bu sayede, yıllık 7,3 GWh yenilenebilir enerji üretme kapasitesi ile 3.533 ton karbon salımını

önleyecek olan bu yatırımla, 2023 yılına kadar güneş enerjisinden enerji üretme kapasitesini %60 oranında artırma hedeflerini 2022’de gerçekleştirmiştir (Türk Telekom, 2022).

Şekil 3. İletişim Firmasının GES’lerde Elektrik Üretimi (GWh)



Kaynak: Türk Telekom 2022 Sürdürülebilirlik Raporu

Aynı firma Yapay Zekâ Destekli Akıllı Enerji Yönetim Platformu ile, sahip olduğu sabit ve mobil şebekelerde yer alan cihazların enerji sarfiyatlarının merkezi olarak konsolide edilmesini, söz konusu cihazlardaki kesintilerin tespitini, enerji kullanımı ile enerji maliyetlerinin karşılaştırılmasını ve enerji dağıtım şirketleriyle yapılan SLA’lerin (Hizmet Seviyesi Sözleşmesi) otomatik takibini çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirmektedir.

Veri merkezleri, tasarım ve operasyonel sürdürülebilirlik açısından enerji verimliliği sağlamak amacıyla çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Firma toplam 12.700 m² beyaz alana sahip bu merkezler, I-REC sertifikalı %100 yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji sağlarken, yönetim sistemlerini ISO 50001 standartlarına uygun olarak uygulayarak karbon ayak izini minimum seviyede tutmayı hedeflemiştir. Yeni veri merkezlerinde serbest soğutma ve dolaylı evaporatif soğutma (IEC) teknolojilerini kullanarak PUE (Power Usage Effectiveness) ortalamasını düşürme ve sera gazı emisyonlarını azaltma yönünde yatırımlar yapmıştır. Ayrıca, eski veri merkezlerindeki kesintisiz güç kaynakları %96,5 üstü verimle çalışan modüler güç kaynaklarıyla değiştirmiştir. Bu değişim sayesinde enerji verimliliği sağlanarak çevresel etki azaltılmış ve enerji giderlerinde %7 oranında tasarruf edilmiştir.

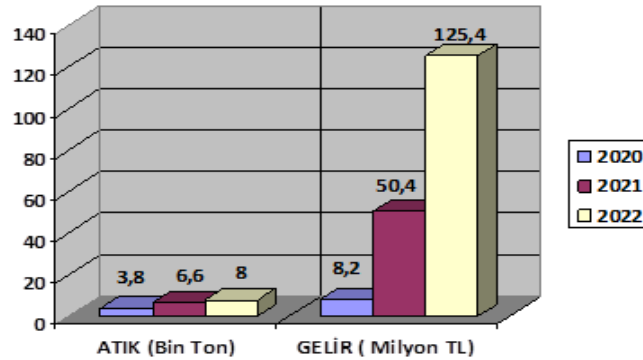
Soğutma Çözümleri: Enerji tasarrufuna yönelik free cooling çözümlerini sabit ve mobil baz istasyonlarının tamamında yaygınlaştırmıştır. Bu sayede soğutma için kullandıkları elektrik miktarında %80’e varan tasarrufu sağlamışlardır. Ayrıca sabit ve mobil şebekede kullanılan eski nesil klima cihazlarını yeni nesil verimli cihazlarla değiştirme yoluna gitmiştir. 2022

yılında soğutma alanında yapılan verimlilik projeleri ile yıllık 15,8 milyon kWh enerji tasarrufu sağlayarak 7.633 ton karbon salınımı engellenmiştir.

Teknolojik dönüşümler, yeni nesil sistemlerin devreye alınması ve haberleşme cihazlarında yapmış olduğumuz optimizasyonlar sonucunda giderlerimizde tasarruf sağlamış. 2022 yılında yaptıkları optimizasyonlar sayesinde yıllık 39,2 milyon kWh enerji tasarrufu sağlayarak 18.980 ton karbon emisyonunu engellenmiştir.

