

Lojistikte İnovasyon Yönetimi

Uğur Erdoğan¹

Özet

Lojistik sektörü, küresel ekonomilerde kritik bir yere sahip olup, Endüstri 4.0'ın etkisiyle son yıllarda önemli bir dönüşüm sürecine girmiştir. Bu dönüşüm, nesnelere interneti (IoT), büyük veri, blokchain, yapay zeka ve bulut bilişim gibi yenilikçi teknolojilerin sektöre entegrasyonu ile hız kazanmıştır. Lojistikte inovasyon, yalnızca operasyonel süreçlerin daha verimli ve maliyet etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamakla kalmamış; aynı zamanda izlenebilirlik, şeffaflık, esneklik ve çevre dostu uygulamalar açısından da sektöre önemli katkılar sunmuştur. Bu çalışma, lojistikte inovasyonun tarihsel gelişimini, teknolojik yeniliklerin sektördeki etkilerini ve gelecekteki öngörülerini kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Lojistik 1.0'dan başlayarak Lojistik 4.0'a kadar olan süreçte yaşanan dönüşümler, tedarik zinciri yönetiminde meydana gelen köklü değişimlerle ilişkilendirilmiş; bu dönüşümün işletmelerin küresel rekabet gücüne ve müşteri memnuniyetine olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca, teknolojik yeniliklerin sürdürülebilirlik ve çeviklik gibi çağdaş iş gerekliliklerine nasıl yanıt verdiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak, lojistik sektöründe inovasyonun sadece teknolojik ilerlemelerle değil, aynı zamanda stratejik bir vizyon ve yenilikçi bir yaklaşımla mümkün olduğu belirtilmektedir. Türkiye gibi stratejik konumda bulunan ülkelerde, lojistik sektörünün yenilikçi çözümlerle daha da güçlenerek küresel rekabette öne çıkabileceği öngörülmektedir. Bu çalışma, lojistikte inovasyonun tarihsel bağlamdan geleceğe uzanan yolculuğunu detaylı bir şekilde inceleyerek, sektöre dair önemli çıkarımlar sunmayı amaçlamaktadır.

Giriş

Günümüz dünyasında lojistik sektörü, hem ulusal hem de küresel ekonomiler için kritik bir rol oynamakta, ekonomik faaliyetlerin etkinliği ve sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Lojistik, sadece tedarik zinciri yönetiminin bir parçası olmaktan çıkmış;

1 Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, ORCID: 0000-0001-8906-2977, uerdogan@selcuk.edu.tr

teknolojik yeniliklerin entegrasyonu ile büyük bir dönüşüm geçirerek hem ekonomik hem de sosyal değer yaratan bir disiplin haline gelmiştir.

Endüstri 4.0 ile şekillenen dijital dönüşüm, lojistik operasyonlarında derinlemesine bir yeniden yapılanmaya yol açmış; büyük veri, nesnelerin interneti (IoT), blokchain ve bulut bilişim gibi yenilikçi teknolojiler, sektörün çehresini değiştirmiştir. Bu teknolojiler sadece verimlilik ve maliyet avantajları sağlamakla kalmamış; aynı zamanda lojistik hizmetlerin şeffaflığını ve izlenebilirliğini artırarak müşteri memnuniyetini üst seviyelere taşımıştır.

Lojistik sektörü, şüphesiz ki yenilikçiliğe en fazla açık alanlardan biridir. Türkiye gibi hızlı büyüyen ve yeniliklere uyum sağlama kapasitesi yüksek olan ülkelerde lojistik, rekabetçi avantaj sağlamak ve ekonomik kalkınmaya destek vermek açısından çok önemli bir potansiyele sahiptir. Geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek modern teknolojilerin uygulanması, lojistik işletmelerine yalnızca maliyet tasarrufu ve operasyonel verimlilik sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda daha çevik, esnek ve sürdürülebilir bir yapı sunmaktadır.

Bu çalışma, lojistikte inovasyon kavramının tarihsel gelişimini, teknolojik yeniliklerin sektöre olan etkilerini ve geleceğe dair öngörülerini ele almayı amaçlamaktadır. Lojistik 4.0 ile ortaya çıkan değişimlerin, işletmelerin küresel rekabet ortamında öne çıkma stratejilerindeki rolüne odaklanılacak ve inovasyonun, lojistik sektörünün geleceğine dair nasıl bir şekillendirici etki yaptığı incelenecektir.

