

## Lojistik ve Tedarik Zincirinde Dijital Dönüşüm

Hacer Karabay<sup>1</sup>

### Özet

Dijital dönüşüm, işletmelerin dijital teknolojileri stratejik olarak entegre ederek iş süreçlerini optimize etmesi, operasyonel verimliliği artırması ve müşteri deneyimini geliştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu dönüşüm, veri analitiği, yapay zeka, IoT gibi teknolojilerle desteklenmekte ve lojistik süreçlerde önemli yenilikler sağlamaktadır. Artan veri erişimi ve analiz yeteneği sayesinde, tedarik zinciri yönetimi daha doğru ve öngörülebilir hale gelmiş, akıllı depo yönetimi ve otomatikleştirilmiş envanter kontrol sistemleri gibi uygulamalarla operasyonel verimlilik artırılmıştır. Çalışmada çeşitli endüstrilerden başarı hikâyeleri ve uygulama örnekleri sunularak, dijital dönüşümün potansiyel faydaları somutlaştırılmıştır. Amazon'un veri analitiği ve robotik otomasyon kullanarak depolama ve envanter yönetimini optimize etmesi, Maersk'in blockchain teknolojisini kullanarak operasyonel süreçlerde şeffaflığı ve veri güvenilirliğini artırması dijital dönüşümün başarılı uygulamaları olduğunu göstermektedir. Bu örnekler, yalnızca operasyonel süreçlerde değil, aynı zamanda müşteri memnuniyeti açısından hız ve esneklik konusunda önemli avantajlar sağladığı vurgulanmaktadır. Ayrıca gelecek trendler incelenmiş olup sürdürülebilir dijital dönüşüm konusuna da yer verilmiştir. IoT ve veri analitiği gibi teknolojiler, enerji verimliliğini artırarak ve atık yönetimini iyileştirerek çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, dijital dönüşüm sürecinin başarısında karşılaşılan zorluklar da ele alınmıştır. Teknolojik yatırımların yüksek maliyetleri, veri güvenliği ve gizlilik konusundaki riskler ile insan kaynaklarının yeni teknolojilere uyum sağlama ihtiyacı, işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde dikkat etmesi gereken önemli unsurlar olarak belirtilmektedir. Sonuç olarak, dijital dönüşümün lojistik ve tedarik zincirinde sürdürülebilir ve rekabetçi avantajlar sağladığı, ancak bu dönüşüm sürecinin dikkatli planlama ve stratejik yönetim gerektirdiği vurgulanmıştır. Dijital dönüşüm sürecinin dikkatli bir şekilde planlanması ve yönetilmesi, işletmelerin hem maliyet avantajı sağlamasına hem de müşteri memnuniyetini artırarak pazarda lider olmasına katkı sağlayacaktır.

1 Yüksek Lisans Öğrencisi, Selçuk Üniversitesi, Uluslararası Ticaret, hacerkarabay3@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-7643-9843

## 1. GİRİŞ

Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, küresel ekonomideki işletmelerin rekabet gücünü artırmalarında önemli bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, etkili tedarik zinciri yönetiminin işletmelerin maliyetlerini düşürmesine, esnekliğini artırmasına ve müşteri memnuniyetini sağlamasına yardımcı olduğunu göstermiştir (Christopher, 2016). Lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin işletmelere stratejik bir avantaj sağlayarak pazardaki konumlarını güçlendirdiğini ifade edilmiştir Mentzer (2001).

Dijital dönüşümün tanımı ve önemi konusunda yapılan çalışmalar, dijital teknolojilerin işletmelere sağladığı avantajları detaylandırmaktadır. Dijital dönüşüm işletmelerin iş süreçlerini yeniden şekillendirerek verimliliği artırır ve müşteri deneyimini geliştirir (Vial, 2019). Ayrıca, dijital dönüşümün işletmelere esneklik kazandırdığını ve pazar değişimlerine hızlı adapte olma yeteneği sağladığını belirtilmiştir (Westerman, 2014).

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda, dijital dönüşümün lojistik ve tedarik zinciri yönetimine olan etkileri üzerine yapılan araştırmalar incelenecektir. Büyük veri analitiği, yapay zekâ (AI), nesnelerin interneti (IoT) ve blockchain gibi teknolojilerin tedarik zinciri yönetimindeki uygulamaları ve bu teknolojilerin işletmelere sağladığı avantajlar değerlendirilecektir. Örneğin, Büyük veri analitiği üzerine yapılan bir araştırmada bu teknolojinin tedarik zinciri performansını artırmada nasıl kritik bir rol oynadığını göstermiştir (Waller & Fawcett, 2013). IoT'nin tedarik zincirindeki rolü üzerine yapılan çalışmalar ise, IoT cihazlarının gerçek zamanlı izleme ve kontrol imkânı sunarak tedarik zincirinin şeffaflığını ve verimliliğini artırdığını ortaya koymuştur (Ben-Đaya, vd., 2019).

Çalışma kapsamında, dijital dönüşümün lojistik ve tedarik zinciri yönetimine etkilerini incelemek, bu alanlardaki yenilikçi uygulamaları değerlendirmek ve işletmelere rekabet avantajı sağlayacak stratejiler geliştirmek amacıyla, mevcut literatür ve akademik çalışmalar ışığında kapsamlı bir analiz yapılacaktır.

## 1. DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Dijital dönüşüm, enformasyonun bilgiye, bilginin ise bilgeliğe dönüştüğü dijital bilgi çağında, işletmelerin daha etkin ve verimli hizmet vermek, faydalanıcı memnuniyeti sağlamak ve hayatta kalabilmek için dijital teknolojileri kullanarak gerçekleştirdiği bütüncül dönüşüm olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, işletmelerin iş yapma modelini, veri yönetimini, bilişim altyapısını ve teknoloji stratejilerini yeniden şekillendirmesini içerir. Dijital dönüşüm, doğru anlamlandırıldığında işletmelere avantajlar

sağlayabilirken, yanlış yorumlandığında dezavantajlara yol açabilir. Bu nedenle, dijital bilgi çağında dijitalleşmeyi doğru yorumlamak ve dönüşüm sürecinde doğru bağlamda konumlandırmak son derece önemlidir (Bozkurt vd., 2011).

## 1.1. Dijital Dönüşümün Temelleri

### 1.1.1. Teknolojik Yenilikler

Dijital dönüşüm, çeşitli ileri teknolojilerin entegrasyonu ile işletmelerin iş süreçlerini, iş modellerini ve müşteri deneyimlerini köklü bir şekilde değiştirmektedir. Bu teknolojiler, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde verimlilik, esneklik ve inovasyonu artırmak için kullanılmaktadır. Aşağıda, dijital dönüşümün temelini oluşturan beş önemli teknolojik yenilik detaylı olarak incelenmiştir.

