

TÜRKİYE VE DÜNYADA ÜRETİM YÖNETİMİ

Editör: Prof.Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Üretim Yönetimi

Editör

Prof.Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

yaz
yayınları

2025

Türkiye ve Dünyada Üretim Yönetimi

Editör: Prof.Dr. Hüseyin ŞENKAYAS

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8574-16-6

Aralık 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Yapay Zekâ Tabanlı Depo Operasyonları ve Malzeme Elleçleme	1
<i>Erturan YETİŞKİN, Hüseyin ŞENKAYAS</i>	
Türkiye–AB Ticaretinde Blok Zincir Tabanlı Dijital Gümrük Modeli	21
<i>Hakan ARSLANHAN</i>	
Türkiye’de E-Ticaret Lojistiği	44
<i>Ayşe Nilgün KAYADELEN</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

YAPAY ZEKÂ TABANLI DEPO OPERASYONLARI VE MALZEME ELLEÇLEME

Erturan YETİŞKİN¹

Hüseyin ŞENKAYAS²

1. GİRİŞ

Modern tedarik zinciri ve lojistikte depo yönetimi, küresel rekabet ve e ticaret hacmindeki artışla stratejik bir konuma gelmiştir. Bu dönüşümde yapay zeka, envanter yönetimi, talep tahmini ve depo içi akışların iyileştirilmesiyle operasyonları daha hızlı ve daha verimli hale getirmektedir. İnsan robot işbirliği ise tekrarlı ve fiziksel olarak zorlayıcı işleri otomasyona devrederek insan iş gücünü denetim, karar verme ve problem çözme gibi daha yüksek katma değerli rollere yönlentmektedir.

Bu bölümde yapay zeka destekli depo operasyonları ve malzeme elleçleme sistemlerinin uygulamaları, temel zorluklar ve geleceğe dönük gelişim alanları ele alınmaktadır. Öncelikle yapay zekanın depolardaki kullanım çerçevesi ve temel kavramlar özetlenmekte, ardından otomatik yönlendirmeli araçlar, otonom mobil robotlar ve robotik toplama sistemleri incelenmektedir. Devamında verimlilik, maliyet, iş güvenliği ve envanter yönetimi üzerindeki etkiler değerlendirilmekte, siber

¹ Araştırma Görevlisi, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hassas Tarım ve Tarımsal Robotlar Bölümü, ORCID: 0009-0002-4076-7970.

² Profesör Doktor, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme, ORCID: 0000-0002-9533-9853.

fiziksel sistemler, büyük veri analitiği ve sürdürülebilirlik bağlamında geleceğe yönelik bir çerçeve sunulmaktadır.

2. YAPAY ZEKÂ TABANLI DEPO YÖNETİM SİSTEMLERİ

2.1. Depolarda Dijital Dönüşüm ve Endüstri 4.0

Endüstri 4.0 yaklaşımı, depoları yalnızca stok tutulan alanlar olmaktan çıkarıp veri odaklı ve dinamik biçimde yönetilen operasyon merkezlerine dönüştürmektedir. Bu dönüşüm, depo süreçlerinin anlık izlenmesini, performansın ölçülebilmesini ve kararların güncel verilere dayalı alınmasını mümkün kılar. Özellikle e ticaretin büyümesiyle artan sipariş çeşitliliği ve dalgalı talep koşullarında, daha esnek ve ölçeklenebilir operasyon yönetimi stratejik avantaj sağlar.

Bu dönüşümün temelinde Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT) altyapısı ve akıllı sensör teknolojileri yer alır. Depo genelinde kullanılan sıcaklık, nem, basınç, konum ve hareket sensörleri ile Radyo Frekansı ile Tanımlama (Radio Frequency Identification, RFID) ve lazer tarayıcılar; çevresel koşulların ve envanter hareketlerinin otomatik izlenmesini destekleyerek izlenebilirliği ve envanter doğruluğunu artırır (Jarašūnienė et al., 2023). Gerçek zamanlı verinin depo yönetim sistemlerine entegrasyonu, sipariş karşılama süreçlerini hızlandırır ve darboğazların daha erken tespit edilmesine yardımcı olur (Udeh et al., 2024).

Bu bütünleşik yapı, siber fiziksel sistemlerin (Cyber Physical Systems, CPS) oluşumuna zemin hazırlar. CPS yaklaşımında fiziksel süreçlerden gelen veriler dijital sistemlerde temsil edilerek analiz edilir; yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenimi temelli modellerle öngörü üretimi ve belirli kararların otomatikleştirilmesi mümkün hale gelir (Min, 2023). Böylece

dijital dönüşüm, depolarda yalnızca teknoloji kullanımını değil, veri temelli karar destekli yönetim mantığını da güçlendirir.

2.2. Yapay Zekâ ve Büyük Veri Entegrasyonu

Modern depolar, IoT cihazları, sensörler, RFID sistemleri ve kurumsal yazılımlar üzerinden sürekli veri üretir. Veri hacmi ve çeşitliliği arttıkça büyük veri yaklaşımı zorunlu hale gelir ve bu verinin anlamlı içgörülere dönüştürülmesi kritik bir ihtiyaç olarak öne çıkar. Bu noktada yapay zekâ ile büyük veri analitiğinin entegrasyonu, depo yönetim sistemlerinin karar alma kapasitesini belirgin biçimde güçlendirmektedir (Nguyen et al., 2023).

YZ tabanlı yöntemler, talep tahmini, stok optimizasyonu ve ikmal planlama gibi süreçlerde geçmiş veriler ve güncel sinyallerden yararlanarak daha isabetli tahminler üretebilir. Bu sayede aşırı stok ve stok tükenmesi riskleri azaltılabilir, sipariş karşılama performansı iyileştirilebilir ve kaynak kullanımı daha dengeli hale getirilebilir (Sodiya et al., 2024). Benzer şekilde depo içi rota planlama ve taşıma kararları veri temelli ele alındığında, otonom sistemlerin verimliliği artar ve gereksiz hareketlerin azalmasıyla enerji tüketimi de düşebilir.

Gerçek zamanlı karar destek için gecikmenin azaltılması önemlidir. Uç bilişim (edge computing) veriyi kaynağa yakın işleyerek anlık aksiyon gerektiren durumlarda tepki süresini kısaltır; bulut bilişim (cloud computing) ise ölçeklenebilir depolama ve gelişmiş analitik için esneklik sağlar. Bu mimariler anomali tespiti, dinamik görev atama ve operasyonel risklerin erken belirlenmesi gibi alanlarda YZ uygulamalarının etkinliğini artırır. Ayrıca pekiştirmeli öğrenme gibi yaklaşımlar değişen koşullara uyumu destekler; tahmine dayalı analitik öngörü üretirken, reçeteleyici analitik uygun aksiyonların önerilmesine katkı sunar.

3. ROBOTİK SİSTEMLER VE OTONOM DEPO UYGULAMALARI

Bu bölümde, depo yönetiminde yapay zekâ tabanlı yaklaşımların sahadaki fiziksel karşılığı olan robotik sistemler ele alınmaktadır. Sensörler, IoT ve veri analitiği ile desteklenen karar mekanizmaları; malzeme taşıma, sipariş toplama, paketleme ve iç lojistik gibi süreçlerin daha tutarlı, izlenebilir ve güvenli biçimde yürütülmesini destekleyebilir. Bu çerçevede bölüm, depolarda yaygın kullanılan robot türlerini ve bu sistemlerin temel kullanım amaçlarını özetlemektedir.

3.1. Depolarda Kullanılan Robot Türleri

Modern depolarda robotik sistemler; envanter taşıma, sipariş toplama, paketleme ve paletleme gibi farklı süreçlerde görev alarak operasyonel akışın daha düzenli ve verimli yürütülmesine katkı sağlar. Bu sistemler, depo operasyonlarında hız, güvenlik ve süreç sürekliliği gibi performans kriterlerini iyileştirme potansiyeli nedeniyle kritik bir uygulama alanı olarak değerlendirilmektedir.

Otomatik Yönlendirmeli Araçlar (Automated Guided Vehicles, AGV), depo ve lojistik ortamlarında malzeme taşımacılığı için kullanılan sürücüsüz taşıma araçlarıdır. Genellikle depo zeminindeki manyetik bant, tel hatları veya lazer tabanlı işaretleyiciler gibi önceden tanımlanmış yönlendirme unsurlarını takip ederek otonom hareket ederler. Bu yaklaşım, standart ve tekrarlı taşıma görevlerinde verimliliği artırmaya yardımcı olurken, izlenen navigasyon yöntemine bağlı olarak esneklik sınırlamaları doğurabilir. Ayrıca AGV'lerin yapay zekâ odaklı otomasyon sistemleriyle entegre edilebilmesi, depo yönetiminde uçtan uca dijital akışların kurulmasını kolaylaştırabilir (Małopolski & Skoczypiec, 2024).

Otonom Mobil Robotlar (Autonomous Mobile Robots, AMR), AGV'lerden farklı olarak sabit bir yönlendirme

altyapısına bağımlı olmadan depo içinde hareket edebilme ve değişen koşullara daha dinamik uyum sağlayabilme yeteneğine sahiptir. Bu sayede, depo düzenindeki değişikliklere ve operasyonel dalgalanmalara daha çevik yanıt verebilen bir yapı sunabilirler. AMR'ler; insan çalışanlarla aynı ortamda çalışabilecek şekilde tasarlandıklarında, iş akışının daha dengeli yürütülmesine ve bazı fiziksel yüklerin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Merkezi olmayan kontrol, entegrasyon kolaylığı ve ölçeklenebilirlik gibi nitelikler de AMR çözümlerinin tercih edilmesinde öne çıkan unsurlar arasındadır (Dehghan et al., 2023).

Depolarda paketleme, paletleme, toplama ve benzeri tekrarlı görevlerde kullanılan robot kollar, süreç standardizasyonu ve işleme hızının artırılması açısından önemli bir otomasyon bileşeni olarak değerlendirilebilir. Görüş sistemleri ve sensörlerle desteklenen uygulamalarda, ürünlerin algılanması ve taşınması gibi adımlar daha tutarlı biçimde yürütülebilir. Ayrıca robot kolların devreye alınması, insan çalışanların daha katma değerli görevlere odaklanmasını destekleyebilecek bir iş bölümü dönüşümüne de zemin hazırlayabilir (Sodiya et al., 2024; Angammana & Jayawardena, 2022; Khan, 2020).

Depolardaki malzeme akışını otomatikleştirmeyi hedefleyen otonom taşıma sistemleri, uygulamada AGV ve AMR gibi araçları içerebildiği gibi dronlar gibi diğer otonom araçları da kapsayabilen daha geniş bir sistem yaklaşımı olarak ele alınabilir. Bu sistemlerin temel odağı, depo içi taşıma faaliyetlerinde sürekliliği desteklemek, insan kaynaklı hataları azaltmak ve operasyonel akışı daha öngörülebilir hale getirmektir (Dabić-Miletić & Raković, 2023; Stopka, 2019; Gnap et al., 2020).

3.2. İnsan-Robot İşbirliği

Modern depolarda yapay zeka ve robotik sistemlerin artan entegrasyonu, insan ve robotlar arasındaki işbirliğini verimlilik, güvenlik ve esneklik açısından kritik bir faktör haline getirmiştir. Bu yaklaşım, insan işçilerin ve robotların aynı görev alanını paylaşarak birbirlerini tamamlamalarını ve birlikte çalışmalarını ifade eder (Farrell et al., 2025). Otomasyonun avantajlarını insan zekası ve uyum yeteneğiyle birleştirmek, depoların dinamik zorluklarına karşı daha dayanıklı çözümler sunabilir (Krnjaic et al., 2022).

İnsan ve robotların aynı fiziksel alanda çalıştığı ortamlarda güvenlik, insan-robot işbirliğinin temel boyutudur. Otonom mobil robotların (Autonomous Mobile Robots, AMR) entegrasyonu lojistik verimliliği artırsa da dinamik ve paylaşılan alanlarda insan işçilerin güvenliğini sağlamak kritik bir zorluk olarak öne çıkar. Gelişmiş sensör teknolojileri ve yapay zeka destekli algoritmalar, robotların insan varlığını algılamasını ve çarpışmaları önlemek için hareketlerini uyarlamasını mümkün kılar. Öğrenmeye dayalı kontrol bariyer fonksiyonlarının statik ve dinamik engellerden, hatta insan yayalardan kaçınmada etkili olduğu gösterilmiştir (Farrell et al., 2025). Ayrıca robotlar, tehlikeli veya fiziksel olarak zorlayıcı görevleri üstlenerek insan işçilerin risklerini azaltabilir (Kheng, 2020). İnsan niyetinin tanınması ve robot hareketlerinin buna göre yeniden planlanması gibi yaklaşımlar da insan-robot karşılaşmalarını azaltarak güvenli ve verimli bir çalışma ortamını destekler (Petković et al., 2020).

Güvenlik boyutunun yanında insan-robot işbirliği, depo operasyonlarına önemli bir esneklik kazandırır. Robotlar belirli görevlerde yüksek hız ve hassasiyet sunarken, insanlar değişen koşullara hızla adapte olma, karmaşık problem çözme ve stratejik karar alma yeteneğine sahiptir. Bu tamamlayıcılık, dinamik talep dalgalanmalarına, ürün çeşitliliğindeki artışa ve düzensiz iş

yüklerine daha kolay uyum sağlanmasına katkı verir. Otonom mobil robotlar, yeni görevlere veya depo düzenindeki değişikliklere hızlıca adapte olabildiğinden sistemin genel esnekliği artabilir. Bu esneklik, özellikle küçük ve orta ölçekli depolar için performans artışı sağlarken, kapsamlı tadilat gerektirmeyen modüler ve ölçeklenebilir sistemlerin uygulanmasına da imkan tanır (Papadimitriou et al., 2025).

İnsan ve robotların birlikte çalışması, depo operasyonlarında genel verimliliği artırabilir. Robotlar yorucu, monoton veya yüksek hacimli görevlerde insanlardan daha hızlı ve hatasız performans gösterebilirken, insanlar daha karmaşık ve dikkat gerektiren görevlere odaklanabilir (Sodiya et al., 2024). Bu iş bölümü, işlem sürelerini kısaltmaya ve hata oranlarını düşürmeye katkı sağlayabilir. Simülasyon çalışmalarında intralojistikte insan-robot işbirliğinin verimlilik artışı sağlayabildiği ve çalışanların fiziksel yükünü azaltabildiği gösterilmiştir (Zhang et al., 2023). Örneğin Amazon'da robotik toplama algoritmalarının yeniden tasarlanması, robotlar ve insanlar arasında daha sorunsuz bir işbirliği sağlayarak sürücü sayısını yüzde 31 azaltmış ve depolama ayak izini yüzde 29 küçültmüştür (Allgor et al., 2023). Ayrıca insan-AMR işbirliğinin verimlilik, doğruluk ve çalışan deneyimini anlamlı şekilde iyileştirebildiği belirtilmektedir (Papadimitriou et al., 2025).

Operasyonel kazanımların sürdürülebilir olması, iş gücü dönüşümünün yönetilmesine bağlıdır. Yapay zeka ve robotik sistemlerin depo operasyonlarına entegrasyonu, çalışanların rol ve sorumluluklarında değişimlere yol açar. Robotların rutin ve fiziksel görevleri üstlenmesiyle insan işçiler daha analitik, denetleyici, programlama ve problem çözme odaklı rollere yönelebilir. Bu durum yeni beceri setlerine olan ihtiyacı artırır ve mevcut iş gücünün yeniden eğitimini gerekli kılar. Depo çalışanlarının robotik sistemlerin bakımı, programlaması ve sorun giderme gibi alanlarda uzmanlaşması gerekebilir (Perotti et al.,

2022). Dönüşümün, geleneksel depo işçiliğinin yerini teknolojiyle iç içe daha nitelikli bir iş gücüne bırakma potansiyeli taşıdığı ifade edilmektedir (Sodiya et al., 2024). İnsan-robot işbirliğinin tanıtımının çalışanların iş tatmini üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği, hem robotu yönlendiren hem de robotu takip eden insan dinamiklerinde olumlu sonuçlar gözlemlendiği belirtilmektedir (Pasparakis et al., 2023).