Şekil 4 de görüldüğü üzere, Firma E-Atık Yönetimi ile sunulan hizmetler sonucunda ortaya çıkan elektronik atıkların geri dönüşümü için Bilişim Sanayicileri Derneği (TÜBİSAD) ile iş birliği içerisinde çalışmalar yürütmüştür. Bu kapsamda 2017-2022 yılları arasında toplamda 33 tonun üzerinde evsel elektronik atık toplanarak geri dönüştürülmüştür. 2020 yılı sonunda imzaladığımız sözleşmelere bağlı olarak, 2022 yılı raporlama döneminde, 7.972 ton elektronik atığın doğrudan satışıyla 125,4 milyon TL gelir elde edilmiştir. Bir önceki yıla göre satışı yapılan elektronik atık miktarı yaklaşık %21 oranında artış göstermiştir. (Türk Telekom, 2022).

Şekil 4. İletişim Firmasının Elektronik Atık Toplamı ve Elektronik Atık Satışı Geliri



Kaynak: Türk Telekom 2022 Sürdürülebilirlik Raporu

4.2. Dijitalleşmenin Lojistik Sektöründe Çevresel Olumsuz Etkileri

Dijitalleşmenin lojistik sektöründeki olumsuz çevresel etkileri, enerji tüketimi, karbon emisyonları ve e-atık üretimi gibi çeşitli alanlarda kendini gösterir. Lojistik operasyonların dijitalleşmesi, envanter yönetimi, taşıma planlaması ve izleme gibi süreçlerin büyük ölçüde veri merkezlerine ve bulut bilişim teknolojilerine dayanmasını gerektirir. Bu veri merkezlerinin çalışması için yüksek miktarda enerji tüketilmesi, özellikle fosil yakıtlara dayalı elektrik üretimi söz konusu olduğunda, karbon emisyonlarını artırarak iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkileri artırır.

Bunun yanı sıra, dijitalleşme sürecinde kullanılan teknolojik cihazların (sensörler, GPS sistemleri, bilgisayarlar ve mobil cihazlar) üretimi ve kullanımı da çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu cihazların üretim süreçlerinde kullanılan nadir toprak elementleri ve diğer hammaddeler, doğrudan doğal kaynakların tüketilmesine ve çevresel bozulmaya neden olmaktadır. Cihazların ömrü dolduğunda ise, bunlar e-atık olarak birikir. E-atıkların uygun şekilde geri dönüştürülmemesi, içerdiği toksik maddelerin toprağa ve su kaynaklarına sızmasına neden olmakta, bu da ekosistemleri ve insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir.

Lojistik sektöründe dijitalleşmenin getirdiği hız ve verimlilik artışları, talep artışına ve dolayısıyla daha fazla enerji tüketimine ve atık üretimine neden olabilir. Örneğin, hızlı teslimat talepleri, daha sık ve daha küçük sevkiyatların yapılmasına yol açarak enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını artırır.

Bu olumsuz çevresel etkilerin önüne geçebilmek için lojistik sektöründe enerji verimliliği yüksek teknolojilerin kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi ve etkili e-atık yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ve çevresel etkileri minimize eden operasyonel stratejiler benimsenerek dijitalleşmenin çevresel ayak izi azaltılabilir. Bu şekilde, dijitalleşmenin sağladığı avantajlar çevreye zarar vermeden en üst düzeye çıkarılabilir.

4.3. Kağıtsız Operasyonlar ve Dijital Belgelendirme

Kağıtsız operasyonlar ve dijital dokümantasyon, iş dünyasında verimliliği artırmak, maliyetleri azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için önemli adımlardır. Giderek daha fazla şirket iş süreçlerini dijitalleştirmeye, kâğıt kullanımını azaltmaya veya tamamen ortadan kaldırmaya yöneliyor. Bu değişiklik büyük ve küçük işletmelere çeşitli faydalar sunuyor.

Verimlilik: Belgelerin hızlı bir şekilde bulunması, paylaşılması ve yönetilmesi iş süreçlerinde büyük bir zaman tasarrufu sağlar.

Maliyet Tasarrufu: Kâğıt, baskı ve depolama maliyetlerinde önemli azalmalar sağlar.

Güvenlik: Belgelerin yetkisiz erişime karşı korunması, kayıp veya hasar riskinin azaltılması.

Çevresel Faydalar: Kâğıt kullanımının azalması çevre üzerindeki baskıyı hafifletir.

Uyumluluk: Yasal ve düzenleyici gerekliliklere uyum sağlama konusunda yardımcı olur.

