

TEDARİK ZİNCİRLERİNE ENTEGRE LİMANLARDA YENİ TEKNOLOJİLER: ENDÜSTRİ 4.0'IN ETKİLERİ ¹

NEW TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAINS INTEGRATED PORTS: IMPACTS OF INDUSTRY 4.0

Dr. Öğr. Üyesi Serdar ALNİPAK

Nişantaşı Üniversitesi, İİSB Fakültesi, Havaçılık Yönetimi (İngilizce) Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5722-9960>.

Dr. Öğr. Üyesi Hazar DÖRDÜNCÜ

Nişantaşı Üniversitesi, İİSB Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9481-2063>.

ÖZET

Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0) bağlamında Nesnelerin İnterneti (IoT), yapay zeka, robotik, insansız araçlar ve 3D baskı gibi dijital teknolojiler klasik üretim ve tüketim süreçlerini değiştirmektedir. Sanayi 4.0 tüm alanlarda olduğu gibi lojistik sektöründe ve tedarik zincirlerinde de inovasyon, dijitalleşme, otonomi, katma değer, sürdürülebilirlik ve bilgi teknolojileri (BT) konularında yeni fırsatlar sunmaktadır. Limanlar stratejik tedarik zincirlerinin ve küresel dağıtım kanallarının önemli bir parçası haline gelmiştir. Sanayi 4.0'ın dinamikleri tedarik zincirlerine entegre olan limanları da derinden etkilemektedir. BT kullanımı her geçen gün artan limanların kullandığı teknolojiler Sanayi 4.0 ile beraber daha da çeşitlenmektedir. Geçmişte sadece gemilere barınak olma, yüklerin elleçlenmesi ve depolanması gibi klasik fonksiyonları yerine getiren limanlar günümüzde tedarik zincirlerinin en önemli üyelerinden birisi haline gelmiştir. Tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojilerinin en önemli işlevlerinden birisi her bir ürün için üretimden teslimate kadar olan bilgiyi toplamak ve tüm taraflar için görülebilir yapmaktır. Çeşitlendirilen katma değerli lojistik hizmetlerin sunulması, bilgi teknolojilerinin yaygın olarak kullanımı ve konteynerleşmenin dinamik gelişimi sonucunda günümüzde yeni konsept limanlar ortaya çıkmıştır. Tedarik zincirlerinin performanslarına bu tip limanların katkısı günümüzde daha da kritik hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında, limanların tedarik zincirlerindeki yeri ve zincirlere entegrasyonu, kullandıkları teknolojiler, Sanayi 4.0'ın limanları kullanmaya zorladığı son teknolojiler (blockchain, drone, otonom araçlar, robotik vb.) genel hatları ile araştırılmış ve major limanlardaki güncel uygulama örnekleri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Liman Bilgi Teknolojileri, Endüstri 4.0, Tedarik Zinciri Yönetimi.

ABSTRACT

In the context of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0), digital technologies such as Internet of Things (IoT), artificial intelligence, robotics, unmanned vehicles and 3D printing are changing classical production and consumption processes. Industry 4.0 offers new opportunities in the logistics sector and supply chains, as in all areas, in the fields of innovation, digitalization, autonomy, added value, sustainability and information technologies. Ports have become an important part of strategic supply chains and global distribution channels. The dynamics of Industry 4.0 deeply affect ports that are integrated into supply chains. Technologies used in ports, where IT use is increasing day by day, is becoming more diverse with Industry 4.0. Ports, which fulfilled classical functions such as accommodating ships, handling and storing cargoes, have become one of the most important nodes of supply chains today. One of the most important functions of information technologies in supply chain management is to collect information from production to delivery for each product and make it visible to all parties. As a result of providing diversified value-added logistics services, widespread use of information technologies and the dynamic development of containerization, new concept ports have emerged today. The contribution of these types of ports to the performance of supply chains has become even more critical today. Within the scope of this study, the place of ports in supply chains and their integration into chains, the technologies they use, the latest technologies (blockchain, drone, autonomous vehicles, robotics, etc.) that Industry 4.0 forces ports to use, have been investigated and current application examples in major ports are presented.

Key Words: Port Information Technologies, Industry 4.0, Supply Chain Management.

¹ 10. Ulusal Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresi (ULTZK 2021) Kongresinde sunulan ve kongre bildiri özetleri kitabında basılan bildirinin gözden geçirilmiş ve düzenlenmiş halidir.

