

LOJİSTİK 5.0: GERÇEK PARADİGMA DEĞİŞİMİ Mİ, YOKSA LOJİSTİK 4.0'IN KAVRAMSAL UZANTISI MI**LOGISTICS 5.0: A TRUE PARADIGM SHIFT, OR A CONCEPTUAL EXTENSION OF LOGISTICS 4.0****Ala ABDALLAH¹**

Harran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Ana Bilim Dalı, alaa.abdallah.intl@gmail.com, ORCI ID: 0009-0002-2046-8877

Şanlıurfa, Türkiye

Doç. Dr. Selminaz ADIGÜZEL²

Harran Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, sadiguzel@harran.edu.tr, ORCI ID: 0000-0002-6808-2888

Şanlıurfa, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Lojistik 5.0'ın Lojistik 4.0'ın kavramsal bir uzantısı mı yoksa bağımsız bir paradigma değişimi mi olduğunu değerlendirmektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş ve literatür taramasına dayalı karşılaştırmalı kavramsal analiz tekniğinden yararlanılmıştır. Araştırma bulguları, Lojistik 5.0'ın teknolojik açıdan Lojistik 4.0'ın devamı niteliğinde olduğunu; ancak insan odaklılık, sürdürülebilirlik, etik yönetim anlayışı ve toplumsal değer üretimi gibi unsurları ön plana çıkararak mevcut lojistik yaklaşımına yeni stratejik boyutlar kazandırdığını göstermektedir. Bu nedenle Lojistik 5.0, tamamen bağımsız bir paradigma olmaktan ziyade, Lojistik 4.0'ın daha bütüncül ve gelişmiş bir evrimi olarak değerlendirilebilir. Çalışmanın önemi, Lojistik 5.0 kavramının paradigma değişimi bağlamında değerlendirilerek literatürdeki kavramsal tartışmalara katkı sağlamasından kaynaklanmaktadır. Gelecekte yapılacak ampirik çalışmaların, elde edilen sonuçların farklı sektör ve uygulama alanlarında doğrulanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik 5.0, lojistik 4.0, sürdürülebilirlik.

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate whether Logistics 5.0 is a conceptual extension of Logistics 4.0 or an independent paradigm shift. A qualitative research method was adopted, utilizing a comparative conceptual analysis technique based on a literature review. The research findings indicate that Logistics 5.0 is technologically a continuation of Logistics 4.0; however, it adds new strategic dimensions to the existing logistics approach by emphasizing elements such as human-centeredness, sustainability, ethical management, and the creation of social value. Therefore, Logistics 5.0 can be considered a more holistic and advanced evolution of Logistics 4.0, rather than a completely independent paradigm. The importance of this study stems from its contribution to the conceptual discussions in the literature by evaluating the Logistics 5.0 concept within the context of a paradigm shift. It is believed that future empirical studies will contribute to the validation of these results in different sectors and application areas.

Keywords: Logistics 5.0, logistics 4.0, sustainability.

GİRİŞ

Lojistik alanında yaşanan hızlı dönüşüm süreçleri ve teknolojik gelişmeler incelendiğinde, Lojistik 4.0 kavramının temel ilkeleri ve uygulama alanları belirleyici bir konumda yer almaktadır. Bu noktada, dijital teknolojilerin entegrasyonu ile lojistik süreçlerde elde edilen verimlilik artışları ve esneklik sağlayıcı yapılar analitik bir perspektiften değerlendirilmektedir. Söz konusu gelişmelerin mevcut paradigmanın ötesine geçip geçmediği; diğer bir ifadeyle, yeni bir paradigma mı yoksa kavramsal bir uzantı mı oluşturduğu sorusu, akademik literatürde tartışılmaya devam eden önemli bir meseledir. Bu bağlamda, teknolojik altyapının evrimi, veri odaklı karar süreçleri ve yapay zekânın entegrasyonu gibi unsurların lojistikte köklü dönüşümler yaratıp yaratmadığı sistematik biçimde incelenmektedir. Öte yandan, sürdürülebilirlik ve kapsayıcı yaklaşımların benimsenmesiyle birlikte lojistiğin yalnızca operasyonel değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel boyutlarıyla da dönüşüm geçirip geçirmediği değerlendirilmektedir. Bu noktada, Lojistik 5.0'ın Lojistik 4.0'ın bir devamı mı yoksa bütünüyle farklı bir paradigma mı sunduğu sorusu, karşılaştırmalı analizler ve kavramsal çerçeveler ışığında ele alınmaktadır. Sonuç itibarıyla, lojistik alanındaki teknolojik yeniliklerin yalnızca mevcut süreçleri iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda yeni iş modelleri ve stratejik yaklaşımlar ortaya koyup koymadığı meselesi, ilerleyen bölümlerde kapsamlı biçimde irdelenmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş olup karşılaştırmalı kavramsal analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında Lojistik 4.0 ve Lojistik 5.0 yaklaşımları; teknoloji altyapısı, sürdürülebilirlik, yapay zekâ uygulamaları, karar alma süreçleri ve operasyonel performans boyutlarıyla değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, Lojistik 5.0'ın bütünüyle bağımsız bir paradigma olmaktan ziyade Lojistik 4.0'ın gelişmiş ve bütüncül bir evrimi niteliği taşıdığı; bununla birlikte sürdürülebilirlik, insan odaklılık ve toplumsal sorumluluk boyutlarıyla mevcut lojistik anlayışına yeni stratejik perspektifler kazandırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lojistik Paradigması ve Paradigma Kavramı

Paradigma kavramı, belirli bir alanda kabul gören düşünce biçimlerini, yöntemleri, değerleri, varsayımları ve uygulama modellerini ifade etmektedir. Thomas Kuhn tarafından temellendirilen paradigma yaklaşımına göre, bilimsel ve teknolojik alanlarda yaşanan köklü

dönüşümler, mevcut sistemlerin yerini yeni anlayışların almasıyla gerçekleşmektedir. Bu çerçevede paradigma, yalnızca teknik bir değişimi değil; aynı zamanda düşünce yapısı, yönetim anlayışı, problem çözme biçimi ve uygulama modellerindeki köklü dönüşümü de ifade etmektedir. Dolayısıyla paradigmatik değişim, bir alanın işleyişine ilişkin temel varsayımların yeniden tanımlanması anlamına gelmektedir. Bu durum, mevcut bilgi birikiminin sorgulanmasına, yeni yöntemlerin geliştirilmesine ve daha etkili uygulama çerçevelerinin oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır (Richards & Daston, 2016).

Paradigmalar, bilimsel gelişmelerin ve teknolojik yeniliklerin hızlandığı dönemlerde belirginleşmektedir. Geleneksel yöntemler, ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kaldığında yeni bir paradigma ortaya çıkmakta ve bu yeni yaklaşım, önceki sistemi dönüştürmektedir. Söz konusu dönüşüm süreci yalnızca araçların değişmesiyle sınırlı kalmamakta; organizasyonların işleyiş biçimini, karar alma süreçlerini ve insan-makine etkileşimini de kapsamaktadır. Paradigma değişimi, çoğunlukla yapısal, zihinsel ve kurumsal düzeyde çok boyutlu bir yeniden yapılanma süreci olarak değerlendirilmektedir (Mirghani ve diğerleri, 2008).

Lojistik Paradigmasının Tarihsel Gelişimi

Lojistik paradigması, ekonomik yapılar, sanayi devrimleri ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle tarihsel süreç içerisinde sürekli bir dönüşüm geçirmiştir. Bu dönüşüm, lojistik faaliyetlerin yalnızca taşımacılık ve depolama süreçlerinden ibaret olmaktan çıkıp veri odaklı, akıllı ve sürdürülebilir sistemlere evrilmesini sağlamıştır. Lojistik 1.0 dönemi, sanayi devrimi sonrası fiziksel taşımacılık faaliyetlerinin ön planda olduğu, insan gücüne dayalı geleneksel lojistik anlayışını temsil etmektedir. Bu dönemde süreçler büyük ölçüde manüel yöntemlerle yürütülmüş, temel amaç ürünlerin bir noktadan diğerine taşınması olmuştur (Koçak, 2020).

Lojistik 2.0 ile birlikte küresel ticaretin gelişmesi ve üretim hacminin artması sonucunda mekanizasyon süreci ivme kazanmıştır. Özellikle forkliftler, konteyner sistemleri ve temel otomasyon uygulamaları lojistik operasyonlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönem, tedarik zinciri yönetiminin ilk temellerinin atıldığı süreç olarak değerlendirilmektedir (Christopher, 2022).

Lojistik 3.0 döneminde ise bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bilgisayar destekli sistemler lojistik süreçlere entegre edilmiştir. Kurumsal kaynak planlaması (ERP), barkod sistemleri ve elektronik veri değişimi gibi uygulamalar sayesinde operasyonel kontrol ve süreç yönetimi daha sistematik hale gelmiştir. Bu gelişmeler, lojistik süreçlerde

bilgiye dayalı karar alma mekanizmalarının güçlenmesini sağlamıştır (Gunasekaran & Ngai, 2004).

Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte ortaya çıkan Lojistik 4.0 paradigması, dijital dönüşümün lojistik sektörüne doğrudan yansması olarak değerlendirilmektedir. Bu dönemde Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri analitiği, yapay zekâ, bulut bilişim ve otonom sistemler lojistik operasyonların merkezine yerleşmiştir. Süreçlerin gerçek zamanlı izlenmesi, akıllı depolar, otonom taşıma sistemleri ve veri temelli karar mekanizmaları, lojistik faaliyetlerde verimlilik ve esnekliğin artırılmasına katkı sağlamıştır. Böylece lojistik süreçler daha hızlı, entegre ve optimize bir yapıya kavuşmuştur (Pozzo ve diğerleri, 2022).