4. YAPAY ZEKÂ TABANLI DEPO YÖNETİMİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Yapay zeka tabanlı depo yönetim sistemlerinin yaygınlaşmasının önündeki başlıca engeller; uygulama sürecinde yüksek başlangıç yatırımları, veri güvenliği ve siber riskler, çalışanların yeni teknolojiye uyumu ve kullanılan yöntemlerin teknik sınırlılıkları gibi unsurlardır. Bu zorluklar birbirinden bağımsız değildir; maliyet ve insan kaynağı gibi faktörler teknolojik dönüşümün hızını etkilerken, güvenlik ve güvenilirlik gereksinimleri sistem tasarımını doğrudan şekillendirmektedir.

4.1. Yüksek Başlangıç Maliyetleri

Yapay zeka tabanlı depo yönetim sistemlerinin uygulanmasındaki en önemli engellerden biri yüksek başlangıç maliyetleridir. Akıllı sensörler, otonom mobil robotlar ve yapay zeka destekli yazılımlar gibi bileşenlerin tedariki ile entegre sistem altyapısının kurulumu, önemli bir sermaye yatırımı gerektirir (Perotti et al., 2022). Büyük ölçekli uygulamalarda bu maliyet daha da belirginleşebilir. Örneğin Amazon'un Kiva sistemi gibi robotik çözümler için depo ölçeğinde yapılan yatırımların milyonlarca doları bulabildiği ifade edilmektedir (Rogers, 2023).

Bu yatırım yükü, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından dönüşüm kararını zorlaştırabilen bir faktör olarak öne çıkar (Carlan et al., 2023). Donanım maliyetlerine ek olarak yazılım geliştirme, sistem entegrasyonu ve çalışan eğitimi gibi kalemler de toplam yatırım gereksinimini artırır (Perotti et al., 2022). Bazı çalışmalarda geri dönüş süresinin uygun seviyelerde olabildiği belirtilse de (Gnap et al., 2020), başlangıç maliyetleri çoğu senaryoda önemli bir benimseme bariyeri olarak varlığını sürdürmektedir.

4.2. Veri Güvenliği ve Siber Riskler

Yapay zeka tabanlı depo yönetim sistemlerinin giderek daha bağlantılı ve veri odaklı hale gelmesi, veri güvenliği ve siber riskleri kritik bir zorluk alanına dönüştürmektedir. Depo operasyonlarında IoT altyapısına bağlı cihaz sayısının artması, güvenlik açıklarının ortaya çıkma olasılığını yükseltebilir. Depolarda toplanan operasyonel verilerin yetkisiz erişimle ele geçirilmesi veya manipüle edilmesi, sipariş karşılama süreçlerinde aksamalara, finansal kayıplara ve kurumsal itibarın zedelenmesine yol açabilecek sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle veri gizliliği, erişim yetkilendirme ve izlenebilirlik gibi güvenlik bileşenleri, YZ destekli depo dönüşümünün ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır (Perotti et al., 2022).

Buna ek olarak, CPS ve robotik altyapı bileşenleri de siber saldırılara karşı savunmasız kalabilmektedir. Robotik sistemlerde güncelleme ve güvenlik taramalarının operasyonu durdurma maliyeti nedeniyle ertelenmesi, saldırı yüzeyini büyütebilir. Özellikle veri zehirlenmesi gibi saldırılar, YZ modellerinin hatalı verilerle eğitilmesine ve bunun sonucunda sistemin yanlış kararlar üretmesine neden olabilir (Brintrup et al., 2023). Bu risklerin azaltılabilmesi için güçlü şifreleme yaklaşımları, düzenli güvenlik denetimleri, güncelleme yönetimi ve olay müdahale planları gibi önlemlerin sistem tasarımına baştan entegre edilmesi

gerekir (Sodiya et al., 2024). Ayrıca lojistik sektöründe siber güvenliğe ilişkin yasal ve yönetsel çerçevelerin uygulamada yetersiz kalması da riskleri artırabilen bir etmen olarak değerlendirilmektedir (Choudhary, 2024).

4.3. Çalışanların Teknolojiye Adaptasyonu

Yapay Zeka (YZ) ve robotik sistemlerin depo operasyonlarına entegrasyonu, sadece süreçlerin otomasyonu olarak değil, aynı zamanda çalışanların iş yapış biçimlerini ve değişime ilişkin algılarını dönüştüren bir süreç olarak ele alınmalıdır. Bu dönüşüm sırasında iş kaybı korkusu, teknolojik değişime karşı direnç ve yeni sistemlere uyum sağlama konusunda isteksizlik görülebilir. Bu tür tepkiler, YZ uygulamalarının benimsenmesini yavaşlatabilir ve teknolojinin sahaya sorunsuz şekilde entegre edilmesini zorlaştırabilir (Gruchmann et al., 2020; Tariq et al., 2021).

Teknoloji kabulünü etkileyen temel unsurlardan biri, çalışanların yeni sistemleri kullanma yetkinliği ve değişime hızlı yanıt verebilme kapasitesidir. Bu nedenle adaptasyon, yalnızca kısa bir kullanıcı eğitimi olarak değil, örgütsel ölçekte yapılandırılmış bir dönüşüm yönetimi yaklaşımıyla desteklenmelidir (Adamczak et al., 2022). Kapsamlı eğitim programlarıyla birlikte açık iletişim kurulması ve çalışanların yeni rollerde yetkilendirilmesi, teknolojinin günlük iş akışlarına daha kolay entegre edilmesini sağlayabilir. (Perotti et al., 2022).

Buna ek olarak, insan makine etkileşiminin tasarımında insan faktörlerinin dikkate alınması, depo operasyonlarında insanın gelecekte de önemli bir rol üstleneceğine işaret eder (Lorson et al., 2022). Çalışanların teknolojiyle etkileşimini kolaylaştıracak kullanıcı dostu arayüzlerin geliştirilmesi ve işbirliğini teşvik eden bir çalışma ortamının oluşturulması, adaptasyon sürecini hızlandırabilir ve çalışan memnuniyetini destekleyebilir (Sodiya et al., 2024).

4.4. Derin Öğrenme Sistemlerinin Sınırlılıkları

Derin öğrenme temelli yapay zeka sistemleri depo operasyonlarında önemli başarılar sunsa da uygulamada bazı temel sınırlılıklarla karşılaşılabilir. Bu modellerin eğitimi için çoğu zaman büyük miktarda veriye ve yüksek hesaplama kaynaklarına ihtiyaç duyulması, özellikle gerçek dünya depo ortamlarında maliyet ve uygulama kolaylığı açısından zorluk yaratabilir. Ayrıca eğitim sürecinin zaman alıcı olması, hızlı değişen operasyon koşullarında model güncellemelerini yavaşlatabilir (Wang & Liu, 2024).

Derin öğrenme modellerinin bir diğer sınırlılığı, açıklanabilirlik ve yorumlanabilirlik düzeyinin düşük olabilmesidir. Modelin belirli bir kararı hangi gerekçeyle verdiği her zaman net biçimde görülemediğinde, yöneticilerin bu çıktılara güvenmesi ve karar süreçlerine entegre etmesi zorlaşabilir (Hammler et al., 2023). Örneğin, bir envanter yönetim sisteminin belirli bir üründen neden daha fazla sipariş verilmesini önerdiği açık biçimde gerekçelendirilemediğinde, kararın benimsenmesi güçleşebilir.

Buna ek olarak, bu modellerin bazı olumsuz senaryolarda beklenenden zayıf performans gösterebilmesi, daha güvenli kullanım için ek doğrulama ve kontrol katmanlarına ihtiyaç doğurabilir (Hammler et al., 2023). Dinamik ve karmaşık depo ortamlarında ise modelin değişen koşullara uyumu ve ölçek büyüdükçe performansını koruyabilmesi, ayrı bir zorluk alanı olarak değerlendirilmektedir (Li et al., 2024; Mahmoudinazlou et al., 2024).

5. SONUÇ

Modern tedarik zinciri ve lojistik operasyonlarında depo yönetiminin stratejik önemi, yapay zekâ ve robotik sistemlerin

entegrasyonu ile yeniden şekillenmektedir. Endüstri 4.0 yaklaşımıyla depolar, Nesnelerin İnterneti ve akıllı sensör teknolojileri sayesinde yalnızca stok tutulan alanlar olmaktan çıkıp, veri odaklı ve dinamik yönetim merkezlerine dönüşmüştür. Bu dönüşümde, fiziksel süreçlerden gelen verilerin dijital sistemlerde analiz edilerek yapay zekâ ve makine öğrenimi temelli modellerle öngörüler üretilmesini ve kararların otomatikleştirilmesini sağlayan siber fiziksel sistemler yaklaşımı kilit rol oynamaktadır (Min, 2023).

Depolarda üretilen büyük veri hacminin, yapay zekâ analitiği ile entegrasyonu, karar alma kapasitesini önemli ölçüde güçlendirmektedir (Nguyen et al., 2023). Yapay zekâ tabanlı yöntemler, talep tahmini, stok optimizasyonu ve ikmal planlaması gibi süreçlerde daha isabetli tahminler sunarak, aşırı stok ve stok tükenmesi risklerini azaltmakta, sipariş karşılama performansını artırmakta ve kaynak kullanımını optimize etmektedir.

Sahadaki fiziksel dönüşüm ise otomatik yönlendirmeli araçlar, otonom mobil robotlar ve robotik kollar gibi çeşitli robotik sistemlerle sağlanmaktadır. AGV'ler standart taşıma görevlerinde verimlilik sağlarken (Małopolski & Skoczypiec, 2024), AMR'ler sabit altyapıya bağımlı olmadan dinamik hareket kabiliyetleri, insan çalışanlarla işbirliği yapabilme ve değişen koşullara uyum yetenekleriyle öne çıkmaktadır (Dehghan et al., 2023). Robot kollar ise paketleme, paletleme gibi tekrarlı görevlerde standardizasyon ve hız sağlayarak insan iş gücünü daha katma değerli rollere yönlendirmektedir (Angammana & Jayawardena, 2022; Sodiya et al., 2024).

Bu teknolojilerin en kritik ve umut vadeden yönlerinden biri, insan-robot işbirliğidir. Bu işbirliği, verimlilik, güvenlik ve esneklik açısından modern depolar için vazgeçilmez bir faktör haline gelmiştir (Farrell et al., 2025). Gelişmiş sensör teknolojileri ve yapay zekâ destekli algoritmalar sayesinde

robotlar, insan varlığını algılayarak çarpışmaları önleyebilir ve tehlikeli görevleri üstlenerek insan işçilerin risklerini azaltabilir (Farrell et al., 2025; Kheng, 2020). İnsan niyetinin tanınması ve robot hareketlerinin buna göre yeniden planlanması gibi yaklaşımlar güvenli bir çalışma ortamını desteklemektedir (Petković et al., 2020). Ayrıca, insan-AMR işbirliğinin verimlilik, doğruluk ve çalışan deneyimini anlamlı şekilde iyileştirebildiği belirtilmektedir (Papadimitriou et al., 2025). Amazon'un Kiva sistemi gibi örnekler, insan-robot işbirliğinin operasyonel verimlilikte sürücü sayısında azalma ve depolama alanı küçülmesi gibi somut kazanımlar sağlayabildiğini göstermektedir (Allgor et al., 2023).

Ancak, yapay zekâ tabanlı depo yönetim sistemlerinin yaygınlaşmasının önünde önemli zorluklar bulunmaktadır. Yüksek başlangıç maliyetleri, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için önemli bir adaptasyon bariyeri oluşturmaktadır (Carlan et al., 2023). Veri güvenliği ve siber riskler, IoT altyapısındaki cihaz sayısının artmasıyla kritik bir endişe kaynağı haline gelmiş, veri zehirlenmesi gibi saldırılar yapay zekâ modellerinin yanlış kararlar üretmesine neden olabileceği için güçlü güvenlik önlemlerini zorunlu kılmaktadır (Brintrup et al., 2023). Çalışanların teknolojiye adaptasyonu da göz ardı edilmemesi gereken bir konudur; iş kaybı korkusu ve teknolojik değişime karşı direnç, kapsamlı eğitim programları ve açık iletişimle yönetilmelidir (Gruchmann et al., 2020; Perotti et al., 2022). Son olarak, derin öğrenme sistemlerinin büyük veri ve hesaplama kaynakları ihtiyacı, açıklanabilirlik eksikliği ve dinamik ortamlardaki performans sınırlılıkları, bu sistemlerin daha güvenli ve yaygın kullanımı için ek doğrulamalar ve iyileştirmeler gerektirmektedir (Hammler et al., 2023; Wang & Liu, 2024).

Özetle, yapay zekâ ve robotik sistemler, depo operasyonlarını dönüştürme potansiyeli taşıırken, bu dönüşümün

sürdürülebilirliği, teknolojik yatırımların yanı sıra insan faktörü, siber güvenlik ve etik yaklaşımları da kapsayan bütüncül bir stratejiyle mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- Adamczak, M., Cyplik, P., & Fidlerová, H. (2022). The Relationship between the level of Choosing Competences of Operational Employees and the Acceptance of Work in an Automated Warehouse. *EUROPEAN RESEARCH STUDIES JOURNAL*, 194. <https://doi.org/10.35808/ersj/2953>
- Allgor, R. J., Çezik, T., & Chen, D. (2023). Algorithm for Robotic Picking in Amazon Fulfillment Centers Enables Humans and Robots to Work Together Effectively. *INFORMS Journal on Applied Analytics*, 53(4), 266. <https://doi.org/10.1287/inte.2022.1143>
- Angammana, J. S. K., & Jayawardena, M. (2022). Influence of artificial intelligence on warehouse performance: The case study of the Colombo area, Sri Lanka. Scientific Publishing House “CSR” and Scientific Publishing House “SciView.” <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2022.7-2.6>
- Brintrup, A., Baryannis, G., Tiwari, A., Ratchev, S., Martínez-Arellano, G., & Singh, J. (2023). Trustworthy, responsible, ethical AI in manufacturing and supply chains: synthesis and emerging research questions. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2305.11581>
- Carlan, V., Ceulemans, D., Hassel, E. van, Derammelaere, S., & Vanelslander, T. (2023). Automation in cargo loading/unloading processes: do unmanned loading technologies bring benefits when both purchase and operational cost are considered? Springer Nature. <https://doi.org/10.1186/s41072-023-00146-9>
- Choudhary, S. (2024). Inventory Optimization Using an AI-Powered Holistic Model for Decision-Support System.