### 1.1.2. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel nesnelerin internete bağlanarak veri toplamasını ve paylaşmasını sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, özellikle lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde önemli bir rol oynar. IoT cihazları, taşıma araçları, depolar ve üretim ekipmanları gibi bileşenlerin birbirleriyle ve merkezi sistemlerle sürekli iletişim halinde olmasını sağlar. Bu sayede, gerçek zamanlı izleme, envanter yönetimi ve operasyonel verimliliği artırmak mümkün hale gelir. Ben-*Daya*, *Hassini* ve *Bahroun* (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, IoT'nin tedarik zincirinde şeffaflık ve görünürlük sağlayarak işletmelere stratejik avantajlar sağladığı belirtilmiştir.

### 1.1.3. Büyük Veri ve Analitik

Büyük veri ve analitik, geniş ve çeşitli veri kümelerinin toplanması, depolanması ve analiz edilmesi sürecini ifade eder. Bu teknoloji, işletmelerin daha bilinçli kararlar almasını, operasyonel süreçleri optimize etmesini ve müşteri ihtiyaçlarını daha iyi anlamasını sağlar. Büyük veri analitiğinin tedarik zinciri yönetiminde önemli bir dönüşüm yaratır ve verimliliği artırmaktadır (Waller & Fawcett 2013). Büyük veri analitiği sayesinde, tedarik zinciri boyunca meydana gelen olaylar ve eğilimler hakkında değerli bilgiler elde edilebilir. Bu da tedarik zincirinin proaktif bir şekilde yönetilmesini sağlar.

### 1.1.4. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi

Yapay zekâ (AI) ve makine öğrenimi, bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zekâ sergileyebilmesi ve deneyimlerden öğrenerek performanslarını sürekli olarak iyileştirmesi sürecini ifade eder. Bu teknolojiler, talep tahmini,

envanter yönetimi, rota optimizasyonu ve müşteri hizmetleri gibi birçok alanda kullanılır. Yapay zekânın işletmelere esneklik kazandırır ve değişen pazar koşullarına hızla uyum sağlama yeteneği sunar (Westerman vd., 2014). Ayrıca, yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları, tedarik zinciri süreçlerinde verimliliği artırarak maliyet tasarrufu sağlar.

#### 1.1.5. Blockchain

Blockchain, verilerin güvenli ve şeffaf bir şekilde kaydedilmesini sağlayan dağıtık bir defter teknolojisidir. Bu teknoloji, tedarik zincirinde ürünlerin kaynağından son kullanıcıya kadar olan yolculuğunu izlemek için kullanılmaktadır. Blockchain teknolojisi, sahtecilik riskini azaltır, veri bütünlüğünü sağlar ve tüm paydaşlar arasında güveni artırır. Örneğin, Christopher (2016), blockchain'in tedarik zinciri yönetiminde izlenebilirlik ve güvenlik sağladığını ve böylece işletmelerin operasyonel riskleri minimize edebildiğini vurgulamaktadır.

#### 1.1.6. Robotik ve Otomasyon

Robotik ve otomasyon, belirli görevlerin insan müdahalesi olmadan makineler tarafından gerçekleştirildiği süreçlerdir. Bu teknolojiler, depo yönetimi, üretim hatları ve teslimat süreçlerinde sıklıkla kullanılır. Robotik sistemler, iş gücünün verimliliğini artırır, hata oranlarını düşürür ve operasyonel maliyetleri azaltır. Vial (2019), robotik ve otomasyonun işletmelerin iş süreçlerini yeniden yapılandırarak verimliliği artırdığını ve müşteri memnuniyetini sağladığını belirtmektedir.

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde köklü değişiklikler yaratan teknolojik yeniliklerle şekillenmektedir. IoT, büyük veri analitiği, yapay zekâ, blockchain ve robotik gibi teknolojiler, işletmelere operasyonel verimlilik, şeffaflık ve müşteri memnuniyeti sağlamaktadır. Bu teknolojilerin entegrasyonu, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesine ve küresel pazarda daha güçlü bir konum elde etmesine yardımcı olmaktadır.

## 2. LOJİSTİK VE TEDARİK ZİNCİRİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, mal ve hizmetlerin tedarikçiden başlayarak üretim, depolama ve dağıtım süreçleriyle nihai tüketicilere ulaştırılmasını içeren karmaşık bir süreçtir (Coyle vd., 2017). Lojistik, malzeme ve bilgi akışını optimize etmek için tedarikçiler, üreticiler, depo operatörleri ve perakendeciler arasında koordinasyon ve entegrasyon sağlar (Ganeshan & Harrison, 1995). Tedarik zinciri yönetimi ise, bu sürecin

tümünü, hammadde temininden ürünlerin son kullanıcıya ulaştırılmasına kadar olan akışı kapsayan stratejik bir yaklaşımı ifade eder (Mentzer vd., 2001).

## 2.1. Lojistikte Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde devrim niteliğinde değişiklikler yaratmakta ve işletmelere önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu dönüşüm, taşıma ve dağıtım, depolama ve envanter yönetimi, müşteri hizmetleri ve deneyimi gibi alanlarda çeşitli teknolojik yeniliklerin entegrasyonu ile gerçekleşmektedir.

### 2.1.1. Taşıma ve Dağıtım

**Dijital Rota Optimizasyonu:** Dijital rota optimizasyonu, taşımacılık ve dağıtım süreçlerinde maliyetleri düşürmek ve verimliliği artırmak amacıyla gelişmiş algoritmalar ve yapay zekâ tekniklerinin kullanılmasıdır. Yapay zekâ ve büyük veri analitiği, araçların en verimli rotaları izlemesini sağlarken, yakıt tasarrufu ve zaman yönetimi konularında önemli iyileştirmeler sunar. Rota optimizasyonu, trafik koşulları, yol durumu ve hava durumu gibi faktörleri dikkate alarak dinamik olarak güncellenir. Çalışmalar, dijital rota optimizasyonunun yakıt tüketimini azaltarak çevresel etkileri de minimize ettiğini göstermektedir (Anderluh & Hemmelmayr, 2017). Dijital rota optimizasyonunun lojistik maliyetlerini önemli ölçüde düşürdüğünü ve teslimat süreçlerini hızlandırdığı vurgulanmaktadır (Waller & Fawcett, 2013).

