

ENDÜSTRİ 4.0 VE LOJİSTİK SEKTÖRÜNE ETKİLERİ: LOJİSTİK 4.0

Aydın ÖZDEMİR

Adıyaman Üniversitesi, Besni Meslek Yüksekokulu, Adıyaman.
Email: aozdemir@adiyaman.edu.tr ORCID: 0000-0002-2413-9440

Mert ÖZGÜNER

Adıyaman Üniversitesi, Besni Meslek Yüksekokulu, Adıyaman.
Email: mozguner@adiyaman.edu.tr ORCID: 0000-0003-4919-9391

Geliş Tarihi / Received: 20/09/2018
DOI: <https://doi.org/10.32479/iicd.147>

Kabul Tarihi / Accepted: 29/10/2018
Araştırma Makalesi / Research Article

ÖZET: Günümüzde internet dünyadaki her şey ile temas halindedir. Endüstri 4.0 Devrimi; Otonom Makineler (Robotlar), Nesnelerin İnterneti, Hizmetlerin İnterneti, Siber-Fiziksel Sistemler ve Hücresel Taşıma Sistemleri ile Endüstriyi bir araya getirmeyi hedeflemektedir. Böylece işletmelerin tüm fonksiyonlarında önemli değişiklikler olacağı öngörülmektedir. Üretim, Endüstri 4.0'ın derinden etkileyeceği en önemli işletme fonksiyonudur. Üretimle lojistiği birbirinden ayrı düşünmek imkansız olduğundan Endüstri 4.0'ın lojistik sektöründeki iş süreçleri yeniden belirleyeceği beklenmektedir. Çalışmanın temel amacı; Endüstri 4.0 devrimini detaylıca incelemek ve bu devrimin lojistik sektörüne getireceği yenilikleri ortaya koymaktır. Kavramsal çerçeve olarak hazırlanan bu çalışmanın Endüstri 4.0'ın lojistik sektörüne etkileri hakkında farkındalık yaratacağı ve teori ve uygulama bakımından yeni bir bakış açısı ortaya koyacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Dijital Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, Lojistik, Nesnelerin İnterneti.

JEL Kodu: M10, M11, L99

Industry 4.0 and Its Effects to Logistics Sector: Logistics 4.0

ABSTRACT: Today, internet keeps in contact with everything in the world. The Revolution of Industry 4.0 has aimed to bring otonom machines (robots), internet of things, internet of services, cyber-physical systems, cellular transportation systems and industry together. In this way It is predicted that there will be important changes in all functions of the business. Manufacturing is the most important of business functions what Industry 4.0 will deeply influences. Since it is impossible to think separately about manufacturing and logistics, it is expected Industry 4.0 will redetermine business process in the logistics sector. The main purpose of study is to examine in detail of The Revolution of Industry 4.0 and reveal innovations what this revolution will bring to logistics sector. It is thought that this study, which is prepared as conceptual framework will create awareness about the effects of Industry 4.0 on the logistics sector and will reveal a new perspective in terms of theory and practice.

Keywords: Digital Industry Revolution, Industry 4.0, Logistics 4.0, Logistics, Internet of Things.

JEL Code: M10, M11, L99

1. Giriş

Tarih boyunca endüstriler ve alt sistemleri teknolojik değişim ve inovasyon tarafından etkilenmiştir. Bu etkilerin genel adına endüstri devrimi denilir. Mekanik Devrim (Endüstri 1.0), Elektrik Devrimi (Endüstri 2.0) ve Elektronik/Otomasyon Devrimi (Endüstri 3.0) daha sonra günümüzde Siber/Fiziksel Devrim (Endüstri 4.0) etkisi başlamıştır. Özellikle vazgeçilmesi mümkün olmayan geleneksel üretim süreçlerini, bilişim teknolojilerinin getirdiği pratiklerle birlikte geliştirmek için yapılan tüm girişimleri

kapsayan Endüstri 4.0 kavramı; işletmelerin birbirine bağımlı dünyaya ve endüstriyel üretime hızla uyum sağlamaları adına oldukça büyük bir öneme sahiptir.

Birbirlerine bağlı makinelerin ve iş süreçlerinin üretimi optimize etmek amacıyla birbirleriyle daha iyi iletişim kuracağı, daha etkin ve sürdürülebilir bireyselleştirilmiş/kitle imalatına olanak tanıyacağı bir ağa bağlı üretim geleceğini öngören Endüstri 4.0 ile birlikte tüm sektörlerde küresel ölçekte akıllı bir dönüşüm gerçekleşmektedir (Preuveneers vd., 2017:2305). Özellikle Endüstri 4.0'ın ortaya çıkması lojistik sektöründe önemli değişimleri zorunlu hale getirmiştir. Bunların başında tedarik zincirinin görünürlüğü ve bütünleşik kontrol (doğru ürün, doğru yer ve zaman, doğru maliyet) sistemleri gibi teknolojik değişiklikler gelmektedir. Bireyselleştirilmiş ürün ve hizmetlere olan talebin artmasıyla birlikte lojistik sektörünün değişen bu çevreye uyum sağlaması bir zorunluluk haline gelmiştir. (Barretto vd., 2017).

Lojistik 4.0 özelinde Endüstri 4.0 ile ilgili teorik çalışmaların azlığı bu çalışmanın literatürdeki boşluğu kısmen de olsa doldurması açısından önem arz etmekle birlikte uygulamacılara da yol gösterecek bir çalışma olması beklenmektedir.