International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 12(3), 414.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.58732>

Dabić-Miletić, S., & Raković, K. (2023). Ranking of autonomous alternatives for the realization of intralogistics activities in sustainable warehouse systems using the TOPSIS method. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 1(1), 48–57. <https://doi.org/10.31181/sems1120234m>

Dehghan, A., Çevik, M., & Bodur, M. (2023). Dynamic AGV Task Allocation in Intelligent Warehouses. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2312.16026>

Farrell, S., Li, C., Yu, H., Yoshimitsu, R., Gao, S., & Christensen, H. I. (2025). Safe Human Robot Navigation in Warehouse Scenario. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2503.21141>

Gnap, J., Riha, Z., & Semanová, Š. (2020). Proposal of Methodology to Calculate Necessary Number of Autonomous Trucks for Trolleys and Efficiency Evaluation. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0013>

Gruchmann, T., Mies, A., Neukirchen, T., & Gold, S. (2020). Tensions in sustainable warehousing: including the blue-collar perspective on automation and ergonomic workplace design. *Journal of Business Economics*, 91(2), 151. <https://doi.org/10.1007/s11573-020-00991-1>

Hammler, P., Riesterer, N., & Braun, T. (2023). Fully dynamic reorder policies with deep reinforcement learning for multi-echelon inventory management. *Informatik-Spektrum*, 46, 240. <https://doi.org/10.1007/s00287-023-01556-6>

- Khan, M. A. (2020). Design and control of a robotic system based on mobile robots and manipulator arms for picking in logistics warehouses. HAL (Le Centre Pour La Communication Scientifique Directe). <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03220805>
- Kheng, T. Y. (2020). Smart Manufacturing - When Artificial Intelligence Meets the Internet of Things. In IntechOpen eBooks. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90084>
- Krnjaic, A., Thomas, J., Papoudakis, G., Schäfer, L., Börsting, P., & Albrecht, S. V. (2022). Scalable Multi-Agent Reinforcement Learning for Warehouse Logistics with Robotic and Human Co-Workers. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2212.11498>
- Li, K., Wang, J., Wu, X., Peng, X., Chang, R., Deng, X., Kang, Y., Yang, Y., Ni, F., & Hong, B. (2024). Optimizing Automated Picking Systems in Warehouse Robots Using Machine Learning. arXiv (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2408.16633>
- Lorson, F., Fügener, A., & Hübner, A. (2022). New team mates in the warehouse: Human interactions with automated and robotized systems. IISE Transactions, 55(5), 536. <https://doi.org/10.1080/24725854.2022.2072545>
- Mahmoudinazlou, S., Sobhanan, A., Charkhgard, H., Eshragh, A., & Dunn, G. (2024). Deep Reinforcement Learning for Dynamic Order Picking in Warehouse Operations. Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2408.01656>
- Małopolski, W., & Skoczypiec, S. (2024). The Concept of an Autonomous Mobile Robot for Automating Transport Tasks in High-Bay Warehouses. Society of Polish

- Mechanical Engineers and Technicians.
<https://doi.org/10.12913/22998624/182932>
- Min, H. (2023). Smart Warehousing as a Wave of the Future. *Logistics*, 7(2), 30.
<https://doi.org/10.3390/logistics7020030>
- Nguyen, M. D., Yeon, K. T., Rudzki, K., Nguyen, H. P., & Pham, N. D. K. (2023). Strategies for Developing Logistics Centres: Technological Trends and Policy Implications. *Polish Maritime Research*, 30(4), 129.
<https://doi.org/10.2478/pomr-2023-0066>
- Papadimitriou, A., Folinas, D., Kostavelis, I., Papadimitriou, A., Folinas, D., & Kostavelis, I. (2025). Human-robot collaborative picking system for agile warehouses. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-025-16938-1>
- Pasparakis, A., Vries, J. de, & Koster, R. de. (2023). Assessing the impact of human–robot collaborative order picking systems on warehouse workers. *International Journal of Production Research*, 61(22), 7776.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2183343>
- Perotti, S., Santacruz, R. F. B., Bremer, P., & Beer, J. E. (2022). Logistics 4.0 in warehousing: a conceptual framework of influencing factors, benefits and barriers. *The International Journal of Logistics Management*, 33(5), 193. <https://doi.org/10.1108/ijlm-02-2022-0068>
- Petković, T., Hvězda, J., Rybecký, T., Marković, I., Kulich, M., Přeučil, L., & Petrović, I. (2020). Human Intention Recognition for Human Aware Planning in Integrated Warehouse Systems. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2005.11202>

- Rogers, Brishen. 2023. "Inductive Knowledge and Digital Taylorism". içinde Data and Democracy at Work: Advanced Information Technologies, Labor Law, and the New Working Class. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11253.003.0006>
- Sodiya, E. O., Umoga, U. J., Amoo, O. O., & Atadoga, A. (2024). [Review of AI-driven warehouse automation: A comprehensive review of systems]. GSC Advanced Research and Reviews, 18(2), 272. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.18.2.0063>
- Stopka, O. (2019). Approach technique of specifying a proper autonomous cart type for its service in the logistics center. Index Copernicus International S.A. <https://doi.org/10.14669/am.vol84.art>
- Tariq, M. U., Poulin, M., & Abonamah, A. A. (2021). Achieving Operational Excellence Through Artificial Intelligence: Driving Forces and Barriers. Frontiers in Psychology, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.686624>
- Udeh, E. O., Amajuoyi, P., Adeusi, K. B., & Scott, A. O. (2024). The role of IoT in boosting supply chain transparency and efficiency. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, 12(1), 178. <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.1.0081>
- Wang, L., & Liu, G. (2024). Research on multi-robot collaborative operation in logistics and warehousing using A3C optimized YOLOv5-PPO model. Frontiers in Neurorobotics, 17. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2023.1329589>
- Zhang, M., Ludwig, M. G., & Grosse, E. H. (2023). Mensch-Roboter-Zusammenarbeit in der Intralogistik: Vorteile und Auswirkungen auf die Beschäftigten. HMD Praxis

Der Wirtschaftsinformatik, 60(6), 1210.
<https://doi.org/10.1365/s40702-023-00998-6>

TÜRKİYE–AB TİCARETİNDE BLOK ZİNCİR TABANLI DİJİTAL GÜMRÜK MODELİ

Hakan ARSLANHAN¹

1. GİRİŞ

Türkiye ile Avrupa Birliği (AB) arasındaki ticaret hem ekonomik hacmi hem de stratejik konumu itibarıyla Türkiye dış ticaretinin en önemli bileşenlerinden biridir. Gümrük Birliği kapsamında sanayi ürünlerinde tarifelerin kaldırılması ve Türkiye’nin Avrupa tedarik zincirlerine giderek daha fazla entegre olması, bu ticaret hattını yalnızca ekonomik bir faaliyet alanı olmaktan çıkararak bölgesel üretim ağlarının şekillendiği dinamik bir yapıya dönüştürmüştür. Türkiye’nin toplam ihracatının yarısından fazlasının AB ülkelerine yönelmesi, bu ticaret koridorunun etkinliğini doğrudan ulusal rekabetçilikle ilişkilendirmektedir.

Bu yoğun ticaret akışına karşın Türkiye–AB hattı, önemli operasyonel kısıtlar ve dijital uyumsuzluklarla karşı karşıyadır. Gümrük süreçlerinin hâlen büyük ölçüde belge temelli yürütülmesi, veri paylaşımının kurumlar arasında parçalı kalması ve farklı ülkelerde kullanılan sistemlerin sınırlı düzeyde uyum göstermesi, ticaret akışında zaman kayıplarına yol açmaktadır (Seymen ve Sözüer, 2023). Kapıkule, Hamzabeyli, İpsala ve Pazarkule gibi kritik sınır kapılarında yaşanan dönemsel yoğunluklar, lojistik gecikmelere neden olmakta; bu durum maliyetler ve tedarik zinciri sürekliliği üzerinde baskı oluşturmaktadır (UTİKAD, 2022). Uluslararası literatür, gümrük

¹ Araştırma Görevlisi Doktor, Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik, ORCID: 0000-0002-6689-5893

işlemlerinde yaşanan her bir günlük gecikmenin ihracat performansını yüzde 1 ila 3 arasında düşürebildiğini göstermektedir (Djankov vd., 2010). Türkiye'nin AB ile olan ticaret hacmi dikkate alındığında bu kayıpların ekonomik etkisi oldukça büyüktür.

Sınır yönetiminde yaşanan bu sorunlar, Türkiye–AB ticaretinde dijital dönüşüm ihtiyacını daha görünür hâle getirmektedir. Avrupa Birliği son yıllarda “Smart Borders”, “Single Window Environment”, “AEO Programı”, “ICS2” ve “NCTS Phase 5” gibi girişimlerle gümrük süreçlerini daha şeffaf, izlenebilir ve entegre bir yapıya kavuşturmayı hedeflemektedir (European Commission, 2023; Taxation and Customs Union, 2025; NCTS Phase 5 Guide, 2025). Türkiye’de Tek Pencere Sistemi ve dijital beyan uygulamalarında ilerleme kaydedilmiş olsa da taraflar arasında gerçek zamanlı veri paylaşımı ve tam entegrasyon henüz sağlanabilmiş değildir. Bu durum, Türkiye–AB ticaretinde dijital uyumun olgunlaşmamış bir alan olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda blok zincir teknolojisi, gümrük süreçlerinde yaşanan yapısal sorunlara doğrudan karşılık verebilecek bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (Yılmaz ve Taşar, 2024). Değiştirilemez kayıt yapısı ve dağıtık veri paylaşımı, çok aktörlü süreçlerde güven sorununu azaltmakta; belge doğrulama süresini kısaltmakta ve akıllı sözleşmeler aracılığıyla riskli işlemlerin otomatik olarak işaretlenmesine imkân tanımaktadır (Kshetri, 2018; Saberi vd., 2019). Ticari belgeler, mühür bilgileri, tartım sonuçları, GPS ve X-ray verilerinin tek bir platformda tutulması, veri tutarsızlığını ve belge sahteciliğini azaltarak ticaret süreçlerini daha öngörülebilir hâle getirebilmektedir (Adeoye vd., 2025).

Bu çalışma, Türkiye–AB ticaretinde kullanılabilecek blok zincir tabanlı bir dijital gümrük modelini ele almaktadır. Amaç,

teknolojiyi soyut bir yenilik olarak tartışmak değil; sahada karşılaşılan operasyonel sorunlara uygulanabilir bir çözüm çerçevesi sunmaktır. Önerilen model, ihracatçı tesisinden başlayarak antrepo, gümrük çıkışı, transit takip ve AB giriş kontrollerine kadar tüm süreci bütüncül bir dijital izlenebilirlik yapısı içinde ele almaktadır. Bu yönüyle çalışma, Türkiye ve AB arasında giderek önem kazanan dijital uyum çabalarına kavramsal bir katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu kapsamda geliştirilen yaklaşım, Türkiye–AB ticaretinde gümrük ve lojistik süreçlerinde tekrar eden risklerin blok zincir tabanlı bir işleyişte hangi aşamalarda görünür hâle geldiğini ortaya koyan senaryo temelli ve analitik bir çerçeve sunmaktadır. İzleyen bölümlerde, önce dijital gümrükleşmeye ilişkin kavramsal arka plan ele alınacak, ardından önerilen modelin işleyişi uygulama akışı üzerinden ayrıntılı biçimde incelenecektir.

2. TÜRKİYE–AB TİCARETİNDE BLOK ZİNCİR TABANLI DİJİTAL GÜMRÜK MODELİ

Türkiye–AB ticaretinde gümrük süreçlerinin verimliliği, dış ticaret performansı üzerinde doğrudan belirleyici bir etkiye sahiptir. İşlemlerin büyük ölçüde belge temelli yürütülmesi, kurumlar arası sistemlerin birbirinden bağımsız çalışması, risk analizinin sınırlı veriyle yapılması ve transit süreçte araç takibindeki kopukluklar, zaman ve maliyet kayıplarına yol açmaktadır. Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, bu parçalı yapıyı bütüncül bir platformda birleştirerek Türkiye–AB ticaret koridorunda ortak bir dijital güven altyapısı oluşturmayı hedeflemektedir. Model, ihracatçıdan nakliyeciyeye, gümrük idarelerinden sınır güvenliği birimlerine kadar tüm aktörlerin işlem verilerini tek bir dağıtık defter üzerinde paylaşmasına dayanmakta; böylece süreç boyunca üretilen veriler tüm taraflara

eş zamanlı olarak sunulmaktadır (Konstantinidou ve Kehris, 2024; Yaren, 2020).

Modelin temel yaklaşımı, gümrük sürecini yalnızca belge doğrulama ve fiziki muayene adımlarından ibaret görmeyip, kesintisiz bilgi akışı gerektiren çok aktörlü bir koordinasyon mekanizması olarak ele almasıdır. Blok zincir teknolojisi, veri üretimi ve doğrulamasını sürecin tüm aşamalarında bütünleşik hâle getirerek bu koordinasyonu güçlendirmektedir (Casino vd., 2019). Ticari faturalar, taşıma belgeleri (CMR, konşimento), menşe ve tercihli ticaret belgeleri (ATR, EUR.1), mühür bilgileri, tartım sonuçları ve GPS verileri zincire işlendiği anda hem Türkiye hem de AB tarafındaki kurumlar tarafından doğrulanabilir hâle gelmektedir. Belgelerin her ülkede ayrı ayrı doğrulanmasına duyulan ihtiyacın ortadan kalkması, özellikle ihracat ve AB giriş aşamalarında işlem sürelerini önemli ölçüde kısaltmaktadır (Okazaki, 2018).

Modelin öne çıkan katkılarından biri, uyumsuzluk ve risklerin erken aşamada tespit edilebilmesidir. Beyan edilen ağırlık ile fiili tartım sonuçlarının uyuşmaması, ATR belgesinin eksik veya hatalı olması, konşimento ile beyanname arasındaki tutarsızlıklar, mühür ihlalleri ya da GPS verilerinde rota dışı sapmalar sistem tarafından otomatik olarak işaretlenmektedir (Hongmei, 2021; Tian vd., 2024). Bu işaretleme yalnızca bildirim üretmekle sınırlı kalmamakta; zincir üzerindeki ilişkili kayıtların birlikte değerlendirilmesi sayesinde ihlalin kaynağının hızlı biçimde belirlenmesine olanak tanımaktadır (Hu ve Xu, 2022).

Blok zincir tabanlı yapı, denetim süreçleri açısından da güçlü bir arşivleme altyapısı sunmaktadır. Her işlemin zaman damgası, işlem kimliği ve dijital imza ile kaydedilmesi, gümrük idarelerinin geriye dönük incelemeleri kısa sürede gerçekleştirmesine imkân tanımaktadır (Ayodele vd., 2025). Bu yapı hem Türkiye hem de AB mevzuatında öne çıkan kayıt temelli

denetim anlayışıyla uyumludur. Fiziki arşiv ihtiyacının azalması, belge kayıplarının önlenmesi ve denetim kapasitesinin artması bu yaklaşımın temel kazanımları arasında yer almaktadır. Ayrıca model, Türkiye'nin Tek Pencere Sistemi ile Avrupa Birliği'nin dijital sınır yönetimi girişimleri arasında işlevsel bir entegrasyon zemini oluşturarak karşılıklı veri akışını hızlandırmaktadır (Kahveci, 2022; Güler vd., 2023).

Dijital gümrük modelinin bir diğer güçlü yönü, lojistik ve güvenlik verilerinin aynı platformda bütünleşik biçimde izlenebilmesidir. RFID veya dijital mühürler, tartım köprüleri, X-ray taramaları, GPS konum bilgileri ve depo giriş-çıkış kayıtlarının tek bir zincirde toplanması, dış ticaret sürecinin yalnızca belgeler üzerinden değil, fiziksel akış üzerinden de izlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu bütünleşik yapı, kaçakçılık ve riskli taşıma faaliyetlerine yönelik denetim kapasitesini artırmaktadır (Juma vd., 2019).