1. GİRİŞ

Dördüncü Sanayi Devrimi (Sanayi 4.0) bağlamında Nesnelerin İnterneti (IoT), yapay zeka, robotik, insansız araçlar ve 3D baskı gibi dijital teknolojiler klasik üretim ve tüketim süreçlerini değiştirmektedir. Sanayi 4.0 tüm alanlarda olduğu gibi lojistik sektöründe ve tedarik zincirlerinde inovasyon, dijitalleşme, otonomi, katma değer, sürdürülebilirlik ve bilgi teknolojileri (BT) konularında yeni fırsatlar sunmaktadır. Bilindiği üzere inovasyon (yenilik), ürünün (ya da hizmetin) maliyetlerini düşüren ya da tüketiciye sunulan ürünün (ya da hizmetin) kalitesini arttıran teknolojik ya da organizasyonel değişimlerdir. İnovasyonun, teknolojik, örgütsel ve kültürel değişimi içeren melez bir yapıda olduğu kabul edilmektedir. Tedarik zincirindeki tüm üyelerin gerçek zamanlı etkileşimi ve süreçleri beraber yönetmeleri önemlidir (Alnıpak ve Alkan,2017). Tedarik zinciri yönetiminde bilgi teknolojilerinin en önemli işlevlerinden birisi her bir ürün için üretimden teslimatı kadar olan bilgiyi toplamak ve tüm taraflar için görülebilir yapmaktır (Alnıpak vd., 2017). İşbirliğine dayalı yeniliklerden geliştirilen dijital olarak etkin araçlar tedarik zincirleri arasındaki bağlantıyı ve görünürlüğü artırarak tedarik zinciri performansını yükseltmektedir. Rekabetin giderek ağırlaştığı tedarik zincirlerinde yer alan üyelerin sayısı artmakta ve her biri farklı ihtiyaç ve beklentiler taşımaktadır. Bu rekabetçi ortamda tedarik zincirlerinin ve firmaların en önemli destekleyicisi Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT)'dir (Cepolina ve Ghiara, 2013:195). Deniz taşımacılığı küresel tedarik zincirlerinin omurgası olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda limanlar stratejik tedarik zincirlerinin ve küresel dağıtım kanallarının önemli bir parçası haline gelmiştir (Calatayud vd., 2016). Geçmişte sadece gemilere barınak olma, yüklerin elleçlenmesi ve depolanması gibi klasik fonksiyonları yerine getiren limanlar günümüzde tedarik zincirlerinin en önemli üyelerinden birisi haline gelmiştir. Çeşitlendirilen katma değerli lojistik hizmetlerin sunulması, bilgi teknolojilerinin yaygın olarak kullanımı ve konteynerleşmenin dinamik gelişimi sonucunda günümüzde beşinci ve altıncı nesil limanlar olarak tanımlanan yeni konsept limanlar hizmet vermeye başlamıştır. Bu kategorideki limanlar artık 50.000 TEU kapasiteli gemileri elleçleyebilecek potansiyele sahiptir (Loh ve Thai, 2014:99; Kaliszewski, 2018). Bu potansiyele sahip limanlar; liman paydaşlarının beklediği hizmet standartlarını aşmayı amaçlayan, hizmet kalitesi, güvenlik ve verimlilik düzeylerini maksimize etmeye odaklanmış ve bu doğrultuda yoğun olarak bilgisayar teknolojilerini kullanan ve inovasyona yönelik çalışmalarını yoğunlaştırmış limanlar olarak tanımlanmaktadır (Flynn, Lee ve Notteboom, 2011). Günümüzde liman stratejisi, sadece liman faaliyetlerini değil, aynı zamanda farklı ulaşım modları ve hinterland bağlantıları dahil olmak üzere, yüklerin taşınmasını etkileyen tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Alavi (2018)'de limanların lojistik entegrasyonundaki başarısının, farklı performans türleri (örgütsel performans, lojistik performans, iş performansı, iç tedarik performansı, operasyonel performans, firma performansı, finansal ve piyasa performansı, tedarik zinciri performansı vb.) üzerinde pozitif etkileri olduğu belirtilmektedir. Günümüz limanlarında tedarik zincirlerine entegrasyon için en kritik başarı faktörlerinden birisi olan BİT, 1980'lerin ortalarından bu yana aşamalı (internet, intranet, extranet, RFID (Radyo Frekanslı İle Tanımlama), iletişim platformları vb) olarak kullanılmaktadır (Cepolina ve Ghiara, 2013:195). Küresel tedarik zincirlerindeki liman ve deniz taşımacılığının önemi ve ilgili süreç ve aktörlerin sayısı göz önüne alındığında, mevcut literatür limanla ilgili paydaşların görünürlüğünü artırmayı teşvik etmektedir. Deniz tedarik zincirlerinde görünürlüğü artırmanın en önemli yolu, tedarik zinciri üyeleri arasında elektronik bağlantılar kurarak bağlanabilirlik veya bilgi paylaşımını sağlamaktır. Yapılan çalışmalar, liman ve tedarik zinciri aktörleri arasında artan bilgi paylaşımının, sipariş döngüsü sürelerini ve stokları azaltmaya ve sistemlerin esnekliğini artırmaya katkıda bulunduğunu göstermektedir (Woo vd., 2013). Bilgi sistemleri ve teknolojilerinin adaptasyonu limanlarda yaşanan tüm süreçlerde verimliliği ve etkinliği artırmaktadır. Buna bağlı olarak, tedarik zincirindeki tüm paydaşlar da bundan olumlu yönde etkilenmektedir (Alnıpak, Uyar ve Duygun, 2018:58). Tedarik zincirlerine entegre limanlar kullanım kolaylığı sağlaması açısından kendi BT sistemlerini diğer üyelerle entegre etmekte (tek pencere sistemi), yük operasyonları ve takibi için RFID, EDI (Elektronik Veri Değişimi), Barkod, SWS (akıllı giyilebilir sistemler) vb. gibi teknolojileri kullanmaktadır (Lee ve Lam,2016).