2.Kavramsal Çerçeve

2.1.Endüstri 4.0 ve Kavramsal Çerçevesi

Üretim sistemlerinin gelişimi sürecinde Endüstri 4.0'a gelinceye kadar devrim olarak tanımlanabilecek 3 ayrı kilometre taşı görülmüştür. Bu devrimlere kısaca aşağıda kısaca değinilmiştir;

Schwab (2016:11)'e göre; 1760 ve 1840 yılları arasında kapsayan Endüstri 1.0; buhar makinesinin icadı ve demir yolu yapımının tetiklediği bu devrim mekanik üretime öncülük etmiştir. 19. Yüzyılın sonu ve 20. Yüzyılın başlarında başlayan Endüstri 2.0; elektrik ve montaj hatlarını kullanımını teşvik etmiştir. Rifkin (2011)'e göre; komplike dijital üretim teknolojileri, paylaşılan kaynaklar, yerel yenilenebilir enerji nedeniyle üretim sanayi öncesi koşullarına benzer yerel "topluluklara" geri dönmüştür ve bu dönüşüme Endüstri 4.0 adı verilmektedir.

Son gerçekleşen devrim olan Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarında ortaya atılmış olup (Lalic vd, 2017), endüstriyel devrimlerin dördüncü aşaması olarak tanımlanır ve ürün/sistemlerin birbirine artan şekilde bağlanmasını içerir (Leyh vd., 2017).

Endüstri 4.0 kavramı güncel üretim araştırmaları tartışmalarına hakim bir durumdadır (Wagner vd., 2017). Her ne kadar halen dijital süreci devam ediyor olsa da yapay zeka, büyük veri ve bağlanabilirlik kavramları yeni endüstri devriminin yol haritasını kesin olarak belirlemektedir (Roblek vd., 2016). Endüstri 4.0; ağırlıklı olarak etkinlik, güvenlik, operasyonel verimlilik ve özellikle de yatırımın getirisi bağlamında sürekli iyileştirme üzerine odaklanmaktadır (Mendes vd., 2017). Bu trend üretim sistemlerinin verimliliğini arttırmak için Nesnelerin İnterneti, Hizmetlerin İnterneti, Siber Fiziksel Sistemler, Endüstriyel Otomasyon, Sürekli Bağlanabilirlik ve Bilgi, Siber Güvenlik, Akıllı Robotlar, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi, Semantik Teknolojiler, Endüstriyel Büyük Veri ve Bilişimsel Vizyon kullanır (Baena vd., 2017).

Bartodziej (2017)'e göre Endüstri 4.0'ın üç ana faktörü bulunmaktadır;

I. Değişen Pazar Talepleri; değişen trendler nedeniyle imalat sanayisi önemli ölçüde yapısal değişikliklere tabidir.

Westkämper (2013); esasen üretim ortamına girişi etkileyecek ve halen süreci devam etmekte olan birçok gelişmeye işaret etmektedir. Bunlar aşağıda yer almaktadır;

Bireyselleşme; son yıllarda bireyselleştirilmiş ürünlerin talebinde açık bir artış görülmektedir. Günümüzde müşterilerin istekleri ve kişiselleştirilme dereceleri önemli ölçüde artırılmış bireysel ihtiyaçlarına giderek daha fazla dikkat edilmektedir. Müşteri taleplerinde meydana gelen değişim nedeniyle üretim süreçlerini ve teknolojilerini bu gelişmelere adapte etmek esastır (Kelker, 2011). Endüstriler orta ve uzun vadede müşterilerin iş süreçlerine neredeyse tamamen entegre olması ile başa çıkmak zorunda kalacaklardır (BMWİ, 2010).

Değişkenlik; aniden ve beklenmedik bir biçimde değişme olarak tanımlanabilecek (Cambridge Dictionaries Online, 2017) değişkenlik kavramı dalgalı pazarlarda rekabetçi pozisyonu koruyabilmek için kritik bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Klasik enstrümanlar değişkenliğe artık hakim olamayacağı için geleceğin şirketleri esneklik ve uyumluluğa yatırım yapmak zorunda kalacaklardır (Kelker, 2011).

Enerji ve Kaynak Yeterliliği; rekabetçi bir endüstride hammaddelerin ve enerjinin sürdürülebilir ve güvenli tedariki hayati bir öneme sahiptir. Kaynak verimliliği ve yeterliliği her bir üretim işletmesinin stratejik amaçları içerisinde yer almalıdır (Kagermann vd., 2013).

II. Üretim Geleceği İçin Yeni Teknoloji İmkanları; Endüstri 4.0 konseptinde nüfuz alanı olacağı düşünülen beş teknoloji alanı tanımlanmaktadır. Gömülü Sistemler, Akıllı Nesnelere, Robotik Ağlar, Bulut Teknolojisi, Akıllı Fabrika Konsepti ve Bilgi Teknolojileri Konsepti geleceğin üretim ve başarıları için teknolojik köşe taşları olacaktır (BMW, 2010).