**Drone Teslimatları:** Drone teslimatları, özellikle son kilometre teslimatlarında devrim niteliğinde bir yeniliktir. Bu teknoloji, teslimat süresini önemli ölçüde azaltırken, özellikle erişimi zor veya yoğun trafik olan bölgelerde büyük avantajlar sağlar. Drone teslimatları, maliyetlerin düşürülmesi ve teslimat süreçlerinin hızlandırılması açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Goodchild ve Toy (2018), drone teslimatlarının lojistik sektörü üzerindeki potansiyel etkilerini ve uygulanabilirliklerini inceleyen önemli bir çalışmadır.

Dronelerin son mil teslimatında nasıl kullanılabileceğini ve bu teknolojinin lojistik operasyonlarına nasıl entegre edilebileceğini araştırmışlardır. Çalışmalarında, dronelerin şehir içi teslimat süreçlerinde zaman ve maliyet tasarrufu sağlayabileceğini, aynı zamanda trafik sıkışıklığını azaltarak çevresel etkileri minimize edebileceğini vurgulamışlardır. Araştırma, dronelerin özellikle acil teslimat gereksinimi olan tıbbi malzemeler ve küçük paketler gibi hafif yükler için ideal olduğunu ortaya koymuştur.

**Akıllı Nakliye Sistemleri:** Akıllı nakliye sistemleri, sensörler, IoT cihazları ve veri analitiği kullanarak taşıma araçlarının gerçek zamanlı izlenmesini ve yönetilmesini sağlar. Bu sistemler, taşıma araçlarının konumunu, hızını ve durumunu gerçek zamanlı olarak izleyerek, operasyonel verimliliği artırır ve gecikmeleri önler. IoT'nin nakliye süreçlerinde şeffaflığı artırarak operasyonel riskleri azalttığını ve tedarik zinciri verimliliğini artırdığını vurgulanmaktadır (Ben-Daya, vd., 2019).

### 2.1.2. Depolama ve Envanter Yönetimi

**Otomatik Depolar:** Otomatik depolar, robotik sistemler ve otomasyon teknolojileri kullanarak depolama ve envanter yönetimi süreçlerini optimize eder. Bu sistemler, depolama alanlarının verimli kullanımını sağlar ve insan hatasını minimize eder. Otomatik depoların lojistik süreçlerde maliyetleri düşürdüğünü ve operasyonel verimliliği artırdığını belirtmektedir (Vial, 2019).

**Robotik Depolama Sistemleri:** Robotik depolama sistemleri, ürünlerin depolanması ve taşınmasında robotların kullanılmasıdır. Bu sistemler, hız ve doğruluk sağlar, böylece envanter yönetimi daha verimli hale gelir. Westerman, Bonnet ve McAfee (2014), robotik sistemlerin lojistik operasyonlarda verimliliği ve doğruluğu artırdığını ifade etmektedir.

**Gerçek Zamanlı Envanter Takibi :** Gerçek zamanlı envanter takibi, depo yönetim sistemlerinin (WMS) ve IoT sensörlerinin kullanımıyla envanterin sürekli olarak izlenmesini sağlar. Bu teknoloji, envanter seviyelerinin anlık olarak güncellenmesine olanak tanır ve stok yönetimini optimize eder. Gerçek zamanlı takip, envanter doğruluğunu artırır ve stokun tükenmesi gibi sorunları önler.

### 2.1.3. Müşteri Hizmetleri ve Deneyimi

**Takip Sistemleri:** Takip sistemleri, müşterilere siparişlerinin durumunu gerçek zamanlı olarak izleme imkânı sunar. Müşterilere siparişlerinin nerede olduğunu ve ne zaman teslim edileceğini bildiren güncellemeler sağlar. Bu sistemler, müşteri memnuniyetini artırmak ve teslimat süreçlerinde şeffaflık sağlamak için önemlidir. Bu sayede takip sistemlerinin müşteri güvenini artırdığını ve lojistik süreçlerde şeffaflık sağlanmaktadır. (Ben-Daya, vd., 2019).

**Dijital Müşteri Hizmetleri Platformları:** Dijital müşteri hizmetleri platformları, müşterilere anında destek sağlayarak sorunları hızlı bir şekilde çözme imkânı sunar. Bu platformlar, chatbotlar ve yapay zekâ destekli sistemler ile müşteri hizmetlerini optimize eder. Dijital müşteri hizmetleri

platformlarının müşteri memnuniyetini artırdığını ve operasyonel verimliliği sağlar (Vial, 2019).

**Kişiselleştirilmiş Teslimat Seçenekleri:** Kişiselleştirilmiş teslimat seçenekleri, müşterilere teslimat zamanı ve yeri konusunda esneklik sunar. Bu, müşteri deneyimini iyileştirir ve sadakat oluşturur. Kişiselleştirilmiş teslimat seçeneklerinin müşteri memnuniyetini artırmakta ve lojistik operasyonlarda esneklik sağlamaktadır (Westerman, vd. 2014).

## 2.2. TEDARİK ZİNCİRİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

### 2.2.1. Tedarikçi İlişkileri ve Yönetimi

Dijital dönüşüm, tedarikçi ilişkileri ve yönetimi konusunda önemli yenilikler getirmiştir. Dijital tedarikçi portalları, tedarikçi ile işletme arasındaki iletişimi ve iş birliğini daha etkin hale getirmektedir. Bu portallar, siparişlerin takibi, teslimatların yönetimi ve performans değerlendirmesi gibi süreçleri otomatikleştirir ve kolaylaştırır. Lee ve arkadaşları (2014), dijital tedarikçi portallarının, tedarik zinciri boyunca şeffaflığı artırarak tedarikçi ilişkilerinin yönetimini iyileştirdiğini belirtmiştir. Bu sistemler, tedarik zinciri paydaşları arasındaki bilgi akışını optimize eder ve tedarikçi performansını izleyerek sorunların proaktif bir şekilde ele alınmasını sağlar.

### 2.2.2. Planlama ve Talep Tahmini

#### Yapay Zekâ Destekli Talep Tahminleri

Yapay zekâ (AI) destekli talep tahminleri, tedarik zinciri yönetiminde kritik bir rol oynar. AI, geçmiş satış verilerini ve piyasa trendlerini analiz ederek daha doğru talep tahminleri yapar. Bu, stok seviyelerini optimize etmeye ve müşteri taleplerine daha hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermeye yardımcı olur. Choi ve diğerleri (2018), AI destekli talep tahminlerinin tedarik zinciri performansını artırdığını ve stok maliyetlerini azalttığını belirtir.

#### Dinamik Planlama Sistemleri

Dinamik planlama sistemleri, tedarik zincirinde esneklik ve uyum sağlamak için kullanılır. Bu sistemler, piyasa koşullarındaki değişikliklere ve talep dalgalanmalarına hızlı bir şekilde yanıt verebilir. Dinamik planlama, gerçek zamanlı veri analitiği ve senaryo modelleme tekniklerini kullanarak planlama süreçlerini optimize eder. Dinamik planlama sistemlerinin tedarik zincirinin dayanıklılığını ve esnekliğini artırır (Ivanov, 2019).