1. Lojistik ve Tarihçesi

Lojistik kavramı her ne kadar 1990'lı yıllardan itibaren yaygın olarak kullanılmaya başlasa da kökeni oldukça eski zamanlara dayanmaktadır. M.Ö. 500'lü dönemlerde Sun Tzu'nun Savaş Sanatı isimli eserinde lojistik işlevlerinden ve bu işlevlerin strateji ve taktikle olan ilişkilerinden bahsedildiği görülmektedir. Lojistik terimi ilk olarak askeri operasyonlarla ilişkilendirilmiş, 1905 yılında Albay Baker tarafından "Orduların hareketi ve tedarikiyle ilgilenen Savaş Sanatı'nın bu alanı lojistik olarak adlandırılır" şeklinde tanımlanmıştır. II. Dünya Savaşı'nın ardından, özellikle 1950'ler ve 1960'ların başında ayrı bir iş alanı olarak şekillenmeye başlayan lojistik, 1980'li yıllardan itibaren önemli teknolojik yenilikler ve çevresel faktörlerle dönüşüme uğramıştır. Bu dönüşümler sayesinde lojistik hem firmalar hem de müşteriler için etkinlik, verimlilik ve hizmet çeşitliliği sağlayarak değer yaratmaya devam etmektedir.

Lojistik, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ürünlerin üretildiği noktadan nihai tüketim yerine kadar olan süreçte hammaddelerin, hizmetlerin ve bilgi akışının etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesini

sağlayan bir disiplindir. Bu süreç, konsolidasyon, depolama, elleçleme, paketleme ve dağıtım gibi faaliyetleri kapsamanın yanı sıra, gümrük işlemlerinin gerçekleştirilmesi, sigortalama, ödemelerin tahsil edilmesi ve kıymetli evrakların düzenlenmesi gibi ek hizmetleri de içermektedir. İşletme faaliyetleri yönetiminin önemli bir parçası olan lojistik, iş süreçlerinin sorunsuz işlenmesi için kritik bir rol oynamaktadır (Keskin, 2011).

Lojistikte inovasyon süreci oldukça eski tarihlere dayanmaktadır. Sürecin ilk aşaması olan Lojistik 1.0 döneminde karayolu, demiryolu ve deniz taşımacılığında mekanizasyon önemli bir yer tutmuştur. Lojistik devrimlerinin başlangıcı olarak kabul edilen bu aşama, küreselleşmenin etkisi ve teknolojik ilerlemeler sayesinde, talep tahmini, envanter yönetimi, malzeme taşıma, teslimat, paketleme, doğru konumlandırma ve sipariş yönetimi gibi birçok önemli işlevi kapsayan bir yapıya dönüşmüştür (Çiçekli, 2017).

Lojistik 2.0 olarak adlandırılan ikinci aşamada, taşımacılıkta elektrik ve petrol gibi yeni enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu dönemde yaşanan teknolojik ilerlemeler, 1960'lı yıllara gelindiğinde kargo elleçleme otomasyonu olarak tanımlanan süreci başlatmıştır. Depolarda otomatik sıralama işlemlerini gerçekleştiren ekipmanların kullanılması, otomatik depo sistemlerine geçişin ilk adımı olarak kabul edilmiştir (Görçün, 2018).

İnternet kullanımının yaygınlaşması ve üretimde otomasyona geçilmesiyle birlikte Lojistik 3.0 olarak isimlendirilen yeni bir dönem başlamıştır. Belirtilen dönemde lojistik sektöründe Taşımacılık Yönetim Sistemi, Depo Yönetim Sistemi gibi yazılımlar devreye girmiştir. Bu yazılımlar sayesinde stok durumu ve depolama faaliyetleri kolayca takip edilebilirken, filo araçlarının planlanması ve rota optimizasyonu önceden yapılabılır hale gelmiştir (Belu, 2021). Ayrıca, iletişim ve sensör teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte bilgiye erişim hızlanmış, yüksek teknolojiye sahip robotlar aracılığıyla otomatik hatlar devreye alınmıştır (Çiçekli, 2018).

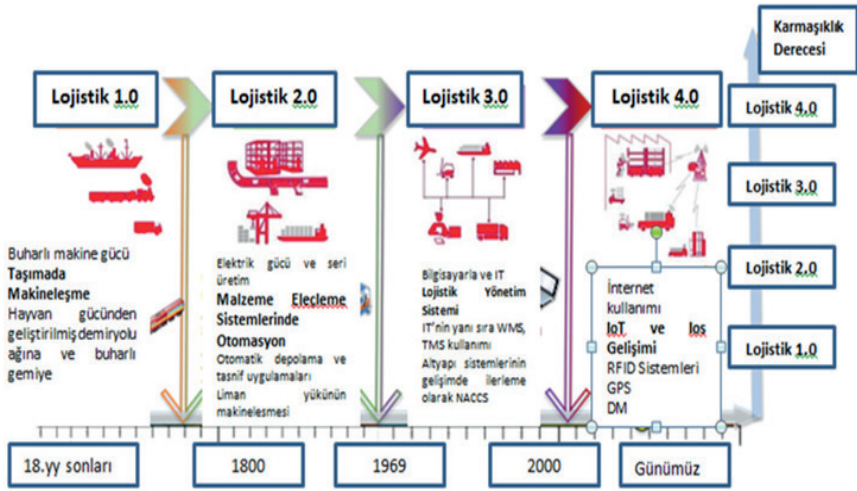
Endüstri 4.0 ile beraber yaşanan dijital dönüşüm, pek çok sektörde köklü değişimlere yol açmış ve lojistik sektörünü de önemli ölçüde etkilemiştir. Bu dönemde ortaya çıkan “Lojistik 4.0” veya “Akıllı Lojistik”, insanlarla makineler arasında eş zamanlı ve kesintisiz iletişim kurulmasını mümkün kılmıştır (Issaoui vd., 2019). Lojistik 4.0'da elde edilen veriler büyük veri havuzlarında depolanarak gelişmiş yazılımlar aracılığıyla işlenmekte ve bu sayede lojistik operasyonlarının verimliliği artırılmaktadır.