2. LİMANLARDA TEKNOLOJİ KULLANIMI VE ENDÜSTRİ 4.0'İN ETKİLERİ

Panayides ve Song (2008)'e göre ise liman ve tedarik zinciri aktörleri arasında etkili bilgi paylaşımının üç unsuru vardır. Bunlar; (i) limanla ilgili paydaşlarla iletişim kurmak için elektronik veri değişimini (EDI) kullanmak, (ii) paydaşlarla veri paylaşmak için entegre bilgi teknolojisi platformlarına sahip olmak, (iii) taşıyıcı hatlar ve karayolu taşıma şirketleri ile operasyonları koordine etmek için bilgisayarlı liman hizmet sistemlerine sahip olmak'tır. Carbone ve Gouvernal (2007)'de deniz taşımacılığı tedarik zincirlerindeki

küresel eğilimlerin en önemlisi EDI kullanımını olarak belirtilmiştir. Bundaki en önemlis sebepler; EDI uygulamasının daha hızlı ve verimli bilgi alışverişi, teslim süresinde azalma, kağıt tasarrufu ile maliyetlerin düşürülmesi, hatalarda azalma, daha iyi veri paylaşımı ve takibi vb avantajlar sağlamasıdır (Obara, Kiplagat ve Okidi, 2010;212-215).Yeni teknolojiler ve bilgi sistemleri liman fonksiyonlarının tamamında etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle konteyner tedarik zincirlerinin güvenliğine ve takibine yönelik olarak e-mühürlerin, takip cihazlarının, gelişmiş liman kapı sistemlerinin ve kameraların kullanımı giderek artmaktadır. Önceki bölümde belirtildiği üzere yüklerin izlenebilirliği; zincir üyelerinin gerçek zamanlı bilgiye ulaşması, olayların erken tespiti imkanı kavuşması ve yaşanacak problemlere hızlı reaksiyon vermesi açısından önemlidir. Bu amaçlar doğrultusunda limanlar, faaliyetlerinde pek çok teknolojiye faydalanmaktadır. Bunlardan ilki; kesintisiz tanımlama ve algılama teknolojileri (non-intrusive identification and detection technologies)'dir. Bu teknolojiler ile limandaki farklı işlemler sırasında sürücü, araç, konteyner ve mühürlerin tanımlanması ve konteynerlerin hasar kontrolü gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca liman sahasındaki işlemler sırasında yüklerin çevrelerini izlemek için CCTV (Kapalı Devre Televizyon), FIR (Uzak Kızılötesi) veya drone gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Limanlar tarafından kullanılan bir başka güvenlik teknolojisi ise kargo veya konteynere eklenen, yükün bütünlüğünü güçlendiren (örneğin mekanik veya elektronik mühürler aracılığıyla) ve / veya kargonun tedarik zinciri boyunca akışını izleyen akıllı ekipmanlardır. Gerçek zamanlı konum sistemleri (RTLS), küresel konum belirleme sistemi (GNSS) ve GPS ile entegre edilmiş takip cihazları, otomasyonu kolaylaştıran ve yüklerin tanımlanmasına yardımcı olan RFID teknolojisi, sensör teknolojisi (sıcaklık, nem, ışık, basınç ve şok için konteynerdeki çevresel koşullar hakkında veri sağlama amaçları ile) ve CSD (Container Security Devices-Konteyner Güvenlik Cihazları)'lerin konteyner tedarik zincirlerinde ve özellikle limanlarda kullanımı giderek artmaktadır (Scholliers vd., 2016:1376-1377). Hem denizcilik hem de alt bileşeni olan liman sektörlerinde son teknolojilerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojilerin adaptasyonu limanların tedarik zincirlerine entegrasyonunu hızlanarak artırmaktadır. Endüstri 4.0'ın limanlara getirdiği ya da kullanımlarını arttırdığı teknolojilerden öne çıkanları ve kullanım alanları aşağıdaki gibidir;