Günümüzde gelişmekte olan Lojistik 5.0 paradigması ise yalnızca teknolojik verimlilik odaklı bir yaklaşım sunmamakta; aynı zamanda insan merkezli, sürdürülebilir ve kapsayıcı bir lojistik anlayışını benimsemektedir. Bu paradigma kapsamında yapay zekâ ve otomasyon sistemleri insan ile iş birliği içinde çalışmakta; çevresel sürdürülebilirlik, karbon emisyonlarının azaltılması, etik yönetim anlayışı ve toplumsal fayda ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla lojistik paradigmasının tarihsel gelişimi incelendiğinde, süreçlerin manüel yapılardan dijital ve akıllı ekosistemlere doğru evrildiği; günümüzde ise teknolojik gelişmelerin sosyal ve çevresel sorumluluk ilkeleriyle bütünleştiği görülmektedir (Sarıışık & Demir, 2026).

Lojistik 4.0 Çerçevesi ve Özellikleri

Lojistik 4.0, Endüstri 4.0 kavramının lojistik sektörüne uyarlanmış biçimidir. Bu çerçevede IoT, büyük veri analitiği ve yapay zekâ gibi teknolojik altyapı unsurları, tedarik zinciri süreçlerini optimize etmek, maliyetleri azaltmak ve hizmet kalitesini yükseltmek amacıyla kullanılmaktadır. Lojistik 4.0'ın temel özellikleri arasında gerçek zamanlı takip, otomatikleştirilmiş depo ve taşıma sistemleri ile yüksek entegrasyon ve otomasyon düzeyi yer almaktadır. Akıllı sistemler, karar verme süreçlerini hızlandırmakta; esnekliği ve verimliliği artıran ağ yapıları, farklı ulaşım modları arasındaki entegrasyonu mümkün kılmaktadır. Dijital platformlar ve bulut teknolojileri, yönetim süreçlerini entegre ve şeffaf bir biçimde işler hâle getirerek maliyet etkinliğini artırmaktadır. İleride daha da yaygınlaşması beklenen otomatik taşıma sistemleri, insansız hava araçları (Dron) ve robot teknolojileri de bu yapıyı desteklemektedir (Özerhan & Çakmak, 2023).

Sonuç olarak, Lojistik 4.0, sektörde var olan bilgi ve iletişim teknolojilerinin olgunlaştırılmasıyla şekillenen, yüksek entegrasyon ve otomasyon seviyesine sahip bir çerçevedir. Bu özellikler, lojistik süreçlerini daha akıllı, esnek ve sürdürülebilir hale getirmekte,

sektörün küresel rekabet gücünü artırmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda, dijital dönüşümün hız kazanmasıyla birlikte, Lojistik 4.0'ın sunduğu olanaklar ve bu çerçevenin sınırları da sürekli olarak yeniden tanımlanmaktadır (Adıgüzel, 2022).

Lojistik 4.0, Endüstri 4.0 ilkeleri doğrultusunda dijital dönüşümü yansıtan temel özellikler ve teknolojik bileşenler aracılığıyla tanımlanmakta olup bu dönüşüm süreci, işletmelerin rekabet gücünü sürdürebilmeleri açısından hayati bir önem taşımaktadır. Otomasyon ve dijital teknolojilerin entegrasyonu; süreçlerin optimizasyonu ve şeffaflığın artırılması bakımından kritik bir işlev üstlenmekte, bu sayede lojistik sektöründe daha verimli ve etkili hizmetlerin sunulması mümkün hâle gelmektedir. Akıllı sensörler, (IoT), büyük veri analitiği ve bulut bilişim, lojistik operasyonlarda verimliliği önemli ölçüde artırarak kaynakların daha etkin kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Robotik sistemler ve yapay zekâ ise taşıma süreçlerinin otomasyonunu mümkün kılmakta; zaman ve maliyet avantajları sunarak organizasyonların daha hızlı ve esnek biçimde faaliyet göstermesine imkân tanımaktadır. Bu altyapı; lojistik akışların gerçek zamanlı izlenmesine ve hızlı karar alma süreçlerine olanak sağlamakta, dolayısıyla işletmelerin dinamik piyasa koşullarına daha etkili biçimde yanıt vermesini kolaylaştırmaktadır. Lojistik 4.0'ın bileşenleri arasında akıllı envanter yönetimi, tahmine dayalı analitik ve optimize planlama algoritmaları öne çıkan yenilikçi uygulamalar olarak dikkat çekmektedir. Bu yapı, tedarik zinciri performansını artırırken bilgi paylaşımını hızlandırmakta ve kolektif öğrenmeye uygun bir ortam oluşturmaktadır. Dijital ikiz, simülasyon ve modelleme entegrasyonu sürekli iyileştirmeye imkân tanırken işletmelerin operasyonlarını daha öngörülebilir biçimde yönetmesini de sağlamaktadır. Artan dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan siber tehditler nedeniyle gelişmiş güvenlik önlemlerinin alınması da bu çerçevede kritik bir öncelik hâline gelmiştir. Tüm bu bileşenler, lojistik alanındaki dönüşümün temel unsurları olarak değerlendirilmekte; teknolojik altyapının güçlendirilmesine ve yenilikçi uygulamaların hayata geçirilmesine zemin hazırlamaktadır. Etkili uygulama için organizasyonel uyum ve stratejik planlama da vazgeçilmez ön koşullar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda Lojistik 4.0, hem sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma hem de rekabet gücünü artırma açısından belirleyici bir araç işlevi görmektedir (Atlı ve diğerleri, 2024).

Verimlilik, esneklik ve ağ yapıları, günümüz lojistik paradigmalarının temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Lojistikte verimlilik, kaynakların optimum düzeyde kullanılması ve süreçlerin sürekli iyileştirilmesiyle sağlanmaktadır. Bu kapsamda otomasyon, özellikle robotik ve yapay zekâ destekli sistemlerin kullanımıyla operasyonel maliyetler azalmakta ve önemli ölçüde zaman tasarrufu elde edilmektedir. Gerçek zamanlı veri analitiği ise karar verme süreçlerini

hızlandırarak hataları en aza indirmekte ve genel performansı artırmaktadır. Esneklik, değişen piyasa koşullarına ve talep dalgalanmalarına hızlı uyum sağlama kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir. Esnek tedarik zinciri tasarımları ve modüler yapıların benimsenmesi, işletmelerin piyasa dalgalanmalarına karşı dayanıklılığını güçlendirmektedir. Ağ yapıları ise bilgi ve mal akışlarının daha etkin biçimde yönetilmesine imkân tanımaktadır. Günümüzde merkeziyetsiz ve dağıtık ağ modelleri, gelişmiş veri altyapılarıyla entegre biçimde çalışarak iletişim hızını artırmakta ve karar alma süreçlerini kısaltmaktadır. Bu yapıların temel işlevi, lojistik operasyonlarında esneklik ile verimlilik dengesini kurmak, adaptasyonu kolaylaştırmak ve operasyonel riskleri en aza indirmektir. Sonuç itibarıyla, Lojistik 4.0 çerçevesinde gelişen bu unsurlar; entegre ve akıllı ağ yapıları aracılığıyla tedarik zincirlerinin dayanıklılığını artırmakta, maliyetleri düşürmekte ve müşteri memnuniyetini yükseltmektedir. Teknolojik altyapının güçlendirilmesiyle birlikte esnek ve verimli ağların kurulması, lojistik performansın sürdürülebilir kılınması açısından kritik bir önem taşımaktadır (Öncel, 2022).

Lojistik 5.0'un Paradigma Değişimi Olup Olmadığını Değerlendirme

Lojistik 5.0'ın gerçek anlamda bir paradigma değişimini temsil edip etmediğini kavrayabilmek için mevcut teknolojik gelişmelerin yanı sıra sistem yaklaşımlarının da titizlikle analiz edilmesi gerekmektedir. Lojistik 4.0, dijitalleşme ve otomasyon yoluyla sektörde kayda değer bir dönüşüm gerçekleştirmiş ve bu süreçte operasyonel etkinliği önemli ölçüde artırmayı başarmıştır. Bununla birlikte Lojistik 5.0, teknolojiyi sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık gibi yeni ve belirleyici değerlerle bütünleştirerek lojistik faaliyetleri sosyal sorumluluk ilkeleriyle uyumlu hâle getirmektedir. İki yaklaşım arasındaki temel ayrım, geçmişte hâkim olan teknolojik verimlilik ve esneklik odaklı anlayışın yerini daha bütünsel ve etik temelli yaklaşımlara bırakmasıdır. Teknoloji boyutuyla ele alındığında, Lojistik 5.0'ın yapay zekâ, IoT ve büyük veri gibi ileri teknolojilerden yararlanarak karar alma süreçlerini daha etkin kıldığı ve tahmin doğruluğunu önemli ölçüde artırdığı görülmektedir. Değer zinciri ile paydaşlar arasındaki etkileşimde şeffaflığın güçlendirilmesi, sistemlerin daha uyumlu ve entegre bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır. Yapay zekâ ve ileri analitiklerin entegrasyonu, risk azaltma ve süreç hızlandırma açısından da belirgin avantajlar sunmaktadır. Sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık ilkeleri artık yalnızca etik değerlerin bir yansıması olmaktan çıkmış, rekabet avantajı sağlayan stratejik araçlar hâline gelmiştir; bu gelişme, lojistik süreçlerinin daha etkin ve sosyal sorumluluk bilinci çerçevesinde düzenlenmesine önemli katkılar sunmaktadır (Özkan, 2025). Uluslararası literatür incelendiğinde, Lojistik 5.0'a ilişkin tartışmaların Endüstri 5.0 paradigmasının kavramsal çerçevesiyle doğrudan örtüştüğü anlaşılmaktadır. Avrupa