Bu yeni dönemde, insan-makine etkileşiminin artması ve dijitalleşme sayesinde lojistik süreçlerde maliyetlerin azalması, teslim sürelerinin kısalması, kaza ve risk oranlarının düşmesi, ürün kayıplarının ve hasar oranlarının

azaltılması gibi önemli faydalar sağlanmaktadır (Barreto vd., 2017). Ayrıca, lojistik operasyonlardaki şeffaflık ve izlenebilirlik gibi özellikler de gelişmiş, böylece hizmet kalitesi ve güvenilirliği önemli ölçüde artmıştır (Oleśków-Szlapka vd., 2019).

Lojistik 4.0; entegre lojistik planlama ve uygulama, akıllı depolama, otonom ve B2C lojistik, lojistik analitiği ve akıllı lojistik gibi uygulamaları kapsamaktadır. Tüm bu uygulamalar birbiriyle ilişkilidir ve bu dijital dönüşümde öne çıkan teknolojiler olarak görülmektedir. Lojistikte kullanılan teknolojilerin bazıları, insan operasyonu gerektirmeyen süreçleri değiştirmektedir. Lojistik 4.0'da (Şekil.1) amaç, otomasyon ve mekanizasyon arasında mükemmel dengeyi sağlamaktır (Galindo, 2016).

Şekil.1 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi



Kaynak: (Galindo, 2016)

Lojistik 4.0, otonom otomasyon sistemlerini, kendi kendine çalışan zekayı kapsamaktadır. Akıllı lojistik olarak da tanımlanan Lojistik 4.0, esnekliğin oldukça fazla olduğu, pazardaki değişimlere uyumun arttığı, maliyetlerin düştüğü ve müşteri beklentilerinin büyük ölçüde ve son derece hızlı bir şekilde yerine getirildiği yeni bir lojistik sistemi olarak tanımlanmaktadır (Şekilli & Bakan, 2018). Lojistik 4.0, bireysel sistemlerin davranışlarının diğer sistemlere bağlı olduğu otonom alt sistemlerden meydana gelmektedir. Söz konusu otonom sistemler hem bireysel hedeflerine ulaşmak hem de ilgili tarafların hedeflerine ulaşması için birbirleriyle etkileşime girmektedir (Timm & Lorig, 2015).

2. İnovasyon Tanımı ve Çeşitleri

İktisatçı Joseph Schumpeter, inovasyonu “kalkınmanın motoru” olarak tanımlayarak bu kavramı ilk kez ekonomi literatürüne kazandırmıştır. Schumpeter’in 1911 yılında kaleme aldığı eserinde, inovasyona ilişkin literatürdeki ilk tanıma rastlanmaktadır. Ona göre inovasyon, müşterilerin daha önce tanımadığı bir ürünün veya mevcut bir ürünün yeni bir özelliğinin pazara sunulması, farklı bir pazarın keşfedilmesi, tedarik için yeni kaynakların bulunması, üretim süreçlerinde yeni yöntemlerin hayata geçirilmesi ya da bir sektörün yeni bir organizasyon yapısıyla yeniden şekillendirilmesi olarak ifade edilmektedir.

Schumpeter, 1934 yılında inovasyonu; pratikte uygulanabilir, ticari olarak değerlendirilebilen ve toplum tarafından kabul gören yenilikçi buluşların geliştirilmesi süreci olarak tanımlamıştır. Schumpeter, ilk kez 1911 yılında yayımladığı ve 1934’te İngilizceye çevrilen eserinde, girişimcilerin yenilikçi yaklaşımlarıyla pazardaki dengeleri bozduğunu ve ekonomiye sürekli bir dinamizm kattığını savunmuştur. Ona göre inovasyon, şu beş temel unsurdan birini veya birkaçını kapsamaktadır (Schumpeter, 1934):

1. Yeni bir ürün ya da mevcut ürünün iyileştirilmiş bir versiyonunun geliştirilmesi,
2. Yeni bir pazarın keşfi ve açılması,
3. Üretim girdileri açısından yeni kaynakların bulunması,
4. Yeni üretim tekniklerinin uygulanması,
5. Sanayi yapısında yeni organizasyonel düzenlemeler yapılması.

İnovasyon, mevcut bir sistemi iyileştirmek veya yeni bir sistem yaratmak için yeni fikirler, ürünler veya yöntemler sunma süreci olarak tanımlanmaktadır. Toplumun değişen ihtiyaçlarını karşılayabilecek yeni çözümler geliştirmek için yaratıcılık ve problem çözme becerilerinin kullanılmasını içermektedir (Isaksen vd., 2011).

