



Asya Studies

Academic Social Studies / Akademik Sosyal Arařtırmalar
Year: 7 - Number: 26 p. 291-308, Winter 2023

Akıllı Limanlar ve Türkiye'deki Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları* **

Smart Ports and Digital Technology Applications of Ports in Türkiye

DOI: <https://doi.org/10.31455/asya.1348223>

Araştırma Makalesi /
Research Article

Makale Geliř Tarihi /
Article Arrival Date
24.08.2023

Makale Kabul Tarihi /
Article Accepted Date
19.10.2023

Makale Yayım Tarihi /
Article Publication Date
30.12.2023

Asya Studies

Doç. Dr. Murat Yorulmaz
Kocaeli Üniversitesi / Denizcilik
Fakóltesi / Denizcilik İşletmeleri
Yönetimi Bölümü
murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr
ORCID: 0000-0002-5736-9146

Mehmet Derici
Yüksek Lisans Öğrencisi / Kocaeli
Üniversitesi / Sosyal Bilimler
Enstitüsü / Denizcilik İşletmeleri
Yönetimi Bölümü
mehmetderici@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-8239-9718

Öz

Buhar makinesinin bulunmasıyla dünyada başlayan sanayileşme süreci, yaşamı kolaylaştıran yeni buluşlarla birlikte, dünya nüfusunun ve refah düzeyinin yükselmesine, insanların tüketim mallarına olan talebinin artmasına sebep olmuştur. Gelişen pazar ihtiyaçları, deniz ulaştırmasını etkilemiş, gemiler taşınacak yüklere göre değişim göstermiş ve 1960'lardan itibaren limanlar geleneksel yükleme-boşaltma işlevlerinin ötesinde, bölgelerinde kurulan endüstri alanlarının ihtiyaçlarını karşılamak üzere gelişmiş, 1980'lerden itibaren tedarik zincirinin önemli bağlantı noktaları olmuş, 2010'lardan itibaren ise dijitalleşerek nesnelerin interneti teknolojisiyle farklı kaynaklardan gelen verileri işleyerek, tedarik zincirine değer katan küresel iş birliği platformlarına dönüşmüşlerdir. Günümüzde akıllı liman, Liman 4.0 gibi kavramların ortaya konduğu denizcilik sektörünün rekabetçi ortamında, limanların dijital teknoloji uygulamalarına yatırım yaparak dijital altyapılarını güçlendirmesi operasyonların hızı ve verimliliğini artırmak bakımından önemlidir. Bu kavramlar ilk olarak Almanya'da Hamburg, Hollanda'da Rotterdam ve Belçika'da Antwerp limanlarında ortaya konarak uygulamaya geçmiş, zamanla dünyanın farklı yerlerinde birçok limanın dijital teknolojilere ve otonom sistemlere yatırım yaparak bu teknolojileri uygulamasıyla örnekleri çoğalmış ve limanlar arasında veri paylaşımını esas alan küresel veri ağları oluşturulmaya başlanmıştır. Çalışmada, Türkiye'de dijital teknoloji uygulamalarına önem veren limanlar Asya Port, DP World Yarımca, Q Terminals Antalya ve Mersin Uluslararası Limanı (MIP) olarak tespit edilmiş, bu limanların dijital teknoloji uygulamaları araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, dijital dönüşüme önem veren Türkiye'deki limanların kullandığı dijital teknoloji uygulamalarını tespit etmek ve dünyadaki gelişmiş limanların geldiği dijital teknoloji düzeyi ile bir karşılaştırma yapabilmektir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı limanlar, Liman 4.0, Türkiye Limanları, Dijitalleşme, Dijital Teknolojiler

Abstract

The industrialization process that started in the world with the invention of the steam engine, together with the new inventions that made life easier, caused the world population and welfare level to rise, and the demand for consumer goods to increase. Developing market needs have affected maritime transportation, ships have changed according to the loads to be transported, and since the 1960s, ports have developed beyond their traditional loading-unloading functions to meet the needs of industrial areas established in their regions. Ports have been important connection points of the supply chain since the 1980s, and since the 2010s, they have turned into global cooperation platforms that add value to the supply chain by digitizing and processing data from different sources with the internet of things technology. In today's competitive environment of the maritime industry, where concepts such as smart ports and Port 4.0 are introduced, it is important for ports to strengthen their digital infrastructure by investing in digital technology applications in order to increase the speed and efficiency of operations. These concepts were first introduced and implemented in the ports of Hamburg in Germany, Rotterdam in the Netherlands and Antwerp in Belgium.

