

Lojistik 4.0: Literatür İncelemesi

Şule Güngör¹

Rukiye Özkan²

Özet

Sanayi devrimlerine bakıldığında yaşanan her bir devrim bir sonraki döneme zemin hazırlamıştır. Dördüncü Endüstri Devrimi olan Endüstri 4.0 ile teknoloji ve dijitalleşmenin varlığı toplumların hayatında yoğun bir şekilde görülmektedir. Endüstri 4.0'ın etkisiyle teknolojideki gelişmeler ve değişim ihtiyacı sektörleri etkilemiş ve ilgili dönem yeni bir çağ olarak ifade edilmeye başlanmıştır. Üretim endüstrilerinde emek ihtiyacı unsuru olmaktan çıkmış; üretimde yenilikçi yaklaşımlar, veri transferleri ve çağdaş otomasyon sistemleri birer gereklilik haline gelmiştir. Lojistik sektöründe faaliyetlerini sürdüren işletmeler için esneklik, yüksek uyum, verimlilikte artış ve hızlı karar alabilme becerisi önemli hale gelmiştir. Teknolojik yeniliklerin lojistik sektöründeki boşlukları doldurma ihtimaliyle Lojistik 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Lojistik 4.0'ın lojistik sektörü üzerindeki göz ardı edilemez etkisini ele alan çalışmalar bulunmaktadır. Lojistik 4.0'ın lojistik sektörüne etkisi ve sektör içindeki varlığına dair yapılan literatür taramasında konuya dair farklı yönlerden yapılan çalışmalar olduğuna ulaşılmıştır. Bu çalışma Lojistik 4.0 kavramının akademik literatürünü inceleyerek dikkat çeken hususları ve çalışılan konuları aktarmayı; gelecekteki çalışmalar için yol gösterici olmayı amaçlamaktadır.

GİRİŞ

Üretim endüstrisi, sanayi devrimi olarak ifade edilen ve makineleşme süreci ile başlayıp elektrik teknolojisi ve sanayi devrimlerinin dördüncüsü ve sonuncusu ile köklü bir dönüşüm içindedir. Sanayi süreci, ekonomik şekilde mekanize ve otomatikleştirilmiş üretimi yürütme amacındadır (Rymaszewska vd., 2017). Bu amaçla beraber sanayi devrimlerinin her birinde üretim endüstrisinin hızlı dönüşümü ve gelişimine sebep olan bir teknolojik yeniliğin

1 Öğr. Gör., Tarsus Üniversitesi, sulegungor@tarsus.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6154-8817

2 Öğr. Gör., Mersin Üniversitesi, rukiyeozkan@mersin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1246-0306

olduğu dönemlerin 21. yüzyılı kapsayan dördüncü sanayi devrimi, Endüstri 4.0 olarak ifade edilmektedir (Gaub, 2016; Wang, 2016). İlgili dönem birbiri ile ilişkili teknolojik yenilikleri ve tam otomatik üretimi temeline almaktadır (Ali ve Phan, 2022; Yavaş ve Özkan-Özen, 2020). Endüstri 4.0 kavramı üç ana başlık altında ifade edilmektedir (Solvay vd., 2017; Kolberg ve Zühlke, 2015): İlgili bilgilerin tamamının eş zamanlı olarak kullanılabilirliği, değer zincirindeki tüm varlıkların ortak bir ağa sahip olması ve sahip olunan verilerden herhangi bir zamanda en uygun değer akışını ortaya koyabilme yeteneği şeklinde sıralanmaktadır (Wollschlaeger vd., 2017). Bilgi devrimi olarak da ifade edilen Endüstri 4.0 döneminin itici teknolojileri olarak ifade edilebilecek nitelikteki nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri analizi, yapay zekâ, siber-fiziksel sistemler, otonom yazılım ve sensörler gibi yenilikler işletmeleri ve ilintili kanalların tamamını etkileme potansiyeline sahiptir (Foidl ve Felderer, 2016). Endüstri 4.0 kavramı literatürde ilk olarak 2011 yılında Almanya’da yer bulmuştur. Literatürle paralel şekilde Almanya hükümet politikaları da bulut üretimi, nesnelerin interneti ağını oluşturmayı ve endüstriyel üretime katkı sağlaması için otonom robotları entegre stratejiler olarak benimsemiştir (Lasi vd., 2014).

Teknolojik yenilikler ve üretim faaliyeti yürüten işletmelerin karşısında müşteri olarak yer alan bireylerin yönelttiği talepler doğrultusunda çeşitliliğin artması, sektörel eğilimlerin takip edilmesi, mevcut pazar konumunun korunması veya iyileştirilmesi gibi hususlar önem kazanmıştır. Bu doğrultuda işletmeler yapısal ve yönetsel açıdan dönüşüm yaşamak zorunda kalmaktadır (Wang, 2016). Söz konusu dönüşüm üretimden başlayarak tüketicinin geri bildirimine kadar var olan tüm süreçleri ele alırken lojistik faaliyetleri de temelden etkileyebilmektedir. Lojistik kavramı, müşteri ihtiyaçlarını gerçekleştirmek için mal ve hizmetlerin dış kaynaklı başlangıç noktasından işletme ve işletmeden tüketim noktasına kadar verimli ve etkin akışı ile depolanmasını planlama, uygulama ve kontrol etme aşamalarının tamamını kapsamaktadır (Lummus vd., 2001).

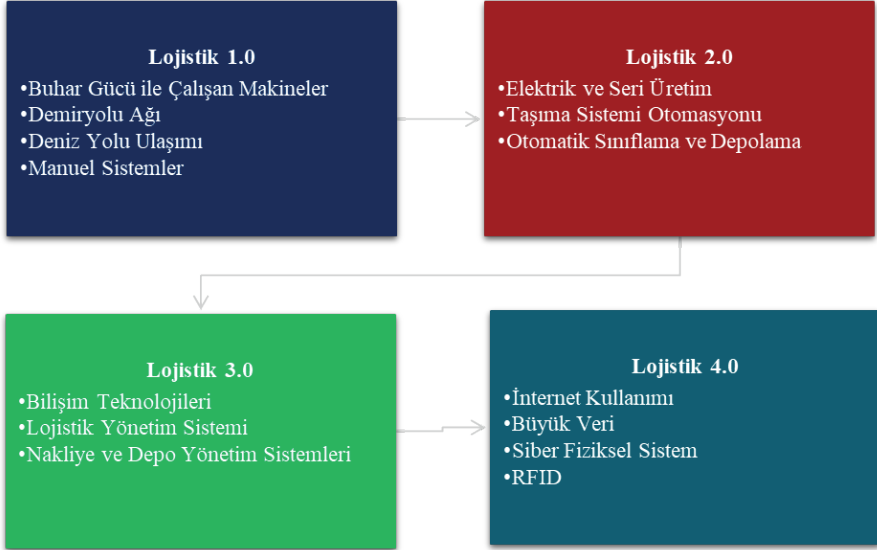
Uygulanması halinde ortaya çıkacak fırsatları barındıran Lojistik 4.0, akademik açıdan ilgi çekici bir konu başlığı haline gelmiştir. Endüstri 4.0’a kıyasla daha dar bir alana sahip olan ve yeni bir kavram olarak ifade edilebilecek olan Lojistik 4.0’ın lojistik sektöründe henüz olgunlaşmamış veya olgunlaşma sürecini tamamlamamış işletmelerde uygulanmasının yaygın bir hale gelmesi açık bir şekilde incelenmesi, anlaşılması ve uyumlaştırma faaliyetlerinin başlanmasına bağlıdır (Küçükaltan vd., 2020).

Endüstri 4.0’ın varlığı ile insan hayatına dahil olan ve süreçleri farklılaştırmaya ve şekillendirmeye başlayan yeni teknolojiler bu açıdan

lojistik eylemler için çözüm olarak değerlendirilebilmektedir. Bahse konu hususlar doğrultusunda Lojistik 4.0 kavramını ana hatlarıyla ele alırken temel bileşenlerine hâkim olmak ve uygulama yetkinliğine sahip işletmelere öneriler geliştirmek önemlidir. Bu çalışmanın amacı Lojistik 4.0 teması altında ele alınan çalışmaları incelenen teknoloji, yöntem ve yaklaşım kapsamında incelemektir. Literatür taraması ile mevcut çözümleri ortaya koyarken; detaylandırılmaya ihtiyaç duyulan hususlara da değinmek hedeflenmiştir.

1. LOJİSTİK 4.0

Üretimin modernleşmesi üretim eyleminden önceki ve sonraki lojistik süreçlerin de modernleşmesini bir gereklilik haline getirmiştir. Endüstri 4.0'ın getirdiği teknolojilerin lojistik sektörüne entegre edilmesi bahse konu modernleşmeyi mümkün kılmaktadır. Sanayi devrimlerinde gözlemlenen değişimlere paralel olarak lojistik sektörü de birtakım dönemler yaşamaktadır. Geleneksel olarak ifade edilen lojistik faaliyetler sanayi devrimleri ile varlığı hissedilen değişikliklerle farklılaşmaya başlamıştır. Yeniliklerin sektör içindeki uygulamasının yakın bir geçmişe dayanmasına rağmen daha esnek, güvenilir ve düşük maliyetli lojistik süreçlerin yürütülmesi mümkündür. Bu kapsamda Endüstri 4.0 yeniliklerinin lojistik faaliyetlere uyarlanma süreci yıllar itibarıyla gerçekleşmiş olup halihazırdaki dönemde Lojistik 4.0 dönemi yaşanmaktadır. Bu kapsamda Şekil 1'de lojistiğin evrimsel süreci özetlenmiştir.