İnovasyon; ürün, hizmet, iş süreçleri, dağıtım ve pazarlama gibi birçok alanı kapsayan geniş bir kavramdır ve bu nedenle farklı türlere ayrılmaktadır (Toraman vd., 2009). Literatürde ürün inovasyonu, süreç inovasyonu, pazarlama inovasyonu ve örgütsel inovasyon olmak üzere dört temel inovasyon türünden söz edilmektedir (OECD, 2006).

2.1. Ürün İnovasyonu

Ürün inovasyonu, ürünlerin teknik özellikleri, kullanılan malzemeler, işlevsellik ve kullanıcıya sağlanan kolaylık gibi alanlarda önemli gelişmeler

sağlamayı ifade etmektedir (OECD, 2006). Ürün inovasyonu, tedarik edilen ürün veya hizmetin performans niteliklerinde geliştirme ve radikal değişiklik olarak tanımlanmaktadır (John, 1996). Kavram, inovasyon üzerine yapılan çoğu tartışmaya hakim olmuştur; çünkü müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak ve yeni pazarlara girmek için stratejik öneme sahiptir (Vaona & Pianta, 2008). Bu tür inovasyon, yeni bir ürün geliştirilmesini veya mevcut bir üründe değişiklik yapılarak pazara sunulmasını ifade etmektedir (Duru, 2014). Ürün inovasyonu, araştırma, tasarım, üretim ve pazarlama gibi farklı aşamaların birbirini tamamlayarak uyum içinde çalışması sonucu ortaya çıkmaktadır (Parthasarthy & Hammond, 2002). Örneğin dizüstü bilgisayarlarda kablosuz internet erişimi, cep telefonlarında görüntülü görüşme, enerji tasarruflu ampuller, otomobillerde ısıtmalı koltuklar, nano teknoloji ile üretilen boyalar ve internet bankacılığı gibi yenilikler, ürün inovasyonuna örnek olarak değerlendirilebilir (Kanber, 2010).

2.2. Pazarlama İnovasyonu

Günümüzün son derece rekabetçi dünyasında, pazarlar giderek daha küresel ve teknolojik olarak daha karmaşık hale gelirken müşteriler de daha talepkar hale gelmiştir (O'Cass & Sok, 2014). Bu durum, işletmelerin kendi sektörlerinde rekabet etmesini ve başarılı olmasını daha da zorlaştırmaktadır. Teknolojinin yükselişiyle birlikte işletmeler artık dünyanın dört bir yanındaki müşterilerle kolayca bağlantı kurabilmekte ve bu da rekabetin artmasını hızlandırmaktadır (Yovanof & Hazapis, 2008). Müşteriler her zamankinden daha fazla bilgiye erişebilmekte ve böylelikle satın aldıkları ürünler ve hizmetler hakkında daha bilgili ve seçici hale gelmektedir (Wang vd., 2000). Böyle bir rekabet ortamında başarılı olmak için, işletmelerin yaşanan değişikliklere uyum sağlamaları ve pazarlama ve müşteri hizmetlerine yönelik yaklaşımlarında daha yenilikçi olmaları gerekmektedir.

Pazarlama inovasyonu, mal veya hizmetlerin tanıtımı, değerlendirilmesi ve satışı noktasında yeni bir metodun tanıtılması veya malların tasarımında veya ambalajında farklılaşmaktır (Ungerma & Dėdková, 2019). İşletmeler, bu inovasyon türüyle müşteri tabanlarını genişletmeyi ve pazar paylarını artırmayı hedeflemektedir. Örneğin, mevcut bir içeceğin yeni şişe tasarımıyla sunulması, dilimlenmiş peynir çeşitleri, probiyotik yoğurtlar ve pastörize yumurtalar bu kategoriye dahil edilebilir (Duru, 2014). Pazarlama inovasyonları, firmaya pazarda daha karlı bir rekabet pozisyonu sağlayabildiğinden firma performansını olumlu yönde etkilemektedir ve pazarlama inovasyonunun getirdiği ekonomik verimlilik, ürün farklılaşmasına ve artan tüketime katkıda bulunarak sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamaktadır (John & Davies, 2000).

2.3. Süreç İnovasyonu

Süreç inovasyonu, yalnızca ekonomik kazanç sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel ve sosyal açıdan da olumlu etkiler üreten; işletmeler tarafından başarıyla hayata geçirilmiş yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş süreçler olarak tanımlanır (Calik & Badurdeen, 2016). Bu tür inovasyon, işletmelerin maliyetlerini azaltmayı, verimliliği artırmayı ve üretim kalitesini yükseltmeyi amaçlamaktadır. Bu inovasyon türü, ürün ve hizmetlerin daha yüksek kalitede, daha hızlı ve daha düşük maliyetle üretilmesini mümkün kılacak yeni yöntemlerin geliştirilmesini ifade etmektedir (Özdevecioğlu & Biçkes, 2011) Otomasyon sistemleri, taşınabilir tarayıcılarla ürün envanter kayıtlarının yapılması ve hastanelerde uzaktan görüntüleme teknolojileri süreç inovasyonuna örnekleri olarak görülmektedir (Soylu & Göl, 2010).