III. Üretim Gücü Olarak Almanya'nın Pozisyonu; Alman mühendislerin iyi fikirlere sahip olduğu ve inovatif ürünler geliştirdiği sıklıkla iddia edilir. Ancak nihai ürünler açısından bakıldığında dünya pazarlarını ABD veya Asya menşeli ürünler fethetmektedir. Buna karşın Endüstri 4.0 ile birlikte önce pazarlama stratejisini geliştirip ardından ürünü geliştirmek bile mümkündür. Almanya dünyada Dördüncü Endüstri Devrimin isimlendirilmesi iddiasında bulunan ilk ülke oldu üstelik bu durum Almanya'da bile kimsenin henüz ne olduğu anlamadığı bir dönemde gerçekleşti. Bundan dolayı Endüstri 4.0 girişiminin Almanya'da başlaması ve Almanya'nın bu konuda dünya genelinde büyük bir etkisinin olması tesadüf değildir (Sendler, 2018).

Santos (2017)'a göre Endüstri 4.0'ın bazı hedefleri aşağıdaki gibidir;

Üretim, ürün türünü değiştirerek değişen düşük, orta ve yüksek talebe uyum sağlamalıdır.

- ✓ Akıllı makineler aracılığıyla ürün ve parçaların takibi ve kendini tanıması,
- ✓ İnsan-Makine arayüzü arasında daha iyi etkileşim,
- ✓ Nesnelere İnterneti temelinde üretim optimizasyonu,
- ✓ Değer zinciriyle etkileşim türlerini değiştirmeye katkı sağlayan iş modellerinde radikal değişim.

Endüstri 4.0 özellikle üretim atölyelerinin halihazırdaki operasyonlarını nasıl yaptığı konusunda radikal değişimler içermekte (Tjahjono vd., 2017) ve dijital üretim teknolojileri, ağ iletişim teknolojileri, bilgisayar teknolojileri ve otomasyon teknolojilerini kapsamaktadır (Pereira ve Romero, 2017).

Yeni bilgi teknolojilerinin entegrasyonu çerçevesinde modern üretim yeteneklerinin kullanımı ekonomik rekabetçilikte önemli bir rol oynar (Zawadzki ve Zywicki 2016). Endüstri 4.0 karlı işbirliği için siber-fiziksel sistemleri önerir ve insanın rolünü yeniden tanımlayarak akıllı fabrikalar kurmayı amaçlar (Dilberoglu vd., 2017).

Endüstri 4.0 konseptinin ana unsurları olan kavramlara aşağıda kısaca değinilmiştir;

Nesnelere İnterneti/Nesnelere Endüstriyel İnterneti: İşletmelerin neden endüstriyel internete uyum sağlaması gerektiğini açıklamak için öncelikle endüstriyel internetin aslında ne olduğunu tüm yönleriyle ortaya koymak gerekir (Gilchrist, 2016). Hem eski hem de yeni sayısız endüstriyel cihazın internette protokollü iletişim teknolojilerini kullanmaya başladığı dönüşümsel bir olay olan Nesnelere İnterneti; ev ve işyerinde kullanılan nesnelere birçoğunun bilgi işlem ve iletişim teknolojilerine entegre edilmesiyle başlayan bir hareketin özetidir. Bu devrim radyo frekansı tanımlı cihazlar gibi düşük maliyetli sensör teknolojileri ile nesnelere etiketlenmesi ve takibi fikri ile başlamıştır (Thames ve Schaefer, 2017). Bu teknolojiler ve sensörler şirket sistemi olan ve büyük bir sistemin parçası olan verileri toplar ve bu veriler daha büyük bir sistemin parçası olarak bağlanır (Albishi vd., 2017). Nesnelere interneti aracılığıyla fiziksel nesnelere sorunsuz bir biçimde bilgi ağlarına entegre olur ve iş süreçlerinin aktif bir katılımcısı haline gelir (Pereira ve Romero, 2017).

Hizmetlere İnterneti: Hizmetlere İnterneti son zamanlarda ortaya çıkmıştır ve işletmelerin hizmet sağlayıcılar ve müşteriler arasında iş ağları oluşturması imkânını verdiği için hizmet endüstrilerine gelecekte yeni fırsatlar verecektir. Bu konsept nesnelere internetiyle benzerlik gösterir ancak fiziksel nesnelere yerine hizmetlere uygulanır. Hizmetlere sağlandığı yolu derinden değiştiren bu yeni iş modeli, değer zincirindeki örgütler, müşteriler, araçlar, toplayıcılar ve tedarikçiler gibi her bir paydaş arasındaki ilişki sonucu yüksek değer yaratımına izin verir (Pereira ve Romero, 2017; Schmidt vd., 2015; Voigt ve Winkler, 2008).

Siber-Fiziksel Sistemler: Web ve internet temelli sistemler ve bunların uygulamaları, dağıtılmış üretim ortamlarındaki herhangi bir yerden günlük işbirliğini yeterli ve etkili yapabilmeyi olanaklı hale getirmiştir (Wang, 2014). İmalat endüstrisindeki son gelişmeler siber-fiziksel sistemlerin sistematik olarak tanımlanmasının yolunu açmıştır (Wang ve Wang, 2017). Kavram olarak siber-fiziksel sistemler ilk olarak 2006 yılında ABD'de ortaya atılmış olup (Lee, 2006), birbirine bağlı bilgisayar

sistemleri ve fiziksel dünya arasındaki önemli entegrasyon olarak tanımlanabilmektedir (Wang vd., 2015).

Büyük Veri: Exabyte ve daha fazla oranlarda karmaşık veya devasa veri setleri olarak tanımlanır (Tiwari vd., 2018). Büyük veri gittikçe daha fazla dikkat çekmekte ve modern sosyo-ekonomik gelişmeyi destekleyen “entellektüel petrol” olarak kabul edilmektedir (Tu vd., 2017).