Şekil 1. Lojistiğin Evrimsel Süreci

Endüstri 4.0 devriminin bir sonucu olarak, lojistik sektörünün gelişimi, endüstrinin gelişimi ile güçlü bir şekilde bağlantılı olduğu için Lojistik 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır (Winkelhaus ve Grosse, 2020; Werner-Lewandowska ve Kosacka-Olejnik, 2019). Lojistik 4.0, Endüstri 4.0'a geçiş ve bunun lojistikle ilgili faaliyetlere yansımaları ile birlikte ortaya çıkan en güncel kavramdır (Wang, 2016). Lojistik süreçler, karar verme aşamalarını desteklemek ve bir işletmenin hizmet, hız, güvenilirlik ve maliyet faktörleri üzerinden rekabet etme yeteneğini en üst düzeye çıkarmak için otomasyon, veri paylaşımı ve veri analitiğini güçlü bir şekilde kullanması önemlidir (Zoubek ve Simon, 2021). Bu şekilde küresel eylemlerini, mal veya hizmet teslimat hizmetinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini geliştirmesi mümkündür (Tang ve Veulenturf 2019). Bu açıdan ele alındığında Lojistik 4.0'ın geleneksel lojistiği değiştirici gücü ve geliştirme potansiyeli dikkat çekmektedir (Glistau ve Machado, 2018). Dinamik bir şekilde değişen ve lojistik sektörü içinde birtakım dönemlerde yaşanan belirsizlik ortamı, faaliyetleri verimli ve etkin bir şekilde yürütmeyi güçleştirmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak veya etkisini azaltmak amacıyla devasa lojistik ağlar, yeni yöntemler, modern ürün ve hizmetler ortaya koymak gerekmektedir (Barreto vd., 2017; Wang, 2016).

2. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

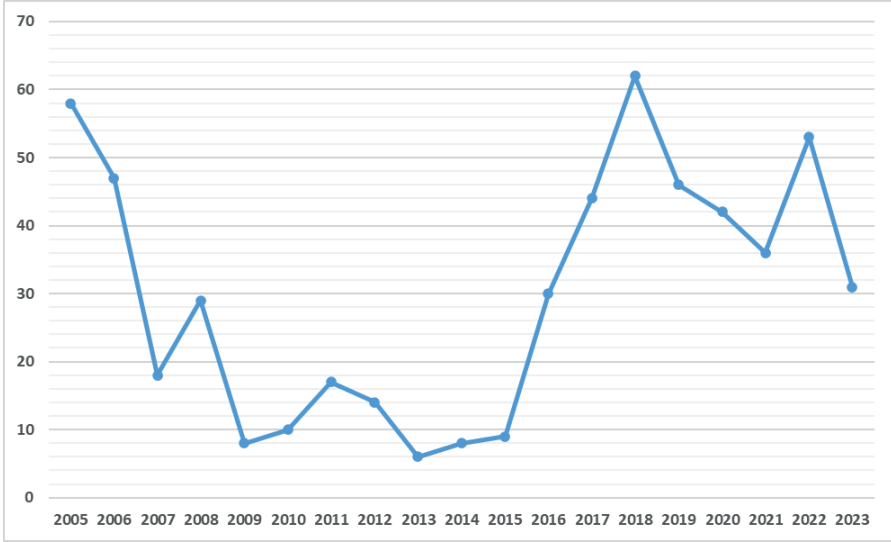
Literatür taraması üzerine şekillenen çalışma araştırma kavramı olarak ele alınan konunun detaylı bir analizini sağlayarak bütünü dışında daha fazlasını ortaya koymaya odaklanmıştır. Bu odakla yoğun bir şekilde çalışılmış veya daha önce çalışılmamış konuların irdelenmesi ve yapılacak çalışmaların ihtiyacını karşılamaya yönelik hususlara değinmek önemlidir. Çalışmanın ilk bölümünde Endüstri 4.0 ve etkisiyle ortaya çıkan Lojistik 4.0 hakkında bilgi verilmiştir. Araştırma metodolojisinde ilk olarak Google Trends aracılığıyla Lojistik 4.0 açısından dünya çapındaki potansiyeli kontrol etmek için kontrol süreci yürütülecektir. Ardından kavramın bölge bazlı araştırılmasına değinilecektir. Akademik çalışmalara erişim sağlayan ve kullanımı yaygın olan portallara ulaşarak kavram ile ilgili yapılmış yayın sayısı ele alınacaktır. Devamında Lojistik 4.0 kavramı beraberinde kavramı temsil eden veya kavramla beraber incelenen alt başlıklar sıralanacak ve kullanım oranlarına yer verilecektir.

2.1. Bulgular

2.1.1 Bölge Bazında ve Zamana Göre İlgi

Lojistik 4.0, Endüstri 4.0 ile doğrudan bağlantılı nispeten güncel bir kavramdır. Kavrama yönelik bilgiye sahip olma konusunda akademik açıdan

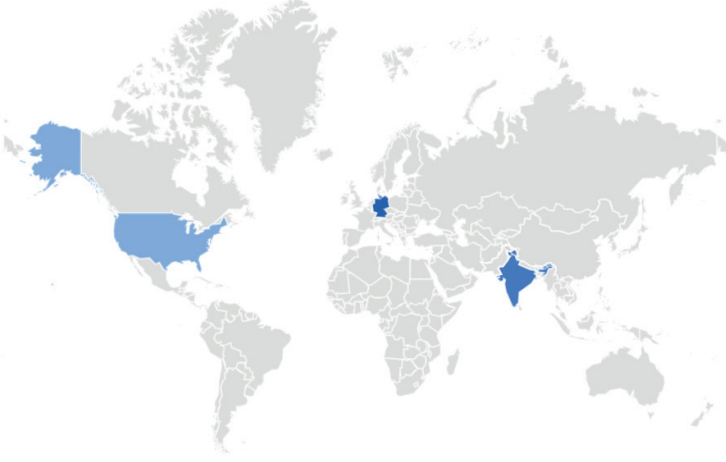
yürütülen çalışmalarla beraber sektörel açıdan da araştırmaya eğilim başlamış durumdadır. Bu kapsamda Google Trends kanalı aracılığıyla (herhangi bir anahtar kelime araması amacıyla bölge veya ilgi açısından kontrol portalı) Lojistik 4.0 açısından dünya çapındaki potansiyeli kontrol etmek için ilgi kontrolü yapılmış ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. “Lojistik 4.0” Anahtar Kelimesi Durumunda Google Trendler Aramasının Etkileri: Zamana Göre İlgi (Google Trends, Erişim Tarihi: 13.09.2023)

Zamana göre araştırmaya tabi tutulma kapsamında başlangıç yılı 2005 olarak ele alınmıştır. Çünkü kavram literatürde yerini ağırlıklı olarak almakta ve bu durum arama motoru sonuçlarına da yansımaktadır. Nitekim ağırlıklı olarak varlığı 2005 yılının ilk çeyreğinde hissedilmiş; esas olarak ise 2015 yılı ikinci çeyreği itibarıyla popülerlik kazanmaya başlamıştır. Sonraki yıllarda istikrarsız olarak gözlemlenmesine rağmen bilinirliği artan bir ivme göstermiştir. Önümüzdeki yıllarda bu ilginin daha da yüksek seviyelere çıkması beklenmektedir.

Zamana göre ilginin yanı sıra bölge bazlı araştırmada da somut bir bilgiye ulaşarak dünya çapında araştırma eğilimi gözlemlenebilmektedir. Lojistik 4.0 kavramının yoğun olarak ele alınması ülkeler bazında en yüksek seviyede Almanya’da kümelenmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasının en önemli sebeplerinden biri Lojistik 4.0 kavramının içerik ve terimsel açıdan Endüstri 4.0 ile benzerlik taşımasıdır. Almanya’nın ardından Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri kavramı yoğun şekilde araştıran ülkelerde ilk üçtedir. Görsel olarak gösterimi Şekil 3’teki gibidir.



Şekil 3. “Lojistik 4.0” Anahtar Kelimesi Durumunda Google Trendler Aramasının Etkileri: Bölge Bazında İlgi (Google Trends, Erişim Tarihi: 13.09.2023)

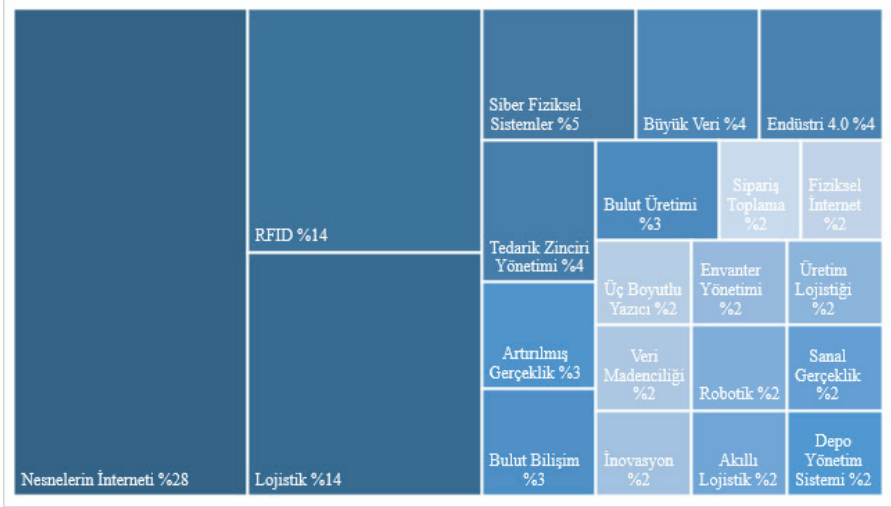
2.1.2. Veri Tabanlarına Göre İlgi

Endüstri 4.0'dan yola çıkarak akademik kaynaklar içinde de kendine yer edinen kavram 2014 yılı öncesi yıllarda da araştırılmasına rağmen Google Scholar üzerinden yapılan taramada ilk kaynakların 2014 yılına ait olduğuna ulaşılmıştır. Kavram farklı veri tabanları üzerinden “Logistics 4.0” terimi ile araştırılmıştır. Akademik yayınlara bakıldığında 2014 yılında ortaya koyulan akademik çalışmalar ilerleyen yıllarla beraber başta azalan sonrasında ise oldukça yüksek oranlarda artan sayılara ulaşmıştır. Literatürde erişilebilen akademik yayınların yaygınlaşması devamında yürütülen tez çalışmalarında da artış ortaya çıkmıştır. Kavram sadece Lojistik 4.0 anahtar kelimesi ile değil; aynı zamanda alt başlıklarını oluşturan teknolojiler ile de ele alınmıştır. Lojistik 4.0'ı ifade eden teknolojiler Lojistik 4.0 teriminin anlaşılmasında oldukça önemli bir yerdedir. Tablo 2'de Lojistik 4.0 ile ilintili yoğun olarak kullanılan olan anahtar kelimeler sıralanmıştır:

Tablo 1: Lojistik 4.0 ile İlişkili Anahtar Kelimeler

4.0	Hizmetlerin İnterneti	İşbirlikçi Robot
Akıllı	Siber Fiziksel	Arttırılmış Gerçeklik
Kişiselleştirme	Siber Güvenlik	Sanal Gerçeklik
İnsan-Makine	Blok Zinciri	Büyük Veri
Uyarlanabilir İş Yeri	Sosyal Medya	Bulut
Nesnelerin İnterneti	Mobil Hizmetler	Otonom Robot

Anahtar kelimeler Lojistik 4.0 kavramının içeriği hakkında açık bir şekilde bilgi vermektedir. Endüstri 4.0 ile geliştirilen çalışmaya konu kavram Lojistik 4.0 ile toplum ve iş süreçlerinde fayda yaratmak adına geliştirilen teknolojiler uygulama alanları bulmakta; iyileştirme ve geliştirme adına yürütülen akademik çalışmalar da bu durumu desteklemektedir. Lojistik 4.0 kapsamında incelenen teknolojik yenilikler ve uygulamalarını ifade eden kavramların kullanım oranı Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. Lojistik 4.0 Kapsamında Kullanılan Anahtar Kelimelerin Kullanım Oranları

Lojistik 4.0 süreciyle beraber taşımacılık ve depolama faaliyetlerinde yaygın bir şekilde kullanılan ve geliştirilen nesnelerin interneti ve söz konusu teknolojiye uyumlu akıllı nesnelere (Putnik vd., 2015) Şekil 4'te de görülebileceği şekilde akademik çalışmalarda oldukça yüksek oranda ele alınmıştır. Çalışmaya konu anahtar kelimenin varlığı ile uyumlu bir şekilde lojistik kelimesi de incelenmiştir. Lojistik anahtar kelimesinin iş süreçlerini karşılayacak nitelikteki Sipariş Toplama, Depo Yönetim Sistemi, Envanter Yönetimi ve Akıllı Lojistik kavramları da ele alınmakta; gelecek çalışmalarda teknoloji ile uyumlanma neticesinde artan oranda incelenmesi de beklenmektedir. Radyo frekans aracılığıyla nesnelerin bir mesafe ile tanımlanmasının sağlandığı RFID (Radio Frequency Identification) teknolojisi ise göz ardı edilemeyecek şekilde bir incelenme oranına sahip olup; fiili olarak da lojistik iş faaliyetlerinde kullanıldığı bilinmektedir. Söz konusu teknoloji ile Endüstri 4.0'm da alt başlıkları olarak sınıflandırılabilir olan siber fiziksel sistemler, bulut bilişim, büyük veri veya artırılmış gerçeklik kavramları da içinde bulunan dönemde iş hayatında

geliştirilmekte ve mümkün olan en üst seviyelerde insan hayatına adapte edilmeye çalışılan yeniliklerdir; bu durum yürütülen akademik çalışmalarda da dikkat çekmektedir.

2.1.3 Literatür İncelemesi

Lojistik 4.0 kavramını ele almış olan yayınların içeriği derlenmek istendiğinde Lojistik 4.0'ın sektörel uygulamaları, teknolojilerin incelenmesi ve Lojistik 4.0'ın ve alt başlıklarının detaylandırılması üzerine farklı çalışmalar olduğuna ulaşılmıştır. Özellikle teknolojik yenilikler sıklıkla ele alınmıştır. Bu çalışmada ilgili başlıklar Lojistik 4.0 kapsamında ele alınan teknolojilerle özetlenmiştir. İlgili başlıklar ve bu başlıkları temel alarak yürütülen çalışmalar Tablo 2'de sıralanmıştır.

Tablo 2: Lojistik 4.0 Temel Kavramları Literatür Özeti

Başlık	Yazar ve Yıl
Nesnelerin İnterneti	Antouz vd. (2023), Flores-García vd. (2023), Tyagi vd. (2023), Kumar vd. (2022), Ding vd. (2021), Golpıra vd. (2021), Rey vd. (2021), Rejeb vd. (2020), Song vd. (2020), Tang (2020), Ben-Daya vd. (2019), Buntak vd. (2019), Lee vd. (2018), Tu (2018), Zhang (2018), Bokrantz vd. (2017), Radivojević vd. (2017), Kumar ve Dash (2017), Hwang vd. (2016), Chen (2015), Li vd. (2015), Rose vd. (2015), Tadejko (2015), Ondemir ve Gupta (2014), Gu ve Liu (2013), Xia vd. (2012).
RFID (Radyo Frekanslı ile Tanımlama)	Alzahrani ve Irshad (2023), Chiu ve Shih (2023), Flanagan ve McGovern (2023), Liang vd. (2023), Casella vd. (2022), Mostaccio vd. (2022), Unhelkar vd. (2022), Munoz-Ausecha vd. (2021), Pan ve Liu (2021), Popova vd. (2021), Elbasani vd. (2020), Giusti vd. (2019), Lanko vd. (2018), Kirch vd. (2017), Mašek vd. (2016), Yamato vd. (2016), Oliveira vd. (2015), Zhong vd. (2015), Leung vd. (2014), Ramanathan vd. (2014), El Ghazali vd. (2013), Lim vd. (2013), Sun (2012), Wamba (2012), Zhu vd. (2012), Zebst vd. (2012), Asif (2011), Lee vd. (2011), Shi vd. (2011), Sarac vd. (2010). Lee ve Chan (2009), Lin ve Ho (2009).
Siber Fiziksel Sistemler	Abosuliman (2023), Kumar vd. (2023), Liu vd. (2023), Seeger vd. (2022), Tsang vd. (2022), Dönmez vd. (2021), Tonelli vd. (2021), Abbas ve Marwat (2020), Karnouskos vd. (2020), Alias vd. (2019), Gürdür vd. (2018), Kupriyanovsky vd. (2018), Chukalov (2017), Lewin vd. (2017), Navickas vd. (2017), Sadiku vd. (2017), Leitao vd. (2016), Schuhmacher ve Hummel (2016), Zhou vd. (2016), Yue vd. (2015), Gunes vd. (2014), Jazdi (2014), Lee vd. (2014).
Artırılmış Gerçeklik	Maio vd. (2023), Lagorio vd. (2022), Husár ve Knapčíková (2021), Rejeb vd. (2021), Reljić vd. (2021), Sidiropoulos vd. (2021), Simonetto vd. (2021), Demir vd. (2020b), Konstantinidis vd. (2020), Plakas vd. (2020), Rejeb vd. (2020), Rejeb (2019), Sharma vd. (2020).

Bulut Bilişim	Jiang (2023), Lagorio vd. (2023), Schreiber vd. (2023), Grigoriou ve Fink (2022), Temjanovski vd. (2021), Milwandhari (2020), Radivojević vd. Milosavljević (2019), Yang (2019), Ren vd. (2017), Ragmani vd. (2016), O'Donovan vd. (2015), Matkovic vd. (2014), Jiao (2013), Li vd. (2012), Wang (2011).
Sanal Gerçeklik	Di Capua vd. (2023), Simonetto vd. (2022), Čujan vd. (2020), Morales ve Elkader (2020), Damiani vd. (2018), Gubán ve Kovács (2017), Venkatapathy vd. (2017).
Büyük Veri	Jahani vd. (2023), Lan (2023), Li vd. (2023), Tannad ve Andry (2023), Pan vd. (2022), Chen vd. (2021), Silva vd. (2021), Lekić vd. (2021), Chen (2020), Zheng vd. (2020), Yan vd. (2019), Fosso Wamba vd. (2018), Govindan vd. (2018), Hopkins ve Hawking (2018), Jin ve Kim (2018), Kaur ve Singh (2018), Lai vd. (2018), Lee vd. (2018), Queiroz ve Telles (2018), Wu ve Lin (2018), Borgi vd. (2017), Shang vd. (2017), Wang vd. (2017), Witkowski (2017), Wang vd. (2016), Zhong vd. (2016), Ayed vd. (2015), Mehmood ve Graham (2015), Mikavicaa vd. (2015), Zhong vd. (2015), Frehe (2014), Engel (2014), Waller ve Fawcett (2013a), Waller ve Fawcett (2013b), Chen vd. (2012).
Otonom Robot	Belmonte vd. (2023), Görçün (2022), Buranasing vd. (2021), Erdoğan (2021), Fanti vd. (2020), Hofmann vd. (2019), Bahadır ve Büyüközkan (2016).
Veri Madenciliği	Jinyang (2023), Qiu (2023), Mitroshin vd. (2022), Yu ve Wu (2022), He ve Yin (2021), Zu vd. (2021), Graczyk-Kucharska vd. (2020), Kolesnikov vd. (2020), Zhang ve Shao (2020), Li (2019), Muchová vd. (2018), Nohuddin (2018), Kwon vd. (2016), Roy vd. (2016), Wang (2016), Lin vd. (2013), Wu vd. (2012), Rahman vd. (2011), Congna vd. (2009), Feng ve Kusiak (2006).
Tedarik Zinciri	Hrouga ve Sbihi (2023), Kucukaltan vd. (2022), Özdağoğlu ve Bahar (2022), Fatorachian ve Kazemi (2021), Bag vd. (2020), Demir vd. (2020a), Markov ve Vitliemov (2020), Winkelhaus ve Grosse (2020), Cimini vd. (2019), Facchini vd. (2019), Frazzon vd. (2019), Garay-Rondero vd. (2019), Kozma vd. (2019), Jahn vd. (2018), Dweekat vd. (2017), Strandhagen vd. (2017), Szymańska (2017), Domingo Galindo (2016).
Envanter Yönetimi	Hrouga ve Sbihi (2023), Dixit ve Verma (2022), Mashayekhy vd. (2022), Mostofi ve Jain (2021), Jagtap vd. (2020), Avilés-Sacoto vd. (2019), Chen vd. (2019).
Depo Yönetim Sistemi	Jarašūnienė vd. (2023), Maheshwari vd. (2023), Istiqomah vd. (2020), Moufaddal vd. (2020), Lototsky vd. (2019), Karunarathna vd. (2019), Chen vd. (2018), Cho (2018), Hamdy (2018), Lee (2018), Lee vd. (2018), Alias vd. (2017), Barreto vd. (2017).