2.4.4. Örgütsel İnovasyon

Örgütsel inovasyon, kurumların yeni çalışma yöntemleri geliştirmesi veya mevcut yöntemleri yeniden yapılandırmasıdır (Elçi, 2007). Örgütsel inovasyon, yeni örgütler arası ilişkilerden kaynaklanan ve örgütsel hedefleri ilerletmeyi amaçlayan, hedef belirleme, çalışanları motive etme, faaliyetleri koordine etme ve karar alma ile ilişkili, firmaya özgü, firma için yeni yönetim faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır (Birkinshaw vd., 2008). Bu inovasyon türü, maliyetleri azaltmayı, verimliliği artırmayı ve çalışanların iş tatmini ile performansını yükseltmeyi hedeflemektedir. Diğer inovasyon türlerinden farklı olarak örgütsel inovasyon, yönetim tarafından alınan stratejik kararlarla uygulanan ve kurumda ilk kez hayata geçirilen organizasyonel yenilikleri içermektedir. Örneğin, farklı departmanlar arasında bilgi paylaşımını artırmak için çalışma ekiplerinin oluşturulması, araştırma kurumlarıyla iş birlikleri ve dış kaynak kullanımının teşvik edilmesi örgütsel inovasyona örnek olarak verilebilir.

3. Lojistikte İnovasyon

Tarih boyunca teknolojik ilerlemeler, üretim süreçleri, yöntemleri ve anlayışlarını etkileyerek lojistik faaliyetlerin de dönüşümüne katkı sağlamıştır (Şekkeli & Bakan, 2018). Lojistik, Türkiye’de turizm sektöründen sonra en yüksek büyüme potansiyeline sahip sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Erkan, 2014). 21. yüzyılda lojistik, iletişim teknolojileri ve genetik bilimleri ile birlikte büyüme potansiyeli en yüksek sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Gülenç & Karagöz, 2008). Dolayısıyla bu durum, lojistik sektörünün yeniliklere açık bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, sektörün ilerlemesi ve dönüşümünde inovasyonun kritik bir rol oynadığı görülmektedir.

Lojistik sektöründe hızlı bir değişim ve dönüşüm süreci yaşanmaktadır (Goldsby ve Zinn, 2016). Günümüzde lojistik alanında değişim zorunluluğu oldukça fazla görülmektedir (Zinn & Goldsby, 2019). Bu nedenle, hem talep hem de arzdaki değişimlere tepki vermek için çeviklik ve esnekliğe ihtiyaç duyulmaktadır (Gligor, 2018). Ancak değişim düzeyinin çeviklik ve esnekliğin ötesine, müşterilerin değere yönelik değişen beklentilerine ve iş ortamındaki diğer değişimlere uyum sağlamak için lojistikte daha radikal inovasyonlar gerekmektedir (Dai vd., 2015). Son dönemlerde bu tür inovasyon itici güçlerine örnek olarak tedarik zinciri güvenliği, RFID teknolojisi, blokchain, nesnelerin interneti, yapay zeka, sürücüsüz araçlar, çok kanallı dağıtım ve çevresel sürdürülebilirlik verilebilir (Melnik vd., 2013, Klumpp & Zijm, 2019).

Lojistik süreçlerin her biri teknolojik yeniliklerle birlikte yeniden yapılandırılmaktadır. Lojistik şirketlerinin sürdürülebilir büyüme, karlılık ve rekabet avantajı elde edebilmeleri için en önemli etken sadece şirketin genel prensibi değil aynı zamanda tüm çalışanların çözüm, iyileştirme ve yenilik odaklı olmasıdır. Dünyada hızla gelişen ve tüm hatlarına yerleştirebilmek için büyük yatırımlar yapan Endüstri 4.0, tüm bu hedeflere ulaşmada önemli bir etkidir. Endüstri 4.0 siber-fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti teknolojilerine dayanan dördüncü sanayi devrimidir. Endüstri 4.0'ın amacı, bu nesnelerin akıllı üretiminin birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurmasını sağlamak ve karar alma süreçlerini hızlandırmaktır.

Bakan ve Şekkeli (2015) çalışmalarında lojistik koordinasyon becerileri ile inovasyon kapasitesi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Gerçekleştirilen inovasyon uygulamaları, lojistik sektörüne sağladığı faydalarla bu etkinin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Hem işletmeler hem de ülkeler, rekabet avantajı elde etmek amacıyla lojistik faaliyetlerinde yenilikçi çözümler geliştirmektedir. Zamana karşı rekabet eden lojistik şirketleri, bu mücadelenin üstesinden gelmek ve başarı elde etmek için inovasyon yeteneklerini geliştirmek zorundadır (Burmaoğlu vd., 2015).