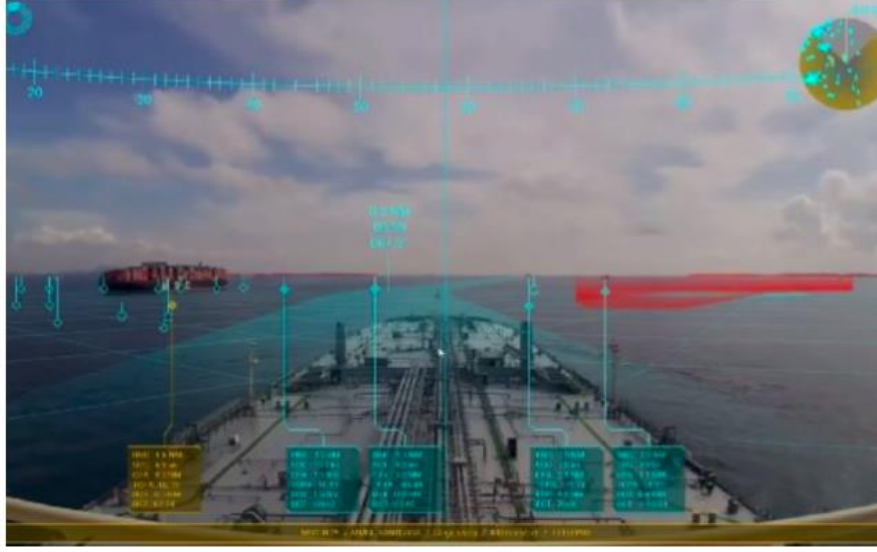
Bulut Teknolojisi: Herhangi bir kurulumla ihtiyaç duymayan internetteki program, uygulama ve verilerin bir bulutta (sanal makina) depolanarak internete bağlı bir cihaz aracılığıyla erişim sağlanabilen hizmetin geneli web tabanlı bulut teknolojisi (cloud) olarak adlandırılır. Bu teknoloji, çoklu sistem entegrasyonu sağlayabildiğinden, sürdürülebilir ve oldukça esnek ve düşük maliyetlidir (Tekin,2019:130-131). Verilere kolay ve hızlı erişim, veri kayıplarının önlenmesi liman endüstrisindeki aktörler ve paydaşları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kurumlar arasındaki iletişim kanallarının iyileştirilmesi; tüm süreçlerde maliyetleri azaltacak, verimliliği ve etkinliği arttıracak, entegrasyonu kolaylaştıracaktır.

Drone (İnsansız hava aracı) Teknolojisi: Uzaktan kontrol edilebilen bir tür uçak teknolojisi olan dronelar yüksek değerli ve acil teslimatlı kargoların taşınmasında kullanılmakta ve kullanımı her geçen gün artmaktadır. Yerine kullanıldıkları araçlarla karşılaştırıldığında CO2 emisyonu ve atık oluşturma açısından avantajlı olan dronelerden denizcilik ve liman sektörlerinde operasyon izleme, fotoğraflama, atık takibinde faydalanılmakta ve kablosuz iletişim teknolojileri ile birlikte kullanılmaktadır.

5G Teknolojisi: Haberleşmenin insan hayatındaki rolü, gelişen her yeni teknolojiye dijitalleşme ile daha fazla artmaktadır. 5G, haberleşme teknolojisinde tarafları “insandan insana”, “insandan makineye” ve “makeden insana” şeklinde kullanımın ilerisine götürmeyi hedeflemektedir. 5G'nin esas vaadi mobil hizmet ve uygulamaların yükselen ihtiyacını karşılayabilmek ve haberleşme teknolojisini yaşamın tüm alanlarına yayarak “tüm nesnelere” daha hızlı haberleşme kabiliyeti kazandırmaktır (Özduman, Gök ve Gökçen, 2020: 272). Nesnelerin İnterneti (IoT)'nin işlevselliğini daha da arttıran bu teknolojinin major limanlarda (Ör. Hamburg Limanında) kullanımı test edilmektedir. Limanda ve bağlı olduğu tüm zincirde veri akışlarının hızlanması, otomasyon ve yapay zeka kullanımını kolaylaştırması bu teknolojinin en göze çarpan faydalarıdır (Hillsdon, 2018; Mishra, 2019; PortTechGroup, 2019a; PortTechGroup, 2019b).

Arttırılmış ve Sanal Gerçeklik: Gerçeklik teknolojisi terimi temelde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik olarak ikiye ayrılabilir. Sanal gerçeklik, bilgisayar kaynaklı üç boyutlu oyunlarda karşılaşılan, kullanıcının bu ortama girdiğinde dünya ile ilişkisinin tamamen yok olduğu bir ortam olarak ifade edilebilir. Buna karşın artırılmış gerçeklik; gerçek dünya ile bağlantısını devam ettiren, veri ve görüntülerin gerçek dünya

görüntülerine eklene bildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlayan bir ortam olarak ifade edilebilir (İçten ve Bal, 2017:111). Bu teknolojinin kullanımı ile gemi ve liman operasyonlarında ilgili personele gerçek zamanlı video görüntüleri (Şekil 1) ve seyir bilgileri ile destek sağlanabilmekte ve operasyonlarda verimlilik ve performans artırılabilir.