Literatürde blok zincir teknolojisinin tedarik zinciri ve kamu süreçlerinde kullanımına yönelik çalışmalar artmakla birlikte, bu çalışmaların önemli bir kısmı teknik sistem tasarımı, simülasyon veya nicel performans değerlendirmeleriyle sınırlı kalmaktadır (Harel vd., 2024; Norouzian-Maleki vd., 2025). İlaç ve sağlık tedarik zincirlerine odaklanan güncel çalışmalar senaryo temelli blok zincir mimarileri geliştirse de süreçlerin bağlamsal dönüşümünü analitik biçimde ele alan yaklaşımlar sınırlıdır (Yadav vd., 2025). Türkiye-AB ticaret koridoru özelinde gümrük süreçlerinin, blok zincir bağlamında senaryo temelli ve süreç odaklı bir analizle ele alındığı çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurarak blok zincirin gümrük süreçlerindeki dönüştürücü etkisini, uygulamada tekrar eden senaryolar üzerinden analitik bir süreç okuması yoluyla ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Genel olarak önerilen model, Türkiye–AB ticaretinde dijitalleşmenin yalnızca teknik bir tercih değil, rekabet gücü açısından stratejik bir zorunluluk olduğunu göstermektedir. Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, işlem sürelerini kısaltmakta, maliyetleri düşürmekte ve kurumlar arası güveni artırmaktadır. Modelin sunduğu bütüncül yapı, izleyen bölümde örnek bir ticaret akışı üzerinden somutlaştırılacaktır.

3. TÜRKİYE–AB TİCARETİNDE DİJİTAL GÜMRÜK SÜRECİNİN UYGULAMA AKIŞI

Bu bölümde, Türkiye ile Avrupa Birliği arasındaki dış ticaret sürecinin blok zincir tabanlı dijital gümrük yaklaşımı altında nasıl işlediği, aşamalı ve uygulamaya dayalı bir akış üzerinden ele alınmaktadır. Amaç, önceki bölümlerde kavramsal çerçevesi sunulan yaklaşımın, gerçek ticari işlemlerde hangi süreç adımları üzerinden karşılık bulduğunu ve bu süreçlerde ortaya çıkan risk, uyumsuzluk ve kontrol noktalarının nasıl dönüştüğünü ortaya koymaktır. Gümrük işlemleri, birden fazla kurumun eş zamanlı rol aldığı ve kesintisiz bilgi akışı gerektiren çok aktörlü bir yapı niteliği taşımaktadır. Bu nedenle süreç, yalnızca teknik adımların sıralanmasıyla sınırlı olmayıp; aktörler arası koordinasyon, erken risk tespiti ve veri güvenilirliğinin ticaretin sürekliliği açısından taşıdığı önemi de içermektedir (Aktaş, 2018). Blok zincir teknolojisi, değiştirilemez kayıt yapısı ve çok aktörlü veri paylaşımı sayesinde bu bütünlüğü güçlendiren bir altyapı sunmaktadır.

Bu çerçevede bölümde benimsenen yöntemsel yaklaşım, nitel araştırma geleneği içinde değerlendirilebilecek senaryo temelli süreç analizidir. Senaryo temelli süreç analizi, karmaşık ve çok aktörlü sistemlerde uygulamada tekrar eden tipik durumların temsili senaryolar aracılığıyla modellenmesini ve bu senaryolar üzerinden karar noktaları, risk alanları ve kontrol

mekanizmalarının analitik olarak incelenmesini amaçlayan bir yaklaşımdır (Aşçı, 2017; Sevcen, 2010). Bu yöntem, özellikle tedarik zinciri, lojistik ve kamu süreçleri gibi doğrusal olmayan yapılarda, nicel performans ölçümünden ziyade süreç mantığının anlaşılmasına odaklanan çalışmalarda yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu çalışmada senaryolar, nicel performans üretmekten çok, Türkiye-AB ticaretinde gümrük ve lojistik süreçlerinde sıklıkla karşılaşılan risk ve uyumsuzlukları temsil eden analitik araçlar olarak kurgulanmıştır.

Çalışma kapsamında sunulan uygulama akışı, Türkiye’de ihracatçı tesisinde başlayıp AB giriş gümrüğünde tamamlanan tipik bir dış ticaret sürecini temel almaktadır. Süreç; ön bildirim ve belge hazırlığı, antrepo ve yükleme doğrulaması, gümrük çıkış kontrolleri, transit izleme, sınır kapısı işlemleri, AB giriş doğrulaması ve teslim aşamalarından oluşmaktadır. Her aşamada karşılaşılabilecek durumlar, sistemin işleyiş mantığını ve karar alma mekanizmalarını görünür kılmak amacıyla senaryo temelli bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Senaryolar belirlenirken, dış ticaret akışının kritik kontrol noktalarında ortaya çıkan belge ve beyan uyumsuzlukları, GTIP-ürün tanımı tutarsızlıkları, tartım ve miktar farkları, mühür bütünlüğü riskleri, rota ve süre sapmaları, sensör verisi tutarsızlıkları, menşe ve uygunluk belgelerine ilişkin eksiklikler ile teslimat uyumsuzlukları esas alınmıştır. Böylece senaryolar, tekil istisnaları değil; blok zincir tabanlı modelin erken uyarı, önleyici kontrol, otomatik sınıflandırma ve izlenebilir kayıt kapasitesini görünür kılan temsili süreç vakaları olarak yapılandırılmıştır. Bu doğrultuda izleyen alt bölümde, dış ticaret sürecinin ilk adımı olan ihracatçı tesisindeki ön bildirim ve belge hazırlığı aşaması incelenmektedir.

3.1. İhracatçı Tesisi ve Ön Bildirim Sürecinin Blok Zincirle Yönetimi

Türkiye–AB ticaretinde dış ticaret işlemleri ihracatçının tesisinde başlamakta ve ilk veri akışı genellikle bu noktada oluşmaktadır. Ticari fatura, paket listesi, CMR/konşimento bilgileri ve gerekli dolaşım belgeleri hazırlanırken yapılan her işlem hem sonraki adımların doğruluğunu belirlemekte hem de gümrük sürecinin hızını doğrudan etkilemektedir. Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, sürecin daha başlangıç aşamasında veri bütünlüğünü sağlayarak dış ticaret zincirinin geri kalanında oluşabilecek gecikme ve uyumsuzlukların önüne geçmeyi amaçlar.

Modelde ihracatçı tarafından oluşturulan tüm belgeler zincire yüklenir ve sistem, belgeler arası eşleşmeyi otomatik olarak kontrol eder. Bu işleyiş sayesinde, daha gümrük sahasına ulaşmadan önce beyanla ilgili hataların tespit edilmesi mümkün olur. Örneğin fatura ile paket listesi arasındaki miktar uyumsuzlukları, ürün tanımı ile GTIP kodları arasındaki tutarsızlıklar veya ATR/EUR.1 gibi zorunlu belgelerin eksikliği sistem tarafından erken aşamada işaretlenir. Böylece hem ihracatçı hem de gümrük idaresi süreci daha öngörülebilir bir şekilde yönetebilir. Bu aşamada karşılaşılabilecek tipik durumlar aşağıdaki senaryolarla açıklanabilir:

➤ Senaryo 1 – Belge Uyuşmazlığı:

İhracatçı tarafından hazırlanan fatura, 24 paletlik bir gönderim içerirken paket listesinde yalnızca 23 palet görünmektedir. Sistem belge eşleştirmesi sırasında bu farkı otomatik olarak algılar ve işlemi “tutarsız ön bildirim” olarak işaretler. Uyarı hem ihracatçıya hem de nakliyeciyeye gönderilir; düzeltilene kadar süreç ilerlemez.

➤ Senaryo 2 – Yanlış GTIP Kodu:

Ürün için beyan edilen GTIP kodu ile ürün açıklaması arasında uyumsuzluk tespit edildiğinde akıllı sözleşme otomatik olarak devreye girer. Sistem işlemi yüksek riskli olarak sınıflandırır ve gümrük idaresine erken bir bilgilendirme gönderir. Böylece ihracat aşamasında ortaya çıkabilecek cezai durumların önüne geçilir.

Bu örnekler, blok zincirin dış ticaret sürecine getirdiği en önemli katkılardan birini gösterir: erken uyarı ve önleyici kontrol. Hataların süreç içerisinde daha ileri bir noktaya taşınmadan tespit edilmesi hem zaman hem maliyet kaybını azaltmakta hem de güvenilir veri akışıyla gümrük idarelerinin iş yükünü hafifletmektedir. Ayrıca tüm bu işlemlerin değiştirilemez şekilde kayıt altına alınması, ileride oluşabilecek uyuşmazlıklar için güçlü bir doğrulama altyapısı sunar.

3.2. Antrepo Kabul, Fiziksel Doğrulama ve Mühürleme Sürecinin Blok Zincirle Yönetimi

İhracatçı tesisinde oluşturulan veri akışının ardından süreç antrepoya taşınmakta ve yükün fiziksel olarak doğrulanması, konteynerlere yerleştirilmesi ve mühürlenmesi bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Antrepo süreci dış ticaret zincirinin en kritik fiziksel temas noktalarından biridir; çünkü beyan edilen bilgiler ile fiili durumun ilk kez karşılaştırıldığı aşama burasıdır. Bu nedenle, depoya girişte yapılan her hata transit, gümrük çıkışı veya AB giriş kontrolünde gecikmeye neden olabilmektedir.

Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, antrepoda gerçekleşen tartım, sayım, barkod okuma, X-ray taraması ve mühürleme gibi süreçleri eş zamanlı olarak kaydederek hem veri bütünlüğünü hem de fiili yük doğrulamasını garanti altına alır. Konteyner üzerinde yapılan her işlem, ilgili belge ve aktör bilgisiyle birlikte zincire işlenir; böylece yükleme hataları, eksiklikler veya güvenlik ihlalleri erken aşamada tespit edilerek sürecin ilerleyen safhalarında oluşabilecek riskler azaltılır. Bu

aşamada karşılaşılabilecek tipik durumlar aşağıdaki senaryolarla açıklanabilir:

➤ Senaryo 1 – Tartım Uyumsuzluğu:

Antrepoda yapılan tartım, beyan edilen toplam ağırlıktan belirgin şekilde farklıdır. Tartım fişi zincire işlendiğinde sistem bu farkı “ağırlık riski” olarak kaydeder ve ilgili tarafları bilgilendirir. Bu mekanizma, transit veya AB giriş aşamalarında sorun çıkma olasılığını azaltır.

➤ Senaryo 2 – Mühür Numarası Uyuşmazlığı:

Konteyner yükleme tamamlandıktan sonra uygulanması gereken güvenlik mührü, sistemde kayıtlı mühür numarasıyla eşleşmemektedir. Mühür kontrol modülü bu farkı algıladığında işlem “mühür doğrulama hatası” olarak zincire kaydedilir. Yetkisiz mühür kullanımı potansiyel güvenlik riski taşıdığı için süreç otomatik olarak bloke edilir. Yeni mühür ancak yetkili kişinin dijital imzasıyla sisteme tanımlandıktan sonra kabul edilir ve konteyner işlem için hazır hâle gelir.

Bu örnekler, antrepo aşamasının blok zincir entegrasyonu ile ne kadar güvenli ve izlenebilir hâle geldiğini göstermektedir. Fiziksel doğrulama sonuçlarının anlık olarak zincire kaydedilmesi, yükleme sürecinin hem şeffaf hem de geriye dönük denetlenebilir bir yapıya kavuşturulmasını sağlamaktadır. Böylece sonraki aşamalarda yaşanabilecek lojistik ve gümrük uyuşmazlıkları büyük ölçüde azaltılmaktadır.

3.3. Gümrük Çıkış Kontrolleri ve Risk Analizi Sürecinin Blok Zincirle Yönetimi

Antrepoda yükleme ve mühürleme sürecinin tamamlanmasının ardından işlem gümrük sahasına taşınmakta ve beyanın doğruluğu, belgelerin bütünlüğü ve yükün risk seviyesinin değerlendirilmesi bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Gümrük çıkış işlemleri, Türkiye–AB ticaretinde hem mevzuata

uygunluk hem de sınır geçişinin hızını belirleyen kritik bir aşamadır. Bu nedenle, beyanla ilgili hatalar, belge eksiklikleri veya riskli gönderici profilleri gümrük işlemlerinde gecikmelere ve ek kontrollerin uygulanmasına yol açabilmektedir.

Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, çıkış kontrolünde kullanılan tüm belgeleri, mühür bilgilerini, konteyner verilerini ve taşıma planlarını zincir üzerinde doğrulayarak sürecin tam şeffaflıkla yürütülmesini sağlar. Sistem, geçmiş verileri ve aktör davranışlarını analiz ederek gönderinin risk seviyesini otomatik olarak belirler; böylece hem ihracatçı hem de gümrük idaresi açısından öngörülebilir ve hızlı bir işlem akışı oluşturulur. Bu aşamada karşılaşılabilecek tipik durumlar aşağıdaki senaryolarla açıklanabilir:

➤ Senaryo 1 – Evrak–Beyan Uyumsuzluğu:

Gümrükte yapılan belge kontrolünde, ihracat beyannamesinde belirtilen ürün cinsi ile e-fatura üzerindeki ürün açıklaması arasında uyumsuzluk tespit edilmiştir. Sistem, belgeler arası eşleştirme modülü aracılığıyla bu farkı “yüksek riskli beyan” olarak sınıflandırır ve işlemi otomatik olarak durdurur. Uyumsuzluk zincire zaman damgasıyla kaydedilir ve ilgili taraflar derhâl bilgilendirilir. Düzeltile belgeler yeniden imzalanıp zincire yüklendikten sonra süreç devam eder.

➤ Senaryo 2 – Riskli Gönderici Profili:

Sistem, ihracatçının önceki gönderimlerinde sık tekrarlanan belge tutarsızlığı, yanlış GTIP beyanı veya tartım farkı gibi ihlaller tespit etmişse gönderici “riskli profil” kategorisine alınır. Bu göndericinin yeni konteyneri gümrük sahasına ulaştığında blok zincir sistemi bu geçmiş davranışları analiz ederek gönderiyi “geliştirilmiş kontrol” kapsamına dahil eder. Konteyner otomatik olarak X-ray tarama ve kapsamlı belge incelemesine yönlendirilir. Sonuçlar uygun olduğunda çıkış işlemi normale döner ve zincire doğrulama kaydı eklenir.

Bu örnekler, blok zincirin gümrük çıkış aşamasında hem mevzuata uyumun hem de güvenlik değerlendirmesinin daha hızlı, daha şeffaf ve daha tutarlı bir şekilde yürütülmesini sağladığını göstermektedir. Akıllı eşleştirme ve risk analizi mekanizmaları sayesinde olası hatalar erken aşamada tespit edilmekte, aynı zamanda gümrük idaresinin iş yükü azaltılmaktadır.

3.4. Taşıma, Transit ve Sınır Geçiş Sürecinin Blok Zincirle Yönetimi

Gümrük çıkış işlemlerinin tamamlanmasının ardından yük, Türkiye-AB ticaret koridoru boyunca kara, deniz veya intermodal taşıma modlarıyla sınır kapısına doğru hareket eder. Bu aşama, taşıma koşullarının kontrolü, transit sürelerinin takibi ve güzergâh uyumunun doğrulanması açısından kritik öneme sahiptir. Transit güzergâhında yaşanabilecek gecikmeler, araç değişiklikleri veya rota dışı hareketler taşımayı hem ekonomik hem de güvenlik açısından riskli hâle getirebilir.

Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, taşıma sürecindeki tüm hareket verilerini, sensör okumalarını, GPS konum bilgilerini ve transit belgelerini eş zamanlı olarak zincire işler. Böylece hem lojistik firması hem de gümrük idareleri taşıma operasyonunu anlık olarak takip eder. Sistem, belirlenen güzergâhtan sapmaları, taşımacının geçmiş performansını ve yükün risk sınıfını göz önünde bulundurarak otomatik uyarılar üretir. Bu aşamada karşılaşılabilecek tipik durumlar aşağıdaki senaryolarla açıklanabilir:

➤ Senaryo 1 – Rota Dışı Hareket:

Araç, beyan edilen güzergâh dışında alternatif bir yola yönelmiş ve GPS verisi planlanan rota ile uyumsuzluk göstermiştir. Sistem bu sapmayı “rota dışı hareket” olarak işaretler ve hem taşıyıcı firmaya hem de gümrük geçiş noktasına erken uyarı gönderir. Sapmanın güvenlik riski taşıması

durumunda araç otomatik olarak hassas izleme moduna alınır. Rota normale döndüğünde bu durum zincire ek kontrol kaydıyla işlenir.

➤ Senaryo 2 – Transit Süresi Aşımı:

Taşıma planına göre sınır kapısına 12 saat içinde ulaşması beklenen araç, trafik, hava koşulları veya operasyonel aksaklıklar nedeniyle belirlenen sürede varış sağlayamamıştır. Sistem, transit süresindeki gecikmeyi “süre aşımı” olarak sınıflandırır ve neden-sonuç analizi oluşturur. Bu bilgi aynı anda ihracatçıya, lojistik firmaya ve gümrük idaresine iletilir. Aracın önceki taşıma performansı ile karşılaştırma yapılır ve gecikme zincire kaydedilerek eklenir.

Bu örnekler, taşıma ve transit sürecinin blok zincir aracılığıyla daha öngörülebilir, şeffaf ve izlenebilir hâle geldiğini göstermektedir. Güzergâh uyumsuzluklarının ve gecikmelerin erken tespiti hem lojistik verimliliği artırmakta hem de AB giriş noktasındaki kontrolleri hızlandırmaktadır.

3.5. AB Giriş Kontrolleri, İç Pazar Süreçleri ve Süreç Sonrası İzleme Mekanizmalarının Blok Zincirle Yönetimi

Türkiye çıkış işlemleri tamamlandıktan sonra yük, AB’nin ilk giriş noktasında gümrük kontrolüne tabi tutulur. AB tarafında yapılan kontroller; ürün güvenliği, GTIP doğruluğu, menşe kontrolü, belge bütünlüğü ve riskli malların tespiti gibi unsurları kapsar. Giriş gümrüğünde yaşanan uyumsuzluklar yalnızca gecikmelere değil, aynı zamanda yüksek para cezalarına ve bazen yükün geri gönderilmesine neden olabilir.

Blok zincir tabanlı dijital model, Türkiye çıkışında üretilen tüm kayıtların AB otoritelerine anlık görünür olmasını sağlayarak girişteki işlem süresini kısaltır. Sistem; mühür doğrulama, belge eşleştirme, taşıyıcı geçmişi ve ürün risk sınıfı

gibi bilgileri tek ekranda sunarak hem otomatik hem de manuel kontrollerin hızla yapılmasına imkân tanır. AB giriş kontrollerinin tamamlanmasının ardından yük, iç pazardaki nihai alıcıya yönlendirilmek üzere dağıtım ağına aktarılır. Bu aşama; depolama koşullarının doğrulanması, ürünün doğru biçimde teslim edilmesi ve teslimat sonrası olası uyuşmazlıkların yönetilmesi gibi süreçleri içerir. Ayrıca kamu otoriteleri açısından, süreç boyunca gerçekleşen tüm işlemlerin mevzuata uygun şekilde yürütülmesini sağlayacak denetim ve izleme mekanizmaları önem kazanmaktadır. Bu aşamada karşılaşılabilecek tipik durumlar aşağıdaki senaryolarla açıklanabilir:

- Senaryo 1 – EUR.1 / ATR Belgesinde Eksiklik veya Tutarsızlık:

AB giriş gümrüğü, menşe ispatı için kullanılan dolaşım belgesinde mühür eksikliği veya imza uyuşmazlığı tespit etmiştir. Sistem, Türkiye tarafında yüklenen orijinal belgenin zincirdeki kayıtlarıyla AB memurunun taradığı belgeyi karşılaştırır ve belgeyi “menşe doğrulama hatası” olarak sınıflandırır. Bu durumda yük ya detaylı incelemeye yönlendirilir ya da belge yenilenene kadar bekletilir. Sorun çözüldüğünde düzeltme zincirde ek kayıtlarla güncellenir.

- Senaryo 2 – Hasarlı Ürün Nedeniyle İade Talebi:

Alıcı, teslim aldığı ürünlerin bir kısmında deformasyon tespit ederek iade talebi oluşturur. Hasar fotoğrafları alıcı terminali üzerinden zincire yüklenir ve sistem bu talebi “hasar kaynaklı iade” olarak işaretler. Zincirdeki taşıma ve depolama sensör verileri incelendiğinde hasarın transit aşamasındaki uyarılarla örtüştüğü görülür. Bu tespit hem lojistik firmasının sorumluluğunu belirler hem de tazmin sürecini hızlandırır.

Bu örnekler, blok zincirin yalnızca AB giriş kontrolünü hızlandıran bir araç olmadığını; aynı zamanda iç pazar

süreçlerinde teslimat doğrulanabilirliğini artırdığını ve iade-uyuşmazlık çözüm mekanizmalarında kayda dayalı şeffaflık sağlayarak süreç sonrası izleme kapasitesini güçlendirdiğini göstermektedir. Değiştirilemez kayıt yapısı sayesinde hem özel sektör aktörleri hem de kamu otoriteleri daha hızlı, daha hedefli ve daha etkin değerlendirmeler yapabilmekte; dış ticaret zinciri genelinde şeffaflık ve güven seviyesi hissedilir biçimde artmaktadır.

Bu bölümde Türkiye-AB ticaret zincirinin farklı aşamaları, blok zincir tabanlı bir dijital gümrük modeli çerçevesinde sistematik olarak ele alınmış ve her adımda karşılaşılabilecek tipik durumlar senaryo temelli bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. İhracatçı tesisinden başlayarak antrepo, gümrük çıkışı, taşıma-transit-sınır geçişi ve AB giriş sonrası süreçlere kadar tüm zincir, tek bir doğrulanabilir kayıt sistemi üzerinde bütünleşik hâle getirilmiştir. Sunulan senaryolar, blok zincirin süreç boyunca veri bütünlüğünü koruduğunu, hata ve uyuşmazlıkları erken aşamada tespit ettiğini, risk analizini güçlendirdiğini ve hem kamu kurumları hem de özel sektör aktörleri için operasyonel şeffaflık sağladığını göstermektedir. Böylece model, sadece teknik bir çözüm önerisi değil, aynı zamanda uluslararası ticarete güven, hız ve uyumun artırılmasına yönelik bütüncül bir dönüşüm yaklaşımı olarak değerlendirilebilir.

4. GELENEKSEL GÜMRÜK SÜRECİ İLE BLOK ZİNCİR TABANLI DİJİTAL MODELİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Üçüncü bölümde senaryo temelli olarak sunulan uygulama akışı, Türkiye-AB ticaretinde gümrük süreçlerinde tekrar eden risk ve uyumsuzlukları somut örnekler üzerinden görünür kılmıştır. Bu bölümde ise söz konusu riskler, geleneksel

gümrük süreci ile blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli kapsamında aynı sorun seti üzerinden karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. Karşılaştırmanın amacı, süreçleri yeniden tanımlamak değil; risklerin hangi aşamada ortaya çıktığını, nasıl yönetildiğini ve süreç çıktıları üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

4.1. Geleneksel Gümrük Sürecinde Risk ve Kontrol Yapısı

Geleneksel gümrük süreçlerinde kontrol mekanizmaları büyük ölçüde sürecin son aşamalarında yoğunlaşmaktadır. Belgelerin farklı kurum ve sistemlerde tutulması, veri bütünlüğünün çoğu zaman sınır geçişi veya giriş gümrüğü aşamasında sağlanmaya çalışılmasına neden olmaktadır. Bu yapı, sürecin erken safhalarında ortaya çıkan hataların geç tespit edilmesine ve düzeltici işlemlerin gecikmesine yol açmaktadır.

Belge ve beyan uyumsuzlukları, tartım farkları veya menşe belgelerine ilişkin eksiklikler çoğunlukla sınır veya AB giriş aşamasında fark edilmekte; bu durum yükün bekletilmesi, ek kontroller ve maliyet artışıyla sonuçlanmaktadır. Benzer şekilde taşıma ve transit sürecine ilişkin rota sapmaları veya süre aşımı gibi riskler, çoğunlukla olay gerçekleştikten sonra raporlanmakta; anlık izleme ve erken müdahale imkânları sınırlı kalmaktadır. Bu durum, gümrük idarelerinin denetim kapasitesini zorlamakta ve ticaret akışının öngörülebilirliğini azaltmaktadır.

4.2. Blok Zincir Tabanlı Dijital Modelde Önleyici Kontrol ve Risk Yönetimi

Blok zincir tabanlı dijital gümrük modeli, geleneksel yapının aksine önleyici ve süreç içine gömülü bir kontrol mantığı sunmaktadır. Süreç boyunca üretilen tüm belgelerin, doğrulama kayıtlarının ve fiziksel işlemlere ilişkin verilerin tek bir doğrulanabilir kayıt yapısı üzerinde toplanması, uyumsuzlukların geç aşamalarda değil; olduğu anda tespit edilmesini mümkün

kılmaktadır. Belge ve beyan eşleştirmelerinin otomatik olarak yapılması sayesinde tutarsızlıklar insan müdahalesine gerek kalmadan sistem tarafından işaretlenmektedir. Antrepo ve yükleme aşamalarında gerçekleştirilen fiziksel doğrulamalar zincire anlık olarak kaydedilmekte; fiili durum ile beyan arasındaki farklar süreç ilerlemeden kontrol altına alınmaktadır. Taşıma ve transit sürecinde kullanılan konum ve süre verileri ise risklerin dinamik biçimde izlenmesine ve erken uyarı mekanizmalarının devreye girmesine olanak tanımaktadır.

4.3. Senaryo Temelli Karşılaştırmalı Değerlendirme ve Süreç Sonuçları

Üçüncü bölümde ele alınan senaryolar birlikte değerlendirildiğinde, aynı risk türlerinin geleneksel ve blok zincir tabanlı sistemlerde farklı zamanlamalarda ve farklı sonuçlarla ele alındığı görülmektedir. Belge ve GTIP kaynaklı uyumsuzluklar geleneksel süreçte yoğunlukla sınır veya giriş gümrüğünde tespit edilirken, dijital modelde bu tür sapmalar ön bildirim veya antrepo aşamasında otomatik olarak görünür hâle gelmektedir. Tartım ve miktar uyumsuzlukları geleneksel yapıda geriye dönük inceleme gerektirirken, blok zincir tabanlı modelde fiili ölçüm sonuçlarının anlık kaydı sayesinde süreç ilerlemeden durdurulabilmektedir.

Taşıma ve transit aşamasında ortaya çıkan rota sapmaları veya süre aşımı gibi riskler, geleneksel sistemde yoğunlukla sonradan raporlanırken; blok zincir tabanlı dijital modelde erken uyarı mekanizmaları sayesinde anlık müdahaleye açık hâle gelmektedir. Bu durum, riskin yönetim biçiminin yanı sıra tespit edildiği aşamayı da dönüştürmektedir. Karşılaştırmalı analiz, söz konusu modelin yalnızca işlemleri hızlandıran bir teknik araç değil; kontrol ve denetim mantığını süreç içine taşıyan bir yapı sunduğunu göstermektedir. Bu çerçevede kamu otoriteleri için daha hedefli denetim imkânları oluşurken, ihracatçı ve lojistik

firmaları açısından süreçlerin öngörülebilirliği artmaktadır. Bir sonraki bölümde çalışmanın genel sonuçları ve modelin Türkiye–AB ticareti açısından yapısal katkıları ele alınacaktır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye–AB ticaretinde gümrük süreçlerinin dijital dönüşüm potansiyeli, blok zincir tabanlı bir dijital gümrük modeli çerçevesinde ele alınmıştır. Geleneksel gümrük yapılarında sıklıkla karşılaşılan belge uyumsuzlukları, geç tespit edilen riskler, parçalı veri yapıları ve yüksek operasyonel belirsizlikler; süreç temelli ve senaryo destekli bir analizle değerlendirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, blok zincir teknolojisinin bu yapısal sorunlara nasıl müdahale edebileceğini, teorik bir tartışmanın ötesine geçerek uygulama akışı üzerinden ortaya koymaktır.

Üçüncü bölümde sunulan senaryo temelli uygulama akışı, dış ticaret sürecinin farklı aşamalarında ortaya çıkabilecek tipik uyumsuzlukları görünür kılmış; dördüncü bölümde gerçekleştirilen karşılaştırmalı analiz ise bu uyumsuzlukların geleneksel ve blok zincir tabanlı yapılarda nasıl farklı sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, blok zincir tabanlı dijital gümrük modelinin temel katkısının, riskleri ortadan kaldırmaktan ziyade riskin tespit edildiği zamanı ve müdahale noktasını dönüştürmek olduğunu göstermektedir.

Modelin sunduğu önleyici kontrol ve erken uyarı mekanizmaları, uyumsuzlukların sınır kapıları veya giriş gümrükleri gibi kritik ve maliyetli aşamalara taşınmasını büyük ölçüde engellemektedir. Bu durum, kamu otoriteleri açısından daha hedefli ve etkin bir denetim kapasitesi oluştururken; ihracatçı ve lojistik firmaları açısından süreçlerin daha öngörülebilir ve yönetilebilir hâle gelmesini sağlamaktadır. Alıcı

taraf için ise teslimat doğrulanabilirliği ve uyumsuzluk çözüm süreçlerinde belirgin bir şeffaflık artışı söz konusudur.

Çalışma, blok zincir tabanlı dijital gümrük modelinin Türkiye–AB ticaretinde yalnızca operasyonel bir kolaylaştırıcı değil, aynı zamanda kurumsal koordinasyonu güçlendiren ve güven temelli bir ticaret altyapısı oluşturan bir dönüşüm aracı olduğunu göstermektedir. Tek bir doğrulanabilir kayıt yapısı üzerinde birleşen veri akışı, bilgi asimetrisini azaltarak ticaret zincirinin tüm aşamalarında güvenilirliği artırmaktadır. Bununla birlikte model, kavramsal ve uygulama temelli bir çerçeve sunmakta olup, hukuki uyum, kurumsal entegrasyon ve ülkeler arası veri paylaşımı ile mevzuat uyumu gibi alanlarda ek düzenlemeler gerektirmektedir. Sonuç olarak bu çalışma, Türkiye–AB ticaretinde dijital gümrük süreçlerine yönelik blok zincir tabanlı bir yaklaşımın, mevcut yapısal sorunlara bütüncül ve süreç odaklı bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Sunulan model ve analizler hem akademik literatüre katkı sağlamakta hem de politika yapıcılar ve uygulayıcılar için gelecekte geliştirilebilecek dijital gümrük projelerine referans niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Adeoye, Y., Osunkanmibi, A. A., Onotole, E. F., Ogunyankinnu, T., Ederhion, J., Bello, A. D., & Abubakar, M. A. (2025). Blockchain and global trade: Streamlining cross-border transactions with blockchain.
- Aktaş, G. (2018). Akıllı sınır yaklaşımı çerçevesinde blok zinciri teknolojisinin gümrük işlemlerinde potansiyel kullanım alanları. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, (14), 18–31.
- Aşçı, B. (2017). Olasılık yönetimi: Senaryo analizi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 6(17).
- Ayodele, E., Oye, M. A., Alimi, B. C., & Obitolu, S. B. (2025). Investigating blockchain-based smart contracts for cross-border payment settlement, regulatory compliance and risk reduction in international finance. *International Journal of Science and Research Archive*, 16(2), 052-073.
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55–81.
- Djankov, S., Freund, C., & Pham, C. S. (2010). Trading on time. *The Review of Economics and Statistics*, 92(1), 166–173.
- European Commission. (2023). Electronic customs. Directorate-General for Taxation and Customs Union. https://taxation-customs.ec.europa.eu/customs/electronic-customs_en
- Güler, K., Salihoglu, E., Ozturk, E., & Pala, O. (2023). Blockchain in international trade documents management using NAHP technique: Case of Kapıkule and Istanbul border customs. In *Managing inflation and supply chain disruptions in the global economy* (pp. 293–310). IGI Global.