4. Lojistikte İnovasyonu Destekleyen Teknolojiler

4.1. Bulut Teknolojisi

Bulut teknolojisi, sayısız sensör, kamera, ekran, akıllı telefon ve diğer akıllı iletişim araçlarını bulut veri merkezleri aracılığıyla uçtan uca toplayan bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Georgakopoulos vd., 2016). Bulut bilişim; sınırsız depolama imkanı, maliyet tasarrufu, verileri yedekleme, bilgilere kolay erişim, hızlı dağıtım, ölçeklenebilir hizmetler ve yeni hizmetlerin

geliştirilmesi gibi oldukça fazla avantajlar sunmaktadır. İşletmeler bulut teknolojilerini kullanarak, lojistik uzmanlarına hızlı erişim sağlamak ve küresel pazarlara daha hızlı ve kolay ulaşabilmektedir.

4.2. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (IoT), gömülü cihazlar, sensör ağları ve iletişim protokolleri aracılığıyla cihazların birbiriyle bilgi alışverişi yapmasını, çevrelerini görmesini, duymasını, düşünmesini ve iletişim kurmasını mümkün kılarak geleneksel sistemleri akıllı sistemlere dönüştürmeyi sağlamaktadır (Aktaş vd., 2016). Nesnelerin interneti, fiziksel bileşenlerin internet destekli cihazlar ve sistemlerle entegrasyonunu gerçekleştirir. Bu teknoloji sayesinde lojistik yönetim aşamaları ve uygulamalar büyük ölçüde akıllı bir yapıya dönüşmüştür. Bununla birlikte, bilgi alışverişi ve iletişimin sağlanması, akıllı çağrılar, kimlik doğrulama, konum izleme, belirleme ve takibi gibi uygulamalar çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti, ürünler, depolar ve mağazalar gibi noktalarla işletmeler arasında daha güçlü bir bağlantı oluşturmuş ve bu sayede internet ile ağ teknolojileri kullanılarak depolama ve taşımacılık gibi tedarik zinciri süreçlerinde kayda değer bir potansiyel ortaya çıkarmıştır (Bayuk & Öz, 2017). Lojistik sektörü, tedarik zinciri kalite kontrolünü izleyen sıcaklık ve nem sensörlerinden bir paketin müdahale ettiğini tespit edebilen nesnelerin interneti teknolojileriyle test etmeye kadar çeşitli şekillerde bu teknolojiyi kullanmaktadır. Doğru nesnelerin interneti çözümlerinin varlığıyla şirketler, cihazlarını merkezi bir bulut platformuna bağlayabilmekte, kritik verileri paylaşabilmekte ve operasyonlarında gerçek zamanlı ileriye dönük vizyon elde edebilmektedir.

4.3. Blockchain

Blokchain, aynı anda birden fazla bilgisayarda tutulan dağıtılmış bir veritabanıdır (Swan, 2015). Blokchain sistemine eklenen her yeni kayıta, işlemin tarihi ve saati kayıt altına alınır. Eklenen yeni bilgiler, dijital bağlantılarla önceki kayıtlara bağlanarak bir zincir oluşturur ve böylece blokzincir yapısı meydana gelir. Sisteme eklenen tüm yeni kayıtlar özel bir şifreleme yöntemiyle korunur. Sadece belirli bir şifreleme anahtarına sahip yetkili kullanıcılar zincire yeni bir kayıt ekleme yetkisine sahiptir. Şifreleme bilgileri güvenli bir şekilde saklandığı sürece, yetkisiz kişiler bu kayıtlara müdahale edemez. Ağdaki her bilgisayardaki blockchain kayıtlarının bir kopyası, kriptografi adı verilen matematiksel yöntemlerle güncellenir. Özellikle yerleşik blockchain platformlarıyla, lojistik şirketleri ve belirli alanlarda iş yapan müşteriler blockchain teknolojisine dayalı akıllı sözleşmeler yapmakta ve yük sevkiyatı sırasında ticari işlemleri

otomatikleştirmektedir. Akıllı konteynerlar gibi dijital ürünler ve entegrasyon hizmetlerinin desteğiyle, nakliye maliyetlerinin düşürülmesi, kağıt süreçlerinden kaynaklanan verimsizliklerin ortadan kaldırılması ve konteyner taşımacılığında izlenebilirliğin artırılması hedeflenmektedir. Blockchain sistemi özellikle lojistik sürecinin en önemli bileşenleri olan tedarik zinciri operasyonlarında kullanılmaktadır. Bu uygulamada; insan hatası ve uygulamalarından kaynaklanan zaman kaybını en aza indirmek için şirket, akıllı sözleşmeler, yük ve sevkiyat yapma sürecinde ticari ve idari işlemleri otomatikleştirmektedir.

4.4. Büyük Veri

Büyük veri, geleneksel veri işleme araçları tarafından analiz edilemeyecek ve yönetilemeyecek kadar büyük veri kümeleridir. Büyük veri, giderek artan hacimlere ve daha fazla çeşitliliğe sahip, her zamankinden daha hızlı işleyen verilerdir. Büyük veri; çeşitlilik, hız, hacim, doğrulama ve değer olmak üzere beş bileşenden meydana gelmektedir (Akkaya, 2019). Büyük veri, geleneksel programların depolama, yönetim ve işleme kapasitesini aşan veri kümelerini tanımlamak için kullanılan bir kavramdır.