Genel itibarıyla bakıldığında Endüstri 4.0 ve Lojistik 4.0 kapsamında araştırma fırsatları dikkat çekmektedir. Kavramların güncelliği, gelişime açık olması ve her geçen gün ilerleme gösteren teknoloji ile uyumlanabilecek olması büyük önemlidir. Ayrıca Endüstri 4.0 etkisi olarak değerlendirilebilen ve lojistik süreçlerin içinde yakın bir zamanda yer almaya başlamış olan gelişmiş teknoloji uyaranların sektörel açıdan dikkat çekmesinin yanı sıra literatür açısından da ilerleyen zaman içinde daha yoğun bir şekilde ele alındığı görülmektedir. Tablo 2 ile kullanılabilir teknoloji ve hizmetlerden hangilerinin önemsenmesi gerektiğini ortaya koyulurken; henüz dikkat çekmemiş olan uygulamaların da sektör içinde etki yaratacak potansiyelde olduğunu ifade etmek mümkündür.

3. SONUÇ

Lojistik sektörü, tarih boyunca nüfus ve ticari gereklilikler doğrultusunda gelişme göstermiştir. Bu gelişmeler teknolojik yeniliklerin lojistiğe kolaylıkla uygulanabilir ve üretim endüstrilerine fayda sağlayacak düzeyde olması ile etkisini genişletmiştir. Özellikle sanayi devrimlerinin güncel dönemini yansıtan Endüstri 4.0 ile lojistiğin önemi ve etkisi artmıştır. Bu şekilde endüstriyel gelişimlere paralel şekilde Lojistik 4.0 kavramı geliştirilmiş ve birçok yenilikle beraber işletmelere birtakım teknolojik yeniliklerle kolaylıklar yaratılmıştır. Lojistik 4.0 ile lojistik faaliyetler tümüyle dijitalleşme ve otomasyon sistemleri ile ilerletilmeye çalışılmaktadır. Bu kapsamda geliştirilen yeni iş modelleri ve yazılım sistemleri bilgi teknolojilerinden yararlanmakta ve teknolojiye yaşanan güncel gelişmeleri yakın bir temasla takip etmektedir.

Lojistik 4.0 kapsamında ortaya çıkan yenilikler her işletmede kolaylıkla kullanım alanı bulamamaktadır. Teknolojiye yatırım yapmak ve bahse konu yenilikleri işletme bünyesine dahil etmek için personelini eğitime konusunda zaman ve bütçe yaratan işletmeler olduğu gibi bu eylemlere kayıtsız kalmayı tercih eden veya yatırım imkânına sahip olmayan işletmeler de bulunmaktadır. Fakat nihayetinde buldukları sektörde var olmaya devam etmeyi arzu eden işletmelerin Lojistik 4.0 ve yeniliklerine uyumlanmaları bir gereklilik haline gelmiştir. Bu gereklilik doğrultusunda da yatırımlar, yönetici ve personel eğitimleri, adaptasyon süreci ve karar alma mekanizmalarında köklü değişiklikler kaçınılmazdır.

Güncel bir kavram olması nedeniyle dikkat çeken Lojistik 4.0 bu parametreler doğrultusunda akademik çevreler tarafından önemsenen bir konsept haline gelmiştir. Bu açıdan ilk aşamada ortaya koyulabilecek yenilikler ve literatür kapsamında ele alınan Lojistik 4.0, işletmelerde kendine uygulama alanı buldukça somut çalışmalarla akademik yayınlara da

konu olmaya başlamıştır. Bu çalışmanın amacı literatür boyutunda Lojistik 4.0 kavramının ele alınırılığını incelemektir. Amaç kapsamında incelenen çalışmalarda Lojistik 4.0 bileşenlerinin uygulanmasına ilişkin farklı çalışmalara rastlanmıştır. Örnek olarak büyük miktarda verinin işlenmesi ve analizini konu alan büyük veri, makine ve sistemler arasında doğrudan tüm süreçleri kapsama potansiyelinde olan tedarik zinciri, eşzamanlı iletişim sağlayan nesnelerin interneti, nesneleri uzaktan kontrol edebilme yeteneği sağlayan radyo frekans ile tanımlama sistemleri, bilgiye ulaşma ve gerekli bilgiyi kullanmada kolaylık sağlamayı amaçlayan bulut bilişim ve Lojistik 4.0 ile değişen veya ortaya atılan diğer teknolojiler ele alınmıştır. Bu teknolojilerden endüstrilerde kullanım alanı bulanların sıklıkla ele alındığı, otonom robot veya sanal ve fiziksel dünyanın entegrasyonu sağlayan sanal gerçeklik veya artırılmış gerçeklik gibi kavramların daha düşük seviyede ele alındığına ulaşılmıştır. Bu durumun işletmelerde yeniliklerin kullanım alanı bulmasıyla ilgili olduğu görülmektedir. Ayrıca ilerleyen zamanda gelişen teknoloji ve yapılan yatırımlar neticesinde işletmelerin sıklıkla ele alınmayan bileşenlere de adapte olması neticesinde akademik çalışmalarda da zenginleşmeye gidileceği öngörülmektedir. Bu kapsamda çalışmaya dair bulguların Lojistik 4.0 kavramını ele alarak yapılacak çalışmalarda araştırmacılara yol göstermesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbas, A. W. Marwat, S. N. K. (2020). Scalable emulated framework for IoT devices in smart logistics based cyber-physical systems: bonded coverage and connectivity analysis. *IEEE Access*, 8, 138350-138372.
- Abosuliman, S. S. (2023). Deep learning techniques for securing cyber-physical systems in supply chain 4.0. *Computers and Electrical Engineering*, 107, 108637.
- Alias, C., Salewski, U., Ortiz Ruiz, V. E., Alarcón Olalla, F. E., Neirão Reymão, J. D. E., Noche, B. (2017, June). Adapting warehouse management systems to the requirements of the evolving era of industry 4.0. In *International Manufacturing Science and Engineering Conference (Vol. 50749, p. V003T04A051)*. American Society of Mechanical Engineers.
- Alias, C., Zahlmann, M., Alarcón Olalla, F. E., Iwersen, H. Noche, B. (2019). Designing smart logistics processes using cyber-physical systems and complex event processing. *Mobilität in Zeiten der Veränderung: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte*, 323-336.
- Alzahrani, B. A. Irshad, A. (2023). An Improved IoT/RFID-Enabled Object Tracking and Authentication Scheme for Smart Logistics. *Wireless Personal Communications*, 129(1), 399-422.
- Antouz, Y. A., Akour, I. A., Alshurideh, M. T., Alzoubi, H. M. Alquqa, E. K. (2023, March). The impact of Internet of Things (IoT) and Logistics Activities on Digital Operations. In *2023 International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS) (1-5)*. IEEE.
- Asif, R. (2011). Reverse Logistics: RFID the key to optimality. *Journal of industrial Engineering and Management (JIEM)*, 4(2), 281-300.
- Avilés-Sacoto, S. V., Avilés-González, J. E., Garcia-Reyes, H., Bermeo-Samaniego, M. C., Cañizares-Jaramillo, A. K., Izquierdo-Flores, S. N. (2019). A GLANCE OF INDUSTRY 4.0 AT SUPPLY CHAIN AND INVENTORY MANAGEMENT. *International Journal of Industrial Engineering*, 26(4).
- Ayed, A. B., Halima, M. B. Alimi, A. M. (2015, May). Big data analytics for logistics and transportation. In *2015 4th international conference on advanced logistics and transport (ICALT) (311-316)*. IEEE.
- Bag, S., Gupta, S. Luo, Z. (2020). Examining the role of logistics 4.0 enabled dynamic capabilities on firm performance. *The International Journal of Logistics Management*, 31(3), 607-628.
- Bahadır, B., Büyüközkan, G. (2016, December). Robot selection for warehouses. In *Proceeding of LM SCM 2016 Conference (341-349)*.
- Barreto, L., Amaral, A. Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia manufacturing*, 13, 1245-1252.

- Belmonte, L. M., Segura, E., de la Rosa, F. L., Gómez-Sirvent, J. L., Fernández-Caballero, A., Morales, R. (2023). Training industrial engineers in Logistics 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, 109550.
- Ben-Daya, M., Hassini, E. Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International journal of production research*, 57(15-16), 4719-4742.
- Bokrantz, J., A. Skoogh, C. Berlin, J. Stahre. 2017. "Maintenance in Digitalised Manufacturing: Delphi-Based Scenarios for 2030." *International Journal of Production Economics* 191: 154-169.
- Borgi, T., Zoghلامي, N. Abed, M. (2017, January). Big data for transport and logistics: A review. In 2017 International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (IC_ASET) (44-49). IEEE.
- Buntak, K., Kovačić, M. Mutavdžija, M. (2019). Internet of things and smart warehouses as the future of logistics. *Tehnički glasnik*, 13(3), 248-253.
- Buranasing, Y., Jongprasithporn, M., Yodpijit, N. (2021, December). Applications of Industry 4.0 During COVID-19 Situation for Thailand's Logistics System in Customer Satisfaction Context. In 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) (588-592). IEEE.
- Casella, G., Bigliardi, B. Bottani, E. (2022). The evolution of RFID technology in the logistics field: a review. *Procedia Computer Science*, 200, 1582-1592.
- Chen, C., Mao, J., Gan, X. (2018). Design of automated warehouse management system. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 232, p. 03049). EDP Sciences.
- Chen, H., Chiang, R. H. Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS quarterly*, 1165-1188.
- Chen, J., Gusikhin, O., Finkenstaedt, W., Liu, Y. N. (2019). Maintenance, repair, and operations parts inventory management in the era of industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 171-176.
- Chen, R. Y. 2015. "Intelligent IoT-Enabled System in Green Supply Chain Using Integrated FCM Method." *International Journal of Business Analytics* 2 (3), 47-66.
- Chen, Y. H. (2020). Intelligent algorithms for cold chain logistics distribution optimization based on big data cloud computing analysis. *Journal of Cloud Computing*, 9, 1-12.
- Chen, Y. T., Sun, E. W., Chang, M. F. Lin, Y. B. (2021). Pragmatic real-time logistics management with traffic IoT infrastructure: Big data predictive analytics of freight travel time for Logistics 4.0. *International Journal of Production Economics*, 238, 108157.