4.4. Akıllı Depolama ve Depo Yönetimi Sistemleri

Akıllı depolar ve depo yönetim sistemleri (WMS), günümüz lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rol oynayarak süreçleri daha verimli, hızlı ve hatasız hale getirmek için sürekli gelişiyor. Akıllı depolama, ürün depolama, sıralama ve yönetim süreçlerinde otomasyon ve akıllı teknolojilerin kullanımını ifade eder. Depo yönetim sistemi ise bu süreçleri desteklemek için tasarlanmış bir dizi yazılım ve donanımdan oluşur (Ercan ve Kutay, 2016).

Akıllı depolama sistemleri enerji verimliliğini artırmak amacıyla tasarlanmıştır. Örneğin, LED aydınlatma, hareket sensörleri ve otomatik kapanma özellikleri enerji tüketimini azaltırken, depo içindeki hareketlerin ve operasyonların optimizasyonu gereksiz enerji harcamalarını engeller. Bu, operasyonel verimliliği artırır ve enerji tüketimini düşürür. Ayrıca, akıllı yönetim sistemleri ürünlerin depo içinde ve dışında daha verimli hareket etmesini sağlayarak taşıma ve lojistik faaliyetlerindeki karbon salınımlarını azaltır. Teslimat ve nakliye için en verimli rotaların belirlenmesi, yakıt tüketimini ve dolayısıyla karbon emisyonlarını düşürür.

Atık azaltma konusunda, akıllı sistemler aşırı stoklanmanın önüne geçerek ve ürünlerin son kullanma tarihlerini takip ederek atık oluşumunu azaltır. Daha doğru sipariş toplama ve paketleme süreçleri ise gereksiz ambalaj kullanımını engeller, böylece atık miktarını azaltır. Kaynakların etkin kullanımı, depo alanının ve kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar. Bu, daha az doğal kaynak kullanımı ve çevresel etki anlamına gelir. Ayrıca, bazı akıllı depo sistemleri geri dönüştürülebilir veya sürdürülebilir kaynaklardan üretilmiş ambalaj malzemeleri kullanımını teşvik eder.

Uzun vadede sürdürülebilirlik, akıllı depo yönetimi ve otomasyon sistemleri sayesinde mümkün olur. Bu sistemler, sürdürülebilir operasyonları destekler ve çevresel etkinin azaltılması konusunda şirketler için stratejik bir yatırım oluşturur. Böylece gelecekteki çevresel düzenlemelere uyumu kolaylaştırır ve sürdürülebilir büyümeyi destekler.

Akıllı depolar ve depo yönetim sistemleri çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunar. Ancak bu sistemlerin tasarımı ve uygulanması sırasında çevresel hassasiyetin dikkate alınması gereklidir. Bu şekilde, bu teknolojilerin çevresel etkisi en üst düzeye çıkarılabilir ve daha yeşil bir geleceğe yönelik önemli adımlar atılabilir.

4.5. Akıllı Taşıma ve Rotalama Teknikleri

Akıllı taşıma ve rotalama teknikleri, lojistik ve taşımacılık sektörlerinde çevresel sürdürülebilirliği artırma potansiyeline sahiptir. Bu teknikler, taşıma işlemlerinin daha verimli

hale getirilmesini sağlayarak, yakıt tüketimini azaltır, karbon emisyonlarını düşürür ve genel olarak çevresel ayak izini minimize eder (Bayzan, 2009).

Akıllı yönlendirme algoritmaları, araçların en kısa ve en verimli rotaları kullanmasını sağlar. Bu, toplam mesafeyi ve dolayısıyla yakıt tüketimini azaltır. Daha düşük yakıt tüketimi, fosil yakıtlara olan bağımlılığı ve trafikten kaynaklanan sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltabilir.

Akıllı ulaşım ve yol sistemleri, araçların yolda harcadığı süreyi ve trafikte bekleme süresini azaltmaya yardımcı oluyor. Bu, özellikle dizel motor gibi karbondioksit emisyonu yüksek olan araçlarda atmosfere karbondioksit (CO₂) ve diğer zararlı gazların salınımını azaltır.

Akıllı yönlendirme, araçların trafikte daha az zaman harcayabilmesi nedeniyle genel trafik sıkışıklığını azaltabilir. Daha az trafik sıkışıklığı, daha az duraklama ve bağlantı ve daha sorunsuz trafik anlamına gelir; bu da yakıt verimliliğini artırır ve emisyonları azaltır.