Büyük verinin devasa boyutları ve bu verilerden faydalanmak için gereken analizlerin karmaşıklığı, bu verileri yönetmek amacıyla yeni nesil teknolojilerin ve araçların geliştirilmesine neden olmuştur. Aslında, büyük veri genel olarak hem yönetilen verinin türünü hem de bu veriyi depolamak ve işlemek için kullanılan teknolojiyi tanımlamaktadır. Google, X Amazon, Facebook ve LinkedIn gibi şirketler, büyük sosyal medya verilerini yönetmek için bu teknolojileri kullanmaktadır. Bu şirketler, düşük maliyetli donanım ve açık kaynaklı yazılımlara büyük ilgi göstermektedir (Cackett, 2013). Lojistik sektörü son zamanlarda büyük verileri daha iyi ve daha verimli kullanmak için kendini konumlandırmaya başlamıştır. Lojistikteki büyük veri, operasyonel verimlilikte (rota optimizasyonu, adres doğrulaması, vardiya planlaması, gerçek zamanlı analiz), risk planlamasında ve müşteri deneyiminde kullanılmaktadır.

Sonuç

Lojistik sektörü, teknolojik yeniliklerin etkisiyle dinamik ve hızlı bir evrim süreci içerisine girmiş; geleneksel uygulamalardan dijital tabanlı çözümlere doğru önemli bir dönüşüm yaşamıştır. Dijital dönüşüm çağında ortaya çıkan Lojistik 4.0 kavramı, işletmelerin süreçlerini yalınlaştırıp optimize ederek maliyet tasarrufu ve verimlilik sağlarken aynı zamanda çevre dostu ve sürdürülebilir bir yapının da temelini oluşturmuştur.

Büyük veri, blockchain, nesnelerin interneti ve yapay zeka gibi yenilikçi teknolojiler, sektörün altyapısına entegre edilerek tedarik zincirlerinin şeffaflığını ve izlenebilirliğini artırmış; operasyonel süreçlerde hız, güvenlik ve esneklik sağlamıştır. Bu değişimler hem müşteri memnuniyetini hem de rekabet avantajını artırmada kritik bir rol oynamıştır.

Ancak lojistikte inovasyonun sadece teknolojik yeniliklerle sınırlı olmadığını, aynı zamanda stratejik bir bakış açısı gerektirdiğini de vurgulamak gerekir. Özellikle Türkiye gibi lojistik açıdan stratejik bir konuma sahip olan ülkelerde, lojistik sınırlarını genişletecek ve rekabetçi avantajı arttıracak yenilikçi çözümlerin benimsenmesi önem arz etmektedir.

Geleceğe yönelik olarak, lojistikte inovasyonun devam eden etkisiyle sektörün daha da entegre, akıllı ve çevik bir yapıya evrileceği açıktır. Lojistik işletmelerinin bu dönüşüm sürecinde yenilikçi teknolojilere yatırım yapması, insan kaynaklarını geliştirmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik çözümler sunması, sektörün geleceğini şekillendiren temel faktörler olacaktır.

Kaynakça

- Akkaya, M. (2019). Financial Innovation: Theories, Models, and Future. In Handbook of Research on Managerial Thinking in Global Business Economics, *IGI Global*, 115-139.
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1). 37-54.
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia manufacturing*, 13, 1245-1252.
- Bayuk, M. N., & Öz, A. (2017). Nesnelerin İnterneti ve İşletmelerin Pazarlama Faaliyetlerine Etkileri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 43, 41-58.
- Belu, N. (2021). Logistics 3.0: Automation in the logistics sector. *Logistics & Transport*, 13(4), 389-400.
- Burmaoğlu, S. (2012). Ulusal inovasyon göstergeleri ile ulusal lojistik performans arasındaki ilişki: AB ülkeleri üzerine bir araştırma. *Ege Akademik Bakış*, 12(2), 193-208.
- Cackett, D. (2013). *Information Management and Big Data A Reference Architecture*. Oracle: Redwood City, CA, USA.
- Çiçekli, S., (2017). Sanayi 4.0'ın Lojistik Sektörüne Etkileri. *Kalkınmada Anahtar Verimlilik*, (352), 1-4.
- Dai, J., Cantor, D. E., & Montabon, F. L. (2015). How environmental management competitive pressure affects a focal firm's environmental innovation activities: A green supply chain perspective. *Journal of Business Logistics*, 36(3), 242-259.
- Duru, A. U. (2014). *Sağlık tesislerindeki yöneticilerin inovasyon algısı: Düzce örneği* (Yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Elçi, Ş. (2007). İnovasyon: Kalkınmanın ve Rekabetin Anahtarı. İnomer Rekabet ve Kalkınma.
- Erkan, B. (2014). Türkiye'de lojistik sektörü ve rekabet gücü. *Assam Uluslararası Hakemli Dergi*, 1(1), 44-65.
- Galindo, L. D. (2016). *The challenges of logistics 4.0 for the supply chain management and the information technology* (Master's thesis, NTNU).
- Georgakopoulos, D., Jayaraman, P. P., Fazia, M., Villari, M., & Ranjan, R. (2016). Internet of Things and edge cloud computing roadmap for manufacturing. *IEEE Cloud Computing*, 3(4), 66-73.
- Gligor, D. (2018). Performance implications of the fit between suppliers' flexibility and their customers' expected flexibility: A dyadic examination. *Journal of Operations Management*, 58, 73-85.