Wang vd. (2018)’ne göre büyük veri mimarisi yapısal olarak beş katmandan oluşur;

I.-Veri Katmanı; Bu katman, işletme problemlerini çözmek ve günlük operasyon desteği sunmak için ihtiyaç duyulan öngörülerini sağlayacak gerekli veri kaynaklarını içerir.

II-Veri Birleştirme Katmanı; Bu katmanda çeşitli veri kaynaklarından veri işleme yapılıır.

III-Analitik Katmanı; Bu aşamada her tür veri işlenir ve ilişkili analizler yapılır.

IV-Bilgi Keşif Katmanı; Bu aşamada Analitik Katmanı’nda türetilen anlamlı işletme öngörülerini, gerçek zamanlı bilgi görüntüleme ve çeşitli görüntüleme raporları gibi çıktılar üretilir.

V-Veri Yönetim Katmanı; Bu aşama Ana Veri Yönetimi, Veri Yaşam Döngüsü Yönetimi ve Veri Güvenliği ve Gizlilik Yönetimi’nden oluşur.

Hücreyel Taşıma Sistemleri: Hücreyel taşıma sistemleri; tahsis hücreyel malzeme taşıma sistemleri temelinde çalışan bir sistemdir. Bu hücreler genellikle Otonom Taşıma Araçları veya Özerk Taşıma Modüllerinden oluşur. Söz konusu hücrelerin her birinde, ileri algılayıcı/harekete geçirici birlikte çalışma sistemi, yüksek güvenilirlikli iletişim, lokalizasyon ve enerji yönetimi uygulanır (Kamagaew vd., 2011).

2.2. Endüstri 4.0’ın Lojistik Sektörüne Etkisi

Dünya genelinde tedarik zinciri ve lojistik sektöründe ortaya çıkan yeni trend, dijital tedarik zincirinin odak noktada bulunduğu tedarik zinciri yapılarıdır (Lin ve Jones, 2009: 589). Özellikle üretilen malların, hizmetlerin ve tüm bilgi akışının üretim noktasından son tüketiciye kadar etkin ve verimli bir biçimde taşınması ve depolanması süreci olarak tanımlanan lojistik faaliyetler, teknolojik gelişmeler nedeniyle farklı bir boyuta gelmiştir (Özgüner, 2017: 10). Özellikle işletme performansının artırılması ve müşteri beklentilerinin en iyi şekilde karşılanması noktasında önemi her geçen gün artmakta olan lojistik faaliyetlerin Endüstri 4.0 yaklaşımından önemli ölçüde etkileneceği düşünülmektedir (Schlüter vd., 2017).

Yeni bilgi, iletişim ve sensör teknolojileri yardımıyla verilerin toplanıp, analiz edilmesi ve lojistik süreçlerde kullanılmak üzere yorumlanması mümkün hale gelmektedir. Özellikle siber-fiziksel sistemler ile birlikte fiziksel nesnelere ve siberetik yaklaşımların kombinasyonu sayesinde lojistik sistemlerin ölçülebilirlikleri, verimlilikleri ve sürdürülebilirlikleri önemli ölçüde artmaktadır (Frazzon, 2015: 331).

Uluslararası Taşımacılık ve Lojistik Hizmet Üretenleri Derneği (UTİKAD) Genel Müdürü Cavit Uğur’a göre Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründe özellikle iş yapma süreçlerini yeniden belirleyeceği mutlaklıdır. Endüstri 4.0 lojistiğin 7 doğrusu olarak bilinen doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan doğru yolla ve doğru fiyatla sağlanması süreçlerinin tamamını etkileyecek ve yeniden şekillendirecektir. Bunun temel nedeni Endüstri 4.0 yaklaşımının bu süreçlerin birbirleriyle gerçek zamanlı iletişim halinde olması esasına dayanmasıdır (Özdemir, 2017).

Süreçleri otomatik olarak kontrol eden bilgisayarlı sistemler sayesinde lojistik süreçler etkin bir şekilde kontrol etmek mümkündür. Buna ek olarak otonom çalışan sürücüsüz araçlar, kaptansız gemiler, pilotsuz uçaklar, dronlarla yapılan teslimatlar, bulut teknolojisi, süreçlerin dijital platformlara taşınması lojistik sektöründe yeni iş yapma süreçlerinin ve Lojistik 4.0’ın oluşturulmasına olanak tanımaktadır (Özdemir, 2017). Lojistik süreçlerin dijital platformlara taşınmasıyla birlikte geniş bilgi kullanılabilirliği ve üstün işbirliği sayesinde lojistik süreçlerin güvenilirliği, çevikliği ve etkinliğinde artışlar meydana gelmekte ve işletmelerin verimlilikleri ve karlılıkları artmaktadır (Akben ve Avşar, 2017: 108).

Endüstri 4.0 lojistik sektörüne inovasyon, katma değer ve sürdürülebilirlik noktasında çok önemli fırsatlar sunmaktadır. Anlık etkileşimleri tedarik ve lojistiğin tüm süreçleriyle birlikte odak noktası haline getirecek olan Endüstri 4.0 anlayışında; tedarikçiler, depolar, market rafları veya araçlarla, akıllı fabrikaların üretim süreçleri entegre bir şekilde yönetilecektir. Akıllı makineler sayesinde stok seviyeleri, tedarik zincirinde oluşan arızalar, hasar gören ürünler, talepte meydana gelecek değişiklikler sürekli takip edilecek ve bu sayede tüm iş süreçleri verimliliği sağlayacak şekilde yerinde koordine edilecektir (Çetin, 2017).