4.6. Yapay Zekâ Destekli Lojistik Çözümleri

Yapay zekâ (YZ), insan zekâsı gerektiren görevleri yerine getirebilecek sistemlerin geliştirilmesini içeren bir bilgisayar programlama teknolojisi veya bilimidir (Turgut, 2023). YZ'nin iki temel yapısı vardır: birincisi, insan zekâsının düşünme yeteneğinin incelenmesi ve bu yeteneğe uygun bir YZ'nin oluşturulması; ikincisi ise, bu YZ'nin makinelere aktarılmasıdır. Tedarik zinciri yönetimi, operasyonel süreçlerin kesintisiz devam etmesini ve müşteri memnuniyetinin artmasını sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. Tedarik zincirindeki darboğazlar önlenerek ürün fiyat artışlarının da önüne geçilebilir ve bu durum özellikle çabuk bozulan ürünler satan firmalar için önemlidir (İnnova, 2024).

YZ'nin tedarik zinciri yönetimindeki uygulamaları ve faydaları çeşitlidir. Tahmine dayalı analitik, geçmiş ve güncel verilere dayanarak gelecekteki sonuçları tahmin eder ve lojistik firmalarının darboğazları önceden tahmin etmelerini sağlar. Talep tahmini, tüketici davranışlarını ve pazar trendlerini analiz ederek üreticilerin ve tedarikçilerin siparişleri zamanında teslim etmelerine imkân tanır. Kalite kontrol, sahte ürünleri tespit ederek tedarik zincirindeki aksaklıkları önler. Gelişmiş koordinasyon, veriye dayalı içgörüler sağlayarak tedarik zinciri görünürlüğünü artırır ve NLP modelleri iletişimi geliştirir. Otonom teslimat, lojistik maliyetlerini azaltır ve nakliye süreçlerini hızlandırır. Gerçek zamanlı ayarlamalar, pazar ve talep değişikliklerine hızlı yanıt verilmesini sağlar ve rota optimizasyonu, lojistik şirketlerine alternatif güzergahlar sunarak işlerin sorunsuz ilerlemesine yardımcı olur.

Türkiye de lojistik sektöründe faaliyet gösteren Ekol Lojistik, Avrupa'nın en büyük deposu olan Green Lotus'ta, lojistik sektörünün en büyük güneş enerjisi santrali ve sağlık operasyonları otomasyon çözümüne yatırım yapmıştır. Bu yatırım sayesinde, ilk yılda 2.400 hanenin yıllık elektrik tüketimine eşdeğer, 6.200 megavat-saat enerji üretmiştir. Ekol'ün sağlık sektörü için geliştirdiği otomasyon çözümü Alvarium (OSR), otomatik etiketleme ve barkod okuma sistemleri sayesinde siparişlerin insan gücüne ihtiyaç duymadan paketlenip Sağlık Bakanlığı'na bildirilmesini sağlamış (Ekol, 2022).

4.7. Dijitalleşme ve Yeşil Lojistik Stratejileri

Yeşil lojistik, lojistik süreçlerinin çevresel etkisini azaltmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Buna ulaşım araçlarının daha verimli kullanılması, düşük emisyonlu taşıma yöntemlerinin seçilmesi, ambalajların geri dönüştürülmesi ve atık yönetimi gibi stratejiler de dahildir. Yeşil lojistik uygulamalarına örnek olarak elektrikli taşıyıcıların kullanılması veya karbon ayak izini azaltmak için lojistik ağlarının optimizasyonu gösterilebilir.

Sürdürülebilir Lojistik, tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler arasındaki malzeme akışlarında sosyal ve ekonomik boyutlu ve çevre dostu lojistik taleplerine cevap vermeyi amaçlayan, tüm paydaşlar için değer yaratmaya odaklanan bir yaklaşımdır. Sürdürülebilir lojistiğin temel özellikleri tablo 1 de izah edilmiştir (Büyüközkan, 2012).