### 2.2.3. Üretim ve Tedarik Yönetimi

#### Akıllı Üretim Sistemleri

Akıllı üretim sistemleri, IoT ve AI gibi teknolojileri kullanarak üretim süreçlerini optimize eder. Bu sistemler, üretim hattındaki makinelerin ve cihazların birbirleriyle iletişim kurmasını ve veri alışverişini sağlar. Bu sayede, üretim süreçleri daha verimli hale gelir ve arıza süreleri minimize edilir. Akıllı üretim sistemleri üretim verimliliğini artırır ve kalite kontrol süreçlerini iyileştirmektedir (Kang, 2016).

#### Gerçek Zamanlı Üretim Takibi

Gerçek zamanlı üretim takibi, üretim süreçlerinin sürekli olarak izlenmesini ve optimize edilmesini sağlar. Bu teknoloji, üretim hattındaki her adımı izleyerek anlık veri sağlar ve üretim süreçlerindeki herhangi bir sapmayı hemen tespit eder. Bu şekilde, gerçek zamanlı üretim takibinin üretim süreçlerinde şeffaflığı artırdığını ve ürün kalitesini iyileştirdiğini belirtir (Zhang, 2017).

#### Kalite Kontrol Süreçleri

Kalite kontrol süreçleri, üretim sürecinde ürün kalitesini sürekli olarak izlemek ve iyileştirmek için dijital teknolojiler kullanır. AI ve makine öğrenimi, kalite kontrol süreçlerinde hataları tespit etmek ve önlemek için kullanılır. Bu dijital kalite kontrol sistemleri, ürünlerin yüksek kalitede olmasını sağlayarak üretim hatalarını azaltır ve müşteri memnuniyetini sağlamaya yardımcı olur (Wuest, 2016).

Dijital dönüşüm, tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi ilişkilerinden üretim süreçlerine kadar geniş bir yelpazede önemli yenilikler getirmektedir. Dijital tedarikçi portalları, yapay zekâ destekli talep tahminleri ve akıllı üretim sistemleri, işletmelerin verimliliğini, esnekliğini ve müşteri memnuniyetini artırmada kritik rol oynamaktadır. Bu teknolojilerin entegrasyonu, tedarik zincirinin daha şeffaf, hızlı ve esnek olmasını sağlar, bu da işletmelerin rekabet avantajını güçlendirir.

## 3. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN FAYDALARI VE ZORLUKLARI

### Faydalar

- **Verimlilik ve Maliyet Tasarrufu**

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde operasyonel verimliliği artırarak maliyet tasarrufu sağlar. IoT, büyük veri analitiği ve yapay zeka gibi teknolojilerin kullanımı, süreçlerin optimize edilmesini ve gereksiz maliyetlerin azaltılmasını mümkün kılar. Örneğin, Robinson



ve Kalakota (2018), dijital dönüşümün operasyonel verimliliği artırarak maliyetleri düşürdüğünü vurgularken, Ben-Daya ve diğerleri (2019), IoT teknolojilerinin lojistik süreçlerinde verimliliği artırarak maliyet tasarrufu sağladığını belirtmektedir.

- **Şeffaflık ve İzlenebilirlik**

Dijital teknolojiler, tedarik zincirinin tüm aşamalarında şeffaflık ve izlenebilirlik sağlar. IoT ve blockchain gibi teknolojiler, tedarik zincirinin her aşamasında ürünlerin ve bileşenlerin izlenmesine olanak tanır. Bu, işletmelerin tedarik zincirindeki sorunları hızlı bir şekilde tespit edip çözmelerine yardımcı olur. IoT'nin tedarik zincirinde şeffaflığı artırarak, operasyonel riskleri minimize eder ve müşteri güvenini güçlendirmektedir (Ben-Daya, vd. 2019). Blockchain teknolojisi ise, veri bütünlüğünü ve güvenliği sağlayarak tedarik zinciri boyunca izlenebilirliği artırır.

- **Esneklik ve Hız**

Dijital dönüşüm, tedarik zincirlerinin daha esnek ve hızlı olmasını sağlar. IoT cihazları ve sensörler, anlık veri sağlayarak tedarik zincirinde hızlı ve bilinçli kararlar alınmasını mümkün kılar. Bu da, talep değişikliklerine hızlı adaptasyon ve daha esnek lojistik ağlar oluşturulmasını sağlar. Ivanov ve Dolgui (2020), dijital teknolojilerin tedarik zincirlerinde esnekliği artırarak değişen piyasa koşullarına hızlı uyum sağladığını belirtmektedirler.

### **Zorluklar**

- **Teknolojik Yatırım ve Uyum**

Dijital dönüşüm, yüksek başlangıç maliyetleri ve teknolojiye adaptasyon zorlukları ile birlikte gelir. Yeni teknolojilerin entegrasyonu, işletmelerin önemli miktarda mali ve beşeri kaynak yatırımı yapmasını gerektirir. Bu, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için önemli bir zorluk oluşturabilir. Christopher (2016), dijital dönüşümün başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için önemli yatırımların gerektiğini ve bu süreçte işletmelerin karşılaştığı mali zorlukları vurgulamaktadır. Ayrıca, yeni teknolojilere uyum sağlamak için işletmelerin operasyonel süreçlerini ve iş modellerini yeniden yapılandırmaları gerekebilir.

- **Veri Güvenliği ve Gizlilik**

Dijital dönüşüm sürecinde veri güvenliği ve gizlilik, önemli zorluklar arasında yer alır. Schäfer ve diğerleri (2019), dijital dönüşümün beraberinde getirdiği veri yoğun iş modellerinin, veri güvenliği ve gizlilik konusunda çeşitli zorluklar oluşturduğunu vurgulamaktadır. Özellikle ürün bazlı şirketler, topladıkları büyük veri setlerinin korunması ve gizliliğinin sağlanması

konusunda zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorlukları aşmak için etkili güvenlik önlemleri ve politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Yazarlar, veri güvenliği ve gizliliği sağlamak için şirketlerin teknolojik yatırımlar yapması ve çalışanlarını bu konuda eğitmesi gerektiğini belirtmektedir.

- **İnsan Kaynakları ve Eğitim**

Yeni teknolojilere uyum sağlayacak yeteneklerin geliştirilmesi ve eğitim ihtiyaçları, dijital dönüşüm sürecinde önemli bir zorluktur. Çalışanların yeni dijital araçları ve sistemleri kullanabilmesi için sürekli eğitim ve beceri geliştirme programlarına ihtiyaç vardır (Westerman vd., 2014). Bu da zaman ve kaynak gerektirmektedir.