Endüstri 4.0 ile birlikte makinelerin internet aracılığıyla birbirleriyle entegre çalışmaları sayesinde “tam zamanında lojistik” hizmetlerinin verilmesini sağlayacaktır. Bununla birlikte üretimdeki atıl zamanın azaltılması ve kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması mümkün hale gelecektir (Tavukçuoğlu, 2017). Ayrıca; Endüstri 4.0 uygulamaları ile birlikte uydu takip sistemleri ile donatılmış araçların diğer araçlarla, trafik ve yol durum bilgileriyle, araç ve yük ile ilgili farklı sensör verileri yoluyla iletişim halinde olduğu, rota ve güzergâh bilgilerinin araç bazında otonom olarak verildiği akıllı sistemlerin yaygın kullanımı sayesinde lojistik faaliyetlerin etkinliğini ve verimliliğini artırmak mümkün olabilmektedir (Çetin, 2017).

Endüstri 4.0’ın lojistik sektöründe istihdam noktasında da önemli etkilerinin olabileceği düşünülmektedir. Endüstri 4.0’ın lojistiğin operasyonel alanlarında personel ihtiyacını azaltacağı düşünülmektedir. Buna karşın lojistik süreçlerin taktik ve strateji yoğun alanlarında ise kalifiye personel ihtiyacını artıracacağı tahmin edilmektedir (Rutkowsky vd., 2015).

2.3. Lojistik 4.0

Siber ve psikolojik sistemlerin getirdiği yenilikler ve uygulamaların lojistik sektörüne entegre edilmesi ile Lojistik 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Lojistik 4.0, akıllı hizmetler ve akıllı ürünlerle ilgili bir kavramdır. Akıllı ürünler ve akıllı hizmetleri tanımlamak için kullanılan teknoloji odaklı yaklaşıma “akıllı lojistik” adı verilmektedir. Akıllı lojistik; işletmelerin esnekliklerini artıracak, bununla birlikte işletmeleri pazardaki ve müşteri beklentilerindeki değişime daha yakın hale getirebilecek bir lojistik sistemdir. Bu sayede müşteri memnuniyet düzeyini artırmak, üretimi optimize etmek, depolama ve üretim maliyetlerini minimize etmek mümkün hale gelmektedir (Lin ve Jones, 2009: 592).

Lojistik 4.0 makineler ve insanlar arasında gerçek zamanlı iletişimi sağlayan ve dijitalleşme olarak bilinen ileri düzeyde internet kullanımının bir sonucu olarak doğmuştur (Barretto vd. 2017: 1248).

Lin ve Jones (2009: 592)’e göre; dijitalleşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkan bu kavramın başarısını etkileyen bazı faktörler vardır;

- ✓ Yeni dijital sistemlerin gündelik işlemler üzerindeki etkileri doğru tahmin edilmelidir.
- ✓ Dijital lojistik süreçlerinde doğru kişiler görevlendirilmelidir.
- ✓ Süreç tasarımı tamamlanmış olmalıdır.
- ✓ İşletmenin gelecekteki hedef ve beklentileri iyi tanımlanmış olmalıdır.

Bu hususların yanında etkin ve başarılı bir Lojistik 4.0 için bazı teknolojik aşağıda kısaca değinilen bazı uygulamaların kullanılması önem arz etmektedir. Bu uygulamalar;

I-Kaynak Planlaması: Kaynak planlaması yönetim prosedürleri, Endüstri 4.0 paradigmasının kabul görmesi ve siber-fiziksel sistemlerin uygulanması noktasında etki göstererek lojistik süreçlerin esnekliğini, çevikliğini ve verimliliğini artıracaktır. Kaynak planlaması sayesinde lojistik faaliyetlerin ana aktörleri arasında entegrasyon başarıyla sağlanmakta ve bu sayede işletmenin görünürlüğü, şeffaflığı artarak kaynakların doğru kullanımı mümkün hale gelmektedir (Barretto vd., 2017: 1248).

II-Depo Yönetim Sistemleri: Depolar lojistik faaliyetler açısından hayati bir önem taşımaktadır. Depoların etkin yönetimi lojistik sektörde faaliyet gösteren işletmeler için rekabet üstünlüğü sağlama noktasında anahtar görevi görmektedir (DHL, 2015). Lojistik 4.0 kapsamında yaygın kullanıma sahip otomasyon teknolojileriyle donatılmış depolama teknolojilerinin, insan-makine etkileşimini artıracak yüz tanıma, sesli veya ışıklı yönlendirme sistemleriyle geliştirilmesi mümkün hale gelecektir. Lojistik 4.0 uygulamaları ile otomatik olarak yönlendirilebilen stoklama araçları, akıllı stoklama sistemleri, akıllı raflar, kendi rotalarını belirleyebilen sistemlerin kullanımı artacak ve depolama faaliyetlerinde verimlilik ve etkinlik sağlanmış olacaktır (Çetin, 2017).