Tablo 1. Sürdürülebilir Lojistik Yaklaşımının Temel Özellikleri

Özellikler	Geleneksel Lojistik Yaklaşımı	Sürdürülebilir Lojistik Yaklaşımı
Amaç ve değerler	Ekonomik	Ekonomik ve Ekolojik
Ekolojik en iyileme	Negatif ekolojik sonuçlar	Entegre yaklaşım Pozitif ekolojik sonuçlar
Tedarikçi seçimi	Fiyat temelli seçimler ile seçimler Kısa dönemli ilişkiler	Ekolojik ve fiyat temelli seçimler Uzun vadeli ilişkiler
Maliyet	Sabit maliyetler	İlk yatırım maliyeti bazen gerekse de uzun dönemde avantajlı toplam maliyetler
Hız ve esneklik	Yüksek	Düşük

Kaynak: Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1593

5. Dijitalleşmenin Karşılaştığı Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Dijital dönüşüm lojistik sektöründe olduğu gibi birçok sektörde vazgeçilmez hale geldi. E-ticaret, küresel tedarik zincirlerinin büyümesi ve gerçek zamanlı görünürlük ve şeffaflığa yönelik artan talep sayesinde lojistik şirketleri benzeri görülmemiş zorluklar ve fırsatlarla karşı karşıya kalmaktadır. Dijital dönüşüm yalnızca hizmet sunumuna yaklaşımla ilgili değil, aynı zamanda ürününüzün vizyonunu ve gelişimini değiştirmekle de ilgilidir.

Lojistik hizmetlerinin geliştirilmesi, ülke ekonomisine etkilerinin doğru değerlendirilmesi ve mümkün olan en yüksek kârın sağlanması Kamu otoriteri sinin kapsamlı planlaması ile mümkündür. Lojistik hizmetlerine ilişkin düzenlemeler yoğunluğu özel sektörde yer alan lojistik sektörünü doğrudan ilgilendirmektedir. Bu nedenle kamu kurumlarının yanı sıra özel sektör temsilcilerinin, kooperatiflerin, mesleki dernek ve kuruluşların, üniversitelerin ve sivil toplum kuruluşlarının da alınan kararlarda ve planlama sürecinde etkin rol oynamaları gerekmektedir (Onbirci Kalkınma Planı, 2023).

6. Gelecek İçin Öngörüler ve Stratejiler

Dijitalleştirme, kaynak kullanımını optimize ederek lojistik süreçlerini daha verimli hale getirebilir. Akıllı lojistik yönetimi ve otomasyon, örneğin teslimat rotalarının optimizasyonu, envanter yönetimi ve envanter yönetiminde verimliliği artırabilir. Bu da sürdürülebilir kalkınma açısından kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. Dijitalleşme, taşımacılık ve lojistik süreçlerinde karbon ayak izini azaltma fırsatları sunmaktadır. Akıllı rota ve ulaşım planlaması, yakıt tüketimini azaltabilir ve çevre dostu ulaşım modlarına geçişi teşvik edebilir. Ayrıca elektrikli otomobiller ve alternatif yakıt teknolojileri gibi yenilikçi çözümler de sürdürülebilir kalkınma açısından büyük önem taşımaktadır.

Dijitalleştirme, lojistik zincirinin her adımını takip etme imkânı sunar. Bu, ürünlerin menşeinin belirlenmesinde, nakliye süreçlerinin izlenmesinde ve çevresel etkilerin değerlendirilmesinde şeffaflığı artırır. Bu öngörüler ve stratejiler, dijitalleşmenin lojistikte sürdürülebilirlik üzerindeki potansiyel etkilerini vurgular ve gelecekte daha çevre dostu ve verimli bir lojistik sektörü için yol haritası sağlar (Bilgiç, Türkmenoğlu ve Koçak 2020).

7. Sonuçlar ve Öneriler

Lojistik sektöründe işletmelerde dijitalleşme uygulamalarının, sürdürülebilirlik performansına pozitif ve negatif etkileri irdelenmiştir. Yerel ve küresel birçok firmanın ve otoritenin hazırlamış oldukları Sektör, kurum raporları, araştırmaları ve firma sürdürülebilirlik raporlarından faydalanarak, Örnek uygulamaların periyodik bazda kıyaslamalar ile pozitif ve negatif etkilerini uygulanmış örnek projeler üzerinden incelendiğinde; Dijitalleşmenin Lojistik sektöründe Sürdürülebilirlik fayda sağladığı görülmüştür. Dijitalleşmenin lojistikte sektöründe sürdürülebilirlik üzerine çevresel pozitif ve negatif etkileri tablo 2 de detaylı izah edilmiştir.