Over time, many ports in different parts of the world invested in digital technologies and autonomous systems and applied these technologies, and global data networks based on data sharing between ports began to be created. In the study, the ports that give importance to digital technology applications in Türkiye were identified as Asya Port, DP World Yarımca, Q Terminals Antalya and Mersin International Port (MIP), and the digital technology applications of these ports were investigated. The aim of this study is to determine the digital technology applications used by ports in Türkiye, which attaches importance to digital transformation, and to make a comparison with the level of digital technology developed by the developed ports in the world.

Keywords: Smart Ports, Port 4.0, Türkiye Ports, Digitalization, Digital Technologies

Citation Information/Kaynakça Bilgisi

Yorulmaz, M. & Derici, M. (2023). Akıllı Limanlar ve Türkiye'deki Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları. *Asya Studies-Academic Social Studies / Akademik Sosyal Araştırmalar*, 7(26), 291-308.

* "COPE-Dergi Editörleri İçin Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama İlkeleri" beyanları: Bu makale için herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir. Bu makale, İntihal.net tarafından taranmıştır. Bu makale, Creative Commons lisansı altındadır. Bu makale için etik kurul onayı gerekmemektedir.

** Bu çalışma, 29-31 Temmuz 2023 tarihleri arasında yapılan "1st International Conference on Modern and Advanced Research" konferansında sunulan, "Türkiye'deki Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları" başlıklı bildirinin geliştirilmiş ve genişletilmiş hâlidir.

GİRİŞ

Dünyada ticareti yapılan malların %80'den fazlasının deniz yolu ile taşındığı düşünülürse deniz ulaştırmasının iki önemli unsurundan biri olan gemiler ve bu gemilerin barındığı, yüklerinin elleçlendiği limanların önemi daha iyi anlaşılır (Tatar ve Özer, 2017: 550; Gürsoy ve Hatunoğlu, 2022: 581). Limanlar geleneksel işlevleri bakımından gemilerin barınmalarına, yüklerin elleçlenmesine, yolcuların aktarılmasına yarayan doğal veya insan eliyle yapılmış barınak olarak tanımlanmıştır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2023). Sanayi evrimi ile başlayan teknolojik gelişmeler, üretim, ulaştırma, ticaret, sosyal yaşamda önemli etkilere sebep olmuş, tüm tedarik zincirini kapsayan yenilikleri beraberinde getirmiştir.