- Harel, D., Katz, G., Marron, A., & Szekely, S. (2024). On augmenting scenario-based modeling with generative AI. *arXiv preprint*, arXiv:2401.02245.
- Hongmei, Z. (2021). A cross-border e-commerce approach based on blockchain technology. *Mobile Information Systems*, 2021, 2006082.
- Hu, J., & Xu, L. (2022). Cross-border e-commerce business model based on big data and blockchain. *Mobile Information Systems*, 2022, 9986371.
- Juma, H., Shaalan, K., & Kamel, I. (2019). Customs-based blockchain solution for exportation protection. In *Proceedings of the International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Programming* (pp. 405–416). Springer.
- Kahveci, A. (2022). Implications of blockchain on customs and customs' procedures. In *Blockchain in finance, marketing and others* (p. 203).
- Konstantinidou, Z., & Kehris, E. (2024). Modernizing customs procedures with distributed ledger technology: Requirements for issuing the certificate of origin. *Proceedings*, 111(1), 1.
- Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89.
- Norouzian-Maleki, P., Hosseini-Motlagh, S. M., & Yaghoubi, S. (2025). Impact of blockchain technology on social aspects of blood supply chain: A simulation-optimization approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

- NCTS Phase 5: The next step in modernizing customs transit. (2025). <https://www.zieglergroup.com/meet-the-ncts-5-the-next-step-in-modernizing-customs-transit>
- Okazaki, Y. (2018). Unveiling the potential of blockchain for customs. *WCO Research paper*, 45, 1-24.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117–2135.
- Sevencan, M. (2010). Bir stratejik öngörü metodu olarak senaryo planlama. *KÖKSAV E-Bülten*, 1–25.
- Seymen, T., & Sözüer, A. (2023). Türkiye’de gümrük işlemlerinde dijitalleşme üzerine bir inceleme. In *Yönetim Bilişim Sistemleri* (pp. 97–114). Özgür Yayınları.
- Taxation and Customs Union. (2025). Import Control System 2 (ICS2). European Commission. https://taxation-customs.ec.europa.eu/customs/customs-security/import-control-system-2_en
- Tian, X., Zhu, J., Zhao, X., & Wu, J. (2024). Improving operational efficiency through blockchain: evidence from a field experiment in cross-border trade. *Production Planning & Control*, 35(9), 1009-1024.
- UTİKAD. (2022). *Lojistik sektörü raporu 2022*. Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği. <https://www.utikad.org.tr/images/HizmetRapor/utikadlojistiksektoruraporu2022-857.pdf>
- Yadav, A. S., Charles, V., Gherman, T., Kumar, V., Pawar, V., & Chaudhary, N. (2025). PharmChain: A data-driven scenario-based drug traceability and regulation blockchain framework. *Decision Analytics Journal*, 100620.

- Yaren, H. (2020). Implementing blockchain technology in the customs environment to support the SAFE framework of standards. *World Customs Journal*, 14(1).
- Yılmaz, E., & Taşar, S. A. (2024). Gümrük işlemlerinde blokzincir teknolojisinin rolü. *Beykoz Akademi Dergisi*, 12(2), 341–365.

TÜRKİYE’DE E-TİCARET LOJİSTİĞİ

Ayşe Nilgün KAYADELEN¹

1. GİRİŞ

2019 Aralık ayında Çin’in Wuhan eyaletinde ortaya çıkan ve dünya genelinde yayılan COVID-19 Coronavirüs pandemisi, sağlık, ekonomik faaliyetler, iş ve sosyal yaşam ile tüketici davranışları üzerinde önemli etkiler ortaya çıkarmıştır. Yaşanan bu küresel sağlık sorunu, insanların günlük yaşamlarını etkileyerek çeşitli kısıtlamalara neden olmuştur. COVID-19 salgınının kontrol altına alınabilmesi amacıyla, karantina önlemleri çerçevesinde sokağa çıkma yasakları, sosyal mesafe uygulamaları ve evden çalışma gibi önleyici tedbirler uygulanmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de halkımızın salgından korunması amacıyla çeşitli tedbirler alınmıştır. Hatta insanların salgından korunmak için evde kalmalarını teşvik etmek amacıyla, Evde Kal, Hayatta Kal’ şeklinde sloganlar geliştirilmiştir. Trafik ışıkları içine Evde Kal sloganı yazılmış, ‘‘Hayat Eve Sığar’’ mobil cihaz uygulaması hayata geçirilmiştir. Pandemi döneminde uygulanan sokağa yasakları insanların ihtiyaçları için gerekli alışverişlerini kısıtlı sürelerde yapmalarına neden oluyordu (Aydın & Savrul, 2019). Salgın öncesinde bireylerin sosyalleşme ve ihtiyaçlarını satınalma amacıyla yoğun olarak tercih ettikleri alışveriş merkezleri, salgın döneminde kapalı ve kalabalık olmaları nedeniyle yüksek bulaş riski taşıdığı düşüncesiyle tüketiciler tarafından tercih edilmiyordu (Aydın & Savrul, 2019). İnternet ortamında mekân ve zaman sınırı olmaksızın alışveriş imkânı

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ORCID: 0009-0008-1916-9128.

sağlayan elektronik ticaret (e-ticaret) salgın ortamında tüketiciler için çok önemli bir ticaret alternatifi olmuştur (Ba & Pavlou, 2002). Bu ortamda e-ticaret işletmeleri ürün ve/veya hizmetlerini dijital ortamlarda müşterileriyle buluşturmuştur (Cho, 2004). Bu durum, müşterilerin satın alma alışkanlıklarında değişikliğe neden olmuş ve e-ticareten satın almaları arttırmıştır (Ba & Pavlou, 2002). Daha önce e-ticareti deneyimlememiş kişiler dahi fiziksel alışveriş imkânlarının ortadan kalkmasıyla e-ticarete yönelmişlerdir (Aydın & Savrul, 2019). Bu bağlamda Covid 19 Pandemi süreci, e-ticaretin yaygınlaşmasında ve benimsenme hızının artmasında önemli bir rol oynamıştır.

Böylece e-ticaret kavramı, internet kullanımındaki artışla ticaret faaliyetlerinin dijital ortamlarda gerçekleşmesiyle ortaya çıkmış ve Covid 19 Pandemisiyle hız kazanmıştır. Tüm sektörlerde salgının olumsuz etkileri görülürken, e-ticarete tam tersi bir durum ortaya çıkmış, adeta bir sıçrama yaşanmıştır. Fiziksel ticaret, karantina ve yasaklar, sokağa çıkmanın tehlikeli olması, fiziksel temastan kaçınma gibi nedenlerden olumsuz etkilenmiştir.

COVID-19 pandemisi sürecinde Türkiye’de e-ticaret hacminde yaşanan hızlı artış, kargo ve lojistik firmalarının operasyonel kapasitelerini kısa sürede genişletmelerini zorunlu kılmıştır. Özellikle perakende e-ticaret siparişlerindeki yoğunluk, dağıtım ağlarının yeniden yapılandırılmasını ve teslimat süreçlerinin daha esnek hâle getirilmesini gündeme getirmiştir (Aydın & Savrul, 2019). Türkiye’de faaliyet gösteren Yurtiçi Kargo, Aras Kargo, ve PTT Kargo gibi geleneksel kargo firmaları, pandemi döneminde artan bireysel gönderi hacmiyle karşı karşıya kalmış; bu durum, operasyonel süreçlerde önemli değişiklikleri beraberinde getirmiştir.

Pandemi öncesinde ağırlıklı olarak B2B (işletmeden işletmeye) gönderiler üzerine yoğunlaşan kargo firmaları,

pandemiyle birlikte hızla artan B2C (işletmeden tüketiciye) gönderiler nedeniyle son adım teslimat süreçlerine daha fazla odaklanmak zorunda kalmıştır. Bu bağlamda teslimat sürelerinin kısaltılması, adres bazlı dağıtım yoğunluğunun yönetilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması temel öncelikler hâline gelmiştir.

Pandemi süreci, Türkiye’de e-ticaret platformlarına ait lojistik şirketlerinin yükselişini de hızlandırmıştır. Trendyol’un Trendyol Express, Hepsiburada’nın Hepsijet iş birlikleri gibi platform temelli dağıtım modelleri, teslimat süreçlerinde daha fazla kontrol sağlama amacıyla geliştirilmiştir. Bu firmalar, siparişlerin aynı gün veya ertesi gün teslim edilmesine yönelik çözümler sunarak, geleneksel kargo firmalarına kıyasla rekabet avantajı elde etmeye başlamıştır. Bu gelişme, Türkiye’de e-ticaret lojistiğinde dikey entegrasyonun güçlendiğini göstermektedir (Aydın & Savrul, 2019).

Ayrıca pandemi döneminde temassız teslimat, dijital kargo takibi ve esnek teslimat seçenekleri Türkiye’deki kargo firmalarının hizmet standartlarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Mobil uygulamalar üzerinden gönderi takibi, teslimat zaman aralığı seçimi ve SMS/e-posta bilgilendirmeleri yaygınlaşmış; bu durum lojistik hizmet kalitesinin tüketici algısı üzerindeki etkisini daha görünür kılmıştır. Özellikle PTT Kargo’nun kamu destekli yapısı sayesinde ülke genelinde yaygın hizmet sunabilmesi, pandemi döneminde kırsal bölgelerde e-ticaretin sürdürülebilirliğine katkı sağlamıştır.

Bununla birlikte, Türkiye’de kargo ve lojistik sektöründe yaşanan bu hızlı büyüme; teslimat gecikmeleri, iade süreçlerinin yönetimi, iş gücü yoğunluğu ve altyapı yetersizlikleri gibi çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir (Aydın & Savrul, 2019). Artan gönderi hacmi karşısında bazı firmaların kapasite sınırlarına ulaşması, müşteri memnuniyeti üzerinde olumsuz

etkiler yaratmıştır. Bu durum, e-ticaret lojistiğinde yalnızca hızın değil, aynı zamanda operasyonel sürdürülebilirliğin de kritik bir faktör olduğunu ortaya koymuştur (Aydın & Savrul, 2019).

Sonuç olarak COVID-19 pandemisi, Türkiye’de kargo ve lojistik firmalarını e-ticaret ekosisteminin pasif bir destek unsuru olmaktan çıkararak, rekabet gücünü doğrudan etkileyen stratejik aktörler hâline getirmiştir (Aydın & Savrul, 2019).

2. E-TİCARET

Elektronik ticaret (e-ticaret) kavramı, literatürde farklı bakış açıları doğrultusunda çeşitli biçimlerde tanımlanmaktadır. En genel ve basit tanımıyla e-ticaret; üretilen her türlü mal ve hizmetin sanal ağlar aracılığıyla pazarlanması, satışı, dağıtımı ve ödeme işlemlerinin bilgisayar teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilmesidir.

Son yirmi yılda teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve farklı dijital cihazlarla entegrasyonunun artması, e-ticaretin önemini birçok sektörde giderek artırmıştır (Cho, 2004). Bu süreçte internet, tüketicilerin satın alma davranışlarında daha belirleyici bir rol üstlenmeye başlamıştır. İnternetin hızlı gelişimi, elektronik hizmetlerin yaygınlaşmasını ve çeşitlenmesine imkan sağlamıştır. Tüketiciler, elektronik platformlar üzerinden alışveriş yapmaya başladıklarında başlangıçta karmaşık sistemlerle karşılaşmış olsalar da, zaman içerisinde gerçekleştirilen teknik ve yapısal iyileştirmeler sayesinde kullanıcı deneyimi önemli ölçüde gelişmiştir. Bu gelişmeler, zaman ve mekân kısıtlarını ortadan kaldırarak dünyanın her yerindeki tüketicilere alışveriş yapma olanağı sunmuş ve e-ticaretin hemen hemen her alanda kullanılmasını sağlamıştır.

Dünya Ticaret Örgütü'ne (WTO – World Trade Organization) göre e-ticaret; ürün ve hizmetlerin elektronik kanallar aracılığıyla üretim aşamasından teslimat sürecine kadar uzanan tüm ticari faaliyetleri kapsayan geniş kapsamlı bir kavramdır. E-ticaretin hızlı büyüme ve gelişim göstermesinde; nüfusun büyüklüğü, internet kullanım oranlarının artması, alternatif ödeme sistemlerinin çeşitlenmesi ve gelişmiş lojistik altyapıların varlığı temel belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır.

Bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler ve internetin yaygınlaşması, bireylerin günlük yaşamlarında önemli bir dönüşüm yaratmıştır. İnternetin hızlı ve geniş kapsamlı kullanımı, yaşam kalitesini artırmış; seyahat, reklam, tanıtım, ürün ve hizmet üretimi gibi birçok faaliyetin çevrim içi platformlara taşınmasına olanak sağlamıştır. Ticari faaliyetlerin de zamanla dijital ortama taşınmasıyla birlikte “elektronik ticaret” kavramı ortaya çıkmıştır. Günümüzde internetin erişim kolaylığı ve yüksek hızı, e-ticaretin yaygınlaşmasında ve tüketiciler tarafından tercih edilmesinde en önemli faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Chaffey, 2020).

Her ne kadar e-ticaret fikri 1995 yılı öncesinde gündeme gelmiş olsa da, bu alanda somut ve küresel ölçekte etkili adımlar 1995 yılında Jeff Bezos'un Amazon'u kurmasıyla atılmıştır (Laudon & Traver, 2021). Amazon ve eBay gibi platformların kurulması, e-ticaretin hızlı gelişiminde ve geniş kitleler tarafından benimsenmesinde belirleyici bir rol oynamıştır.

E-ticaret, alıcı ve satıcıların dijital platformlar aracılığıyla etkileşimde bulunarak ticari faaliyetlerini gerçekleştirdiği bir sistemdir. Bu yönüyle e-ticaret, ulusal sınırları aşarak uluslararası bir boyut kazanmıştır. E-ticaret türleri, alıcı ve satıcı konumundaki tarafların ticari ilişkilerine göre sınıflandırılmaktadır. E-ticaret ekosistemi; devlet,

işletmeler ve tüketiciler olmak üzere üç temel aktörden oluşmaktadır. Bu kapsamda e-ticaret türleri şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

İşletmeden işletmeye e-ticaret (Business to Business – B2B)

İşletmeden tüketiciye e-ticaret (Business to Consumer – B2C)

İşletmeden devlete e-ticaret (Business to Government – B2G)

Tüketiciden tüketiciye e-ticaret (Consumer to Consumer – C2C)

Bu modeller arasında en yaygın olarak kullanılan e-ticaret türleri, işletmeden işletmeye (B2B) ve işletmeden tüketiciye (B2C) modelleridir. Wi-Fi teknolojisiyle desteklenen internet erişimi, tüketicilerin farklı dijital cihazlar aracılığıyla her zaman ve her yerden alışveriş yapabilmesine imkan sağlamakta ve bu durum e-ticaretin kullanım oranlarını artırmaktadır. Ayrıca e-ticaret yoluyla satın alınan ürünlerde iptal ve iade süreçlerinin kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, tüketicilerin bu alışveriş modelini tercih etmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Günümüzde artan dijitalleşme eğilimi, dijital pazarlama kapsamında değerlendirilen e-ticaretle ilişkili kavramların tanımlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu kavramlardan biri de e-lojistik. Lojistik, ürünlerin tedarik edilmesinden dağıtımına kadar olan fiziksel süreçleri kapsarken; e-lojistik, bu süreçlerin internet ve dijital teknolojiler aracılığıyla yönetilmesini ifade etmektedir. E-lojistik, internet teknolojileriyle desteklenen yapısı sayesinde depolama, taşımacılık ve dağıtım süreçlerini kapsayan rekabetçi bir lojistik değer zinciri oluşturmaktadır. Lojistik sektörünün dijitalleşmesi, e-ticaretin büyümesine katkı

sağlarken; e-ticarettteki bu büyüme de dijital pazarlama ve e-lojistik uygulamalarının kullanımını artırmıştır.