- Cheng, F. T., H. Tieng, H. C. Yang, M. H. Hung, Y. C. Lin, C. F. Wei, and Z. Y. Shieh. 2016. "Industry 4.1 for Wheel Machining Automation." *IEEE Robotics and Automation Letters* 1 (1), 332-339.
- Chiu, B. H. Shih, S. C. (2023). The Adoption of RFID for Military Logistics: Which Factors Do Matter in Taiwan?. *Journal of Economics, Finance and Accounting Studies*, 5(3), 215-222.
- Cho, G. S. (2018). A study on establishment of smart logistics center based on logistics 4.0. *Journal of Multimedia Information System*, 5(4), 265-272.
- Chukalov, K. (2017). Horizontal and vertical integration, as a requirement for cyber-physical systems in the context of industry 4.0. *Industry 4.0*, 2(4), 155-157.
- Cimini, C., Lagorio, A., Pirola, F. Pinto, R. (2019). Exploring human factors in Logistics 4.0: Empirical evidence from a case study. *Ifac-Papersonline*, 52(13), 2183-2188.
- Congna, Q., Huifeng, Z. Bo, L. (2009, May). Study on application of data mining technology to modern logistics management decision. In 2009 International Forum on Information Technology and Applications (Vol. 3, 433-436). IEEE.
- Čujan, Z., Fedorko, G., Mikušová, N. (2020). Application of virtual and augmented reality in automotive. *Open Engineering*, 10(1), 113-119.
- Damiani, L., Demartini, M., Guizzi, G., Revetria, R., Tonelli, F. (2018). Augmented and virtual reality applications in industrial systems: A qualitative review towards the industry 4.0 era. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 624-630.
- Demir, S., Paksoy, T. Koçhan, Ç. (2020). Logistics 4.0: SCM in Industry 4.0 Era. *Logistics 4.0. Digital Transformation of Supply Chain Management*, 15-26.
- Demir, S., Yilmaz, I. Paksoy, T. (2020). Augmented reality in supply chain management. In *Logistics 4.0* (136-145). CRC Press.
- Di Capua, M., Ciaramella, A., De Prisco, A. (2023). Machine learning and computer vision for the automation of processes in advanced logistics: The integrated logistic platform (ILP) 4.0. *Procedia Computer Science*, 217, 326-338.
- Ding, Y., Jin, M., Li, S. Feng, D. (2021). Smart logistics based on the internet of things technology: an overview. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(4), 323-345.
- Dixit, V., Verma, P. (2022). Identification, assessment, and quantification of new risks for Logistics 4.0. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-25.

- Domingo Galindo, L. (2016). The challenges of logistics 4.0 for the supply chain management and the information technology (Master's thesis, NTNU).
- Dönmez, E., Okumuş, F. Kocamaz, F. (2021). Adaptive operation model for interior smart logistics in cyber physical systems. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 9(4), 965-980.
- Dweekat, A. J., G. Hwang, J. Park. 2017. "Supply Chain Performance Measurement Approach Using the Internet of Things." *Industrial Management & Data Systems* 117 (2), 267-286.
- El Ghazali, Y., E. Lefebvre, L. A. Lefebvre. 2013. "Intelligent Inspection Processes for Intelligent Maintenance: The Potential of RFID in the Petroleum Industry." *International Journal of Construction Engineering and Management* 2 (4), 93-105.
- Elbasani, E., Siriporn, P. Choi, J. S. (2020). A Survey on RFID in Industry 4.0. *Internet of Things for Industry 4.0: Design, Challenges and Solutions*, 1-16.
- Engel, T., Sadovskiy, O., Böhm, M., Heininger, R. Krcmar, H. (2014). A conceptual approach for optimizing distribution logistics using big data. In *Twentieth Americas Conference on Information Systems* (1-9).
- Erdogdu, M. (2021). Development of logistics management and relationship with industry. *Int J Eng Sci Technol*, 3(2), 91-112.
- Facchini, F., Oleśków-Szłapka, J., Ranieri, L. Urbinati, A. (2019). A maturity model for logistics 4.0: An empirical analysis and a roadmap for future research. *Sustainability*, 12(1), 86.
- Fanti, M. P., Mangini, A. M., Roccotelli, M., Silvestri, B. (2020, August). Hospital drugs distribution with autonomous robot vehicles. In *2020 IEEE 16th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)* (1025-1030). IEEE.
- Fatorachian, H., and H. Kazemi. 2021. "Impact of Industry 4.0 on Supply Chain Performance." *Production Planning and Control* 32 (1), 63-81.
- Feng, J. X. Kusiak, A. (2006). Data mining applications in engineering design, manufacturing and logistics. *International Journal of Production Research*, 44(14), 2689-2694.
- Flanagan, J. McGovern, C. (2023). A qualitative study of improving the operations strategy of logistics using radio frequency identification. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 16(1), 47-68.
- Flores-García, E., Jeong, Y., Liu, S., Wiktorsson, M. Wang, L. (2023). Enabling industrial internet of things-based digital servitization in smart production logistics. *International Journal of Production Research*, 61(12), 3884-3909.

- Foidl, H., M. Felderer. 2016. "Research Challenges of Industry 4.0 for Quality Management." In *Innovations in Enterprise Information Systems Management and Engineering Lecture Notes in Business Information Processing*, 121-137.
- Fosso Wamba, S., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T. Ngai, E. (2018). Big data analytics in logistics and supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 478-484.
- Frazzon, E. M., Rodriguez, C. M. T., Pereira, M. M., Pires, M. C. Uhlmann, I. (2019). Towards supply chain management 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 180-191.
- Frehe, V., Kleinschmidt, T. Teuteberg, F. (2014). Big Data in Logistics-Identifying Potentials through Literature, Case Study and Expert Interview Analyses. In *GI-Jahrestagung* (173-186).
- Garay-Rondero, C. L., J. L. Martinez-Flores, N. R. Smith, S. O. Caballero Morales, and A. Aldrette-Malacara. 2019. "Digital Supply Chain Model in Industry 4.0." *Journal of Manufacturing Technology Management* 31 (5), 887-933.
- Gaub, H. 2016. "Customization of Mass-Produced Parts by Combining Injection Molding and Additive Manufacturing with Industry 4.0 Technologies." *Reinforced Plastics* 60 (6), 401-404.
- Giusti, I., Cepolina, E. M., Cangialosi, E., Aquaro, D., Caroti, G. Piemonte, A. (2019). Mitigation of human error consequences in general cargo handler logistics: Impact of RFID implementation. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106038.
- Glistau, E. Coello Machado, N. I. (2018, May). Industry 4.0, logistics 4.0 and materials-Chances and solutions. In *Materials Science Forum* (Vol. 919, 307-314). Trans Tech Publications Ltd.
- Golpîra, H., Khan, S. A. R. Safaeipour, S. (2021). A review of logistics internet-of-things: Current trends and scope for future research. *Journal of Industrial Information Integration*, 22, 100194.
- Govindan, K., Cheng, T. E., Mishra, N. Shukla, N. (2018). Big data analytics and application for logistics and supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 114, 343-349.
- Görçün, Ö. F. (2022). Autonomous Robots and Utilization in Logistics process. *Logistics 4.0 and Future of Supply Chains*, 83-93.
- Graczyk-Kucharska, M., Szafranski, M., Gütmen, S., Goliński, M., Spychała, M., Weber, G. W., Özmen, A. (2020). Modeling for human resources management by data mining, analytics and artificial intelligence in the logistics departments. *Smart and Sustainable Supply Chain and Logistics-Trends, Challenges, Methods and Best Practices: Volume 1*, 291-303.

- Grigoriou, N. N. Fink, A. (2022). Cloud computing: Key to enabling smart production and industry 4.0. In *The Future of Smart Production for SMEs: A Methodological and Practical Approach Towards Digitalization in SMEs* (315-322). Cham: Springer International Publishing.
- Gu, Y. Liu, Q. (2013). Research on the application of the internet of things in reverse logistics information management. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 6(4), 963-973.
- Gubán, M., Kovács, G. (2017). INDUSTRY 4.0 CONCEPTION. *Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering*, 10(1).
- Gunes, V., Peter, S., Givargis, T. Vahid, F. (2014). A survey on concepts, applications, and challenges in cyber-physical systems. *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, 8(12), 4242-4268.
- Gürdür, D., Raizer, K. El-Khoury, J. (2018). Data visualization support for complex logistics operations and cyber-physical systems. In *14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*.
- Hamdy, W., Mostafa, N., Elawady, H. (2018, September). Towards a smart warehouse management system. In *Proceedings of the international conference on industrial engineering and operations management* (Vol. 2018, 2555-2563).
- He, B. Yin, L. (2021). Prediction modelling of cold chain logistics demand based on data mining algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1-9.
- Hofmann, E., Sternberg, H., Chen, H., Pflaum, A., Prockl, G. (2019). Supply chain management and Industry 4.0: conducting research in the digital age. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(10), 945-955.
- Hopkins, J. Hawking, P. (2018). Big Data Analytics and IoT in logistics: a case study. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 575-591.
- Hrouga, M. Sbihi, A. (2023). Logistics 4.0 for supply chain performance: perspectives from a retailing case study. *Business Process Management Journal*.
- Husár, J. Knapčíková, L. (2021). Possibilities of using augmented reality in Warehouse Management: A study. *Acta logistica*, 8(2), 133-139.
- Hwang, G., J. Lee, J. Park, T. W. Chang. 2016. "Developing Performance Measurement System for Internet of Things and Smart Factory Environment." *International Journal of Production Research* 55 (9), 2590-2602.
- Istiqomah, N. A., Sansabilla, P. F., Himawan, D., Rifni, M. (2020, July). The implementation of barcode on warehouse management system for wa-