- Goldsby, T. J., & Zinn, W. (2016). Technology innovation and new business models: Can logistics and supply chain research accelerate the evolution? *Journal of Business Logistics*, 37(2), 80–81.
- Görçün, Ö. F. (2018). Lojistikte teknoloji kullanımı ve robotik sistemler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(24), 351–368.
- Gülenç, İ. F., & Karagöz, B. (2008). e-lojistik ve Türkiye’de e-lojistik uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 73-91.
- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2011). *Creative approaches to problem solving: A framework for innovation and change*. Sage Publications.
- Issaoui, N., Ben Hassen, T., & Boudhar, A. (2019). Human-machine interaction in Industry 4.0: The smart logistics case. *Procedia Manufacturing*, 39, 266-273.
- Johne, A. (1996). Succeeding at product development involves more than avoiding failure. *European Management Journal*, 14(2), 176-180.
- Johne, A., & Davies, R. (2000). Innovation in medium-sized insurance companies: how marketing adds value. *International Journal of Bank Marketing*, 18(1), 6-14.
- Kanber, S. (2010). *İmalat sanayinde inovasyon: Sanayi kuruluşlarında inovasyon aktivitelerinin inovasyon performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Keskin, H. (2011). *Lojistik yönetimi*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Klumpp, M., & Zijm, H. (2019). Logistics innovation and social sustainability: How to prevent an artificial divide in human–computer interaction. *Journal of Business Logistics*, 40(3), 265–278.
- Melnyk, S. A., Ritchie, W. J., & Calantone, R. J. (2013). The case of the C-TPAT border security initiative: Assessing the adoption/persistence decisions when dealing with a novel, institutionally driven administrative innovation. *Journal of Business Logistics*, 34(4), 289–300.
- O’Cass, A., & Sok, P. (2014). The role of intellectual resources, product innovation capability, reputational resources and marketing capability combinations in firm growth. *International Small Business Journal*, 32(8), 996-1018.
- OECD. (2006). *Bilimsel ve teknolojik faaliyetlerin ölçümü: Oslo Kılavuzu*. TÜBİTAK. http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/kilavuzlar/Oslo_3_TR.pdf (Erişim: 05.12.2024).
- Oleśków-Szłapka, J., & Stachowiak, A. (2019). The framework of Logistics 4.0 maturity model. *Sustainability*, 11(13), 3774.

- Özdevecioğlu, M., & Biçkes, M. (2012). Örgütsel Öğrenme ve İnovasyon İlişkisi: Büyük Ölçekli İşletmelerde Bir Araştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (39), 19-45.
- Parthasarathy, R., & Hammond, J. (2002). Product innovation input and outcome: moderating effects of the innovation process. *Journal of engineering and technology management*, 19(1), 75-91.
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Transaction Publishers.
- Soylu, A., & Göl, M. Ö. (2010). Yönetim inovasyonu. *Sosyoekonomi*, 11(11).
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media, Inc.
- Şekkeli, Z. H., & Bakan, G. (2018). Endüstri 4.0'ın Temel Bileşenleri. *Journal of Industrial Engineering*, 29(1), 19-25.
- Timm, H., & Lorig, F. (2015). Logistics 4.0 - A challenge for simulation. *Simulation in Logistics Journal*, 7(3), 112-130.
- Toraman, C., Abdioğlu, H., & İlgüden, B. (2009). İşletmelerde inovasyon sürecinde entelektüel sermaye ve yönetim muhasebesi kapsamında değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 91-120.
- Ungerma, O., & Dědková, J. (2019). Marketing innovations in Industry 4.0 and their impacts on current enterprises. *Applied Sciences*, 9(18), 3685.
- Vaona, A., & Pianta, M. (2008). Firm size and innovation in European manufacturing. *Small Business Economics*, 30, 283-299.
- Wang, F., Head, M., & Archer, N. (2000). A relationship-building model for the Web retail marketplace. *Internet Research*, 10(5), 374-384.
- Yovanof, G. S., & Hazapis, G. N. (2008). Disruptive technologies, services, or business models?. *Wireless Personal Communications*, 45, 569-583.
- Zinn, W., Goldsby, T. J., & Cooper, M. C. (2018). Researching the opportunities and challenges for women in supply chain. *Journal of Business Logistics*, 39(2), 84-86.