III-Taşıma Yönetim Sistemleri: Özellikle Endüstri 4.0 uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte taşıma yönetim sistemlerinin kullanımı Lojistik 4.0’ın önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu sistemler talep yönetimi, dağıtım merkezi veya depolar arasında karşılıklı etkileşimi sağlamaktadır (Rutkowsky vd., 2015). Taşıma sistemleri sayesinde işletmeler GPS teknolojisi yardımıyla araçlarını rahatlıkla takip etmekte, nakliye hareketlerini izlemekte, gönderileri hakkında sağlıklı bilgi edinebilmektedir. Özellikle bulut bilişim sistemlerinden taşıma yönetim sistemlerinin işleyişinde fazlasıyla yararlanılmaktadır. Bulut bilişim sistemleri sayesinde taşıma sorunlarına hızlı çözüm önerileri getirilmektedir (Barretto vd., 2017: 1248).

Tedarik zinciri ve lojistik süreçlerin uçtan uca kontrolünün sağlanması amacıyla mevcut yazılım ve donanım teknolojilerini birleştiren bir platform oluşturulur. Bu platformlarda birçok lojistik unsur veya taşıma araçları, dünya çapında erişilebilirliği ve kullanımı kolay bir portala yerleştirilerek gerek gerek lojistik hizmet sağlayıcıların gerekse müşterilerin tüm faaliyetleri yakından izlemelerine imkân

sağlanmaktadır (DHL, 2015). “Akıllı Taşıma Sistemleri” olarak adlandırılan, iyi tanımlanmış ve yapılandırılmış, Endüstri 4.0 uygulamalarıyla etkileşime girmiş olan taşıma sistemleri, yakın gelecekte lojistik faaliyetlerin hem daha esnek hem de daha etkin çalışmasının kilit noktasını oluşturacağı düşünülmektedir (Barretto vd., 2017: 1249).

IV-Akıllı Ulaşım Sistemleri: Akıllı ulaşım sistemleri taşımacılık sektöründe güvenilir ve işbirliğine dayalı çözümler sunmayı amaçlamaktadır. Elektronik Ücret Toplama, Karayolu Veri Toplama, Trafik Yönetim Sistemleri, Araç Veri Toplama Sistemleri bu uygulamalardan bazılarıdır. Akıllı ulaşım sistemlerinin kullanımı sadece araç trafiğiyle sınırlı değildir. Navigasyon sistemleri, hava ulaşım sistemleri, denizyolu ulaşım sistemleri ve raylı sistemlerde de kullanılmaktadır (Barretto vd., 2017: 1250).

Bu sistemler özellikle kara ulaşımında güvenliği, verimliliği ve etkinliği artırmak amacıyla analiz, kontrol ve iletişim uygulamalarının kullanıldığı platformlardır. Akıllı ulaşım sistemleri; ulaşım yönetimini iyileştirmek, çevresel etkileri en aza indirmek, tarafların ulaştırma hizmetlerinden sağladığı faydayı maksimum kılmak amacıyla bilgi paylaşımında bulunan geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir (Rouse, 2017). Özellikle sensör ağlar yardımıyla toplanan gerçek zamanlı bilgileri kullanan akıllı ulaşım sistemleri, lojistik yöneticilerin karar verme kalitesini artıracak ve lojistik faaliyetlerin daha esnek ve daha çevik bir yapıya kavuşmasında anahtar rol üstlenecektir (Barretto vd., 2017: 1250).

V-Bilgi Güvenliği: Bulut bilişim, nesnelerin interneti, büyük veri gibi internet tabanlı Endüstri 4.0 uygulamalarının ortaya çıkmasıyla birlikte işletmelerin iş yapma yöntemlerinde değişiklikler gözlemlenmektedir. İşletmeler maliyetlerini minimize etmek, müşteri memnuniyetini sağlamak ve kazançlarını artırarak rekabet üstünlüğü elde etmek amacıyla bu teknolojik gelişmelerle derinden ilgilenmektedirler. Bu noktada bilgi güvenliği işletmeler açısından oldukça önemli hale gelmektedir. Çünkü teknoloji tabanlı uygulamalar çoğu zaman güvenlik açığı taşımakta ve bu durum beklenmedik güvenlik risklerini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle işletmelerin bilgi sistemlerini ve teknolojik alt yapılarını güvenlik risklerine karşı korumaları zorunluluk haline gelmiştir. Bilinmelidir ki işletme verilerinin güvenliğinin sağlanması ve saldırılara karşı korunması Lojistik 4.0’ın başarılı bir şekilde uygulanmasının ön koşuludur. Bu nedenle işletmeler gerekli tüm önlemleri alarak Lojistik 4.0 uygulamalarının güvenli bir teknolojik alt yapı üzerinde inşası noktasında büyük çaba göstermektedirler (Barretto vd., 2017).

3. Tartışma ve Sonuç

Endüstri 4.0 ile birlikte bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı değişimin sağladığı imkanlar gerçek zamanlı tedarik zinciri ve lojistik yönetimini mümkün hale getirmektedir. Bu sayede işletmelerin lojistik süreçlerde karşılaşılabileceği riskleri görünür kılarak, malzeme akışlarının gerçek zamanlı olarak akışını takip edilebilmekte ve ileriye dönük daha sağlıklı planlamalar yapılabilmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte üretim süreçlerinde artan dijitalleşme lojistik sistemlerin esneklik ve çevikliklerini önemli ölçüde artırmaktadır (Schlüter vd., 2017; Strange & Zucchella, 2017). Bu durumun işletmelerde verimlilik ve karlılık artışı gibi olumlu dışşallıklar oluşturacağı düşünülmektedir.