- warehouse efficiency. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1573, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
- Jagtap, S., Bader, F., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Fadji, T., Salonitis, K. (2020). Food logistics 4.0: Opportunities and challenges. *Logistics*, 5(1), 2.
- Jahani, H., Jain, R. Ivanov, D. (2023). Data science and big data analytics: A systematic review of methodologies used in the supply chain and logistics research. *Annals of Operations Research*, 1-58.
- Jahn, C., Kersten, W. Ringle, C. M. (2018). *Logistics 4.0 and sustainable supply chain management: innovative solutions for logistics and sustainable supply chain management in the context of industry 4.0*. Berlin: epubli GmbH.
- Jarašūnienė, A., Čižiūnienė, K., Čereška, A. (2023). Research on Impact of IoT on Warehouse Management. *Sensors*, 23(4), 2213.
- Jazdi, N. (2014, May). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In 2014 IEEE international conference on automation, quality and testing, robotics (1-4). IEEE.
- Jiang, J., He, D., Li, Y. Zhu, B. (2023). Research on the Effectiveness of Cloud Computing Logistics Management Classroom Teaching. *Curriculum and Teaching Methodology*, 6(14), 20-25.
- Jiao, Y. B. (2013). The Design of the Logistics Information Sharing Platform Based on Cloud Computing. *Advanced Materials Research*, 734, 3220-3223.
- Jin, D. H. Kim, H. J. (2018). Integrated understanding of big data, big data analysis, and business intelligence: A case study of logistics. *Sustainability*, 10(10), 3778.
- Jinyang, L. (2023, February). Application of data mining in logistics industry in the era of big data. In 2023 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Big Data and Algorithms (EEBDA) (10-14). IEEE.
- Karnouskos, S., Leitao, P., Ribeiro, L. Colombo, A. W. (2020). Industrial agents as a key enabler for realizing industrial cyber-physical systems: Multiagent systems entering industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 14(3), 18-32.
- Karunarathna, N., Wickramarachchi, R., Vidanagamachchi, K. (2019, March). A study of the implications of logistics 4.0 in future warehousing: a Sri Lankan perspective. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (1024-1035).
- Kaur, H. Singh, S. P. (2018). Heuristic modeling for sustainable procurement and logistics in a supply chain using big data. *Computers & Operations Research*, 98, 301-321.

- Kirch, M., Poenicke, O. Richter, K. (2017). RFID in logistics and production-Applications, research and visions for smart logistics zones. *Procedia Engineering*, 178, 526-533.
- Kolberg, D., D. Zühlke. 2015. "Lean Automation Enabled by Industry 4.0 Technologies." *IFAC-PapersOnLine* 48 (3), 1870-1875.
- Kolesnikov, M. V., Lyabakh, N. N., Mamaev, E. A. Bakalov, M. V. (2020, September). Efficient and secure logistics transportation system. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 918, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Konstantinidis, F. K., Kansizoglou, I., Santavas, N., Mouroutsos, S. G. Gasteratos, A. (2020). Marma: A mobile augmented reality maintenance assistant for fast-track repair procedures in the context of industry 4.0. *Machines*, 8(4), 88.
- Kozma, D., Varga, P. Hegedüs, C. (2019, March). Supply chain management and logistics 4.0-A study on arrowhead framework integration. In *2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)* (12-16). IEEE.
- Kucukaltan, B., O. Y. Saatcioglu, Z. Irani, ve O. Tuna. 2020. "Gaining Strategic Insights into Logistics 4.0: Expectations and Impacts." *Production Planning & Control*: 1-17.
- Kumar, D., Singh, R. K., Mishra, R. Wamba, S. F. (2022). Applications of the internet of things for optimizing warehousing and logistics operations: A systematic literature review and future research directions. *Computers & Industrial Engineering*, 108455.
- Kumar, S., Kansal, S., Kaswan, K. S., Sharma, V., Miya, J. Kumar, N. (2023). The Impact of Industry 4.0 Cyber Physical Systems on Industrial Development. In *Cyber Physical Systems* (125-140). Chapman and Hall/CRC.
- Kupriyanovsky, V., Alenkov, V., Stepanenko, A., Pokusaev, O., Katzin, D., Akimov, A., Vlasova, I. (2018). On development of transport and logistics industries in the European Union: open BIM, Internet of Things and cyber-physical systems. *International Journal of Open Information Technologies*, 6(2), 54-100.
- Kwon, D., M. R. Hodkiewicz, J. Fan, T. Shibusani, M. G. Pecht. 2016. "IoT-Based Prognostics and Systems Health Management for Industrial Applications." *IEEE Access* 4: 3659-3670.
- Lagorio, A., Cimini, C., Pinto, R. Cavalieri, S. (2023). 5G in Logistics 4.0: potential applications and challenges. *Procedia Computer Science*, 217, 650-659.

- Lagorio, A., Di Pasquale, V., Cimini, C., Miranda, S. Pinto, R. (2022). Augmented Reality in Logistics 4.0: Implications for the human work. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 329-334.
- Lai, Y., Sun, H. Ren, J. (2018). Understanding the determinants of big data analytics (BDA) adoption in logistics and supply chain management: An empirical investigation. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 676-703.
- Lan, M. (2023). Big Data and Cloud Computing-Integrated Tourism Decision-Making in Smart Logistics Technologies. *International Journal of e-Collaboration (IJeC)*, 19(7), 1-20.
- Lanko, A., Vatin, N. Kaklauskas, A. (2018). Application of RFID combined with blockchain technology in logistics of construction materials. In *Matec Web of conferences* (Vol. 170, p. 03032). EDP Sciences.
- Lee, C. K. (2018). Development of an industrial Internet of Things (IIoT) based smart robotic warehouse management system.
- Lee, C. K. Chan, T. M. (2009). Development of RFID-based reverse logistics system. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9299-9307.
- Lee, C. K., Ho, W., Ho, G. T. Lau, H. C. (2011). Design and development of logistics workflow systems for demand management with RFID. *Expert systems with applications*, 38(5), 5428-5437.
- Lee, C. K., Ly, Y., Ng, K. K. H., Ho, W. Choy, K. L. (2018). Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2753-2768.
- Lee, H., Aydin, N., Choi, Y., Lekhavat, S. Irani, Z. (2018). A decision support system for vessel speed decision in maritime logistics using weather archive big data. *Computers & Operations Research*, 98, 330-342.
- Lee, J., Bagheri, B. Kao, H. A. (2014, July). Recent advances and trends of cyber-physical systems and big data analytics in industrial informatics. In *International proceeding of int conference on industrial informatics (INDIN)* (1-6).
- Leitao, P., Karnouskos, S., Ribeiro, L., Lee, J., Strasser, T. Colombo, A. W. (2016). Smart agents in industrial cyber-physical systems. *Proceedings of the IEEE*, 104(5), 1086-1101.
- Lekić, M., Rogić, K., Boldizsár, A., Zöldy, M. Török, Á. (2021). Big Data in logistics. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 49(1), 60-65.
- Leung, J., W. Cheung, S. C. Chu. 2014. "Aligning RFID Applications with Supply Chain Strategies." *Information & Management* 51 (2), 260-269.
- Lewin, M., Weber, H. Fay, A. (2017). Optimization of production-oriented logistics processes through camera-based identification and localization

- for cyber-physical systems. In *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017, Hamburg, Germany, September 3-7, 2017, Proceedings, Part I* (168-176). Springer International Publishing.
- Li, D. (2016). "Perspective for Smart Factory in Petrochemical Industry." *Computers & Chemical Engineering* 91: 136-148.
- Li, J. (2019). *RETRACTED ARTICLE: Optimal design of transportation distance in logistics supply chain model based on data mining algorithm. Cluster Computing*, 22(Suppl 2), 3943-3952.
- Li, L., Gong, Y., Wang, Z. Liu, S. (2023). Big data and big disaster: a mechanism of supply chain risk management in global logistics industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 43(2), 274-307.
- Li, S., L. Xu, X. Wang, J. Wang. 2012. "Integration of Hybrid Wireless Networks in Cloud Services Oriented Enterprise Information Systems." *Enterprise Information Systems* 6 (2), 165-187.
- Li, S., Xu, L. D. Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information systems frontiers*, 17, 243-259.
- Liang, B., Wang, P., Zhao, R., Guo, H., Zhang, P., Guo, J., Xu, C. (2023). {RF-Chord}: Towards Deployable {RFID} Localization System for Logistic Networks. In *20th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 23)* (1783-1799).
- Lim, M. K., W. Bahr, S. C. H. Leung. 2013. "RFID in the Warehouse: A Literature Analysis (1995-2010) of Its Applications, Benefits, Challenges and Future Trends." *International Journal of Production Economics* 145 (1), 409-430.
- Lin, C. Y. Ho, Y. H. (2009). RFID technology adoption and supply chain performance: an empirical study in China's logistics industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(5), 369-378.
- Lin, C., Choy, K. L., Pang, G. Ng, M. T. (2013, December). A data mining and optimization-based real-time mobile intelligent routing system for city logistics. In *2013 IEEE 8th International Conference on Industrial and Information Systems* (156-161). IEEE.
- Liu, Y., Tao, X., Li, X., Colombo, A. Hu, S. (2023). Artificial Intelligence in Smart Logistics Cyber-Physical Systems: State-of-The-Arts and Potential Applications. *IEEE Transactions on Industrial Cyber-Physical Systems*.
- Lototsky, V., Sabitov, R., Smirnova, G., Sirazetdinov, B., Elizarova, N., Sabitov, S. (2019). Model of the automated warehouse management and forecasting system in the conditions of transition to industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 78-82.