#### **4. BAŞARI HİKÂYELERİ: DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE BAŞARILI OLMUŞ ŞİRKETLERİN ÖRNEK OLAY İNCELEMELERİ**

Dijital dönüşüm, farklı sektörlerdeki işletmelerin lojistik ve tedarik zinciri süreçlerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Aşağıda, bu dönüşümü başarıyla gerçekleştiren bazı şirketlerin örnek olay incelemeleri sunulmuştur.

##### **Amazon: E-ticaret ve Lojistikte Dijital Dönüşüm**

Amazon, dijital dönüşümün liderlerinden biri olarak kabul edilir ve bu dönüşümü lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde büyük ölçüde uygulamıştır. Amazon'un başarısının temelinde, ileri teknolojiler ve veri analitiği ile desteklenen bir lojistik ağı bulunmaktadır. Örneğin, Amazon'un kullanmış olduğu Kiva robotları, depolarda ürünlerin taşınmasını ve yerleştirilmesini otomatikleştirerek verimliliği artırmaktadır. Amazon'un robotik otomasyon sistemleri sayesinde depo operasyonlarında önemli maliyet tasarrufları ve verimlilik artışları sağladığını belirtmektedir (Amazon, 2023).

Amazon'un dijital dönüşümdeki bir diğer önemli bileşeni, gelişmiş veri analitiği ve yapay zekâ kullanımudur. Bu teknolojiler, talep tahmininden envanter yönetimine kadar birçok alanda optimize edilmiş kararlar alınmasına olanak tanır. Örneğin, yapay zeka destekli algoritmalar sayesinde Amazon, müşterilerin alışveriş alışkanlıklarını analiz ederek, stok yönetimini ve teslimat süreçlerini optimize etmektedir. Waller ve Fawcett (2013), Amazon'un veri analitiği ve yapay zeka kullanımı sayesinde müşteri memnuniyetini artırdığını ve operasyonel verimliliği en üst düzeye çıkardığını vurgulamaktadır.

##### **Maersk: Deniz Taşımacılığında Blockchain Teknolojisi**

Maersk, deniz taşımacılığında blockchain teknolojisini başarılı bir şekilde uygulayan şirketlerden biridir. Blockchain, tedarik zinciri boyunca veri

bütünlüğünü ve şeffaflığı sağlamak için kullanılır. Maersk, IBM ile iş birliği yaparak TradeLens adlı bir blockchain platformu geliştirmiştir. Bu platform, tüm tedarik zinciri boyunca konteynerlerin hareketini izleyerek, belgelerin dijitalleştirilmesi ve güvenli bir şekilde paylaşılmasını sağlamaktadır. Jensen, Hedman ve Henningsson (2019), Maersk'in blockchain teknolojisini kullanarak tedarik zinciri süreçlerinde şeffaflığı artırdığını ve operasyonel verimliliği önemli ölçüde iyileştirdiğini belirtmektedir.

TradeLens platformu, tedarik zincirindeki tüm paydaşlar arasında güveni artırarak, veri paylaşımını hızlandırmakta ve belgelerin doğrulanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu sayede, konteyner taşımacılığında gecikmeler ve yanlışlıklar minimize edilmekte, operasyonel maliyetler düşürülmektedir. Maersk'in blockchain teknolojisi kullanımı, deniz taşımacılığında dijital dönüşümün başarılı bir örneğidir ve diğer lojistik firmalarına da ilham vermektedir.

### **Siemens: Üretimde Dijital İkiz Teknolojisi**

Siemens, üretim süreçlerinde dijital dönüşümü başarılı bir şekilde uygulayan şirketlerden biridir. Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel varlıkların dijital kopyalarının oluşturulması ve bu kopyaların gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve analiz edilmesi sürecini ifade eder. Siemens, bu teknolojiyi kullanarak üretim süreçlerini optimize etmekte ve verimliliği artırmaktadır. Uhlemann, Lehmann ve Steinhilper (2017), Siemens'in dijital ikiz teknolojisini kullanarak üretim süreçlerinde önemli iyileştirmeler sağladığını ve operasyonel maliyetleri düşürdüğünü belirtmektedir.

### **DHL: Lojistikte Robotik ve Otomasyon**

DHL, lojistik sektöründe dijital dönüşümü başarılı bir şekilde uygulayan önde gelen şirketlerden biridir. Şirket, depo yönetiminde ve paket işleme süreçlerinde robotik otomasyon ve IoT teknolojilerini kullanarak operasyonel verimliliği artırmıştır. DHL, akıllı depolama sistemleri ve robotik çözümler sayesinde depo operasyonlarında önemli iyileştirmeler elde etmiştir. Sucky, Asdecker ve Buer (2018), DHL'nin robotik otomasyon ve dijital çözümlerle depo operasyonlarında hız ve verimlilik sağladığını belirtmektedir.

Örneğin, DHL, depolarında LocusBot adlı otonom robotları kullanarak ürün toplama ve yerleştirme süreçlerini otomatikleştirmiştir. Bu robotlar, çalışanlarla iş birliği yaparak daha hızlı ve verimli bir şekilde ürün toplama işlemlerini gerçekleştirmektedir. Ayrıca, DHL'nin depo yönetim sistemleri, IoT sensörleri ve veri analitiği kullanarak envanter yönetimini optimize etmektedir. Bu teknolojiler, stok düzeylerini gerçek zamanlı olarak izleyerek, envanter eksikliklerini ve fazlalıklarını minimize etmektedir.

### **Zara: Hızlı Moda ve Esnek Tedarik Zinciri**

Zara, hızlı moda sektöründe dijital dönüşümü başarıyla uygulayan ve esnek tedarik zinciri yönetimi ile tanınan bir şirkettir. Zara'nın başarısının temelinde, talep odaklı üretim ve dağıtım stratejileri ile dijital teknolojilerin entegrasyonu yatmaktadır. Cachon ve Swinney (2011), Zara'nın tedarik zinciri süreçlerini dijital dönüşüm ile optimize ederek, hızlı moda endüstrisinde lider konuma geldiğini vurgulamaktadır.

Zara, mağazalardan gelen gerçek zamanlı satış verilerini analiz ederek, talep tahminlerini ve üretim planlamasını sürekli olarak güncellemektedir. Bu sayede, moda trendlerine hızlı bir şekilde yanıt verebilmekte ve stok risklerini minimize edebilmektedir. Ayrıca, Zara'nın tedarik zinciri süreçlerinde RFID (Radyo Frekanslı ile Tanımlama) teknolojisi kullanımı, ürünlerin izlenebilirliğini artırmakta ve envanter yönetimini daha etkili hale getirmektedir. RFID teknolojisi, mağazalarda ve depolarda ürünlerin hızlı bir şekilde sayılmasını ve izlenmesini sağlayarak, operasyonel verimliliği artırmaktadır.