3.

Şekil 1. Gemi ve liman operasyonlarında sanal gerçeklik kullanımı

bağlantısını devam ettiren, veri ve görüntülerin gerçek dünya görüntülerine eklene bildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlayan bir ortam olarak ifade edilebilir (İçten ve Bal, 2017:111). Bu teknolojinin kullanımı ile gemi ve liman operasyonlarında ilgili personele gerçek zamanlı video görüntüleri (Şekil 1) ve seyir bilgileri ile destek sağlanabilmekte ve operasyonlarda verimlilik ve performans artırılabilir (Hillsdon, 2018; Mishra, 2019; PortTechGroup, 2019a; PortTechGroup, 2019b).

Otonom Araçlar: Gündelik hayatın birçok alanında hızla yer edinen akıllı sistemler, otomotiv sektörünün yüzyılı aşan tarihinde son yılların en çok ilgi çeken araştırma konularından birisi olmuştur. Bu sistemlerin ışığında geliştirilen akıllı park etme, hız ve şerit kontrolü, acil fren sistemi gibi teknolojiler taşıtlarda yerini almıştır. Bu gelişmelerin son noktası olan sürücüsüz (otonom) araçlar birçok kuruluş tarafından incelenmekte ve hızla kullanılabilir hale gelmektedir. İstenilen iki nokta arasındaki yolculuğu insan müdahalesi olmadan gerçekleştiren sürücüsüz araçlar güvenlik, konfor ve enerji tasarrufu gibi konularda birçok katkı sağlamaktadır. Sürücüsüz araçların çalışma döngüsü iç ve dış sensörlerden bilgi alınması ile başlamaktadır (Nennioglu ve Köroğlu, 2018:21). Limanlarda yükleme ve boşaltma operasyonlarını hızlandıran ve bir kumanda merkezinden yönetilen limanların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Liman ve genel olarak denizcilik sektöründe bu teknolojinin kullanımında karşımıza üç tip araç çıkmaktadır. Bunlar; (1) uzaktan kumandalı vinçler, (2) otonom gemiler ve (3) AGV (Otomatik Yönlendirmeli Araçlar). Operasyonel verimliliği, iş ve işçi güvenliğini arttıran uzaktan kumandalı vinçler sensörler ve gelişmiş kamera sistemleri ile günde 1.600 araca (kamyon, terminal çekicisi vb) elleçleme yapabilmektedir. Deniz güvenliğini artırıp, insan hatalarını azaltan ve denizdeki akıntı, rüzgar vb verileri toplayıp IoT sensörlerini ve GPS gibi çeşitli teknolojileri kullanarak seyir gerçekleştiren otonom gemilerin denizcilik sektöründe kullanımı artmaktadır. Mevcut durumda Norveç'te Yara Birkeland (Şekil 2) adlı sıfır mürettebatlı ve elektrik enerjisi ile çalışan çevre dostu gemi hizmete alınmıştır. Ayrıca hız ve verimliliği önceleyen "akıllı liman" konseptine yönelik olarak yatırımlar yapan Rotterdam Limanı gemi bekleme sürelerini minimize edecek, mürettebatsız gemileri rıhtıma otomatik olarak yönlendirebilecek bir sistemi 2025 yılına kadar devreye almayı planlamaktadır. Bu sistem ile gemi başına 80.000 USD tasarruf yapılması düşünülmektedir (Hillsdon, 2018; Mishra, 2019; PortTechGroup, 2019a; PortTechGroup, 2019b).



Fotoğraf 2. Yara Birkeland Gemisi

Ayrıca hız ve verimliliği önceleyen ‘akıllı liman’ konseptine yönelik olarak yatırımlar yapan Rotterdam Limanı gemi bekleme sürelerini minimize edecek, mürettebatsız gemileri rıhtıma otomatik olarak yönlendirebilecek bir sistemi 2025 yılına kadar devreye almayı planlamaktadır. Bu sistem ile gemi başına 80.000 USD tasarruf yapılması düşünülmektedir. Otomatik yönlendirmeli araçlar, elektrikli batarya ile çalışan ve bir merkezden kumanda edilen insansız liman araçlarıdır. Bu teknolojiye yönelik olarak bir dizi sürücüsüz terminal taşıma aracının lider bir aracı takip ettiği ve lider aracın sürücüsünün hareketlerini takip ve taklit ettiği bir sistem Rotterdam Limanı tarafından test edilmektedir. Bu projenin CO2 emisyonlarını ve liman içi trafik sorunlarını azaltması hedeflenmektedir (Hillsdon, 2018; Mishra, 2019; PortTechGroup, 2019a; PortTechGroup, 2019b).