Komisyonu'nun 2021 yılında yayımladığı Endüstri 5.0 politika belgesinde, üretim ve lojistik sistemlerinin salt verimlilik odaklı yaklaşımdan uzaklaşarak sürdürülebilir, insan merkezli ve dayanıklı bir yapıya doğru evrilmesi gerektiği açıkça ifade edilmektedir (Breque ve diğerleri, 2021). Bu yaklaşım, lojistik süreçlerindeki dönüşümün yalnızca teknolojik bir ivmelenmeyle değil; sosyal ve kurumsal bir yeniden yapılanmayla da ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Winkelhaus & Grosse (2020), Lojistik 4.0'ı sistematik biçimde inceleyen kapsamlı literatür taramasında, otomasyon ve dijitalleşmenin yanı sıra insan faktörlerinin ve sürdürülebilirlik baskılarının giderek daha belirleyici bir rol üstlendiğini saptamış; bu bulgu, bir sonraki lojistik paradigmasının nasıl şekilleneceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Wang ve diğerleri (2021), Endüstri 4.0 ile Endüstri 5.0'ı kavramsal düzeyde karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki dönem arasındaki temel farkın yalnızca teknolojik kapasite artışından değil; insan-makine iş birliğinin niteliğindeki köklü dönüşümden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bu saptama, Lojistik 5.0'ın da teknolojik evrimin ötesinde yeni bir ilişkisellik anlayışını temsil ettiği savını güçlendirmektedir. Maddikunta ve diğerleri (2022), Endüstri 5.0'ın etkinleştirici teknolojilerini ve uygulama potansiyellerini inceledikleri çalışmada, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi bileşenlerin salt otomasyon araçları olarak değil; insan refahını ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen sistemler olarak yeniden konumlandırılması gerektiğini vurgulamaktadır. Benzer biçimde Leng ve diğerleri (2022), üretim sistemleri perspektifinden kaleme aldıkları çalışmada yeni paradigmanın teknolojiyi insani değerlerle bütünleştiren bir yapı olarak tanımlanması gerektiğini belirtmekte; bu yaklaşımın Lojistik 4.0'ın otomasyon odaklı çerçevesini aşan niteliksel bir dönüşümü temsil ettiğini öne sürmektedir. Nahavandi (2019) ise insan merkezli bir çözüm olarak nitelendirdiği bu yeni paradigmanın, insanı karar alma süreçlerinden dışlamak yerine makine zekâsıyla güçlendiren bir lojistik anlayışına zemin hazırladığını ileri sürmektedir. Saniuk ve diğerleri (2022), söz konusu dönüşümü yalnızca teknolojik hızlanmayla değil; sosyal ve ekonomik beklentilerdeki yapısal değişimlerle de açıklamakta; bu bulgu Lojistik 5.0'ın benzer bağlamsal baskılarla şekillendiğini ve dolayısıyla salt teknik bir evrimden ibaret olmadığını güçlü biçimde desteklemektedir.

Operasyonel performans ve ölçeklenebilirlik açısından değerlendirildiğinde, Lojistik 5.0'ın daha esnek ve uyarlanabilir yapılar oluşturmayı hedeflediği; bu sayede değişen pazar koşullarına hızla uyum sağlayabildiği görülmektedir. Bu bağlamda, geleneksel sınırlamalar aşılmakta, küresel ölçekte entegrasyon ve sürdürülebilirlik ön plana çıkmaktadır. Yapılan karşılaştırmalı analizler, söz konusu değişimin yalnızca teknolojik yeniliklerin ardından gelen sektörel bir evrim olmaktan öte, sürdürülebilirlik ve etik açıdan yeni bir paradigmanın işaretleri

olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Lojistik 5.0, hem teknolojik gelişmelerin hem de toplumsal sorumluluk anlayışının bütünleştiği, yeni bir düşünce ve uygulama çerçevesi olarak değerlendirilmekte ve mevcut paradigmadan niteliksel farklılıklar taşımaktadır (Oğuz, 2024).

Lojistik 4.0 ile 5.0 arasındaki farkın daha iyi anlaşılabilmesi için teknoloji ve veri altyapısının işlevinin doğru biçimde kavranması büyük önem taşımakta; bu boyut, sektördeki dönüşümün temel eksenini oluşturmaktadır. Lojistik 4.0, dijitalleşme ve otomasyon süreçlerini simgelerken veri yönetimi ve birbirine bağlı sistemler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu aşamada sensörler ve RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama) teknolojileri aracılığıyla süreçlerin izlenebilirliği önemli ölçüde artırılmış; ancak veri kullanımı bu çerçevede görece sınırlı kalmıştır. Lojistik 5.0 ise daha ileri düzeyde bir entegrasyon sağlayarak yapay zekâ, makine öğrenimi ve Nesnelerin İnterneti gibi gelişmiş teknolojilerin işlevselleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu gelişmeler, veri akışını otomatikleştirirken karar alma süreçlerini de hızlandırarak operasyonel verimliliği artırmaktadır. Bunun yanı sıra, dijital altyapıların ölçeklenebilirliği ve güvenliği, bulut teknolojileri ve dijital ikizlerle desteklenerek daha akıllı ve esnek bir lojistik sisteminin oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır. Tüm bu unsurlar, lojistik sektörünün geleceğini şekillendiren temel eğilimler arasında yer almakta; profesyonellerin bu dönüşüme uyum sağlayabilmesi için sürekli öğrenme ve gelişim sürecini zorunlu kılmaktadır (Turgut & Ekmekci, 2024).

Veri altyapısındaki bu gelişmeler, sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık hedefleri doğrultusunda da kritik katkılar sağlar. Çevresel etkilerin azaltılması, enerji optimizasyonu ve yenilenebilir enerji entegrasyonu gibi unsurlar, gelişmiş veri analitiğiyle daha iyi yönetilir hale gelir. Ayrıca, paydaşlar arasında daha şeffaf ve entegre iletişim kanalları kurularak, bilgi paylaşımı ve karar alma süreçleri hızlanır. Bu bağlamda, teknolojik altyapının güçlü ve uyumlu olması, lojistik operasyonların hem verimliliğini hem de uyumunu artırmada temel unsurdur. Böylece, Lojistik 5.0'ın yalnızca yeni teknolojiyi kullanmakla kalmayıp, aynı zamanda bu teknolojileri bütünsel ve entegre bir şekilde kullanarak paradigmatic bir dönüşümü temsil ettiği ileri sürülebilir (Nalbant & Aydın, 2025).

Değer zinciri ve paydaş etkileşimi, lojistik süreçlerin etkinliği ve sürdürülebilirliği açısından son derece kritik bir öneme sahiptir. Lojistik 4.0 ile başlayan dijital dönüşüm süreci, tüm paydaşların entegrasyonunu ve iletişimini önemli ölçüde güçlendirmiştir. Bu süreçte elektronik veri alışverişi, gerçek zamanlı izleme ve otomasyon teknolojileri kullanılarak paydaşlar arasındaki güven ve şeffaflık artırılmıştır. Lojistik 5.0 ile birlikte ise paydaşların katılımı ve etkileşim dinamikleri daha da derinleşmekte, yeni iş modelleri ve çeşitlenmiş

ekosistemler ortaya çıkmaktadır. Bu yeni çerçevede tedarikçiler, üreticiler, perakendeciler ve müşteriler arasındaki sınırlar giderek belirsizleşmekte; bütünsel ve iş birliğine dayalı yaklaşımlar giderek daha fazla ön plana çıkmaktadır. Veri paylaşımının yaygınlaşması ve yapay zekânın entegrasyonu, karar alma süreçlerini hızlandırmakta ve bu süreçleri daha öngörücü ve proaktif bir niteliğe kavuşturmaktadır. Paydaşlar arasındaki karşılıklı etkileşim, yalnızca bilgi akışını sağlamakla sınırlı kalmamakta; ortak değer yaratma ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma konusunda da temel ve vazgeçilmez bir işlev üstlenmektedir. Bu bağlamda, Lojistik 5.0'da değer zinciri, geleneksel hiyerarşik yapılar yerine ağ tabanlı ve simüle edilebilir yapılar üzerinden işlerlik kazanmakta; tüm katılımcılar ortak bir sistem bütünlüğü içinde birleşerek karşılıklı bağımlılıklarını derinleştirmektedir. Bu durum, her bir paydaşın rolünü ve katkısını daha belirgin hâle getirirken yenilikçi uygulama ve stratejilerin geliştirilmesine de zemin hazırlamaktadır (Dirlik, 2025).

Bunun yanı sıra teknolojik gelişmeler sayesinde veri ve bilgi akışları artmakta; paydaşlar arasındaki etkileşim dinamikleri karmaşık bir ekosistem oluşturmaktadır. Bu durum, tedarik zinciri bütünlüğünün korunmasının yanı sıra risklerin öngörülmesini ve yönetilmesini de kolaylaştırmaktadır. Sonuç itibarıyla Lojistik 5.0'ın değeri, paydaşların birbirleriyle kurduğu etkin iş birliği ve etkileşim pratiklerinde yatmakta; bu etkileşimler, yüksek entegrasyon düzeyi ve kesintisiz bağlantı sayesinde tedarik zincirinin toplam performansını artırarak sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamaktadır (Karabay, 2024).