Sanayide elektriğin ve seri üretim bantlarının kullanılmaya başlanması ile 1900'lü yılların başlarında yaşanan teknolojik gelişmeler, Endüstri 2.0 olarak tanımlanmış olan evrenin başlamasına neden olmuş; üretimde, istihdamda ve sermaye artışında büyük gelişme görülmüştür. Deniz ulaştırmasında gemiler açısından Gemi 2.0 olarak tanımlanmış olan bu dönemde çeliğin işlenmesi ile dayanıklı ve yüksek hacimli gemilerin inşası, cayro pusulanın, radarın bulunması önemli gelişmeler olmuştur (Yorulmaz ve Derici, 2023: 6). Endüstrideki gelişmeler paralelinde gelişen teknoloji ile gemilerin kazandığı bu yeni yetenekler, limanları da etkilemiş, daha fazla geminin uğraması ve daha fazla yükün elleçlenmeye başlanması bakımından limanların önemini artırmıştır. Limanların günümüze kadar olan gelişim süreci dört evrede tanımlanmıştır (Cerit, Devenci ve Esmer, 2013: 382). 1960'lara kadar olan teknoloji düzeyi birinci nesil limanlar olarak sınıflandırılmış, bu dönemde limanlar daha çok emek yoğun bir yapıya sahip olmuştur. Sanayide 2. Dünya Savaşı sonrasında gelen teknoloji düzeyi Endüstri 3.0 olarak tanımlanmış, bu dönemde iletişim ve bilişim sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. 1960'lardan sonra gelişen ve ikinci nesil limanlar olarak sınıflandırılan limanlar, emek yoğun bir yapıdan sermaye yoğun bir yapıya bürünmüş, bu gruptaki limanlar yüklerin paketlendiği, etiketlendiği ve fiziksel dağıtımlarının sağlandığı ulaştırma, ticaret ve sanayi merkezleri olarak tanımlanmıştır. İletişim ve bilişim sistemlerinin deniz ulaştırma sektöründe kullanılmaya başlanması hem gemileri hem de bu sektörün kara unsuru olan limanları, liman kapasiteleri, yük elleçleme süreleri, çalışanların çalışma koşulları, tedarik zincirinin farklı unsurları arasındaki iletişimin hızını ve boyutunu etkilemesi bakımından önemli olmuştur. 1980'lerle birlikte limanlar üçüncü nesil olarak sınıflandırılan, katma değerli lojistik hizmetlerin verildiği, uluslararası ticaret ağının lojistik platformlarına dönüşmüştür. 1990'larla başlayan ve dördüncü nesil olarak sınıflandırılan süreçte küreselleşmenin etkileri sonucu limanların ticari işlevleri artmış, limanlarda verilen hizmetler çeşitlilik kazanmış, limanlar arası veri ağları ile küresel bir veri paylaşımı söz konusu olmuş, bilişim teknolojilerinin kullanımı ve otomasyona dayalı operasyonlar ile terminal, yeşil liman gibi kavramlar gündeme gelmiştir. Günümüzde sanayide Endüstri 4.0 evresi gerçekleşmekte; büyük veri, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti ve yapay zekâ uygulamalarının birbirine entegre bir biçimde, tüketici tercihlerinin belirlenmesinden, üretimin gerçekleştirilip tüketiciye ulaştırılmasına kadar, tedarik zincirinin tüm aşamalarında kullanılması söz konusudur. Nesnelerin İnterneti (IoT), insanların interneti (IoP) ve her şeyin interneti (IoE) bileşenleriyle tanımlanan Endüstri 4.0, kendisinden önceki Endüstri evrelerinden farklı olarak, öngörülmekte, planlanmakta ve bu durum tüm sektörler için Endüstri 4.0 dönüşümüne adapte olabilme fırsatı vermektedir (Hermann, Pentek ve Otto, 2016: 3928). Endüstri 4.0 teknolojilerinin denizcilik sektöründe limanların dijital dönüşümü açısından öngörülmesi ve planlanması sonucunda "Akıllı liman" ve "Liman 4.0" kavramlarının ortaya konmasıyla, gemiler ve gemilerin uğradığı limanlarda sensörler, nesnelerin interneti, bulut veri, otonom sistemler, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve bu teknolojileri birbirine entegre eden veri ağları yeni liman konseptinin teknolojik altyapısını oluşturmaktadır. Bu teknolojilerin limanlarda kullanılmasıyla fiziksel ortam sanal ortama taşınarak liman operasyonları "dijital ikiz" olarak tanımlanan sistem üzerinden uzaktan kontrol ve takip edilebilmektedir. Bu teknolojileri tedarik zincirinin bütünü açısından değerlendirdiğimizde, tüketicilerin de dâhil olduğu bir akıllı ağ yapısında tüketici tercihlerinin belirlenmesiyle akıllı fabrikalarda gerçek zamanlı üretim gerçekleştiren üreticiler ve lojistiği sağlayan tüm unsurlar otomatize olarak iletişim kurmakta, insansız sistemlerin hata oranı çok düşük, hızlı, ekonomik ve çevreci bir şekilde çalıştığı, bütünlük bir ortam ortaya çıkmaktadır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Çalışmada nitel araştırma deseni kullanılmış, bu çerçevede liman işletmelerinde dijitalleşme, akıllı liman ve Liman.4.0 kavramları çerçevesinde literatür taraması yapılarak, dünyadaki akıllı limanlar ile Türkiye'de faaliyet gösteren ve dijitalleşmeye önem verdiği belirlenmiş olan limanların teknoloji

düzei incelenmiştir. Dijital dönüşüme önem veren limanlar web sayfalarında, kullandıkları dijital teknolojileri göstermekte, birçok hizmeti çevrim içi erişim yoluyla paydaşların hizmetine sunmaktadır. Bu sebeple akıllı limanların ve Türkiye'deki limanların dijital teknoloji düzeyinin belirlenmesi amacıyla literatür taraması yapıldıktan sonra, dijital dönüşüme önem verdiği belirlenen limanların web sayfaları incelenmiştir.