Yapay Zeka: Limanlarda iş modelleri ve karar destek sistemleri geliştirmek, paydaşları ile entegrasyonu arttırmak için algoritmalar (Yapay Sinir Ağları, Genetik, Hibrid vb) yardımıyla güvenlik risklerini, operasyon maliyet ve sürelerini azaltmak amaçları ile kullanılan araçlardan birisidir.

Robotik: Liman sektöründe elleçleme operasyonlarında ve işçi sağlığı açısından riskli ortamlarda kullanılabilir. Robotlarla birlikte sensörlerin ve otonom teknolojilerin birlikte kullanımı ile elde edilecek faydalar artmaktadır.

Nanomalzemeler: Denizcilik endüstrisinde çelik kullanımı yaygındır. Önümüzdeki dönem sektördeki firmalar kendini onaran malzemeler ile birlikte yüksek mukavemetli çelik, fiber, alüminyum, karbon fiber kompozitler gibi sürdürülebilir malzemelerin kullanımını arttıracaktır. Ayrıca henüz kullanılmasa da yakın gelecekte deniz araçları ve alt parçalarının üretiminde 3D yazıcıların kullanılması düşünülmektedir.

Blockchain Teknolojisi: Blockchain teknolojisi, merkezi olmayan, paylaşımlı, şifrelenmiş bir veri platformudur. Bu platform veritabanlarının değiştirilmesine ve bozulmasına karşı güvenli, tüm blok zincirinin kopyalarını tutan, işbirliğine dayalı ticaret için temel sağlayan ve lisans sahiplerinin güvenilir verilere gerçek zamanlı olarak erişmesine izin veren bir teknolojidir. Limanlar ve paydaşları için belgelerin (konşimento vb) saklanması ve dijitalizasyonu, verilerin kolay paylaşımı, takibi ve izlenmesi, gümrük prosedürlerinin kolaylaştırılması vb faydalar sağlamaktadır. Özellikle nakliye hatları (shipping lines) ve limanlar, blok zincirini kendi IoT sistemlerine dahil edebilirler ise daha verimli gerçek zamanlı izleme ve takip gerçekleştirebilecektir (Yang, 2019:108; Pu ve Lam, 2020:1-5). Limanlarda blockchain teknolojisinin tüm iş ortakları arasında kullanımı veri ve siber güvenlik için büyük önem taşımaktadır (Senarak, 2020:4).

Nesnelerin İnterneti (IoT): IoT temel olarak GPS ve Bulut tabanlı veritabanlarını içermektedir. Bu kavramı ilk kez, 1999 yılında Kevin Ashton tarafından bir şirketin tedarik zincirinde RFID teknolojisi uygulamasının firmaya faydalarının sıralandığı ve kullanımının önerildiği bir sunumda kullanılmıştır. IoT; insan müdahalesine ve veri girişine gerek olmadan cihazların, makinelerin kendi aralarında veri iletişimi yaptığı, bilgi topladığı ve toplanan bilgiler ile karar verdiği bir ağ yapısı olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle IoT, çeşitli yollarla adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, çok geniş çapta yaygın bir ağ ve bu ağda bulunan nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları olarak da tanımlanabilmektedir (Aktaş vd., 2014:299-302). Robotlar, sensörler, kablosuz ağlar vb teknolojilerin kullanım performansları IoT ile maksimum kapasitede kullanılabilir. IoT teknolojisi ‘Akıllı Liman’ların gelişiminin temelini oluşturmaktadır. Sensör teknolojisi, nesnelerin algılamasını; RFID

teknolojisi onların birbiri ile iletişime geçmesini ('konuşmasını'); makineden makineye (M2M) teknolojisi "değiş tokuş edilebilmelerine" izin verir ve son olarak, IoT dünyadaki tüm nesnelerin birbirine bağlanmasına izin verir. Dolayısıyla küresel limanlarda yaygın olarak elleçleme ekipmanları, gemiler, konteynırlar, araçlar vb bu "ağa" bağlanmaktadır. Limanlardaki verileri toplayan IoT, manuel toplama hatalarını ortadan kaldırmakta, verimliliği arttırmakta ve İnternet aracılığıyla dünyanın her köşesine iletilebilmektedir. Günümüzde, limanlarda IoT'nin tipik uygulamaları; Konteyner RFID, elektronik mühürler, liman ekipmanı durum izleme, varlık yönetimi, kablosuz otomatik vb'dir (Dong vd., 2013:292). Ayrıca liman işlemlerinin hızlandırılması, gemi bakımı, arıza tarama ve tespitinde, kaza risklerinin azaltılmasında, liman güvenlik ve emniyetinde bu teknolojiye faydalanılabilmektedir.