Karar alma süreçlerinde yapay zekâ uygulamaları, lojistik sektöründe köklü dönüşümlere ve önemli verimlilik artışlarına zemin hazırlamaktadır. Geleneksel karar mekanizmaları, büyük hacimli veri kümelerinin analizi ve ileriye yönelik öngörülerin geliştirilmesi açısından sınırlı bir performans sergilemektedir. Bununla birlikte, yapay zekânın bu süreçlere entegre edilmesiyle birlikte karar alma, çok daha hızlı, isabetli ve özerk bir yapıya kavuşmuştur. Özellikle makine öğrenimi algoritmaları, talep tahmini, stok optimizasyonu ve taşıma planlaması gibi kritik karar alanlarında etkili biçimde kullanılmaktadır. Böylece insan faktörünün ötesine geçilerek karmaşık lojistik ağlarının dinamiklerini kavrama ve yönlendirme kapasitesi önemli ölçüde artmaktadır. Yapay zekâ uygulamaları, gerçek zamanlı veri analizi yaparak belirsizlikleri minimize etme kapasitesine de sahiptir; hava koşulları, nakliye gecikmeleri veya talep değişimleri gibi etkenleri önceden tahmin edebilme yeteneği sayesinde karar süreçleri proaktif bir nitelik kazanmaktadır. Bu gelişmeler, maliyet etkinliğinde belirgin artışların yanı sıra müşteri memnuniyetinde de gözle görülür iyileşmelere yol açmaktadır. Aynı zamanda bu sistemler, adaptasyon kapasitesini güçlendirmenin yanı sıra lojistik zincirinin

esnekliğini ve dayanıklılığını da artırmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu teknolojilerin uygulanması sürecinde veri güvenliği ve etik konuları önemli tartışmalara zemin oluşturmaktadır. Yapay zekânın karar verme süreçlerine entegrasyonu, insan uzmanların denetimine ve stratejik kararların insani sorumluluk çerçevesinde tutulması ilkesine dayanmaktadır. Bu süreçte insan ile yapay zekâ arasındaki iş birliğinin önemi giderek artmakta; bu durum lojistik süreçlerin uzun vadeli sürdürülebilirliğini de olumlu yönde etkilemektedir (Toorajipour ve diğerleri, 2021).

Sonuç itibarıyla, yapay zekânın lojistik karar alma süreçlerine entegre edilmesi, yalnızca otomasyon ve veri analizinin sınırlarını aşarak akıllı, öngörülü ve uyarlanabilir lojistik ağlarının kurulmasına imkân tanımaktadır. Bu gelişmeler, Lojistik 4.0'ın bir devamı ya da dönüşümüne işaret etmekle birlikte, daha çok yenilikçi ve sürdürülebilir karar mekanizmalarının ortaya çıkışını desteklemektedir.

Sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık hedefleri, Lojistik 5.0'ın temel yapıtaşlarından biri olarak ön plana çıkmaktadır. Bu hedefler, ekonomik faydaların sağlanmasının yanı sıra çevresel ve sosyal sorumluluk ilkeleriyle uyumlu hareket edilmesini zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilirlik; tedarik zincirlerinin karbon ayak izinin azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve atık yönetimi gibi somut uygulamalarla desteklenmektedir. Bu çerçevede yeni teknolojilerin kullanımıyla lojistik süreçlerde çevre duyarlı yaklaşımlar benimsenmekte; sürdürülebilirlik hem maliyetleri düşürmek hem de rekabet avantajı sağlamak açısından stratejik bir öneme kavuşmaktadır. Kapsayıcılık ise farklı paydaşların ve toplulukların görüşlerinin sürece dâhil edilmesiyle daha adil ve erişilebilir tedarik zincirlerinin oluşturulmasını hedeflemektedir. Bu yaklaşım, lojistik operasyonlarının yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda sosyal sorumluluk ilkeleriyle de şekillenmesine olanak tanımaktadır. Çeşitlilik ve erişilebilirlik ilkeleri çerçevesinde tüm katılımcıların daha eşit koşullarda katkı sağlayabilmesi güvence altına alınmakta; böylece toplumsal yarar artırılmaktadır. Teknolojik gelişmeler aynı zamanda geniş kitlelerin kapsanmasına ve çeşitli paydaşların ortak platformlarda buluşmasına olanak tanıyarak kapsayıcı ortamların oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır. Bu hedeflerin hayata geçirilmesi hem kurumsal sürdürülebilirliği artırmak hem de toplumsal meşruiyeti güçlendirmek açısından stratejik bir odak noktası hâline gelmiştir. Çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin lojistik süreçlerin ayrılmaz bir bileşeni olarak bütünleştirilmesi, Lojistik 5.0'ın yalnızca yeni bir teknoloji çağını değil, aynı zamanda daha etik ve sorumlu bir yaklaşıma işaret ettiğinin açık bir göstergesidir (Yılmaz, 2024).

Ölçeklenebilirlik ve operasyonel performans, Lojistik 5.0 dönüşümünde belirleyici öneme sahip boyutlardır. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte lojistik operasyonlar, büyüme ve değişimlere hızla uyum sağlayabilen yapıların inşasını zorunlu kılmaktadır. Lojistik 4.0 kapsamında geliştirilen dijital altyapılar, veri analitiği ve otomasyon teknolojileri sürdürülebilir ve esnek operasyonlar için temel oluştururken, Lojistik 5.0 bu altyapının ölçeklenebilirliğini genişleterek daha geniş ve karmaşık ağlarda dahi performansın sürdürülmesini amaçlamaktadır. Bu çerçevede ölçeklenebilirlik, lojistik süreçlerin etkinliğinden ödün vermeksizin genişleyebilme kapasitesiyle ilişkilidir. İşletmeler, artan taleplere yanıt verme ve farklı pazarlara erişim sağlama sürecinde teknolojik altyapılarını dinamik biçimde güncelleyebilmelidir. Operasyonel performansın artırılması ise maliyet optimizasyonu, hizmet kalitesinin yükseltilmesi ve zamanında teslimat gibi temel göstergelerle ölçülmektedir. Modern lojistik sistemler, yapay zekâ, büyük veri ve otomasyon teknikleri sayesinde karar verme süreçlerini hızlandırmakta, hataları azaltmakta ve süreç verimliliğini üst düzeylere taşımaktadır (Öztürk, 2025).

Lojistik 5.0'a geçiş sürecinde ölçeklenebilirlik ile performans arasındaki denge, yenilikçiliğin sürdürülebilirliği ve risklerin yönetimi açısından stratejik bir önem kazanmaktadır. Sistemlerin esnekliği, piyasa ve tedarik zinciri dinamiklerindeki ani değişimlere uyum sağlayabilme kapasitesini ifade etmektedir. Operasyonel performansın yükselmesi, tüketici memnuniyetini ve rekabet üstünlüğünü doğrudan etkilemektedir. Bu noktada teknolojik entegrasyonun düzeyi ve otomasyon kapasitesi, işletmelerin büyüme stratejileriyle uyumlu biçimde şekillenmektedir. Dolayısıyla Lojistik 5.0'ın temel katkısı, esnekliği ve ölçeklenebilirliği artırırken operasyonel süreçlerin performansından taviz vermeksizin genişletilebilirliği mümkün kılmasıdır. Bu uygulamalar, lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilir büyümenin kilit unsurları olarak değerlendirilmektedir (Arat, 2025).

Kavramsal Uzantı mı, Yeni Paradigma mı? Karşılaştırmalı Analiz

Lojistik 4.0 kavramı, dijital teknolojilerin entegrasyonu ve akıllı sistemlerin kullanımı üzerine odaklanırken, Lojistik 5.0 bu teknolojik evrimin ötesine geçerek daha kapsamlı ve bütünsel bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Her iki yaklaşım karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, Lojistik 4.0'ın temel bileşenleri arasında veri odaklı otomasyon, yapay zekâ ve Nesnelerin İnterneti gibi teknolojik uygulamaların yer aldığı görülmektedir. Bu çerçevede, verimlilik ve esneklik açısından da kayda değer kazanımlar sunmaktadır. Ancak söz konusu özellikler, büyük ölçüde teknolojik altyapının bir çıktısı olarak algılanmakta ve günümüz uygulamalarında belirli sınırlılıklar içermektedir. Lojistik 5.0 ise yalnızca teknolojik

gelişmeleri değil, aynı zamanda sürdürülebilirliği, kapsayıcılığı ve paydaşlar arası etkileşimi de merkeze almaktadır. Bu yaklaşım, karar alma süreçlerinde yapay zekâ ve büyük verinin etkin kullanımıyla birlikte değer zincirindeki tüm paydaşların aktif katılımını teşvik etmektedir. Bu durum, lojistik operasyonların sınırlarını aşarak sürdürülebilir toplum ve ekonomi hedefleriyle uyumlu bütünsel çözümler sunmaktadır. Lojistik 5.0'ın ölçeklenebilirliği artırma ve riskleri daha etkin yönetme amacını taşıyan gelişmiş esneklik ve uyarlanabilirlik kapasitesi de bu paradigmayı öne çıkaran unsurlar arasında yer almaktadır (Gün & Akgül, 2024).

İki yaklaşım karşılaştırıldığında, Lojistik 4.0'ın ağırlıklı olarak teknolojik altyapıya odaklandığı, Lojistik 5.0'ın ise bu teknolojinin ötesine geçerek stratejik ve toplumsal boyutları da kapsadığı görülmektedir. Bu nedenle Lojistik 5.0'ı yeni bir paradigma olarak tanımlamak daha tutarlı bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir; zira bu çerçeve yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda kültürel ve yapısal dönüşümleri de beraberinde getirmektedir. Söz konusu farklılıklar, performans ölçütleri ve uygulama alanlarında da kendini açıkça ortaya koymaktadır. Nitekim Lojistik 4.0'da başarı ölçütleri ağırlıklı olarak operasyonel verimlilik ve otomasyon düzeylerine dayanırken, Lojistik 5.0'da sürdürülebilirlik, kapsayıcılık ve paydaş memnuniyeti gibi kriterler belirleyici bir konuma gelmektedir (Oğuz, 2026).