E-ticaretle ilişkili bir diğer önemli kavram ise dijital pazarlamadır. E-ticaretin gelişimi, dijital pazarlama kavramının ortaya çıkmasında ve yaygınlaşmasında belirleyici bir rol oynamıştır. Dijital pazarlama; markaların tanıtım faaliyetlerini ve iş süreçlerini destekleyen, internet, mobil ve etkileşimli platformlar aracılığıyla pazarlamanın tüm unsurlarını kapsayan faaliyetler bütünüdür. Dijital pazarlama, e-ticaretin bir uzantısı olarak işletmelere, pazarlama faaliyetlerini sürdürebilecekleri alternatif bir alan sunmaktadır (Durucasu, 2021).

Dijital pazarlama faaliyetleri; sosyal medya platformları, kurumsal web siteleri, mobil uygulamalar, e-posta, bloglar, çevrim içi reklamlar ve video paylaşım siteleri gibi çok sayıda dijital kanal üzerinden yürütülmektedir. Facebook, Instagram, YouTube ve benzeri sosyal medya platformları, e-ticaret faaliyetlerinin önemli kanalları arasında yer almakta ve bu kullanım sosyal medya pazarlaması olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde e-ticaret faaliyetlerinin bu platformlar aracılığıyla da yürütülmesi, işletmelerin dijital pazarlama kanallarına hâkim olmalarını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla e-ticarete sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde edebilmek, işletmelerin dijital pazarlama stratejilerini etkin bir şekilde yönetmelerini gerektirmektedir.

2.1. E-Ticaret Lojistiği

Lojistik, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla mal, hizmet ve bilgi akışlarının tedarik noktasından tüketim noktasına kadar etkin ve verimli bir şekilde planlanması, yürütülmesi ve denetlenmesini kapsayan bir yönetim fonksiyonudur. Yakın zamana kadar lojistik nakliyecilik faaliyetleriyle ilişkilendirilmiştir. Fakat son zamanlarda artan rekabet ve teknolojik gelişme gibi faktörlerin etkisiyle nakliyenin çok

ötesine taşınmıştır. Lojistik faaliyetler teknoloji yoğun hale gelmiştir. İnternet teknolojisinin gelişmesiyle e-ticaret gelişmiş geleneksel ticaret anlayışının çok ötesinde bir ticari yapı ortaya çıkmıştır. Sınırlı zaman ve rekabet nedeni ile alışlagelmiş lojistik faaliyetleri e-ticaret süreçleri için yetersiz hale gelmiştir. Bu ortamda oluşan yeni taleplere cevap verebilmek için yeni yöntem ve çözümler geliştirme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Taleplerin bütüncül olarak ele alınması durumunda, esas hedef doğru ürünün doğru yerde ve doğru zamanda sunulabilmesidir. Bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler ve internet tabanlı uygulamalar, bilgi ve hizmet sunum şekillerinin değişmesine ve gelişmesine yol açmıştır. Belirlenen gelişme sadece lojistik süreçlerle sınırlı kalmayıp lojistik süreçlerin ilişkili olduğu satınalma, depolama gibi birçok faaliyeti de içine almaktadır.

Elektronik süreçlerdeki hızlı gelişme dijitalleşmeyi de beraberinde getirmiştir. Dijitalleşmeyle ortaya çıkan ihtiyaçlara cevap verebilmek için yeni lojistik ve dağıtım modelleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan e-lojistik, bilgi teknolojileri altyapısına dayanan lojistik faaliyetlerin bütünü şeklinde tanımlanabilir. Değişen süreçte tanımlanan hız, yalnız hızlı teslimat süreçlerini değil hizmetlerin müşterilere ulaştırmadaki tüm adımları ve müşteri taleplerine cevap verebilme hızını da içine almaktadır. Bu süreçler aynı zamanda esnek, takip edilebilir ve dinamik olmalıdır. Lojistik alanındaki bahsi geçen bu değişimin kaçınılmaz olmasının nedeni anlık şekilde hızlı gelişen lojistik faaliyetlere aynı çeviklikle cevap verebilme kabiliyetinin olmamasıdır. Geleneksel lojistik süreçlerden farklı olarak e-lojistik süreçlerinde, çevrimiçi bilgi ve iletişim teknolojileri sayesinde süreçlerin verimliliği, hızı ve müşteri memnuniyeti sürekli iyileştirilmektedir. Geleneksel lojistik ile e-lojistik arasında talep yapısından, teslim süresine, sipariş miktarından ortalama sipariş miktarına kadar birçok farklılık bulunmaktadır. Süreçlerin

dönüşümüne bütüncül bakıldığında, müşterilerin satın alma işleminin gerçekleştiği andan teslim sürecine, hatta gerekli durumlarda iade aşamasına kadar tüm süreci kontrol edebilme ve izleyebilme beklentisi bulunmaktadır. Ayrıca, tüm süreçlerin yüksek hızda ve sürekli şekilde sürdürülmesi talep edilmektedir. Dijital lojistik uygulamaları, yönetim kolaylığı sunan operasyonel yapıları, hızlı ve etkin karar destek sistemlerini ve daha verimli çıktıları ortaya çıkarmaktadır. Bunun yanı sıra, tüketiciler adına daha izlenebilir ve kontrol edilebilir süreçler ortaya çıkmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin ve dijitalleşmenin günlük hayatta hızla yaygınlaşması, müşteri beklentileri ile kullanım alışkanlıklarında önemli değişimlere yol açmaktadır. Günümüzde talep edilen hizmetler, lojistik süreçlerin elektronik altyapı üzerinden yönetilmesini ve hizmet vermesini zorunlu hale getirmiştir. Bu döngüye dâhil olmayan işletmelerin, rekabet ortamında hayatta kalma şansı oldukça azdır. Bu nedenle firmaların, elektronik altyapıya yatırım yapmaları ve operasyonlarını bu yönde geliştirmeleri piyasa koşullarına uyum sağlamaları ve müşteri beklentilerine cevap verebilmeleri açısından son derece önemlidir. Lojistik firmaları, mevcut koşullarda ihtiyaçlara cevap verebilmek için elektronik altyapıya ve bu altyapıyı destekleyen sistemlere gereksinim duymaktadır. Firmaların bu noktada, elektronik temelli işaretleme sistemlerini (barkod, RFID vb.), araç takip sistemlerini, GPRS, gibi elektronik sistemleri etkin şekilde kullanmaları gerekmektedir. Bu sistemlerin aktif biçimde uygulanması, tedarikçi ve müşteri ilişkilerinin iyileştirilmesini, lojistik süreçlerin entegrasyonunu ve aynı zamanda verimlilik ile maliyet tasarrufu sağlamayı amaçlamaktadır. Radyo frekanslı tanımlama sistemi (RFID), stoklanan, depolanan veya taşınan ürünlerin radyo frekans antenleri ve bu frekanslarla uyumlu bütünsel devreler kullanılarak elektromanyetik iletim yoluyla verilerinin

alınmasına olanak tanıyan bir teknolojidir. Radyo frekansı tanımlama sistemleri, RFID okuyucuları ve RFID etiketleri başta olmak üzere çeşitli temel bileşenlerden oluşmaktadır. RFID sistemlerinde okuyucu ve etiketler, verilerin iletilmesi ve alınması sürecini, radyo frekansı kontrolü ve protokolü aracılığıyla yayılan verilerin okunabilirliği üzerinden gerçekleştirmektedir. RFID etiketleri, okuyucuların gönderdiği radyo frekans sinyallerini ayarlayarak gerekli bilgilerin iletilmesini sağlamaktadır.

E-ticaret ve e-lojistiğin temelinde Elektronik Veri Değişimi (EDI - Electronic Data Interchange) bulunmaktadır. EDI, karşılıklı alışveriş yapan iki işletme arasında, bilgisayar aracılığıyla bilgi, belge paylaşımı, değişimi ve saklanmasını sağlayan sistemdir. (Oktaykaan & Alagöz, 2021). Elektronik veri değişimi (Electronic Data Interchange – EDI), işletmeler ile ticari ortakları veya organizasyon içindeki farklı birimler arasında yapılandırılmış elektronik bilgi ve işlemlerin bilgisayarlar üzerinden karşılıklı olarak iletilmesini ifade etmektedir. Elektronik veri değişimi, işlem gücü yüksek bilgisayarlarda büyük hacimli verilerin işlenmesini ve başka bilgisayarlara aktarılmasını kolaylaştıran, yüksek hızlı elektronik iletişim altyapısına dayalı bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Elektronik veri değişimi, taşıyıcılarla ulaşımın düzenlenmesinden müşterilerin siparişlerinin alınmasına, müşterilerin bilgilerini faturalandırmaya ve ödemelerini toplamaya, tedarikçilerden alınan ürün veya hammaddelerin ücretlerinin ödenmesine kadar birçok alanda firmalar tarafından kullanılmaktadır. Elektronik veri değişimi sistemleri, bilişim ve iletişim teknolojilerindeki ilerlemelere paralel olarak sürekli olarak değişim ve gelişim göstermektedir. Müşteri taleplerini karşılamakta yetersiz kalan geleneksel yöntemlerin yerine, işletmeler EDI sistemlerine hızlı bir şekilde geçiş yapmaktadır.

Bilişim ve iletişim teknolojilerinin hızlı gelişmesiyle, barkod okuma ve iletim sistemleri lojistik firmaları tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun en önemli nedeni, sistem yazılım ve uygulamalarında kullanılan teknolojik maliyetlerin azalmasıdır. Farklı şekillerden barkod sistemleri vardır. Ürünle ilgili bilgilerin dikey çubuklar aracılığıyla kodlandığı Zebra barkodu, genel olarak en yaygın barkod türüdür. Ürün barkodları, el terminalleri sayesinde elektronik ortama aktarılır. Dikey çubukların yanı sıra, veri işleme kapasitesi sınırlı olan kare barkod sistemleri de lojistik süreçlerde kullanılmaktadır. Sistemin temel özelliği, verinin dikey çubuklar yerine kare barkod algoritmali sistemi kullanılarak işlenmesidir. Kare barkodlar, mobil telefonlarla da okunabilir. Barkod okuma ve iletim sistemleri lojistikte büyük önem taşımaktadır. Barkod okuma ve iletim sistemleri sayesinde işletmeler, elektronik ortamda veri işlemlerini çok daha hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirebilmektedir.

Lojistik faaliyetler e-ticaretin tamamlayıcısıdır. E-ticaretin etkin bir şekilde işlemesi, lojistik faaliyetlerin varlığıyla mümkün olmaktadır. Kargo sektörü, lojistik alanının önemli bir alt grubu olarak e-ticaret faaliyetlerinin temel bileşenlerinden biridir. Kargo süreçleri lojistik terminolojisinde ‘son adım teslimat (last-mile delivery)’ olarak adlandırılmakta ve müşteriye ürünün ulaştığı son lojistik adımı olarak tanımlanmaktadır. Son adım teslimat, dağıtım depolarından teslim alınan ürünlerin müşteriye teslim edilmesi ya da dağıtım depolarından müşterilerin kendilerinin doğrudan teslim alabildikleri teslimat noktalarına yapılan lojistik faaliyetleri kapsamaktadır. Kargo kavramı, uluslararası literatürde ağırlık, ebat ve içeriğine bakılmaksızın herhangi bir yükün taşınmasını ifade ederken; ülkemizde genellikle belirli bir ağırlığın altındaki yükler ve paketler için kullanılmaktadır (Atmaca & Turğut, 2015). Kargo şirketleri, diğer lojistik ve taşımacılık

kuruluşlarından farklı özelliklere sahiptir; bu farklılıklardan biri teslimat süreleridir. Kargo firmaları, hizmetlerini önceden belirlenmiş süreler içinde gerçekleştirmektedir. Diğer bir farklılık ise kesintisiz ve günlük lojistik hizmetlerinin sunulmasıdır. Yani, kargo göndericiden alıcıya ulaşana kadar kesintisiz bir şekilde taşınmaktadır. Kargo, alıcıya ulaşmak üzere göndericiden alındığı anda yola çıkmış olarak değerlendirilir. Zamanlama dışında, depolama, aracın doluluğu gibi nedenlerle kargonun herhangi bir noktada bekletilmesi uygun görülmemektedir (Deste & Savaşkan, 2019). Lojistik sistemlerinin etkinliği ve verimliliği, e-ticaretin sürdürülebilir başarısını doğrudan etkileyen faktörlerdir. E-ticaret platformlarında lojistik hizmetler, alıcı ve tedarikçi arasındaki ticari süreçleri destekleyen dijital bilgi sistemleri üzerinden; gönderi takibi, teslimat erişimi ve güvenli işlem altyapıları ile sağlanmaktadır. E-ticaret lojistiği işletme süreci, sekiz ana aşamadan meydana gelmektedir:

1. Siparişin verilmesi: Bu aşamada müşteriler, siparişlerini e-ticaret platformu aracılığıyla oluşturarak süreci başlatmaktadır.
2. Ödeme aşaması: Müşterilerin ödeme yaptığı ve e-ticaret satıcısı hesap doğrulaması yaptığı aşamadır.
3. Siparişleri işleme alma: Bu aşamada e-ticaret satıcıları siparişleri almakta, detayları sistem üzerinden kontrol etmekte ve siparişi işleme almaktadır.
4. Siparişlerin yazdırılması: Sipariş edilen ürünler, içeriğine göre farklı depolara yönlendirilmektedir. Depo operatörleri, siparişleri bilgisayardan çıktı alarak veya diğer yöntemlerle ilgili depolara iletmektedir. Daha sonra görevliler ürünleri raflardan toplayarak hazırlamaktadır.
5. Paketleme aşaması: Sipariş edilen ürünler, teslimat sürecine uygun şekilde paketlenmekte ve sevkiyat için hazırlanmaktadır.

6. Sıralama aşaması: Paketlenmiş haldeki ürünler dağıtım (transfer) merkezine ulaştıklarında varış noktalarına göre sıralanır ve sevkîyata hazırlanır.
7. Sevk aşaması: Ürün, nihai müşteriye teslim edilmek üzere sevk edilir.
8. Sipariş teslim aşaması: Sipariş, nihai müşterinin ürünü teslim almasıyla sonuçlanır. Bu aşamayla birlikte e-ticaret lojistiği süreci tamamlanır.