Tablo 2. Dijitalleşmenin Lojistikte Sektöründe Sürdürülebilirlik Üzerine Çevresel Pozitif ve Negatif Etkileri

POZİTİF ETKİLER	NEGATİF ETKİLER
Verimlilik Artışı: Dijitalleşme, lojistik süreçlerini daha verimli hale getirir. Akıllı envanter yönetimi, otomatik rotalama ve veri analitiği gibi dijital araçlar sayesinde kaynakların daha etkili bir şekilde kullanılması ve operasyonel verimliliğin artırılması mümkün olur.	Yatırım Maliyetleri: Dijitalleşme, yeni teknolojilerin uygulanması ve altyapıların güncellenmesi gibi önemli yatırımları gerektirir. Bu yatırımlar, başlangıçta yüksek maliyetlerle gelir ve bu nedenle bazı işletmeler için erişilebilir olmayabilir. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için bu yatırım maliyetleri önemli bir engel olabilir.
Atık Azaltma: Dijitalleşme, tedarik zinciri boyunca atık miktarını azaltabilir. Akıllı envanter yönetimi sistemleri sayesinde stokların daha iyi yönetilmesi ve talep tahminlerinin daha doğru yapılmasıyla atıkların azaltılması sağlanabilir.	Entegrasyon Zorlukları: Mevcut sistemlere yeni dijital teknolojilerin entegre edilmesi, uyumluluk sorunlarına ve entegrasyon zorluklarına neden olabilir. Farklı sistemler arasında veri uyumsuzluğu ve standartların eksikliği gibi problemler, dijitalleşme sürecini karmaşıklaştırabilir ve zaman alabilir.
Ulaşım ve Taşımacılıkta Optimizasyon: Dijital teknolojiler, taşımacılık ve lojistik süreçlerini optimize ederek yakıt tüketimini azaltabilir ve çevresel etkiyi en aza indirebilir. Akıllı rotalama sistemleri ve filo yönetimi araçları, taşımacılık faaliyetlerini daha verimli hale getirerek sürdürülebilirliği artırır.	Veri Güvenliği ve Gizliliği Endişeleri: Dijitalleşme, büyük miktarda veri toplanmasını ve depolanmasını gerektirir. Bu durum, veri güvenliği ve gizliliği endişelerini artırabilir. Özellikle kişisel veya ticari hassas bilgilerin korunması, veri ihlalleri ve siber saldırılar gibi risklerle karşı karşıya kalabilir.
Şeffaflık ve İzlenebilirlik: Dijitalleşme, tedarik zinciri içinde şeffaflığı ve izlenebilirliği artırır. Blok zinciri gibi teknolojiler sayesinde, hammaddelerin ve ürünlerin tedarik zinciri boyunca hareketleri kolayca takip edilebilir, böylece sürdürülebilirlik standartlarına uygunluk sağlanabilir.	Çalışan Eğitimi ve Yetenek Eksikliği: Dijitalleşme sürecinde, çalışanların yeni teknolojilere uyum sağlaması ve kullanmaları gerekebilir. Ancak bu, işletmeler için zaman alıcı ve maliyetli olabilir. Ayrıca, dijital becerilere sahip nitelikli personelin eksikliği de bir sorun olabilir.
Yeni İş Modelleri ve İnovasyon: Dijitalleşme, lojistik sektöründe yeni iş modellerinin ortaya çıkmasını sağlar. Paylaşım ekonomisi, akıllı depolar ve drone teslimatları gibi dijital teknolojilere dayalı yeni uygulamalar, lojistik süreçlerini daha sürdürülebilir hale getirebilir.	Teknolojik Bağımlılık ve Güncelleme Sorunları: Dijitalleşme ile birlikte, işletmeler teknolojiye bağımlı hale gelebilirler. Sürekli olarak güncellenen ve değişen teknolojik sistemler, işletmeler için sürekli bir yeniden yapılanma ve güncelleme ihtiyacı doğurabilir. Ayrıca, eski sistemlerle uyumsuz hale gelme riski de bulunmaktadır.
Kaynakların Daha Etkin Kullanımı: Dijitalleşme, lojistik operasyonlarında kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar. Akıllı depo yönetimi ve lojistikte veri analitiği gibi dijital araçlar, lojistik süreçlerindeki verimliliği artırarak enerji, su ve diğer kaynakların daha dengeli bir şekilde kullanılmasını sağlar.	Çevresel Etkiler: Dijitalleşme, enerji tüketimi ve elektronik atıklar gibi çevresel etkilere de yol açabilir. Özellikle elektronik cihazların üretimi ve kullanımı, çevresel kaynakların tüketilmesine ve atık sorunlarının artmasına katkıda bulunabilir.