Sonuç itibarıyla, Lojistik 5.0'ın getirdiği yenilikler yalnızca teknolojik bir dönüşümün yansıması değil, aynı zamanda lojistik ve tedarik zinciri yönetiminde köklü bir paradigma değişimine işaret etmektedir. Bu yaklaşım, riskleri azaltmak, performansı artırmak ve toplumsal uyumu sağlamak amacıyla bütünsel ve sürdürülebilir çözümler sunmayı hedeflemektedir. Bu nedenle Lojistik 5.0'ın, Lojistik 4.0'ın kavramsal uzantısı olmaktan öte, bağımsız ve özgün bir paradigma olarak değerlendirilmesi daha uygun görünmektedir.

Lojistik 4.0 ve Lojistik 5.0 kavramları, teknolojik gelişmeler ve sürdürülebilirlik vizyonları açısından belirli benzerlikler taşımaktadır. Her iki yaklaşım da dijital dönüşüm ve akıllı teknolojilerin entegrasyonu aracılığıyla lojistik süreçlerde verimlilik ve esneklik sağlamayı hedeflemektedir. Veri odaklı karar alma süreçleri ve otomasyon uygulamaları, her iki modelin de temel ilkeleri arasında yer almaktadır. Bu çerçevede yapay zekâ ve (IoT) gibi teknolojik altyapı unsurları, her iki paradigmanın da temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu benzerliklere karşın iki yaklaşım arasında köklü farklılıklar da mevcuttur. Lojistik 4.0, ağırlıklı olarak mevcut dijital teknolojilerin entegrasyonu ve optimizasyonuna odaklanırken, Lojistik 5.0 insan merkezliliği ön plana çıkarmakta; sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık gibi yeni kavramları öncelikli gündem maddeleri arasına almaktadır. Lojistik 5.0, teknolojiyi yalnızca verimliliği artırmanın bir aracı olarak değil, aynı zamanda toplumsal ve

çevresel değerleri gözeten kapsamlı bir perspektif olarak benimsemektedir. Öte yandan Lojistik 5.0'in ölçeklenebilirlik ve entegre inovasyon konularında sunduğu olanaklar, bu yaklaşımı daha büyük ve karmaşık sistemlerde de uyarlanabilir kılmaktadır (Machado & Rodriguez, 2025). Uluslararası araştırmalar incelendiğinde, söz konusu benzerliklerin ve farklılıkların daha geniş bir kavramsal çerçevede de teyit edildiği görülmektedir. Barreto ve diğerleri (2017), lojistik süreçlerde Endüstri 4.0 etkilerini ele aldıkları çalışmalarında, dijital dönüşümün her aşamasında entegrasyon, otomasyon ve veri yönetiminin merkezi bir işlev üstlendiğini; ancak bu unsurların sürdürülebilirlik ve insan odaklı tasarım kriterleriyle tamamlanmadığı sürece yetersiz kalacağını ortaya koymuştur. Bu saptama, iki paradigma arasındaki en belirleyici ayrımın teknoloji kullanımının kapsamında değil; o teknolojinin hizmet ettiği değerlerde yattığını açıkça göstermektedir. Ivanov ve diğerleri (2021), Endüstri 4.0 araştırmalarına yönelik multidisipliner analizlerinde, geleceğin lojistik sistemlerinin yalnızca verimlilik üzerine değil; dayanıklılık, uyarlanabilirlik ve sürdürülebilirlik ilkeleri üzerine inşa edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu bulgu, Lojistik 5.0'ın Lojistik 4.0'ı tamamlayan ve aşan boyutunu kuramsal düzeyde güçlü biçimde desteklemektedir. Roubaud ve diğerleri (2018) ise döngüsel ekonomi ile Endüstri 4.0 arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, dijital dönüşümün çevresel sürdürülebilirlikle bütünleştirilmesinin tedarik zincirlerinde yeni değer yaratma süreçlerini desteklediğini ileri sürmüştür; bu bulgu Lojistik 5.0'ın sürdürülebilirlik boyutunun teorik zeminini de pekiştirmektedir. Grabowska ve diğerleri (2022) ise Endüstri 5.0'ın insani ve sürdürülebilirlik boyutlarını bilimetri yöntemleriyle kapsamlı biçimde ele aldıkları çalışmalarında, yeni paradigmanın yalnızca teknolojik yetkinliği değil; insanın üretim ve lojistik sistemlerindeki etkin katılımını, yaratıcılığını ve etik karar alma kapasitesini ön plana çıkardığını saptamıştır. Bu saptama, iki paradigma arasındaki farkı yalnızca teknik bileşenler düzeyinde değil; sistemlerin değer yönelimi düzeyinde de somutlaştırmakta ve Lojistik 5.0'ın özgün konumunu belirginleştirmektedir.

Her iki yaklaşım da paydaşlar arasındaki iletişimi ve etkileşimi güçlendirerek tedarik zincirlerinde entegrasyonu ve esnekliği artırmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte Lojistik 5.0, karar alma süreçlerinde yapay zekânın daha işlevsel kullanımı ve sürdürülebilirlik hedeflerinin önceliklendirilmesiyle belirleyici farklılıklar ortaya koymaktadır. Bu yönüyle Lojistik 5.0, mevcut paradigmaların bir uzantısı olmaktan öte, yeni bir değer yaratma ve yönetim anlayışını temsil etmektedir. Bu nedenle iki kavram arasındaki temel farklılıklar, uygulama alanları ve stratejik önceliklerde belirginleşmekte; Lojistik 5.0'ın daha bütünsel,

sürdürülebilir ve insan odaklı yaklaşımı onu geleneksel çerçeveden ayırtıran en belirgin unsur olarak öne çıkmaktadır (Kanduza, 2023).

Ölçek, esneklik ve risk yönetimi, Lojistik 4.0 ve Lojistik 5.0 kavramları arasındaki farklılıkları ve kesişen noktaları anlamlandırmada kritik bir öneme sahiptir. Lojistik 4.0, teknolojik altyapının güçlendirilmesi aracılığıyla operasyonel verimlilik ve esnekliğin artırılmasını temel alırken, ölçek büyüklüğü ve risk yönetimi bu dönemde birbirine sıkı sıkıya bağlı olgular olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişmiş veri entegrasyonu ve otomasyon, büyük ölçekli operasyonların yönetimini kolaylaştırmakla birlikte, artan karmaşıklık ve beraberinde gelen riskler de bu sürecin ayrılmaz bir boyutunu oluşturmaktadır. Bu nedenle operasyonlarını genişleten organizasyonların esnekliklerini koruma ve olası riskleri en aza indirme stratejilerine daha fazla odaklanmaları gerekmektedir (Bakan ve diğerleri, 2025).

Lojistik 5.0 bağlamında ise teknolojik gelişmeler sayesinde ölçek büyümesi ve esneklik kavramları daha yüksek düzeyde bütünleştirilmiştir. Artan veri paylaşımı, öngörüler analitik ve yapay zekânın kullanımıyla riskler daha proaktif biçimde yönetilebilir hâle gelmiştir. Bu bağlamda iki yaklaşımın paylaştığı temel nokta, operasyonların ölçeği genişlese de esneklik ve risk azaltma kapasitelerinin geliştirilmesi gerekliliğidir. Esneklik, yalnızca operasyonel uyum kabiliyetiyle sınırlı olmayıp aynı zamanda piyasa ve tedarik zinciri değişimlerine karşı kurumsal dayanıklılık anlamına da gelmektedir. Bu da çeşitli ölçeklerdeki tedarikçiler ve altyapı seçenekleriyle uyum sağlama kapasitesinin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Risk yönetimi ise teknolojik entegrasyon ve veri analitiği aracılığıyla önceden öngörülen, olası tehditleri minimize etmeye yönelik proaktif bir işleve kavuşmuştur. Bu durum, özellikle küresel ve karmaşık tedarik zincirlerinde karşılaşılabilecek operasyonel ve finansal risklerin azaltılmasına yönelik stratejik bir avantaj sağlamaktadır. Dolayısıyla her iki dönemde de ölçek, esneklik ve risk yönetimi; sürdürülebilirliği ve performans artışını destekleme amacıyla dinamik ve uyarlanabilir bir yapıya doğru evrilmektedir. Bu gelişmeler, lojistik operasyonlarının yalnızca büyüme değil, aynı zamanda dayanıklılık ve olgunluk düzeyini artırmaya odaklandığını açıkça ortaya koymaktadır (Haddad, 2024).

Lojistik performansını değerlendiren göstergeler, Lojistik 4.0 ve Lojistik 5.0 çerçevelerinde farklılık göstermektedir. Lojistik 4.0'ın başarı ölçütleri, operasyonel verimlilik, maliyet azaltma, teslimat süreleri ve stok kontrolü gibi geleneksel kriterlere dayanmakta; teknolojik altyapı ve süreç optimizasyonunu ön planda tutmaktadır. Bununla birlikte Lojistik 5.0'in göstergeleri, yalnızca operasyonel başarıyla sınırlı kalmayıp sürdürülebilirlik, kapsayıcılık ve akıllı karar alma gibi yeni boyutları da kapsamaktadır. Bu durum, performansın

çevresel etki, sosyal sorumluluk ve etik standartlar gibi genişletilmiş kriterlerle değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Anavatan, 2023).