Covid-19 pandemisiyle birlikte e-ticaretin yaygınlaşması, son adım teslimat (kargo) faaliyetlerinde de benzer bir artışı beraberinde getirmiştir. Bu süreç tüketiciler için de gün geçtikçe artan bir öneme sahiptir. E-ticaret işletmeleri, lojistik süreçlerini ya kendi sistemleri aracılığıyla yürütmekte ya da üçüncü parti lojistik hizmetlerinden yararlanmaktadır. Bazı e-ticaret firmaları, artan tüketici beklentilerini karşılamak için kendi kargo ağlarını oluşturma yoluna gitmişlerdir. Dünyada Amazon, Ebay buna çok güzel örnek iken Türkiye’de ise en büyük satış hacimlerine sahip e-ticaret işletmelerinden Trendyol’un kargo firması olan Trendyol Express ve Hepsiburada’nın kargo firması Hepsijet örnek olarak verilebilir. (Turgut, 2020). Böylece artan talep doğrultusunda lojistik ve depolama faaliyetleri daha verimli hâle getirilecektir. E-ticaret işlemlerinde, satışın yanı sıra ürünün tüketiciye teslimi de hizmetin temel bileşenlerinden biridir (Bayır, 2021). Firmanın kendi lojistik sistemini kullanması, tedarik zinciri entegrasyonunu iyileştirerek verimliliği artırmakta ve taşıma sürecinde ürün hasarını minimize edebilmektedir; bununla birlikte maliyetler artmaktadır. Üçüncü parti lojistik (3PL) sağlayıcılar, geniş ve profesyonel lojistik ağları sunmakta; ancak bu hizmetler e-ticaret firmaları tarafından doğrudan denetlenememektedir. E-ticarette firmaların başarısı, dağıtım ağlarının etkin bir şekilde işlemesine bağlı olarak şekillenmektedir (Yıldız, 2018). E-ticaret temel lojistiğinin amacı, düşük maliyet ve zamanında teslimatın yanı

sıra hızlı ve kaliteli hizmet sunarak değişken sektör koşullarına uyum sağlamaktır. E-ticaret, geleneksel ticari faaliyetlerin dijital ortama entegrasyonu sonucunda ortaya çıkmış olmakla birlikte, bu platformların etkinliği ve sürdürülebilirliğinin, fiziki mağazalarda olduğu gibi planlı tanıtım ve reklam faaliyetleriyle desteklenmesini gereklidir.

2.2. Türkiye’de E-Ticaretin Tarihçesi

1997 yılında Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) tarafından elektronik ticaret altyapısının oluşturulmasına yönelik bir toplantı düzenlenmiş ve bu gelişme, Türkiye’de e-ticaretin başlamasına zemin hazırlamıştır. Bu kapsamda, Dış Ticaret Müsteşarlığına koordinasyon görevi, TÜBİTAK’a ise sekreteryasorumluluğu verilmiştir. Dış Ticaret Müsteşarlığı öncülüğünde 1998 yılında kurulan Elektronik Ticaret Koordinasyon Kurulu (ETKK), elektronik ticaretin geliştirilmesine yönelik kurumsal bir yapı oluşturmuştur. Kurulun yapısı içerisinde finansal, hukuki ve teknik konulara odaklanan alt çalışma grupları görev almıştır. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu, Türkiye’de e-ticaretin geliştirilmesine yönelik olarak teknik ve idari altyapının yanı sıra yasal ve hukuki düzenlemelerin oluşturulması, e-ticareti teşvik edici önlemlerin alınması ve ulusal politika ile uygulamaların uluslararası standartlarla uyumlu hâle getirilmesi yönünde görevler tanımlamıştır. 2001 yılında, Başbakanlık koordinasyonunda yapılan bir toplantı ile Türkiye’de internetin daha verimli kullanımını hedefleyen “e-Türkiye” çalışması başlatılmıştır. Bu süreçte, Dış Ticaret Müsteşarlığı çatısı altında kurulan Elektronik Ticaret Genel Koordinatörlüğü, “e-Ticaret Çalışma Grubu” olarak görevine devam etmiştir. 2003 yılının başında, KOSGEB, Gümrük Müsteşarlığı ve Bankalar Birliği’nden oluşan üç uygulama grubu kapsamında faaliyetler sürdürülmüştür. 2003-2004 yıllarını kapsayan eylem planı, E-Ticaret Çalışma Grubu tarafından oluşturulmuştur. 2007 yılında, e-ticaret uygulama grubu üyeleri ve ilgili kamu kurumlarının

katılımıyla Dış Ticaret Müsteşarlığı koordinasyonunda hazırlanan TAİEX projesi, AB'nin e-ticaret alanındaki düzenlemelerini inceleme amacı taşımış ve Komisyon tarafından kabul edilmiştir. Türkiye'de elektronik ticaretle ilgili yasal düzenlemelerin bulunmaması nedeniyle, 2008 yılında Dış Ticaret Müsteşarlığı ve tüm ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının katkılarıyla “Elektronik Ticaret Direktifi Çalışma Grubu” kurulmuştur. 2009 yılında, Çalışma Grubu raporlarının değerlendirilmesini takiben, e-ticaret mevzuatının hazırlanması amacıyla Hollanda-Türkiye hükümetleri arası (G2G) “AT Elektronik Ticaret Direktifine Uyum Sağlanması ve Direktifin Uygulanması için Destek” projesi hayata geçirilmiştir. Proje, AB fonları kullanılarak Dış Ticaret Müsteşarlığı tarafından geliştirilmiş ve Avrupa Komisyonu tarafından onaylanmış, uygulama süreci ise Adalet Bakanlığı koordinasyonunda yürütülmüştür. E-ticaret Kanunu Hazırlama Komisyonu tarafından yürütülen çalışmalar neticesinde, “Elektronik Ticaretin Düzenlenmesi Hakkında Kanun Tasarı Taslağı” oluşturulmuştur. 2010 yılında Komisyon tarafından hazırlanan “Elektronik Ticaretin Düzenlenmesi Hakkında Kanun Tasarı Taslağı”, Adalet Bakanlığı aracılığıyla TBMM'ye sunulmuş; ardından iki yılı aşkın bir süre boyunca alt komisyonlarda görüşülmüş, ancak sürecin uzaması nedeniyle tasarı zamanaşımına uğrayarak geçerliliğini yitirmiştir. Sonrasında tasarı, Adalet Bakanlığı tarafından revize edildikten sonra yeniden TBMM'ye sunulmuş; 2014 yılında onaylanmış ve 2015 yılında yürürlüğe konulmuştur. 6563 sayılı Kanun gereğince, e-ticaret alanındaki alt mevzuat çalışmaları ile kamu düzenlemelerinin koordinasyonu Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'nın yetki ve sorumluluğuna bırakılmıştır. Bakanlık, “Ticari İletişim ve Ticari Elektronik İletiler Hakkında Yönetmelik” ile “Elektronik Ticarete Hizmet Sağlayıcı ve Aracı Hizmet Sağlayıcılar Hakkında Yönetmelik”i yürürlüğe koyarak,

servis sağlayıcıların sorumluluklarını ve ticari iletilerin içeriklerini ayrıntılı biçimde düzenlemiştir (Demiröğmez, 2017).

2.3. Türkiye’de E-Ticaret ve Lojistiği

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, küresel ticaretin yapısını köklü biçimde dönüştürmüş; ticaret aktivitelerinin dijitalleşmesiyle e-ticaret, ekonomik büyüme ve rekabet dinamiklerinin merkezine yerleşmiştir (Laudon & Traver, 2020). E-ticaret, ürün ve hizmetlerin internet altyapısı aracılığıyla alım-satımının gerçekleştirilmesini ifade ederken, bu dijital işletme modeli lojistik süreçlerin etkin bir biçimde planlanmasını ve yürütülmesini zorunlu kılmıştır. Lojistik; sipariştten teslimata kadar tüm fiziksel ürün akışını ve bilgi yönetimini kapsar ve e-ticaretin sürdürülebilirliği açısından kritik bir alanı temsil eder.

Son yıllarda Türkiye’de e-ticaret pazarı, internet penetrasyonu ve dijital kanallara erişim oranındaki artışla birlikte hızla büyümektedir. Özellikle mobil ticaret ve sosyal ticaretlerin yükselişi, pazarın dinamiklerini dönüştürmüştür (Bilik, 2023). Türkiye e-ticaret endüstrisi, çevrimiçi alışveriş davranışlarının çeşitlenmesi, giderek artan tüketici beklentileri ve pandemi sonrası değişen ticaret modelleriyle şekillenmektedir. Bu süreçte e-ticaretin ekonomik katkısı ve iş yapma biçimi, sadece elektronik satış hacmi olarak değil, aynı zamanda tedarik zinciri ve lojistik altyapı bağlamında da değerlendirilmektedir.

E-ticaret lojistiği, klasik lojistik yaklaşımlarından farklı olarak yüksek sipariş sıklığı, düşük birim hacmi ve bireysel teslimat talepleriyle karakterizedir. Bu tür lojistik; depolama, sipariş karşılama, paketleme, taşıma, dağıtım ve iade süreçlerini bütüncül şekilde kapsar. E-lojistik uygulamaları, lojistik hizmet kalitesi, teslimat süreleri ve müşteri memnuniyetine doğrudan etki eden süreçler içerir (Akıl & Ugan, 2022).

E-ticaret lojistiği, iş süreçlerinin etkin yönetilmesini sağlamakla birlikte, rekabet üstünlüğü kazandıran bir hizmet mekanizmasıdır.”

Türkiye’de e-ticaret lojistiğinin büyüme potansiyeli yüksek olmakla birlikte, bazı yapısal ve operasyonel sorunlar devam etmektedir:

- Teslimat maliyetleri ve trafik zorlukları: Özellikle metropol bölgelerde teslimat zamanları maliyetleri artırmaktadır.
- İade süreçlerinin yönetimi: Yüksek iade oranları, lojistik maliyetlerini ve tersine lojistik süreçlerini zorlaştırmaktadır.
- Dijital entegrasyon eksiklikleri: Bilgi sistemlerinin entegrasyonu ve veri yönetim altyapısındaki zorluklar lojistik verimliliğini sınırlayabilmektedir (Uzun & Deran, 2025).

E-ticaret lojistiği, müşteri memnuniyeti ve işletme başarısı açısından stratejik bir öneme sahiptir. Çünkü e-ticaret lojistiği sadece operasyonel bir süreç değil, aynı zamanda bir rekabet faktörüdür.

E-lojistikte başarı faktörlerinin belirlenmesi, lojistik hizmet kalitesinin müşteri davranışına etkileri ve son kilometre lojistiği uygulamaları çerçevesinde ele alındığında, e-ticaret lojistiği yalnızca tedarik zincirinin bir parçası değil, rekabet gücünü ve müşteri memnuniyetini belirleyen stratejik bir faktör olarak değerlendirilmelidir. Bu perspektif, Türkiye’de dijital ticaretin sürdürülebilir büyümesine katkı sağlayacak sektörel planlama ve politika önerileri geliştirmek için önemli bir temel oluşturmaktadır.

3. SONUÇ

COVID-19 pandemisi, dünya genelinde tüketici davranışlarını kökten değiştirmiş ve Türkiye'de e-ticaretin benimsenme hızını artıran bir katalizör görevi görmüştür. Karantina süreçleri ve fiziksel mesafe kuralları nedeniyle e-ticaret, tüketiciler için vazgeçilmez bir alternatif haline gelmiş; daha önce bu yöntemi denememiş kişiler dahi dijital alışverişe yönelmiştir. Bu süreçte fiziksel ticaret kısıtlamalarından olumsuz etkilenirken, e-ticaret hacminde büyük bir sıçrama yaşanmıştır. Pandemi öncesinde kargo firmaları ağırlıklı olarak B2B (işletmeden işletmeye) modeline odaklanmışken, artan taleple birlikte B2C (işletmeden tüketiciye) gönderileri ve kargo süreçleri öncelikli hale gelmiştir. Bu dönüşüm, Trendyol Express ve Hepsijet gibi e-ticaret platformlarına ait lojistik şirketlerinin yükselişini hızlandırmış ve sektörde dikey entegrasyonu güçlendirmiştir. Ayrıca temassız teslimat ve dijital kargo takibi gibi hizmetler sektör standartlarının ayrılmaz bir parçası olmuştur. Geleneksel lojistiğin dijital teknolojilerle entegre edilmesiyle depolama, taşımacılık ve dağıtım süreçlerinin internet üzerinden yönetilmesini ifade eden e-lojistik bu ortamda ortaya çıkmıştır. Bu ekosistemin verimliliği; Elektronik Veri Değişimi (EDI), RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama) ve barkod sistemleri gibi teknolojik altyapılara dayanmaktadır. Özellikle kargo süreçleri, ürünün müşteriye ulaştığı en kritik halka olan "son adım teslimat" olarak tanımlanır ve müşteri memnuniyetinin ana belirleyicisidir. Türkiye'de e-ticaretin yasal gelişimi 1997 yılındaki ilk çalışmalara dayanmakta olup, 2015 yılında yürürlüğe giren 6563 sayılı Kanun ile kurumsal bir çerçeveye kavuşmuştur. Günümüzde Türkiye pazarı yüksek büyüme potansiyeline sahip olsa da; metropollerdeki trafik yoğunluğu, yüksek iade oranları ve dijital entegrasyon eksiklikleri gibi operasyonel zorluklarla

karşı karşıyadır. Sonuç olarak, lojistik artık e-ticaretin pasif bir destekçisi değil, rekabet gücünü belirleyen stratejik bir aktördür.

KAYNAKÇA

- Akıl, M., & Urgan, O. (2022). E-lojistik uygulamaları ve e-ticaret lojistiğinde performans yönetimi. *Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 45–67.
- Atmaca, E., & Turğut, M. (2015). Lojistik ve kargo hizmetleri bağlamında son adım teslimat süreçleri. *Lojistik Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 55–72.
- Aydın, M., & Savrul, M. (2019). E-ticaret lojistiği ve Türkiye örnekleri. İstanbul: Beta Yayınları.
- Ba, S., & Pavlou, P. A. (2002). Evidence of the effect of trust building technology in electronic markets: Price premiums and buyer behavior. *MIS Quarterly*, 26(3), 243–268. <https://doi.org/10.2307/4132312>.
- Bayır, T. (2021). E-ticaret işletmelerinin yeni nesil kargolama hizmetlerine ilişkin e-şikâyetlerin incelenmesi: Şikayetvar.com üzerine netnografik bir analiz. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 14(2), 215–238.
- Chaffey, D. (2020). *Digital marketing: Strategy, implementation and practice* (7th ed.). Pearson Education.
- Cho, Y. C. (2004). The impact of internet technology on retail and consumer behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 11(3), 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2003.10.003>
- Deste, M., & Savaşkan, A. G. (2019). E-ticaret işletmelerinin kargo firması seçimi üzerine VIKOR yöntemiyle bir uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 60–78.
- Durucasu, R. R. (2021). Covid-19 pandemi sürecinde e-ticaret ve dijital pazarlamanın Türkiye’deki önemi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(118), 345–360.

- Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2021). E-commerce: Business, technology, society (16th ed.). Pearson Education.
- Oktaaykaan, S., & Alagöz, S. B. (2021). Covid-19 döneminde dijital pazarlama ve e-lojistik faaliyetlerine yönelik lojistik sektöründe bir araştırma. Uluslararası Ticaret ve Lojistik Araştırmaları Dergisi, 5(2), 145–166.
- Turgut, M. (2020). E-ticaret faaliyetlerinde son adım teslimat yapan kargo işletmelerinin müşteri şikâyetlerinin değerlendirilmesi. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Dergisi, 4(1), 35–52.
- Yıldız, B. (2018). E-ticaret lojistik hizmet kalitesinin güven, memnuniyet ve sadakat üzerindeki etkisi. Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4(3), 98–117.

TÜRKİYE VE DÜNYADA
ÜRETİM YÖNETİMİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com