Yeşil Teknoloji: Karbon ayak izinin ve atıkların azaltılmasına yönelik olarak limanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının, çevre dostu teknolojilerin kullanımı ve 'Yeşil Liman' konseptine uygun olarak artmaktadır. Amsterdam Limanı; terminallerinde enerji depolama sistemli vinçler kullanmakta, yanaşan gemilerin egzozlarının yakalanması ve temizlenmesine yönelik uygulamalar geliştirmektedir. Ayrıca Rotterdam Limanı; Dünya'da rüzgar enerjisi incelendiğinde Hollanda-Rotterdam limanının toplam 200 MW'lık bir rüzgar türbini alanına sahip olduğu görülmektedir. Bu oran Hollanda'nın tüm rüzgar enerji kapasitesinin %10 u dolaylarındadır (Alnıpak ve Yorulmaz, 2019:104).

Büyük Veri Analitiği: Büyük veri, genellikle birbirlerinden farklı veri kaynaklarından toplanan geniş veri dermelerinin analizi, işlenmesi ve depolanması ile ilgili bir alandır. Büyük veri çözümlerinin ve uygulamalarının karakteristik, yani kendine özgü olması gerekmektedir. Geleneksel veri analizi işlemleri, depolama teknolojileri ve teknikleri yetersiz kalmaktadır. Spesifik olarak büyük veri, çoklu ilişkisiz veri kümelerinin birleştirilmesi, büyük miktarda yapısal olmayan verinin işlenmesi, gizli enformasyonun kısıtlı zaman içinde toplanması gibi farklı gereksinimlere işaret etmektedir (Doğan ve Arslantekin, 2016:23). Liman sektörü için büyük veri analitiği ile farklı kaynaklardan (müşteriler, oşinografik, deniz kazaları vb) gelen veriler arasında çeşitli algoritmalar ile korelasyonlar oluşturularak liman operasyonlarında iyileştirmeler yapılmakta ve karar destek sistemi olarak kullanılmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hem denizcilik hem de alt bileşeni olan liman sektörlerinde son teknolojilerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojilerin adaptasyonu limanların tedarik zincirlerine entegrasyonunu hızlanarak arttırmaktadır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan teknolojiler limanların kritik altyapılarının durum takibine; yük operasyonlarının optimizasyonu ile verimlilik artışına; liman ile yükün varış noktası arasındaki trafik akışının düzenlenmesine; yük ve gümrük bilgi ve belgelerinin paylaşımına; kapı giriş sistemlerinin etkin kontrolü ve erken uyarı sistemlerinin oluşturulmasında; enerji tüketimini azaltma ve çevresel etkilerin takibinde vb. pek çok alanda artan hızla kullanılmakta veya kullanımına başlanmaktadır. Bu çalışmada ilgili teknolojiler genel hatları ile tanıtılmış, limanlardaki kullanım alanları ve sağladığı faydalarından bahsedilmiştir. Ayrıca ilgili teknolojilerin kullanımının tedarik zincirlerinin önemli parçalarından biri olan limanların ilgili zincirlere entegrasyonundaki önemi vurgulanmıştır. Bu teknolojilerin yaygın olarak kullanımı ile sağlanacak faydaların matematiksel olarak analizlerinin yapıldığı çalışmalar ve bu teknolojilerin hibrid olarak kullanıldığı bir liman BT sisteminin tasarımına yönelik çalışmalar yakın geleceğin araştırma konuları olacaktır.

KAYNAKÇA

Aktaş, F., Çeken, C. ve Erdemli, E. (2014). " Biyomedikal Uygulamaları için Nesnelerin İnterneti Tabanlı Veri Toplama ve Analiz Sistemi".Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi. 25-27 Mayıs 2014. Nevşehir, Türkiye.

Alavi, A. (2018). ' Port Logistics Integration: Challenges and Approaches', Proceedings of Sydney International Business Research Conference 2018, Novotel Sydney Central, Sydney, Australia, 25-26 March 2018; ISBN 978-0-9946029-9-2

Alnıpak S. ve Alkan B.G., (2017) "Sanayi 4.0'ın Lojistik ve Limancılık Sektörüne Etkileri", Dokuz Eylül Üniversitesi, 3. Ulusal Liman Kongresi, 2-3 Kasım 2017, İzmir.

Alnıpak S., Alkan F. ve Günay,G., (2017) “Veri Madenciliği, Büyük Veri Analizi ve RFID Teknolojisi Tabanlı Konteyner Limanları”, Dokuz Eylül Üniversitesi, 3. Ulusal Liman Kongresi, (İzmir, 2-3 Kasım 2017), doi: 10.18872/DEU.df.ULK.2017.007.

Alnıpak S., Uyar M. ve Duygun, A., (2018) “Liman Bilgi Sistemlerinin Başarı Faktörlerinin Ölçümü”, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi,53 (1), 57-76.