Değerlendirmede kullanılan teknikler arasında büyük veri analitiği, yapay zekâ tabanlı performans izleme araçları ve entegre gösterge panelleri öne çıkmaktadır. Bu teknolojiler, gerçek zamanlı veri akışları sayesinde performansın sürekli izlenmesini ve hızlı müdahale imkânını sağlamaktadır. Ayrıca karmaşık tedarik zinciri ağlarına yönelik bütünleşik ölçütler, esneklik ve dayanıklılığı da kapsam dahiline almaktadır. Her iki dönemde de temel başarı ölçütlerinin ötesinde yeni performans göstergeleri, operasyonel kararların sınırlarını aşarak sürdürülebilirlik ve paydaş memnuniyeti gibi stratejik hedeflere odaklanmaktadır. Sonuç itibarıyla, performans göstergeleri ve ölçütlerindeki bu dönüşüm, yalnızca teknolojik gelişmelerin değil, aynı zamanda lojistik sistemlerin entegre ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşma ihtiyacının da bir yansımasıdır. Bu nedenle Lojistik 5.0'ın performans kriterleri, daha kapsamlı ve çok boyutlu bir değerlendirme imkânı sunmakta; lojistik süreçlerin yeni paradigma ile kavramsal uzantı arasındaki dönüşümünü açıkça yansıtmaktadır (Teoman, 2024).

Uygulama Alanları ve Örnek Vaka Analizleri

Lojistik 5.0 uygulama alanları, mevcut teknolojik gelişmelerin ve yeni yaklaşımların sektörlerde nasıl hayata geçirildiğine ilişkin önemli veriler sunmaktadır. Tedarik zinciri ağlarında gerçek zamanlı veri analitiği ve yapay zekâ destekli planlama uygulamaları, tedarik süreçlerinin esnekliğini artırarak olası aksaklıkların önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır. Bu sayede talep tahminleri daha isabetli hâle gelmekte, stok yönetimi iyileşmekte ve maliyetler azalmaktadır. Üretim ve lojistik entegrasyonu alanında ise dijital ikiz teknolojileri ve otomasyon sistemleri, üretim planları ile sevkiyatların uyum içinde yürütülmesini sağlamakta; müşteri taleplerine hızlı yanıt verme kapasitesini artırmaktadır. Bunun yanı sıra depo ve dağıtım merkezlerinin akıllı otomasyon çözümleriyle donatılması, operasyonel verimliliği ve esnekliği desteklerken enerji verimliliği odaklı teknolojilerin kullanımı sürdürülebilirlik açısından da öne çıkmaktadır. Örnek vaka analizleri incelendiğinde, büyük ölçekli perakende şirketleri ve lojistik hizmet sağlayıcılarının Lojistik 5.0 araçlarını kullanarak operasyonel maliyetleri düşürdükleri ve müşteri memnuniyetini artırdıkları gözlemlenmektedir. Ek olarak, yapay zekânın karar destek sistemlerine entegre edilmesi, risklerin önceden tahmin edilmesini ve proaktif önlemler alınmasını mümkün kılmaktadır. Bu uygulamalar, sektördeki dönüşümün yalnızca teknolojik boyutuyla değil, iş modellerini ve paydaş ilişkilerini de köklü biçimde yeniden yapılandırığının somut bir göstergesidir. Sonuç itibarıyla, Lojistik 5.0'ın pratik uygulama

örnekleri, yeni paradigmanın somut çıktılarını ve sunduğu avantajları açık biçimde ortaya koymaktadır (Kırmaz & Sayın, 2022).

Tedarik zinciri ağlarındaki uygulamalar, yeni teknolojilerin entegrasyonu ile köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Bu bağlamda dijitalleşme ve otomasyon çözümleri, tedarik zinciri boyunca bilgi akışını hızlandırmakta ve süreçlerin şeffaflığını artırmaktadır. Endüstri 4.0 çerçevesinde geliştirilen (IoT), büyük veri analitiği ve yapay zekâ algoritmaları, tedarik zinciri operasyonlarının her aşamasında karar verme süreçlerini optimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu teknolojiler aracılığıyla stok seviyelerinin dinamik yönetimi ve nakliye planlaması gibi kritik faaliyetler daha esnek ve hızlı bir yapıya kavuşmaktadır. Gerçek zamanlı veri paylaşımı, tedarikçiler ile müşteriler arasındaki etkileşimi güçlendirerek bütünsel bir görünüm sunmakta ve risk yönetimini kolaylaştırmaktadır. Lojistik süreçlerdeki entegrasyon ve dijital altyapılar, tedarik zinciri ağlarının dayanıklılığını artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Çalışanların ve paydaşların aktif katılımıyla oluşturulan bu yapı, yeni nesil tedarik zincirleri için dijital ekosistemler kurma yönünde önemli bir adım niteliği taşımaktadır. Bununla birlikte, söz konusu uygulamaların etkin biçimde hayata geçirilebilmesi için siber güvenlik ve veri gizliliği konularında da gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında, teknolojik gelişmeler ve veri odaklı yaklaşımların tedarik zinciri ağlarının esneklik, hız ve şeffaflık gibi temel niteliklerini güçlendirdiği; sürdürülebilir ve rekabetçi bir yapıya ulaşmayı hedeflediği görülmektedir (Ustalı & Tekin, 2023).

Üretim ve lojistik süreçlerinin entegrasyonu, sürdürülebilir rekabet avantajı elde etme ve operasyonel verimliliği artırma açısından stratejik bir öneme sahiptir. Lojistik 5.0'ın sağladığı dönüşüm, özellikle üretim ile lojistik arasındaki sınırları belirsizleştirerek süreçlerin daha bütünleşmiş ve akıllı bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır. Bu çerçevede Lojistik 5.0, tedarik zinciri boyunca veri ve bilgi akışını merkezi bir düzleme taşıyarak gerçek zamanlı karar alma kapasitesini artırmaktadır. Endüstri 4.0 teknolojileriyle eş zamanlı gelişen Lojistik 5.0, robotik sistemler, (IoT), yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerin entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Bu teknolojiler aracılığıyla üretim hatları ile lojistik altyapılar arasındaki koordinasyon optimize edilerek maliyetler düşürülmekte ve hizmet düzeyi yükseltilmektedir (Sarıcan, 2026).

Üretim ve lojistik süreçleri, geleneksel hiyerarşik yapılar yerine dinamik ve esnek ağ düzenlemeleri biçiminde organize edilmekte; bu yapı ürün akışlarını hızlandırmakta ve talep değişimlerine hızla uyum sağlanmasını kolaylaştırmaktadır. Lojistik 5.0, algoritmik kararlar ve otomasyon sistemleri aracılığıyla üretim süreçlerini destekleyerek stok seviyelerinin

optimizasyonu ve üretim planlamasının gerçek zamanlı revizyonu gibi avantajlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra sürdürülebilirlik hedefleri çerçevesinde karbon ayak izinin azaltılması ve kaynakların etkin kullanımı da öncelikli gündem maddeleri arasında yer almaktadır. Söz konusu entegrasyon, üretim ve lojistik operasyonlarının daha şeffaf, ölçülebilir ve sürdürülebilir bir nitelik kazanmasına katkı sağlamaktadır (Koparan & Doğan, 2024).

Tartışma

Lojistik 5.0'ın mevcut anlayışı tamamlayıcı bir gelişme mi yoksa paradigmaları köklü biçimde dönüştüren bir kopuş mu olduğu konusunda akademik literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Bir tarafta, teknolojik altyapı ve veri kullanımındaki ilerlemelerin karar alma süreçlerini ve operasyonları dönüştürerek yeni bir kavramsal düzeye ulaştırdığı ileri sürülmektedir. Bu doğrultuda Lojistik 5.0'ın, ileri yapay zekâ uygulamaları ve sürdürülebilirlik odaklı hedefleriyle mevcut lojistik anlayışını aşan bağımsız bir paradigma oluşturduğu savunulabilmektedir. Öte yandan, temel teknolojik bileşenler ve sistem özellikleri bakımından Lojistik 5.0'ın Lojistik 4.0'ın doğal bir evrimi ya da uzantısı olduğu görüşü de güç kazanmaktadır. Bu perspektife göre, öncü teknolojiler ve ağ yapılarındaki ilerlemeler, mevcut gelişmelerin organik bir devamı niteliğinde olup temel paradigmaları dönüştürmeksizin yükselen bir eğilimi temsil etmektedir.