Avupa’nın önde gelen tedarik zinciri ve lojistik yöneticilerinin %70’inden fazlası lojistik sektörde dijitalleşmenin önemine dikkat çekmiştir. Dijitalleşmeye önemli ölçüde yatırım yapan lojistik yöneticileri yaptıkları bu değişimle birlikte esnek bir yapıya kavuşmayı, lojistik maliyetleri azaltmayı ve tedarik risklerini ortadan kaldırmayı hedeflemişlerdir (Rutkowsky vd., 2015). Endüstri 4.0 uygulamalarının önümüzdeki 10 yıl içerisinde tedarik ve lojistik sektöründe 1.9 Trilyon Dolarlık bir etki yapacağı düşünülmektedir. Endüstri 4.0 uygulamaları sayesinde depolama dâhil tüm lojistik faaliyetlerde verimliliğinin, güvenliğinin ve emniyetinin artacağı vurgulanmaktadır (DHL, 2015).

Endüstri 4.0’ın lojistik süreçlerde işbirliğinin sorunsuz bir şekilde entegrasyonun sağlanması, lojistik faaliyetlerin ölçülebilirliklerinin ve yapılandırılabilirliklerinin artırılması, üretim süreçlerinin genişletilmesi, otonom tabanlı işbirliklerinin oluşturulması, üretim ve dağıtım planlamasının sağlıklı bir biçimde yapılabilmesi noktasında lojistik sektörüne önemli etkilerinin olduğu söylenebilir (Haddud vd, 2017). Lojistik sektörünün Lojistik 4.0 noktasında kaydededeceği ilerlemeler sadece lojistik firmaları için değil doğrudan veya dolaylı olarak iş ilişkisi içerisinde buldukları tüm sektörlerin

firmalarına da yansiyacaktır. Bundan dolayı Lojistik 4.0 konusuna holistik (bütüncül) bir bakış açısıyla bakmak yararlı olacaktır.

Sektör temsilcilerinin Endüstri 4.0 ve lojistik ilişkisine dikkatlerini çekmek ve işletmelerin bu devrime göre yeniden yapılandırması noktasında farkındalık oluşturması bakımından benzeri çalışmaların önemli olduğu düşünülmektedir.

Endüstri 4.0 devrimin, lojistik sektörü üzerinde oluşturacağı olası etkilerinin kavramsal bir biçimde ele alınarak bu alandaki Türkçe literatür boşluğunu kısmen de olsa doldurmayı amaçlayan bu çalışmanın firma ve bölge değişkenlerinin kontrol değişken kabul edildiği ampirik araştırmalarla genişletilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akben, İ., Avşar, İ.İ., (2017). *Dijital tedarik zinciri ve bulut bilişim*, 1. Uluslararası El Ruha Sosyal Bilimler Kongresi, 8-12 Kasım. Şanlıurfa.
- Albishi, S., Soh, B., Ullah, A., Algarni, F. (2017). *Challenges and solutions for applications and technologies in the internet of things*. 4th Information Systems International Conference 2017, ISICO 2017, 6-8 November. Bali, Indonesia.
- Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Souza, J., Retat J. (2017). *Learning Factory: The Path To Industry 4.0*. Procedia Manufacturing.
- Barretto, L., Amaral, A., Pereira, T. (2017). *Industry 4.0 Implications In Logistics: An overview*. Procedia Manufacturing. 13, 1245-1252.
- Bartodziej, J.C. (2017). *The Concept Industry 4.0 An Empirical Analysis Of Technologies And Applications In Production Logistics*. Springer Gabler.
- BMWi (2010). *Im Fokus: Industrieland Deutschland. Stärken Ausbauen – Schwächen Beseitigen – Zukunft Sichern*. In: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).
- Cambridge Dictionary Online (2015). *Meaning Of "Volatile"*. Available Online At: Erişim Tarihi: 04.01.2018, <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/british/volatile>
- Cardoso, K. Voigt, M. Winkler (2008). *International Conference On Enterprise Information Systems*. 15–27.
- Çetin,A.(2017). *Lojistik Ve Endüstri 4.0 Yaklaşımı*, (Erişim Tarihi: 11.12.2017). <http://www.tasimadunyasi.com/lojistik/lojistik-ve-endustri-40-yaklasimi-h4016.html>,
- DHL Trend Research, Internet of Things In Logistics (2015). *A Collaborative Report By DHL And Cisco On Implications And Use Cases For The Logistics Industry*, Erişim Tarihi:10.11.2017. https://www.dpdhl.com/content/dam/dpdhl/presse/pdf/2015/DHLTrendReport_Internet_of_things.pdf.
- Dilberoglu, U.M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., Dolen, M. (2017). *The Role Of Additive Manufacturing In The Era Of Industry 4.0*. Procedia Manufacturing.
- Frazzon, E.M. (2015). *Big Data Applied To Cyber-Physical Logistic Systems: Conceptual Model And Perspectives*. Brazilian Journal Of Operations & Production Management, 12, 330-337.
- Gilchrist, A., (2016). *Industry 4.0-The Industrial Internet Of Things*. A press.
- Haddud, A., DeSouza, A., Khare, A., Lee, H.(2017). *Examining Potential Benefits And Challenges Associated With The Internet Of Things Integration In Supply Chains*. Journal of Manufacturing Technology Management, 28(8), 1055-1085.
- Kagermann, H.; Wahlster, W., Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industry 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industry 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern*. In: Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. Berlin
- Kamagaev, A., Stenzel, J., Nettstrater, A., Hompel, M.T. (2011). *Concept of cellular transport systems in facility logistics*. Proceedings of the 5th International Conference on Automation, Robotics and Applications, Wellington, New Zeland.
- Kelker, O. (2011). *Studie Industry 4.0. Eine Standortbestimmung Der Automobil- Und Fertigungsindustrie*. In: Mieschke. Hoffmann & Partner (MHP). A Porsche Company
- Lalic, B., Majstorovic, V., Marjanovic, U., Delić, M., Tasic, N. (2017). *The Effect Of Industry 4.0 Concepts And E-Learning On Manufacturing Firm Performance: Evidence From Transitional Economy*. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems.