### **Procter & Gamble: Tedarik Zinciri Görselleştirme ve Analitik**

Procter & Gamble (P&G), tedarik zinciri yönetiminde dijital dönüşümü başarıyla uygulayan bir diğer büyük şirkettir. Şirket, tedarik zincirindeki tüm süreçleri görselleştirmek ve optimize etmek için ileri analitik ve veri görselleştirme teknolojilerini kullanmaktadır. Simchi-Levi, Schmidt ve Wei (2014), P&G'nin dijital dönüşüm stratejileri ile tedarik zinciri yönetiminde büyük başarılar elde ettiğini belirtmektedir.

P&G, tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı veri toplama ve analiz yaparak, operasyonel süreçlerini sürekli olarak iyileştirmektedir. Şirketin kullandığı dijital platformlar, tedarik zinciri süreçlerindeki verileri görselleştirerek, karar alıcıların daha bilinçli ve hızlı kararlar almasını sağlamaktadır. Ayrıca, P&G'nin dijital analitik çözümleri, tedarik zincirindeki riskleri ve fırsatları belirleyerek, proaktif stratejiler geliştirmeye olanak tanımaktadır. Bu, tedarik zincirinin esnekliğini ve dayanıklılığını artırmakta, müşteri taleplerine hızlı yanıt verilmesini sağlamaktadır.

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde çığır açan değişikliklere öncülük etmektedir. Amazon, Maersk, Siemens, DHL, Zara ve Procter & Gamble gibi şirketler, dijital dönüşüm stratejilerini benimseyerek operasyonel verimliliklerini yükseltmiş ve pazarda öne çıkmışlardır. Bu başarı öyküleri, dijital dönüşümün çeşitli sektörlerdeki uygulamalarını ve lojistik ve tedarik zincirine sağladığı faydaları açıkça ortaya koymaktadır.

Dijital dönüşümün sunduğu yenilikçi çözümler ve teknolojiler, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminin geleceğini de şekillendirmeye devam edecektir.

## 5. GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Gelecekte dijital dönüşümün lojistik ve tedarik zinciri yönetimindeki rolü giderek artacak ve yeni teknolojilerin kullanımıyla şekillenecektir.

### 5.1. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi

Yapay zeka ve makine öğrenimi, gelecekte lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde daha da yaygınlaşacak ve derinlemesine entegrasyon görecektir. Bu teknolojiler, talep tahmini, rotalama, envanter optimizasyonu ve müşteri ilişkileri yönetimi gibi alanlarda daha akıllı ve otomatik kararlar alınmasını sağlayacaktır. Örneğin, DHL ve Amazon gibi büyük lojistik şirketleri, yapay zekâ destekli lojistik operasyonlarını genişletmek için yoğun çalışmalar yürütmektedirler (Bloomberg, 2020).

### 5.2. Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Sensör Teknolojileri

IoT ve sensör teknolojileri, tedarik zinciri süreçlerindeki görünürlüğü artırmaya devam edecek ve gerçek zamanlı izleme ve analiz imkânları sunacaktır. Bu, envanter yönetimi, taşıma izleme, depo operasyonları ve ürün izlenebilirliği gibi alanlarda daha fazla veriye dayalı kararlar alınmasını sağlayacaktır. PWC (2021) tarafından yapılan bir rapora göre, IoT'nin lojistik ve tedarik zinciri yönetimindeki kullanımının önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artması beklenmektedir.

### 5.3. Blockchain

Blockchain teknolojisi, tedarik zincirlerinde şeffaflık ve güvenliği artıracak. Bu teknoloji, ürünlerin kaynağından nihai tüketiciye kadar olan yolculuğunu izlemeyi ve her aşamada doğrulanabilir kayıtlar tutmayı mümkün kılacak. Özellikle sahte ürünlerin önlenmesi ve tedarik zinciri boyunca güvenliğin sağlanması açısından büyük faydalar sağlayacaktır. Kouhizadeh ve Sarkis (2018), blockchain teknolojisinin tedarik zincirinde şeffaflığı ve güveni artırdığını ve bu sayede operasyonel riskleri azalttığını belirtmektedir.

### 5.4. Robotik ve Otomasyon

Robotik ve otomasyon sistemleri, gelecekte depo operasyonlarından taşıma işlemlerine kadar birçok alanda daha fazla kullanılacaktır. Özellikle, depo otomasyonu ve drone teslimatları gibi alanlarda robotik teknolojilerin kullanımı artacaktır. Amazon'un kendi geliştirdiği depo robotları ve otomatik

taşıma araçları gibi uygulamalar, bu trendin bir göstergesidir (Amazon, 2023).

### **5.5. Sürdürülebilirlik ve Dijital Dönüşüm**

Dijital dönüşüm, sürdürülebilir lojistik ve tedarik zincirlerinin oluşturulmasında önemli bir rol oynayacaktır.

### **5.6. Sürdürülebilir Lojistik ve Tedarik Zincirleri**

Dijital dönüşüm, sürdürülebilir lojistik ve tedarik zincirlerinin yaratılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Dijital teknolojiler, kaynakların daha verimli kullanılmasını ve atıkların azaltılmasını sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği destekler. Örneğin, rota optimizasyonu ve akıllı nakliye sistemleri, yakıt tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltabilir.

### **5.7. Yeşil Lojistik ve Akıllı Şehirler**

Gelecekte, yeşil lojistik ve akıllı şehir projeleriyle entegre edilmiş dijital lojistik çözümleri daha fazla önem kazanacaktır. Bu çözümler, taşıma rotalarının optimize edilmesi, yakıt tüketiminin azaltılması, atık yönetimi ve karbon ayak izinin azaltılması gibi sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacaktır. Örneğin, Avrupa'nın birçok şehri, akıllı ulaşım sistemleri ve yeşil lojistik projeleriyle kent içi taşımacılığı optimize etmeye yönelik çalışmalar yapmaktadır (European Commission, 2020).

### **5.8. Geri Dönüşüm ve Döngüsel Ekonomi**

Dijital dönüşüm, tedarik zinciri süreçlerinde geri dönüşüm ve döngüsel ekonomi prensiplerinin uygulanmasını destekleyecektir. IoT sensörleri ve blockchain gibi teknolojiler, ürünlerin kaynağını belirlemek ve geri dönüşüm süreçlerini izlemek için kullanılabilir. Bu, atık azaltımı, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve kaynakların daha verimli kullanılması gibi sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayabilir.