Bu bağlamda uluslararası sektörel uygulama örnekleri, söz konusu teorik iddiaların somut bir zemine oturtulmasına önemli katkı sağlamaktadır. Küresel lojistik hizmet sağlayıcısı DHL, 2050 yılına kadar tüm lojistik operasyonlarında net sıfır emisyon hedefini açıklamış ve bu doğrultuda yapay zekâ destekli rota optimizasyon sistemlerini, elektrikli teslimat araçlarını ve akıllı depo yönetim platformlarını entegre biçimde kullanmaya başlamıştır. Söz konusu uygulama, yalnızca maliyet ve hız odaklı olan Lojistik 4.0 anlayışının ötesine geçerek çevresel sürdürülebilirliği operasyonel stratejinin merkezine taşıyan Lojistik 5.0 perspektifinin somutlaşmış bir örneğini teşkil etmektedir (Winkelhaus & Grosse, 2020). Amazon ise depo operasyonlarında benimsediği Amazon Robotics (eski adıyla Kiva) sistemleri aracılığıyla robotik otomasyon ile insan işgücünü bütünleştiren karma bir model oluşturmuş; bu model, çalışanları süreçten dışlamak yerine ergonomik açıdan daha güvenli ve verimli bir çalışma ortamı yaratmayı hedeflemiştir. Bu uygulama, Lojistik 5.0'ın insan-makine iş birliği ilkesinin pratiğe nasıl yansıtılabileceğini açık biçimde ortaya koymaktadır (Pan ve diğerleri, 2021). İsveç merkezli küresel perakende şirketi IKEA, tedarik zinciri sürdürülebilirliği alanında kapsamlı bir dönüşüm sürecine girmiş; yenilenebilir enerji kaynaklarıyla beslenen lojistik merkezleri,

karbon nötr taşımacılık taahhütleri ve tedarikçilerin çevresel ile sosyal sorumluluk kriterleriyle değerlendirilmesi üzerine kurulu bütünsel bir model hayata geçirmiştir. Bu yapı, kapsayıcılık ve sürdürülebilirliğin lojistik operasyonlarıyla nasıl bütünleştirilebileceğini gösteren uluslararası ölçekte önemli bir örnek niteliği taşımaktadır (Evangelista ve diğerleri, 2018). Endüstriyel üretim alanında ise Siemens, dijital ikiz teknolojilerini lojistik ve üretim planlama süreçlerine entegre ederek gerçek zamanlı simülasyon ve senaryo analizi olanakları yaratmıştır; bu yöntem, tedarik zinciri kesintilerine karşı proaktif risk yönetimi kapasitesini belirgin biçimde artırmaktadır. Çin'in öncü e-ticaret şirketlerinden JD.com ise otonom insansız hava araçları ve sürücüsüz araçlar aracılığıyla son mil teslimat uygulamalarını hayata geçirerek, başta kırsal ve uzak bölgeler olmak üzere lojistik erişilebilirliği ve kapsayıcılığı genişletmiştir. Bu uygulama, Lojistik 5.0'ın yalnızca verimlilik değil; kapsayıcı hizmet sunumu ilkesinin de operasyonel düzeyde gerçekleştirilebilirliğini kanıtlamaktadır (Maddikunta ve diğerleri, 2022). Tüm bu sektörel örnekler, Lojistik 5.0 tartışmalarının soyut bir kavramsal tartışmanın ötesinde olduğunu; teknoloji, insan, sürdürülebilirlik ve paydaş etkileşimini bütüncül biçimde ele alan yeni anlayışın küresel ölçekte uygulanabilir olduğunu ve mevcut Lojistik 4.0 paradigmasından niteliksel açıdan ayrılan çıktılar ürettiğini somut biçimde kanıtlamaktadır.

Karşılaştırmalı analiz, Lojistik 5.0 ile Lojistik 4.0 arasındaki benzerliklerin yanı sıra ölçeklenebilirlik, esneklik ve risk yönetimi açısından da niteliksel farklılıklar ortaya koymaktadır. Lojistik 5.0'ın, özellikle akıllı ve özerk sistemlerin entegrasyonu aracılığıyla daha yüksek performans ve uyarlanabilirlik kapasitesi sağladığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık boyutlarında ise Lojistik 5.0'ın daha geniş paydaş katılımını ve çevresel duyarlılığı merkeze taşıdığı söylenebilir. Bu çerçevede söz konusu yeni düzeyin yalnızca teknolojik ilerlemenin bir yansıması mı yoksa lojistiğin temel kavramlarını yeniden tanımlayan bağımsız bir paradigma mı olduğu sorusu akademik tartışmalardaki güncelliğini korumaktadır.

Sonuç itibarıyla Lojistik 5.0'ın, teknoloji ve veri altyapısındaki ilerlemelerin ötesine geçerek çalışma biçimleri, karar mekanizmaları ve sürdürülebilirlik stratejilerinde köklü değişimler mi yarattığı, yoksa mevcut eğilimlerin doğal bir devamı mı olduğu sorusu farklı perspektiflerden yanıtlar almaya devam etmektedir. Bu bağlamda ilerleyen dönemlerde yapılacak çalışmaların meseleyi daha net bir biçimde aydınlayacağı öngörülmektedir. Lojistik 5.0, hem kavramsal uzantı hem de bağımsız paradigma olma potansiyelini bünyesinde barındırmaktadır.

SONUÇ

Lojistik 5.0'ın getirdiği yenilikler ve dönüşüm, mevcut paradigma ya da kavramsal uzantı tartışmalarının derinlemesine değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bir yandan, teknolojik altyapı ve veri odaklı yaklaşımların sistemlere entegre edilmesi; otomasyon, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi unsurlar aracılığıyla lojistik süreçlerde köklü yenilikler sunmaktadır. Bu bağlamda karar alma süreçlerinin otomasyonu ve öngörücü modellerin kullanımı, iş süreçlerinde niteliksel dönüşümlere yol açmaktadır. Bununla birlikte söz konusu değişimlerin büyük ölçüde Lojistik 4.0'ın temel ilkelerine dayandığı ve yeni bir paradigmadan ziyade kavramsal olarak genişletilmiş ve derinleştirilmiş bir yapıyı temsil ettiği de göz ardı edilmemelidir.

Yapılan değerlendirmeler, Lojistik 5.0'ın sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık gibi günümüzün küresel sorunlarına yanıt verme kapasitesiyle yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda stratejik ve toplumsal bir dönüşümü de içerdiğini ortaya koymaktadır. Ölçeklenebilirlik, esneklik ve risk yönetimi konularındaki gelişmeler, organizasyonların belirsizliklere karşı daha dirençli hâle gelmesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla Lojistik 5.0, mevcut teknolojik temeller üzerine inşa edilmekte ve yeni ufuklar açmakla birlikte temel ilkeler düzeyinde köklü bir kırılmadan çok sistematik ve bütünsel bir evrimi temsil etmektedir. Bu bağlamda Lojistik 5.0'ın kavramsal bir uzantı mı yoksa yeni bir paradigma mı olduğu tartışması, elde edilen kazanımların çeşitliliği ve uygulama alanlarındaki derinlikle doğrudan ilişkilidir. Sonuç olarak Lojistik 5.0, hem mevcut yapılar üzerine inşa edilmiş gelişmiş bir anlayışı hem de sürdürülebilirlik, esneklik ve entegre yönetim gibi yeni kavramların somutlaştığı özgün bir dönüşüm sürecini temsil etmektedir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, S. (2022). Afet Durumlarında Yapay Zeka Teknolojisi İle Lojistik Yönetimi Örnekleri. *Akademik İzdüşüm Dergisi*, s. 47-70. <https://izlik.org/JA65HL94HU>

Anavatan, A. (2023). Yapay Zekâ ve Sürdürülebilirlik. *İyisiyle Kötüsüyle Sürdürülebilirlik “Yaşasın İyilik”* (s. 117-138). içinde Nobel Akademik Yayıncılık. https://www.researchgate.net/publication/374998552_Yapay_Zeka_ve_Surdurulebilirlik

Arat, M. (2025). *Sanayide İş Birliği: Endüstri 5.0’ın Dinamikleri*. Nobel Akademik Yayıncılık. https://www.researchgate.net/publication/395003751_SANAYIDE_IS_BIRLIGI_ENDUSTRI_50%27IN_DINAMIKLERI

Atlı, E., Şekkelı, Z., & Eroğlu, F. (2024). Endüstri 4.0’ın Lojistikte Yansımaları: Lojistik 4.0 Uygulamaları Üzerine Bir Örnek Olay İncelemesi. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 22((Özel Sayı: Endüstri 4.0 ve Dijitalleşmenin Sosyal Bilimlerde Yansımaları)), 1753-1781. <https://doi.org/10.35408/comuybd.1516467>

Bakan, İ., Erşahan, B., & Erman, M. (2025). Dijital Dönüşümün ve Örgütsel Çevikliğin Lojistik 4.0 Yeteneklere Etkisi: Bir Alan Araştırması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(3), 1666-1679. <https://izlik.org/JA64TN95UF>

Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 Implications In Logistics: An Overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245-1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>

Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0: Towards A Sustainable, Human-Centric And Resilient European Industry. *Directorate General For Research And Innovation Of The European Commission*. <https://doi.org/10.2777/308407>

Christopher, M. (2022). Logistics, The Supply Chain And Competitive Strategy. *Logistics & Supply Chain Management* (s. 1-23). içinde Pearson Uk. https://books.google.com.tr/books?id=hRTQEAAAQBAJ&pg=PA1&source=gbp_toc_r&cad=2#v=onepage&q&f=false

Dirlik, O. (2025). Akıllı Gelecek: Toplum 5.0 ve İşletmeler. *Akıllı Gelecek: Sürdürülebilirlik, Dijital Teknolojiler ve Yönetim Perspektifleri* (s. 1-14). içinde Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1002.c4057>

Evangelista, P., Santoro, L., & Thomas, A. (2018). Environmental Sustainability In Third-Party Logistics Service Providers: A Systematic Literature Review From 2000–2016. *Sustainability*, 10(5), 1627. <https://doi.org/10.3390/su10051627>

Grabowska, S., Sanuk, S., & Gajdzik, B. (2022). Industry 5.0: Improving Humanization And Sustainability Of Industry 4.0. *Scientometrics*, 127(6), 3117-3144. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04370-1>

Gün, A., & Akgül, O. (2024). *Dijitalleşme Sürecinde Sosyal Politikada Güncel Gelişmeler*. Nobel Akademik Yayıncılık. <https://acikkaynak.gim.org.tr/img/dsspgg.pdf>

Gunasekaran, A., & Ngai, E. (2004). Information Systems In Supply Chain Integration And Management. *European Journal Of Operational Research*, 159(2), 269-295. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.08.016>