- Lummus, Rhonda R., Dennis W. Krumwiede ve Robert J. Vokurka. 2001. "The Relationship of Logistics to Supply Chain Management: Developing a Common Industry Definition." *Industrial Management & Data Systems* 101 (8): 426-432.
- Maheshwari, P., Kamble, S., Kumar, S., Belhadi, A., Gupta, S. (2023). Digital twin-based warehouse management system: a theoretical toolbox for future research and applications. *The International Journal of Logistics Management*.
- Maió, R., Santos, A., Marques, B., Ferreira, C., Almeida, D., Ramalho, P., Santos, B. S. (2023). Pervasive Augmented Reality to support logistics operators in industrial scenarios: a shop floor user study on kit assembly. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1-19.
- Manoj Kumar, N. Dash, A. (2017, November). Internet of things: an opportunity for transportation and logistics. In *Proceedings of the International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI 2017)*, 23rd to (194-197).
- Markov, K. Vitliemov, P. (2020, June). Logistics 4.0 and supply chain 4.0 in the automotive industry. In *IOP conference series: Materials Science and Engineering* (Vol. 878, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Mašek, J., Kolarovszki, P. Čamaj, J. (2016). Application of RFID technology in railway transport services and logistics chains. *Procedia Engineering*, 134, 231-236.
- Mashayekhy, Y., Babaei, A., Yuan, X. M., Xue, A. (2022). Impact of Internet of Things (IoT) on inventory management: A literature survey. *Logistics*, 6(2), 33.
- Matkovic, P., Tumbas, P. Pavlicevic, V. (2014). Decision making in logistics processes supported by cloud computing. *Management*, 9(1), 11-20.
- Mehmood, R. Graham, G. (2015). Big data logistics: a health-care transport capacity sharing model. *Procedia computer science*, 64, 1107-1114.
- Mikavicaa, B., Kostić-Ljubisavljevića, A. Radonjić, V. (2015, July). Big data: challenges and opportunities in logistics systems. In *Proceedings of the 2nd Logistics International Conference (185-190)*. Belgrade, Serbia: LOGIC.
- Milwandhari, S. (2020, October). Risk analysis of cloud computing in the logistics process. In *2020 Third international conference on vocational education and electrical engineering (ICVEE)* (1-5). IEEE.
- Mitroshin, P., Shitova, Y., Shitov, Y., Vlasov, D. Mitroshin, A. (2022). Big data and data mining technologies application at road transport logistics. *Transportation Research Procedia*, 61, 462-466.
- Morales, M. L. V., Elkader, M. A. A. (2020). Logistics 4.0 technologies in agriculture systems: potential impacts in the SDG. In *Towards the Digital*

- World and Industry X. 0-Proceedings of the 29th International Conference of the International Association for Management of Technology, IAMOT (976-989).
- Mostaccio, A., Bianco, G. M., Amendola, S., Marrocco, G. Occhiuzzi, C. (2022, September). RFID for Food Industry 4.0-Current Trends and Monitoring of Fruit Ripening. In 2022 IEEE 12th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA) (109-112). IEEE.
- Mostofi, A., Jain, V. (2021, April). Inventory management and control of deteriorating pharmaceutical products sing Industry 4.0. In 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA) (394-400). IEEE.
- Moufaddal, M., Benghabrit, A., Bouhaddou, I. (2020, March). A cyber-physical warehouse management system architecture in an Industry 4.0 context. In International Conference on Artificial Intelligence & Industrial Applications (125-148). Cham: Springer International Publishing.
- Muchová, M., Paralič, J. Nemčík, M. (2018). Using predictive data mining models for data analysis in a logistics company. In Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 38th International Conference on Information Systems Architecture and Technology-ISAT 2017: Part I (161-170). Springer International Publishing.
- Munoz-Ausecha, C., Ruiz-Rosero, J. Ramirez-Gonzalez, G. (2021). RFID applications and security review. *Computation*, 9(6), 69.
- Navickas, V., Kuznetsova, S. A. Gruzauskas, V. (2017). Cyber-physical systems expression in industry 4.0 context. *Financial and credit activity problems of theory and practice*, 2(23), 188-197.
- Nohuddin, P., Zainol, Z., Lee, A. S. H., Nordin, I. Yusoff, Z. (2018). A case study in knowledge acquisition for logistic cargo distribution data mining framework. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(1), 8-14.
- O'Donovan, P., K. Leahy, K. Bruton, D. T. J. O'Sullivan. 2015. "An Industrial Big Data Pipeline for Data-Driven Analytics Maintenance Applications in Large-Scale Smart Manufacturing Facilities." *Journal of Big Data* 2 (1), 1-26.
- Oliveira, R. R., Cardoso, I. M., Barbosa, J. L., Da Costa, C. A. Prado, M. P. (2015). An intelligent model for logistics management based on geofencing algorithms and RFID technology. *Expert Systems with Applications*, 42(15-16), 6082-6097.
- Ondemir, O., S. M. Gupta. 2014. "Quality Management in Product Recovery Using the Internet of Things: An Optimization Approach." *Computers in Industry* 65 (3), 491-504.

- Özdağoğlu, A. Bahar, S. (2022). Logistics 4.0 and smart supply chain management. In *Industry 4.0 and Global Businesses (163-183)*. Emerald Publishing Limited.
- Pan, C. Liu, M. (2021). Optimization of intelligent logistics supply chain management system based on wireless sensor network and RFID technology. *Journal of Sensors*, 2021, 1-11.
- Pan, Q., Luo, W. Fu, Y. (2022). A csQCA study of value creation in logistics collaboration by big data: A perspective from companies in China. *Technology in Society*, 71, 102114.
- Plakas, G., Ponis, S. T., Agalinos, K., Aretoulaki, E. Gayialis, S. P. (2020). Augmented reality in manufacturing and logistics: Lessons learnt from a real-life industrial application. *Procedia Manufacturing*, 51, 1629-1635.
- Popova, I., Abdullina, E., Danilov, I., Marusin, A., Marusin, A., Ruchkina, I. Shemyakin, A. (2021). Application of the RFID technology in logistics. *Transportation Research Procedia*, 57, 452-462.
- Putnik, G., L. R. Varela, C. Carvalho, C. Alves, V. Shah, H. Castro, P. Ávila. 2015. "Smart Objects Embedded Production and Quality Management Functions." *International Journal for Quality Research* 9 (1), 151-166.
- Qiu, Y. (2023). Leverage, liquidity, cash flows and company performance of Chinese listed logistics companies during COVID-19 based on multiple linear regression model and data mining. *Advances in Economics and Management Research*, 5(1), 122-122.
- Queiroz, M. M. Telles, R. (2018). Big data analytics in supply chain and logistics: an empirical approach. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 767-783.
- Radivojević, G. Milosavljević, L. (2019, May). The concept of logistics 4.0. In *4th Logistics International Conference (23-25)*.
- Radivojević, G., Bjelić, N. Popović, D. (2017). Internet of Things in Logistics. In *Proceedings of the 3th Logistics International Conference-LOGIC (185-190)*.
- Ragmani, A., El Omri, A., Abghour, N., Moussaid, K. Rida, M. (2016, May). A global performance analysis methodology: Case of cloud computing and logistics. In *2016 3rd International Conference on Logistics Operations Management (GOL) (1-8)*. IEEE.
- Rahman, F. A., Desa, M. I. Wibowo, A. (2011, June). A review of KDD-data mining framework and its application in logistics and transportation. In *The 7th international conference on networked computing and advanced information management (175-180)*. IEEE.
- Ramanathan, R., Ramanathan, U. Ko, L. W. L. (2014). Adoption of RFID technologies in UK logistics: Moderating roles of size, barcode experien-

- ce and government support. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 230-236.
- Rejeb, A. (2019). The challenges of augmented reality in logistics: a systematic literature review. *WSN*, 134(2), 281-311.
- Rejeb, A., Keogh, J. G., Wamba, S. F. Treiblmaier, H. (2020). The potentials of augmented reality in supply chain management: A state-of-the-art review. *Management review quarterly*, 1-38.
- Rejeb, A., Rejeb, K. Keogh, J. G. (2021). Enablers of augmented reality in the food supply chain: a systematic literature review. *Journal of Foodservice Business Research*, 24(4), 415-444.
- Rejeb, A., Simske, S., Rejeb, K., Treiblmaier, H. Zailani, S. (2020). Internet of Things research in supply chain management and logistics: A bibliometric analysis. *Internet of Things*, 12, 100318.
- Reljić, V., Milenković, I., Dudić, S., Šulc, J. Bajči, B. (2021). Augmented reality applications in industry 4.0 environment. *Applied Sciences*, 11(12), 5592.
- Ren, X., Li, Y., Wu, T. Y., Xin, S. L. Ma, L. (2017, March). Application of Internet of Things and Cloud Computing in the Logistics Equipment Support System. In *2017 2nd International Conference on Automation, Mechanical Control and Computational Engineering (AMCCE 2017)* (860-863). Atlantis Press.
- Rey, A., Panetti, E., Maglio, R. Ferretti, M. (2021). Determinants in adopting the Internet of Things in the transport and logistics industry. *Journal of Business Research*, 131, 584-590.
- Rose, K., Eldridge, S. Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80, 1-50.
- Roy, R., R. Stark, K. Tracht, S. Takata, M. Mori. 2016. "Continuous Maintenance and the Future - Foundations and Technological Challenges." *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 65 (2), 667-688.
- Rymaszewska, A., P. Helo, A. Gunasekaran. 2017. "IoT Powered Servitization of Manufacturing - An Exploratory Case Study." *International Journal of Production Economics* 192: 92-105.
- Sadiku, M., Wang, Y., Cui, S. Musa, S. M. (2017). Cyber-physical systems: A literature review. *European Scientific Journal*, 13(36), 52-58.
- Sarac, A., N. Absi, S. Dauzère-Pérès. 2010. "A Literature Review on the Impact of RFID Technologies on Supply Chain Management." *International Journal of Production Economics* 128 (1), 77-95.
- Schreiber, D., Sander, S. C. Becker, V. J. (2023). Analysis of the feasibility of reverse logistics in footwear production employing technologies RFID and Cloud Computing. *Revista de Administração da UFSM*, 16(3), e6-e6.