### **5.9. Kaynak Verimliliği**

Dijital dönüşüm, kaynak verimliliğini artırarak sürdürülebilirliği destekler. Büyük veri analitiği ve yapay zekâ, üretim ve tedarik süreçlerinde kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar. Bu da hem maliyetleri düşürür hem de çevresel etkileri azaltır. Kumar ve diğerleri (2019), dijital dönüşümün kaynak verimliliğini artırarak sürdürülebilir lojistik ve tedarik zincirleri oluşturduğunu vurgulamaktadır.

## SONUÇ

### Dijital Dönüşümün Lojistik ve Tedarik Zinciri Üzerindeki Etkileri

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde köklü değişiklikler getirmiş ve işletmelere çeşitli avantajlar sağlamıştır. Teknolojik yenilikler, operasyonel süreçleri optimize ederek verimliliği artırmış, maliyetleri düşürmüş ve müşteri memnuniyetini iyileştirmiştir. Bu dönüşüm, özellikle IoT, büyük veri analitiği, yapay zeka, blockchain ve robotik otomasyon gibi teknolojiler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

#### Verimlilik Artışı ve Maliyet Tasarrufu:

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri süreçlerinde verimliliği artırarak maliyet tasarrufu sağlamaktadır. IoT, büyük veri analitiği ve yapay zeka gibi teknolojiler, operasyonel süreçleri optimize ederek gereksiz maliyetleri azaltmaktadır. Waller ve Fawcett (2013), veri bilimi ve analitiğin tedarik zinciri tasarımı ve yönetiminde devrim yaratacağını belirtmiştir. Amazon'un veri analitiği ve robotik çözümler kullanarak depo operasyonlarını optimize etmesi, bu dönüşümün somut bir örneğidir.

#### Artırılmış Şeffaflık ve İzlenebilirlik:

Dijital teknolojiler, tedarik zincirinde şeffaflık ve izlenebilirliği önemli ölçüde artırır. Blockchain ve IoT gibi teknolojiler, tedarik zincirinin her aşamasında ürünlerin takip edilmesini ve verilerin güvenli bir şekilde paylaşılmasını mümkün kılar. Jensen, Hedman ve Henningsson (2019), Maersk'in tedarik zinciri süreçlerinde şeffaflığı artırmak ve operasyonel verimliliği iyileştirmek için blockchain teknolojisini başarıyla uyguladığını vurgulamaktadır.

#### Artan Esneklik ve Hız:

Dijital teknolojiler, lojistik ve tedarik zinciri ağlarını daha esnek ve hızlı hale getirmektedir. Yapay zeka destekli talep tahminleri ve dinamik planlama sistemleri, değişen piyasa koşullarına hızlı adaptasyon sağlamaktadır.

#### Müşteri Memnuniyetinin Geliştirilmesi:

Dijital dönüşüm, müşteri memnuniyetini de önemli ölçüde geliştirmektedir. Hızlı ve doğru teslimatlar, sipariş takibi ve geri bildirim mekanizmaları gibi dijital çözümler, müşterilere daha iyi bir deneyim sunmaktadır.

#### Öneriler

**Teknolojik Yatırımlar:** Teknolojik Yatırımları Stratejik Olarak Planlayın: Dijital dönüşümün başarısı için işletmelerin gerekli teknolojik yatırımları



stratejik olarak planlaması hayati önem taşır. İlk yatırım maliyetleri yüksek görünse de, uzun vadede sağlanan verimlilik artışları ve maliyet tasarrufları bu yatırımları fazlasıyla karşılayacaktır. Christopher (2016), dijital dönüşüm yolculuğunun önemli yatırımlar gerektirdiğini vurgulamaktadır.

**Veri Güvenliğinin Önemi:** Dijital sistemlerin kullanımı, veri güvenliği ve gizlilik risklerini beraberinde getirir. İşletmeler, güçlü güvenlik önlemleri ve politikalar geliştirerek veri güvenliğini sağlamalıdır. Westerman, Bonnet ve McAfee (2014), dijital dönüşüm sürecinde veri güvenliğinin kritik bir endişe olduğunu belirtmektedir.

**İnsan Kaynakları ve Eğitim:** Dijital dönüşümü başarıyla gerçekleştirmek için işletmelerin insan kaynaklarına ve eğitime yatırım yapmaları çok önemlidir. Çalışanların yeni teknolojilere uyum sağlamalarını sağlamak için kapsamlı eğitim programları düzenlenmelidir. Berman (2012), dijital yetkinliklerin geliştirilmesinin teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılması ve dönüşümün başarısı için kritik olduğunu vurgulamaktadır.

Dijital dönüşüm, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde köklü değişikliklere yol açmıştır. Bu dönüşüm, süreçlerin daha verimli, esnek ve müşteri odaklı hale gelmesini sağlamıştır. Dijital teknolojilerin entegrasyonu, operasyonel maliyetlerin düşürülmesine, stok yönetiminin optimize edilmesine ve tedarik zincirinin genel performansının artırılmasına katkıda bulunmuştur.

Dijitalleşme sayesinde gerçek zamanlı veri takibi ve analiz olanakları, lojistik ve tedarik zincirinin her aşamasında daha bilinçli ve hızlı kararlar alınmasını mümkün kılmaktadır. Örneğin, yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmaları, talep tahminlerini daha isabetli hale getirerek stok fazlalıklarını ve eksikliklerini minimize etmektedir. Ayrıca, nesnelerin interneti (IoT) ve blockchain teknolojileri, tedarik zincirinde şeffaflığı ve izlenebilirliği artırarak, hem tedarikçiler hem de müşteriler için güvenli ve güvenilir bir ortam yaratmaktadır.

Bunların yanı sıra, dijital dönüşümün getirdiği otomasyon ve robotik çözümler, depo yönetiminde ve taşıma süreçlerinde insan hatalarını azaltarak operasyonel verimliliği artırmaktadır. Bu teknolojiler, aynı zamanda çalışanların daha stratejik ve yaratıcı işlere odaklanmalarına olanak tanımakta, bu da işletmelerin inovasyon kapasitelerini yükseltmektedir.

Sonuç olarak, dijital dönüşümün lojistik ve tedarik zinciri üzerindeki etkileri, sektörde rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmeler için kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Dijital teknolojilerin etkin bir şekilde kullanılması, sadece maliyet ve zaman tasarrufu sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda müşteri memnuniyetini artırarak iş süreçlerini daha sürdürülebilir



kılmaktadır. Gelecekte, dijital dönüşümün hız kesmeden devam etmesi ve yeni teknolojilerin entegrasyonu ile lojistik ve tedarik zincirinin daha da gelişmesi beklenmektedir. Bu süreçte, işletmelerin dijital stratejilerini sürekli olarak güncellemeleri ve yeniliklere açık olmaları, başarılarının anahtarı olacaktır.