Haddad, O. (2024). Depo Çalışanlarının Lojistik 4, 0 Teknolojilerini Teknoloji Kabul Modeli İle Benimseme Düzeylerinin Belirlenmesi ve İş Tatminine Etkisi. *Necmettin Erbakan University (Turkey) ProQuest Dissertations & Theses*. <https://www.proquest.com/openview/1b09faa3a2f3dfd4bcb6bd023da216d3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>

Ivanov, D., Battini, D., Tang, C., Dolgui, A., & Das, A. (2021). Researchers' Perspectives On Industry 4.0: Multi-Disciplinary Analysis And Opportunities For Operations Management. *International Journal Of Production Research*, 59(7), 2055-2078. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1798035>

Jabbour, A. B., Jabbour, C. J., Filho, M. G., & Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 And The Circular Economy: A Proposed Research Agenda And Original Roadmap For Sustainable Operations. *Annals Of Operations Research*, 270(1), 273-286. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2772-8>

Kanduza, B. (2023). Lojistik 4.0 Uygulamalarını Etkileyen Fırsatların ve Zorlukların Sürdürülebilirlik Bağlamında Belirlenmesi: Ankara Lojistik Üssü'nde bir Araştırma. (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)). <https://www.proquest.com/openview/260cf5a5265af6ca87297b361c18be55/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>

Karabay, H. (2024). Lojistik ve Tedarik Zincirinde Dijital Dönüşüm. *Güncel Uluslararası Ticaret Uygulamaları* (s. 81-100). içinde Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub496.c2053>

Kırmaz, M., & Sayın, A. A. (2022). *Endüstri 5.0'ın Lojistik ve Tedarik Zincirindeki Yeri*. Kutlu Yayınevi. https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=ABpyEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=End%C3%BCstri+5.0%27%C4%B1n+Lojistik+ve+Tedarik+Zincirindeki+Yeri&ots=wfh1V9-YyK&sig=s4on3ot9qUFDbvEHX7rB1-pGeY&redir_esc=y#v=onepage&q=End%C3%BCstri%205.0%27%C4%B1n%20Lojistik%20

Koçak, R. D. (2020). Lojistiğin Tarihsel Gelişimi: Askeri Gereksinimden İşletme Lojistiğine ve Tedarik Zinciri Yönetimine Evrilme Süreci. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(58), 246-258. <https://doi.org/10.19168/jyasar.647095>

Koparan, E., & Doğan, O. (2024). Toplum 5.0 ve E-Ticarete Yapay Zekâ Odağında Bakış: Tanımlar, İlişkiler e Bileşenler. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 31(2), 295-324. <https://doi.org/10.18657/yonveek.1439862>

Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., Wuest, T., Mourtzis, D., & Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect And Retrospect. *Journal Of Manufacturing Systems*, 65, 279-295. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017>

Machado, N. T., & Rodriguez, C. M. T. (2025). *A Logistics 5.0 maturity model: A human-centric and sustainable approach for the supply chain of the future*. ITEGAM Journal

of Engineering and Technology for Industrial Applications, 11(51).
<https://doi.org/10.5935/jetia.v11i51.1407>

Maddıkunta, P. K., Pham, Q.-V., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R., & Lıyanage, M. (2022). Industry 5.0: A Survey On Enabling Technologies And Potential Applications. *Journal Of Industrial Information Integration*, 26(100257).
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>

Mırghani, M., Kevin, J. O., & Vincent, R. (2008). A Paradigm Shift In The Arab Region Knowledge Evolution. *Journal of Knowledge Management*, 12(5), 107–120.
<https://doi.org/10.1108/13673270810902975>

Nahavandı, S. (2019). Industry 5.0—A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11(16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>

Nalbant, K. G., & Aydın, S. (2025). Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'A Geçiş: Dijital Dönüşümde Yapay Zekâ ve Metaverse'ın Rolü. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 41-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.26677/TR1010.2025.1502>

Oğuz, S. (2024). Endüstri 5.0 İle Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Dönüşüm. *Lojistiğin Geleceği - 3* (s. 130-142). içinde Duvar Yayınları. https://www.researchgate.net/profile/Suzan-Oguz/publication/387460822_Endustri_50_ile_Lojistik_ve_Tedarik_Zinciri_Yonetiminde_Donusum/links/676ec412fb9aff6eaaefeded/Enduestri-50-ile-Lojistik-ve-Tedarik-Zinciri-Yoenetiminde-Doenuesuem.pdf#page=131

Oğuz, S. (2026). *Endüstri 5.0 Çağında Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramsal Çerçeve, Teknolojik Entegrasyon ve Politika–Uygulama Stratejileri*. Efe Akademik Yayıncılık. <https://doi.org/10.59617/efepub2026512>

Öncel, M. (2022). Lojistikte 4.0 Stratejisi. *Uluslararası Ticaret ve Lojistikte Güncel Yaklaşımlar ve Değerlendirmeler-3* (s. 7-56). içinde Efe Akademi Yayınları. <https://books.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=1jaKEAAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=LOJ%24%B0ST%24%B0KTE+4.0+STRATEJ%24%B0S%24%B0.+Uluslararası%24%B1+Ticaret+ve+Lojistikte+G%23%BCncel+Yakla%25%9F%24%B1mlar+ve+De%24%9Ferle+ndirmeler&ots=b1mNcTC0QB&sig=juG2E8d4vMES5>

Özerhan, Y., & Çakmak, M. (2023). Endüstri 4.0'a Dönük Yatırımların Lojistik Hizmet Üretim Performansına Etkisinde Esneklik ve Çevikliğin Rolü Üzerine Bir Araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15(3), 1734-1752. <https://doi.org/10.20491/isarder.2023.1677>

Özkan, G. (2025). “Süper Akıllı” Toplumda Sosyal Hizmet: Toplum 5.0 Paradigmasının Getirdikleri. *Sosyal Politika ve Sosyal Hizmet Çalışmaları Dergisi*, 6(1), 81-104. <https://doi.org/10.61861/spshcd.1638926>

Öztürk, İ. (2025). Sürdürülebilirlik Perspektifinden Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Tedarik Zinciri Yönetimi Fonksiyonları Üzerine Etkisi. *Fivezero*, 5(1), 59-80. <https://doi.org/10.54486/fivezero.2024.42>

Pan, S., Trentesaux, D., Mcfarlane, D., Montreuil, B., Ballot, E., & Huang, G. Q. (2021). Digital Interoperability In Logistics And Supply Chain Management: State-Of-The-Art

And Research Avenues Towards Physical Internet. *Computers in Industry*, 128, 103435. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103435>

Pozzo, D. N., Correa, K. R., Madrid, A. I., Campo, C. J., Donado, M. E., & Biegelmeyer, U. H. (2022). Logistics 4.0: A Review Of Current Trends Using Bibliometric Analysis. *Procedia Computer Science*, 203, 531-536. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.075>

Richards, R. J., & Daston, L. (2016). *Kuhn'S 'Structure Of Scientific Revolutions' At Fifty Reflections On A Science Classic*. Chicago: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/9780226317175>

Sanıuk, S., Grabowska, S., & Straka, M. (2022). Identification Of Social And Economic Expectations: Contextual Reasons For The Transformation Process Of Industry 4.0 Into The Industry 5.0 Concept. *Sustainability*, 14(3), 1391. <https://doi.org/10.3390/su14031391>

Sarıcan, M. (2026). Sürdürülebilir Üretim Perspektifinden E-Lojistik: Dijital Entegrasyonun Çevresel ve Operasyonel Yansımaları. *Dijital Çağda Üretim Yönetimi: Dönüşüm, Entegrasyon ve Sürdürülebilirlik* (s. 107-125). içinde Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1223.c4907>

Sarıışık, G., & DEMİR, S. (2026). Industry 5.0: A Human-Centric Paradigm for Sustainable and Resilient Industrial Transformation. *Journal of Social Perspective Studies*, 2(2), 50-66. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15358434>

Teoman, S. (2024). Endüstri 5.0 Kapsamında İnsan Merkezli Tedarik Zinciri Yapılandırmasına Yönelik Stratejik Vve Teknolojik Çerçeve Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 25(2), 375-387. <https://doi.org/https://doi.org/10.31671/doujournal.1372249>

Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial Intelligence In Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *Journal of Business Research*, 122, 502–517. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>

Turgut, A., & Ekmekci, N. (2024). Lojistik 4.0 İçin Bir Olgunluk Modeli Önerisi: L4mm. *Lojistik Dergisi*(60), 104-125. https://www.researchgate.net/profile/Nurullah-Ekmekci/publication/388678445_Lojistik_40_Icin_Bir_Olgunluk_Modeli_Onerisi_L4MM/links/67a2179e52b58d39f26d5893/Lojistik-40-Icin-Bir-Olgunluk-Modeli-Oenerisi-L4MM.pdf

Ustalı, N., & Tekin, M. (2023). Tedarik Zincirinde Dijital İkiz. *Lojistiğin Geleceği-2* (s. 107-130). içinde Duvar Yayınları. https://www.duvaryayinlari.com/Webkontrol/IcerikYonetimi/Dosyalar/lojistigin-gelecegi-2-yayin-icerik_g3872_WjcTIjub.pdf#page=113

Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: A Systematic Review Towards A New Logistics System. *International Journal Of Production Research*, 58(1), 18-43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 And Industry 5.0—Inception, Conception And Perception. *Journal Of Manufacturing Systems*, 61, 530-535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>

Yılmaz, B. (2024). Lojistik İşletmelerinde Sosyal Sürdürülebilirlik :Sürdürülebilirlik Raporlarının İçerik Analizi. *Beykoz Üniversitesi: Lisansüstü Programlar Enstitüsü*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29705.25448/1>