- Lee, E.A. (2006). *Cyber-Physical Systems—Are Computing Foundations adequate?* In Position Paper for NSF Workshop On Cyber-Physical Systems: Research Motivation, Techniques and Roadmap, 16-17 October 2006, Austin TX.
- Leyh, C., Martin, S., Schäffer, T. (2017). *Industry 4.0 and lean production – A matching relationship? An analysis of selected Industry 4.0 models.* Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems.
- Lin, B., Jones, C. A. (2009). *Digital Supply Chain Management And Implementation: A Research Review.*
- Mendes, C., Osaki, R., Costa, C.D. (2017). *Internet Of Things In Automated Production.* EJERS, European Journal of Engineering Research and Science. 2(10), 23-33.
- Özdemir, Ş. (2017). Endüstri 4.0, Lojistik Sektörünü Nasıl Etkileyecek? <http://www.utikad.org.tr/haberler/?id=14666>, Erişim Tarihi: 13.12.2017.
- Özgüner, Z. (2017). *Lojistik Faaliyetlerin Süreçsel Etkinliğinde Rol Oynayan Değişkenlerin İşletme Performansına Etkisinde Lojistik Performansın Aracılık (Mediatör) Rolü*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.
- Pereira, A.C., Romero, F. (2017). *A Review of the meanings and the implications of the industry 4.0 Concept.* Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain.
- Preuveneers D., Joosen W., Ilie-Zudor E, (2017). *Trustworthy Data-Driven Networked Production For Customer-Centric Plants.* Industrial Management & Data Systems. 117(10), 2305-2324.
- Rifkin, J. (2011). *Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, New York: Palgrave MacMillan.
- Rouse, M., (2017). Intelligent transportation system (ITS) <http://whatis.techtarget.com/definition/intelligent-transportation-system>, Erişim Tarihi: 15.12.2017.
- Roblek, V., Meško, M., Krapež, A. (2016). *A complex view of industry 4.0.* SAGE Open
- Rutkowsky, S., Petersen, I., Klötzke, F. (2015). *Digital Supply Chains: Increasingly Ritical For Competitive Edge.* European A.T. Kearney/WHU Logistics Study, (Erişim Tarihi: 05.02.2018). <https://www.atkearney.com.tr/operations/ideas-insights/article/>
- Santos, K., Loures, E., Piechnicki, F., Canciglieri, O. (2017). *Opportunities assessment of product development process in industry 4.0.* 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy.
- Schlüter, F., Diedrich, K., Güller, M. (2017). *Analyzing the impact of digitalization on supply chain risk management*, 26th IPSERA Conference, Budapest/Balatonfüred.
- Schmidt, M. Möhring, R.C. Härting, C. Reichstein, P. Neumaier, P. Jozinović (2015). *Industry 4.0 - potentials for creating smart products: Empirical research results.* International Conference on Business Information Systems.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution.* World Economic Forum:Switzerland.
- Sendler, U. (2018). *The Internet of Things Industrie 4.0 Unleashed.*, Verlag GmbH Germany: Springer
- Strange, R., Zucchella, A. (2017). *Industry 4.0, Global Value Chains And International Business*, Multinational Business Review. 25(3), 174-184.
- Tavukçuoğlu, C. (2017). Sanayi 4.0'ın Lojistiğe Etkileri. <http://www.lojistikhatti.com/haber/2017/01/sanayi-4-0in-lojistige-etkileri>, Erişim Tarihi:01.08.2018
- Thames, L., Schaefer, D. (2017). *Cybersecurity For Industry 4.0-Analysis For Design And Manufacturing.* Springer.
- Tiwari, S., Wee, H.M., Daryanto, Y. (2018). *Big Data Analytics In Supply Chain Management Between 2010 And 2016: Insights To Industries.* Computers & Industrial Engineering.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., Pelaez, G. (2017). *What does industry 4.0 mean to supply chain.* Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Pontevedra), Spain.
- Tu, C., He, X., Shuai, Z., Jiang, F. (2017). *Big Data Issues In Smart Grid – A review.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79(C), 1099-1107.
- Wagner, T., Herrman, C., Thiede, S. (2017). *Industry 4.0 impacts on lean systems.* The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems.

- Wang, L. (2014). *Cyber Manufacturing: Research And Applications*. TMCE, 39-49.
- Wang, L., Wang, X.V. (2017). *Cloud-Based Cyber-Physical Systems In Manufacturing*. Springer.
- Wang, L., Törngren, M., Onori, M. (2015). *Current Status And Advancement Of Cyber-Physical Systems in manufacturing*. Journal of Manufacturing Systems, 37(2), 517-527.
- Westkämper, E. (2013). *Struktureller Wandel Durch Megatrends In: Westkämper, E.; Spath, Dieter; Constantinescu, C. & Lentjes, J. (Eds.): Digitale Produktion*. Berlin: Springer.
- Zawadzki, P., Zywicki K., (2016). *Manag. Prod. Eng. Review*, 7, 105-112.