### Kaynakça

- Amazon. (2023). *Amazon fulfillment center: Robotics and AI*. <https://www.aboutamazon.com/amazon-fulfillment-center-robotics-ai>
- Amazon. (2023). *How Amazon deploys robots in its operations facilities*. <https://www.aboutamazon.com/news/operations/how-amazon-deploys-robots-in-its-operations-facilities>
- Anderluh, A., Hemmelmayr, V. C., & Nolz, P. C. (2017). Synchronizing periodic routing and inventory management for robust plans. *European Journal of Operational Research*, 259(2), 55-66.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4719-4742.
- Berman, S.J. (2012) Digital Transformation: Opportunities to Create New Business Models. *Strategy & Leadership*, 40, 16-24. <https://doi.org/10.1108/10878571211209314>
- Bozkurt, A., Hamutoğlu, N. B., Liman Kaban, A., Taşçı, G., vd. (2021). Dijital bilgi çağı: Dijital toplum, dijital dönüşüm, dijital eğitim ve dijital yeterlilikler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 35-63. <https://doi.org/10.51948/auad.911584>
- Bloomberg. (2020). AI in Logistics: DHL and Amazon's Robotics Race. <https://www.bloomberg.com/professional/blog/ai-in-logistics-dhl-and-amazons-robotics-race/>
- Cachon, G. P., & Swinney, R. (2011). The value of fast fashion: Quick response, enhanced design, and strategic consumer behavior. *Management Science*, 57(4), 778-795.
- Choi, T.-M., Wallace, S. W., & Wang, Y. (2018). Big data analytics in operations management. *Production and Operations Management*, 27(10), 1868-1883. [www.researchgate.net/publication/322120194\\_Big\\_Data\\_Analytics\\_in\\_Operations\\_Management](http://www.researchgate.net/publication/322120194_Big_Data_Analytics_in_Operations_Management)
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson.
- Coyle, J. J., Langley Jr, C. J., Novack, R. A., & Gibson, B. J. (2017). *Supply chain management: A logistics perspective*. Nelson Education.
- European Commission. (2020). *Sustainable and smart mobility strategy*. European Commission.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2020:789:FIN>

Goodchild, A., & Toy, J. (2018). Delivery by drone: An evaluation of unmanned aerial vehicle technology in reducing CO2 emissions in the delivery service industry. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 58-67.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136192091630133X>

Ganeshan, R., & Harrison, T. P. (1995). *Introduction to Supply Chain Management*. CRC Press.

Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., & Ivanova, M. (2019). Literature review on disruption recovery in the supply chain. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 5154-5171.

[https://www.researchgate.net/publication/317297853\\_Literature\\_Review\\_on\\_Disruption\\_Recovery\\_in\\_the\\_Supply\\_Chain](https://www.researchgate.net/publication/317297853_Literature_Review_on_Disruption_Recovery_in_the_Supply_Chain)

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2904-2915.

<https://ideas.repec.org/a/taf/tprsx/v58y2020i10p2904-2915.html>

Jensen, T., Hedman, J., & Henningsson, S. (2019). How TradeLens Delivers Business Value With Blockchain Technology. *MIS Quarterly Executive*, 18(4), 221-243.

[https://www.researchgate.net/publication/345356583\\_How\\_TradeLens\\_Delivers\\_Business\\_Value\\_With\\_Blockchain\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/345356583_How_TradeLens_Delivers_Business_Value_With_Blockchain_Technology)

Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., & Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3, 111-128.

[https://www.researchgate.net/publication/291553126\\_Smart\\_manufacturing\\_Past\\_research\\_present\\_findings\\_and\\_future\\_directions](https://www.researchgate.net/publication/291553126_Smart_manufacturing_Past_research_present_findings_and_future_directions)

Kumar, S., Teichman, S., & Timpernagel, T. (2019). A green supply chain is a requirement for profitability. *International Journal of Production Research*, 50(5), 1278-1296.

Kouhizadch, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains. *Sustainability*, 10(10), 3652. <https://doi.org/10.3390/su10103652>

Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.

PWC. (2021). How IoT drives digital supply chain transformation.

<https://www.pwc.com/us/en/industries/industrial-products/library/iot-digital-supply-chain-transformation.html>

- Robinson, W., & Kalakota, R. (2018). The Amazon Effect: Impacts on Shipping and Logistics. *Journal of Transportation Management*, 29(2), 35-45.
- Schäfer, F., Gebauer, H., Gröger, C., Gassmann, O., & Wortmann, F. (2019). Data-driven business and data privacy: Challenges and measures for product-based companies. *Journal of Business Research*, 104, 440-450.  
[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681322001288](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681322001288)
- Sucky, E., Asdecker, B., & Buer, S. V. (2018). Robotics in logistics: Concepts, technologies, and future potential. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(6), 582-606.
- Simchi-Levi, D., Schmidt, W., & Wei, Y. (2014). From superstorms to factory fires: Managing unpredictable supply-chain disruptions. *Harvard Business Review*, 92(1/2), 96-101.  
[www.researchgate.net/publication/298488393\\_From\\_superstorms\\_to\\_factory\\_fires\\_managing\\_unpredictable\\_supply-chain\\_disruption](http://www.researchgate.net/publication/298488393_From_superstorms_to_factory_fires_managing_unpredictable_supply-chain_disruption)
- Uhlemann, T. H., Lehmann, C., & Steinhilper, R. (2017). The Digital Twin: Realizing the Cyber-Physical Production System for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 61, 335-340.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press.  
<https://hbsp.harvard.edu/product/17039-HBK-ENG>
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: A revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics*, 34(2), 77-84.  
[https://www.researchgate.net/publication/264340780\\_Data\\_Science\\_Predictive\\_Analytics\\_and\\_Big\\_Data\\_A\\_Revolution\\_That\\_Will\\_Transform\\_Supply\\_Chain\\_Design\\_and\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/264340780_Data_Science_Predictive_Analytics_and_Big_Data_A_Revolution_That_Will_Transform_Supply_Chain_Design_and_Management)
- Wuest, T., Weimer, D., Irgens, C., & Thoben, K.-D. (2016). Machine learning in manufacturing: Advantages, challenges, and applications. *Production & Manufacturing Research*, 4(1), 23-45.
- Zhang, Y., Ren, S., Liu, Y., & Si, S. (2017). A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. *Journal of Cleaner Production*, 142, 626-641.