Kaynak:Yazarlar Tarafından Oluşturulmuştur

H1. “Dijitalleşme, lojistik süreçlerin verimliliğini artırarak sürdürülebilirliği artırır.” Dijital teknolojinin, otomatik yönlendirme, akıllı envanter yönetimi ve analitik veriler gibi dijital teknoloji araçları aracılığıyla kaynakların kullanımını optimize ederek enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azalttığı görülmüştür. Birçok firmanın dijitalleşmeye yaptığı yatırım maliyetlerini, kısa sürede telafi ettiği, verimliliği artırarak sürdürülebilir fayda sağladığı görülmüştür. Hipotez desteklenmiştir.

H2. "Dijitalleşme, Lojistik Süreçlerindeki İletişim ve İşbirliğini Artırarak Sürdürülebilirlik İyileştirebilir:" Dijital platformların tedarik zinciri içinde paydaşlar arasındaki iletişimi ve iş birliğini artırmış 3PL lojistik hizmetleri alarak dış kaynak kullanımına gittiği ve böylelikle kaynakların daha etkili bir şekilde kullandığı ve operasyonlar sonucu oluşacak atıkların azaltılmasında etkili olduğu görülmüştür. Hipotez desteklenmiştir.

H3. "Dijitalleşme, lojistikte taşımacılık ve lojistiğin sürdürülebilirliğini artırabilir:" Dijital teknolojinin nakliye sürecini optimize ederek yakıt tüketimini azalttığı ve çevresel etkiyi en aza indirdiği, Akıllı yönlendirme sistemleri, araç takip ve optimize edilmiş lojistik ağları gibi dijital çözümlerle taşımacılık süreçlerinin iyileştirdiği tespit edilmiştir. Hipotez desteklenmiştir.

H4. "Dijitalleşme, lojistikte şeffaflığı ve izlenebilirliği artırarak sürdürülebilirliği desteklemektedir:" Dijital teknolojinin tedarik zincirinin her aşamasında lojistikte şeffaflığı ve izlenebilirliği artırmış, kaynağın belirlenmesini ve israfın azaltılmasını sağladığı, ihtiyaçların tespitini kolaylaştırdığı görülmüştür. Blockchain teknolojisi gibi araçların kullanılması, hammadde kaynağından nihai ürüne kadar sürecin izlenebilirliğini artırdığı, oluşabilecek problemlere karşı stratejiler geliştirdiği ve bu nedenle verimliliği artırarak kaynaklarını daha etkin kullandığı, sürdürülebilir fayda sağladığı görülmüştür. Hipotez desteklenmiştir.

Dijitalleşmenin lojistik sektöründe sürdürülebilirlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Dijital teknolojilerin lojistik süreçlere entegrasyonu kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar, israfı ve karbon ayak izini azaltır. Ancak değişimin başarılı olabilmesi için sektördeki iş birliğinin ve standardizasyonun artırılması gerekmektedir. Dijitalleşmenin lojistiğin sürdürülebilir gelişimi üzerindeki olumlu etkileri hem ekolojik hem ekonomik hem de sosyal açıdan büyük bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu potansiyelden tam anlamıyla yararlanmak için şeffaflık, güvenilirlik ve veri güvenliği gibi konuların da ele alınması gerekiyor. Ayrıca iş gücünün yeniden eğitilmesi ve insan odaklı işletim sistemlerinin sürdürülmesi dijital dönüşüm sürecinde önem taşımaktadır. Gelecekte lojistik sektöründe dijitalleşmenin sürdürülebilirlik üzerindeki etkisinin artmaya devam etmesi beklenmektedir. Bu nedenle şirketlerin ve yöneticilerin bu değişime uyum sağlamak için stratejik planlar yapması ve yenilikçi çözümler geliştirmesi gerekir. Bu süreci başarılı bir şekilde yönetmek için yönetim yapılarının esnek ve uyarlanabilir olması gerekir. Bu sayede dijitalleşme ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki bağlantı giderek netleşmekte ve lojistik sektörü bu değişimin ön saflarında yer almaktadır. Gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakmak için bu süreçte tüm paydaşların iş birliği yapması ve birlikte çalışması gerekmektedir.