Verilerin Toplanması

Bu çalışmada veri toplama tekniği olarak doküman inceleme kullanılmıştır. Doküman inceleme tekniği, konuya ilişkin basılı ve dijital materyallerin incelenerek elde edilen veriyle, araştırma konusu olguyla ilgili materyallerin analiz edilmesini amaçlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Bu kapsamda, akıllı liman kavramı, dünyada öne çıkan akıllı limanlar ve Türkiye'deki limanlar arasında dijitalleşmeye önem veren limanların belirlenebilmesi amacıyla literatür taraması yapılmış, belirlenen limanların kullandıkları dijital teknoloji uygulamaları literatür taraması ve bu limanların web sayfaları incelenerek tespit edilmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi amacıyla, akıllı liman kavramı, dünyada öne çıkan akıllı limanlar ve Türkiye'deki limanlar araştırılarak incelenmiş, bu kapsamda doküman analizi yöntemi kullanılarak elde edilen veriler ile Türkiye'deki limanların dijitalleşme düzeyi değerlendirilmiş, dijitalleşme düzeyi bakımından Türkiye'deki limanlar ile dünyada öne çıkan akıllı limanların karşılaştırması yapılmıştır.

LİTERATÜR TARAMASI

Milattan Önce 3000 yılından beri varlığını sürdüren deniz ticareti, önceleri yerel ve bölgesel çerçevede iken coğrafi keşiflerle birlikte küreselleşmeye başlamış, sanayi evriminin getirdiği teknik ilerlemelerle küresel boyuttaki gelişimi hız kazanmış, daha büyük gemiler daha uzaklara gidebilmiş, ölçek ekonomisiyle elde edilen verimlilik artmıştır (Stopford, 2009: 7). Denizciliğin 5000 yıllık tarihi boyunca deniz yolu ulaştırma sektörünün gösterdiği gelişmelere bakıldığında; limanlar, önceleri gemilere barınma, yükleri elleçleme, depolama imkânı sağlar iken günümüzde deniz yolu taşımacılığı ile diğer taşımacılık türleri arasında bağlantı noktası olarak birçok hizmetin bir arada sunulduğu yapılar hâline gelmiştir (Sanrı, 2022: 17). Teknolojideki gelişmeler paralelinde limanlarda bilişim sistemleri ve otomasyon sistemleri birbirine entegre olmuş, dokümantasyon dijital ortamda tutulmaya başlanmış, liman operasyonlarında maliyet etkinliği, verimlilik ve müşteri memnuniyeti artmıştır. Teknolojide geline seviye, limanları dijitalleşme yolunda etkilemekte; dijitalleşmenin nesnelerin interneti (IoT), otonom sistemler, uzaktan erişim teknolojileri seviyesine ulaşmasıyla geline akıllı liman dönüşüm düzeyi, liman işletmelerinin verimlilik ve kârlılığını artırmaktadır.

Akıllı Liman Kavramı

Teknoloji gelişmişlik düzeyinin Endüstri 4.0 olarak tanımlandığı, iş süreçlerinin bu düzeye entegrasyonunun hedeflendiği günümüzde, dijitalleşme ve akıllı liman kavramları vizyonu olan liman işletmecilerinin gündeminde yer almaktadır. Bu kavramlardan *dijitalleşme*, fiziksel ortamda elde edilen verilerin analog ortamdaki dijital ortama aktarılmasıyla sosyal ve kurumsal çerçevede uygulanmasıdır (Heilig, Ruiz ve Voß, 2017: 230). Dijitalleşen limanların sahip olduğu dijital teknoloji uygulamaları, akıllı limanların siber alt yapısını oluşturmakta, dijitalleşme ile limanlarda karmaşık hale gelmiş süreçlerin yönetilmesi kolaylaşmakta, iş gücü ve zaman tasarrufunun sağlanmasıyla verim, dolayısıyla kârlılık artmaktadır.