Alnıpak, S. ve Yorulmaz, M. (2019) Limanlarımızda Sürdürülebilir Çevre Yönetimi: Yeşil Liman Kavramı, VI. Yıldız Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi, 12-13 Aralık 2019, İstanbul.

Calatayud, A., R. Palacin, J. Mangan, E. Jackson, ve A. Ruiz-Rua (2016). Understanding connectivity to international markets: A systematic review. *Transport Reviews*, 36(6), 713–736.

Carbone, V. ve Gouvenal, E. (2007) *Supply Chain and Supply Chain Management: Appropriate Concepts for Maritime Studies, Ports, Cities, and Global Supply Chains*, 1st ed., 11-26.

Cepolina, S. ve Ghiara, H. (2013) New trends in port strategies. Emerging role for ICT infrastructures, *Research in Transportation Business & Management*, 8, 195-205.

Doğan, K. ve Arslantekin, S. (2016) Büyük Veri: Önemi, Yapısı Ve Günümüzdeki Durum, *DTCF Dergisi*, 56 (1), 15-36.

Dong, X, Yisheng, L. ve Xiong, G. (2013) Intelligent ports based on Internet of Things, Conference Paper, July 2013, DOI: 10.1109/SOLI.2013.6611428.

Flynn, M., Lee,P. ve Notteboom, T. (2011) The next step on the port generations ladder: customer-centric and community ports, (in:) T. Notteboom, *Current Issues in Shipping, Ports and Logistics*, University Press Antwerp, Brussels.

Hillsdon, M (2018) How technology is creating the digital ports of the future, <https://www.raconteur.net/finance/technology-digital-port>, 10.01.2021.

İçten,T. ve Bal,G. (2017) Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, *GU J Sci, Part C*, 5(2), 111-136.

Kaliszewski, A. (2018) Fifth And Sixth Generation Ports (5GP, 6GP) – Evolution Of Economic And Social Roles Of Ports, Project: Factors contribution to competitiveness.

Lee, P ve Lam, J. (2016) *Developing the Fifth Generation Ports Model*, (in:) P. Lee, *Dynamic Shipping and Port Development in the Globalized Economy*, Palgrave Macmillan, London.

Loh, H-S. ve Thai, V.V. (2014) Managing Port-Related Supply Chain Disruptions: A Conceptual Paper, *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 30(1), 97–116.

Mishra, B (2019) Emerging Technology Trends in Shipping and Maritime Industry, <https://seanews.co.uk/features/emerging-technology-trends-in-shipping-and-maritime-industry/>, 10.01.2021.

Nennioğlu, A.K. ve Köroğlu, T. (2018) Otonom Araçlarda Hareket Planlaması, *Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 1(2), 20-29.

Obara, P. M., Kiplagat, L. J. ve Okidi, A. N. (2010). The benefits and challenges of electronic data interchange. Implementation and Application at Kilindini Water Front Project in Kenya. *African Journal of Business & Management*, 1, 212–236.

Özduman,A., Gök,B. ve Gökçen,H. (2020) Mobil Telefon Kullanıcılarının Mobil Bağımlılık Durumu ve 5G Teknolojisi Kabullenme Niyeti Modellerinin Geliştirilmesi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(3), 269-288.

Panayides, P. ve Song, D. (2008) Evaluating the integration of seaport container terminals in supply chains. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38, 562–584.

PortTechGroup(2019a) SDP19: Top 5 Emerging Port Technologies, <https://www.porttechnology.org/news/sdp19-top-5-emerging-port-technologies/>, 10.01.2021.



- PortTechGroup(2019b) Insight: Four Trends to Watch in 2019, https://www.porttechnology.org/news/insight_four_trends_to_watch_in_2019/, 10.01.2021.
- Pu,S. ve Lam, S.L. (2020) Blockchain adoptions in the maritime industry: a conceptual framework, *Maritime Policy & Management*, <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1825855>.
- Scholliers, J, Permala, A., Toivonen, S. ve Salmela (2016) Improving the security of containers in port related supply chains, *Transportation Research Procedia* 14, 1374 – 1383.
- Senarak, C. (2020) Shipping-collaboration model for the new generation of containerport in innovation district: A case of Eastern Economic Corridor, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 1-13.
- Tekin, Z. (2019) Otel İşletmelerindeki Web/Bulut Tabanlı Teknolojilere Dayalı Yönetim Sistemleri ve İşletme Başarısı İlişkisi, *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(11),130-137.
- Woo, S. H., Pettit,S ve Beresford, A (2013) An assessment of the integration of seaports into supply chains using a structural equation model. *Supply Chain Management: An International Journal*, 18, 235–252.
- Yang, C-S. (2019) Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use, *Transportation Research Part E*, 131, 108-117.