Kaynakça

- Adıgüzel, S. (2022). “Afet durumlarında yapay zekâ teknolojisi ile lojistik yönetimi örnekleri”. Akademik İz düşün Dergisi 1(7):47–70.
- Akandere, G. (2019). Yeşil Depo Yönetimi Uygulamalarının İşletme Performansına Etkisi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Temmuz 2019, Cilt: 33, Sayı: 3
- Atabey, A. (2022). “Akıllı Lojistik Uygulamalarında Müşteri Kârlılık Analizi Yaklaşımı Customer Profitability Analysis Approach in Smart Logistics Applications”. 97–112.
- Balcı, E. ve Remzi B. (2020). “İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşüm Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşü Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması”. Turkish Studies-Economics, Finance, Politics 20 (October):206–31. doi: 10.58830/ozgur. pub137.c1388.
- Bayzan, Ş. (2009). “GPRS Verileri Yardımıyla Araç Rotalarının Belirlenmesi Problemine Farklı Bir Yaklaşım”. 243–49.
- Bilgiç, E., Türkmenoğlu M. A. ve Koçak, A. (2020). “Dijitalleşmenin Lojistik Yönetimi Bağlamında İncelenmesi”. BEÜ İİBF AİD., 5(1), 56-69.
- Büyüközkan, G. (2013). “Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1593”. 150–168.
- Demir, N. ve Oflas, S. P. (2022). Büyük Veri Teknolojisi Çağında Kullanı Verilerini Mahremiyeti İlişkin Sosyolojik Analiz. C. 24.
- Demirkıran, S. Beyoğlu, A. ve Terzioğlu M. K. (2022). “Sürdürülebilir Kalkınma Odaklı Dijital Belirleyicilerini Verimlilik Üzerindeki Etkilerinin Yapay Sinir Ağları İle Sınıflandırılması”. Verimlilik Dergisi 30–47. doi: 10.51551/verimlilik.988286.
- Ekol. (2022). Ekol. <https://www.ekol.com.tr>: <https://www.ekol.com.tr/ekol-lojistigi-cevre-ve-yapay-zeka-ile-bulusturdu/> adresinden alındı
- Mars, Rapor. 2022. Mars Lojistik S.R.
- Nalbantoğlu, C. B. (2021). “Dijital Dönüşümün Örgüt Kültürü Üzerine Yansımaları Reflections of Digital Transformation on Organizational Culture”. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 23(40):193–207.
- Özkan, V. (2024). businessdiplomacy.net. <https://businessdiplomacy.net/tr/7398-2/>
- Onbirinci Kalkınma Planı. 2023. “Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı”. 170-188.
- Prisco, J. (2017). Ting. <https://ting.istanbul.com>: <https://ting.istanbul/ups-araclari-neden-sola-donmuyor/> adresinden alındı
- Şahin, G., Sipahioğlu, A. ve Kamışlı Öztürk, Z. (2012). Anadolu Üniversitesi AOF Yayınları Uluslararası Lojistik.
- Şerif, A. (2024). <https://www.statista.com>. <https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/> adresinden alındı
- Tanyaş, M. 2015. İstanbul Lojistik Sektör Analizi Raporu.
- Trendyol, Sürdürülebilirlik Raporu. 2022

- Time.com. (2019). <https://time.com/5594380/world-electronic-waste-problem/> adresinden alındı
- Turhost. (2021). turhost. <https://www.turhost.com/blog/makine-ogrenmesi-machine-learning-nedir/> adresinden alındı
- Turgut, A. (2023). “Lojistik ve Tedarik Zincirinde Yapay Zekâ Çalışmaları: Bibliyometrik Bir Analiz”. Alanya Akademik Bakış 7(1):461–80. doi: 10.29023/alanyaakademik.1167224.
- Türk Telekom, 2022. Sürdürülebilirlik Raporu.
- İnnova, (2024). innova. <https://www.innova.com.tr/blog/Tedarik-zinciri-sorunlar,-yapay-zeka-ile-nasil-cozulur> adresinden alındı
- Yeşilyaprak, M. (2023). “Yeşil Lojistiğin E- İhracattaki Yeri ve Önemi”. Beykoz Akademi Dergisi 11(1):248–65. doi: 10.14514/beykozad.1265591.
- Yolda.com. 2022. Lojistikte Dijitalleşme Araştırması.