- Schuhmacher, J. Hummel, V. (2016). Decentralized control of logistic processes in cyber-physical production systems at the example of ESB logistics learning factory. *Procedia Cirp*, 54, 19-24.
- Seeger, P. M., Yahouni, Z. Alpan, G. (2022). Literature review on using data mining in production planning and scheduling within the context of cyber physical systems. *Journal of Industrial Information Integration*, 28, 100371.
- Shang, Y., Dunson, D. Song, J. S. (2017). Exploiting big data in logistics risk assessment via bayesian nonparametrics. *Operations Research*, 65(6), 1574-1588.
- Sharma, A., Mehtab, R., Mohan, S. Mohd Shah, M. K. (2022). Augmented reality-an important aspect of Industry 4.0. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application*, 49(3), 428-441.
- Shi, X., Tao, D. Voß, S. (2011). RFID technology and its application to port-based container logistics. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 21(4), 332-347.
- Sidiropoulos, V., Bechtsis, D. Vlachos, D. (2021). An augmented reality symbiosis software tool for sustainable logistics activities. *Sustainability*, 13(19), 10929.
- Silva, N., Barros, J., Santos, M. Y., Costa, C., Cortez, P., Carvalho, M. S. Goncalves, J. N. (2021). Advancing logistics 4.0 with the implementation of a big data warehouse: a demonstration case for the automotive industry. *Electronics*, 10(18), 2221.
- Simonetto, M., Arena, S., Peron, M. (2022). A methodological framework to integrate motion capture system and virtual reality for assembly system 4.0 workplace design. *Safety Science*, 146, 105561.
- Simonetto, M., Peron, M., Fragapane, G. Sgarbossa, F. (2021). Digital assembly assistance system in Industry 4.0 era: a case study with projected augmented reality. In *Advanced Manufacturing and Automation X 10* (644-651). Springer Singapore.
- Song, Y., Yu, F. R., Zhou, L., Yang, X. He, Z. (2020). Applications of the Internet of Things (IoT) in smart logistics: A comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(6), 4250-4274.
- Strandhagen, J. O., Vallandingham, L. R., Fragapane, G., Strandhagen, J. W., Stangeland, A. B. H. Sharma, N. (2017). Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. *Advances in Manufacturing*, 5, 359-369.
- Sun, C. (2012). Application of RFID technology for logistics on internet of things. *AASRI procedia*, 1, 106-111.
- Szymańska, O., Adamczak, M. Cyplik, P. (2017). Logistics 4.0-a new paradigm or set of known solutions?. *Research in Logistics & Production*, 7.

- Tadejko, P. (2015). Application of Internet of Things in logistics-current challenges. *Ekonomia i Zarządzanie*, 7(4), 54-64.
- Tang, C. S., and L. P. Veelenturf. 2019. "The Strategic Role of Logistics in the Industry 4.0 Era." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 129: 1-11.
- Tang, X. (2020). Research on smart logistics model based on Internet of Things technology. *IEEE Access*, 8, 151150-151159.
- Tannad, H. Andry, J. F. (2023). The Sustainable Logistics: Big Data Analytics and Internet of Things. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 18(2).
- Temjanovski, R., Bezovski, Z. Jovanov, T. (2021). Cloud computing in logistic and Supply Chain Management environment. *Journal of Economics*, 6(1), 23-33.
- Tonelli, F., Demartini, M., Pacella, M. Lala, R. (2021). Cyber-physical systems (CPS) in supply chain management: from foundations to practical implementation. *Procedia CIRP*, 99, 598-603.
- Tsang, Y. P., Yang, T. T., Chen, Z. S., Wu, C. H. Tan, K. H. (2022). How is extended reality bridging human and cyber-physical systems in the IoT-empowered logistics and supply chain management?. *Internet of Things*, 100623.
- Tu, M. (2018). An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management: A mixed research approach. *The International Journal of Logistics Management*, 29(1), 131-151.
- Tyagi, A. K., Dananjayan, S., Agarwal, D. Thariq Ahmed, H. F. (2023). Blockchain—Internet of Things Applications: Opportunities and Challenges for Industry 4.0 and Society 5.0. *Sensors*, 23(2), 947.
- Unhelkar, B., Joshi, S., Sharma, M., Prakash, S., Mani, A. K. Prasad, M. (2022). Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0-A systematic literature review. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2(2), 100084.
- Venkatapathy, A. K. R., Bayhan, H., Zeidler, F, ten Hompel, M. (2017, September). Human machine synergies in intra-logistics: Creating a hybrid network for research and technologies. In *2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)* (1065-1068). IEEE.
- Waller, M. A. Fawcett, S. E. (2013a). Click here for a data scientist: Big data, predictive analytics, and theory development in the era of a maker movement supply chain. *Journal of Business Logistics*, 34(4), 249-252.

- Waller, M. A. Fawcett, S. E. (2013b). Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics*, 34(2), 77-84.
- Wamba, S. F. 2012. "Achieving Supply Chain Integration Using RFID Technology." *Business Process Management Journal* 18 (1), 58-81.
- Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International journal of production economics*, 176, 98-110.
- Wang, K. (2016, November). Logistics 4.0 solution-new challenges and opportunities. In 6th international workshop of advanced manufacturing and automation (68-74). Atlantis Press.
- Wang, X. (2011, December). Analysis on cloud computing-based logistics information network mode. In 2011 Seventh International Conference on Computational Intelligence and Security (1286-1289). IEEE.
- Wang, Y., Feng, L., Chang, H. Wu, M. (2017). Research on the impact of big data on logistics. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 100, p. 02015). EDP Sciences.
- Werner-Lewandowska, K. Kosacka-Olejnik, M. (2019). Logistics 4.0 maturity in service industry: Empirical research results. *Procedia Manufacturing*, 38, 1058-1065.
- 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.
- Witkowski, K. (2017). Internet of things, big data, industry 4.0-innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia engineering*, 182, 763-769.
- Wollschlaeger, M., T. Sauter, J. Jasperneite. 2017. "The Future of Industrial Communication: Automation Networks in the Era of the Internet of Things and Industry 4.0." *IEEE Industrial Electronics Magazine* 11 (1), 17-27.
- Wu, P. J. Lin, K. C. (2018). Unstructured big data analytics for retrieving e-commerce logistics knowledge. *Telematics and Informatics*, 35(1), 237-244.
- Wu, X., Liu, J., Jin, H. Guo, L. (2012). The Design and Analysis of Logistics Information System Based on Data Mining. In *Future Control and Automation: Proceedings of the 2nd International Conference on Future Control and Automation (ICFCA 2012)-Volume 2* (67-74). Springer Berlin Heidelberg.
- Xia, F., Yang, L. T., Wang, L. Vinel, A. (2012). Internet of things. *International journal of communication systems*, 25(9), 1101.

- Yamato, Y., K. Hiroki, Y. Fukumoto. 2016. "Proposal of Lambda Architecture Adoption for Real Time Predictive Maintenance." 2016 Fourth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR).
- Yan, Z., Ismail, H., Chen, L., Zhao, X. Wang, L. (2019). The application of big data analytics in optimizing logistics: a developmental perspective review. *Journal of Data, Information and Management*, 1, 33-43.
- Yang, J. (2019). Construction and optimization of port logistics service supply chain based on cloud computing. *Journal of Coastal Research*, 98(SI), 80-83.
- Yavas, V. Ozkan-Ozen, Y. D. (2020). Logistics centers in the new industrial era: A proposed framework for logistics center 4.0. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 135, 101864.
- Yu, D. Y. Wu, G. L. (2022). Application of Data Mining Algorithm in Agricultural Products Logistics Network Planning. *Security and Communication Networks*, 2022.
- Yue, X., Cai, H., Yan, H., Zou, C. Zhou, K. (2015). Cloud-assisted industrial cyber-physical systems: An insight. *Microprocessors and Microsystems*, 39(8), 1262-1270.
- Zawadzki, P., and K. Żywicki. 2016. "Smart Product Design and Production Control for Effective Mass Customization in the Industry 4.0 Concept." *Management and Production Engineering Review* 7 (3), 105-112.
- Zelbst, P. J., K. W. Green, V. E. Sower, P. M. Reyes. 2012. "Impact of RFID on Manufacturing Effectiveness and Efficiency." *International Journal of Operations & Production Management* 32 (3), 329-350.
- Zhang, C. Shao, X. (2020). Research on intelligent analysis of port logistics information based on dynamic data mining. *Journal of Coastal Research*, 115(SI), 93-95.
- Zhang, N. (2018). Smart logistics path for cyber-physical systems with internet of things. *IEEE Access*, 6, 70808-70819.
- Zheng, K., Zhang, Z. Song, B. (2020). E-commerce logistics distribution mode in big-data context: A case analysis of JD. COM. *Industrial Marketing Management*, 86(1), 154-162.
- Zhong, R. Y., C. Xu, C. Chen, G. Q. Huang. 2015. "Big Data Analytics for Physical Internet-Based Intelligent Manufacturing Shop Floors." *International Journal of Production Research* 55 (9), 2610-2621.
- Zhong, R. Y., Huang, G. Q., Lan, S., Dai, Q. Y., Chen, X. Zhang, T. (2015). A big data approach for logistics trajectory discovery from RFID-enabled production data. *International Journal of Production Economics*, 165, 260-272.

- Zhong, R. Y., Lan, S., Xu, C., Dai, Q. Huang, G. Q. (2016). Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84, 5-16.
- Zhou, K., Liu, T. Liang, L. (2016). From cyber-physical systems to Industry 4.0: make future manufacturing become possible. *International Journal of Manufacturing Research*, 11(2), 167-188.
- Zhu, X., S. K. Mukhopadhyay, H. Kurata. 2012. "A Review of RFID Technology and Its Managerial Applications in Different Industries." *Journal of Engineering and Technology Management* 29 (1), 152-167.
- Zoubek, M. Šimon, M. (2021). The Framework for Logistics 4.0 Maturity Model with a Specification for Internal Logistics.
- Zu, E., Shu, M. H., Huang, J. C., Hsu, B. M. Hu, C. M. (2021). Management problems of modern logistics information system based on data mining. *Mobile Information Systems*, 2021, 1-9.