Akıllı liman, liman bünyesinde nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ (AI) algoritmaları, uzaktan erişim, kablolu veri paylaşımı, bulut bilişim uygulamaları, sanal gerçeklik ve dijital ikiz, otonom araçlar, otonom vinçler vb. dijital teknoloji uygulamalarından faydalanarak, otomasyon sistemleri sayesinde daha az insan gücü ile liman operasyonlarına hız kazandırmayı, tüm paydaşların faydalandığı çevrim içi uygulamaların kullanılmasıyla elde edilen verimlilikten, sahip olunan kaynakları yüksek kârlılık ile kullanabilmeyi amaçlayan bir dijital dönüşüm seviyesidir. Limanların akıllı liman dönüşümünü gerçekleştirebilmesi, yüksek kapasiteli veri aktarımını sağlayan internet ile liman veri ağlarının kullanımını sağlayarak gerekli dijitalleşme seviyesine ulaşmalarıyla mümkündür (Öztemiz, 2023: 154).

Tablo 1: Literatürde Yer Alan Çalışmalar

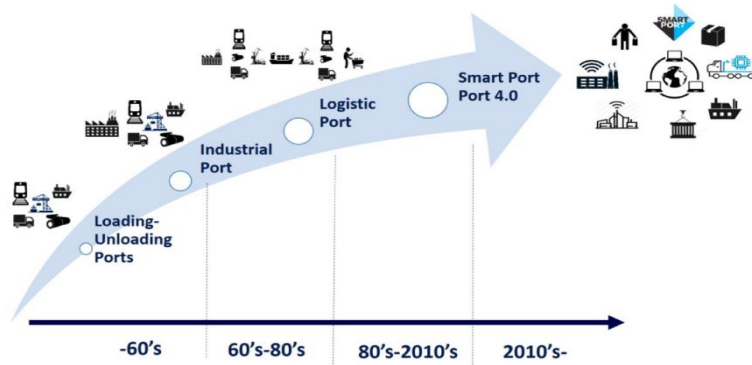
Botti, A., Monda, A., Pellicano, M. ve Torre, C. (2017)	Tedarik zincirinin önemli bağlantı noktaları olan akıllı limanları tüm paydaşların entegre olduğu bir akıllı hizmet sistemi olarak tanımladığı çalışmada İtalya'nın Salerno limanını incelemiştir.
Akgül ve Gençler, (2017)	Türkiye'deki limancılık sektöründe faaliyet gösteren liman işletmeleri, taşıma işleri komisyoncuları ve konteyner hat taşımacılığı işletmelerinin yöneticilerinin Endüstri 4.0 ve akıllı liman kavramına bakış açısını araştırmış, akıllı liman dönüşümü için gerekli olan tüm liman paydaşlarının katıldığı bir dijital platformun oluşturulması gerektiği sonucuna varmıştır.
Alop (2019)	Akıllı liman kavramının tanımını yapmış, denizcilik sektöründe akıllı sistemlerin olumlu ve olumsuz etkilerini belirtmiş ve olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için gerekli çözüm yöntemlerini ortaya koymuştur.
Molavi, Lim ve Race (2020)	Akıllı limanları operasyon, çevre, enerji, emniyet ve güvenlik kavramları temelinde tanımlamıştır.
González-Cancelas, Molina-Serrano, Soler-Flores ve Camarero-Orive (2020)	Akıllı liman kavramını tanımlamış, limanların Liman 4.0 düzeyine geçiş sürecini. Çevrim içi liman, Akıllı liman ve Liman 4.0 olarak 3 aşamada tanımlamıştır.
De La Peña Zarzuelo, Freire Soean, López ve Bermúdez (2020)	Endüstri 4.0 uygulamalarının limanlar ve deniz ulaştırmasına etkilerini ve limanları Liman 4.0 aşamasına taşıyan dijital teknolojileri araştırmıştır.
Çalışkan (2020)	Akıllı liman olma yolundaki zorlukları derlemiş ve bu zorluklar arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. En büyük zorluk olarak belirlenen entegrasyon ve uyum problemlerinin altında yatan engellerin personel kaynaklı zorluklar ve Endüstri 4.0 hakkındaki bilgi eksikliği olduğunu ortaya çıkarmıştır.
Dursun (2020)	Dünyadaki akıllı limanlarda kullanılmakta olan teknolojilerin uygulanma düzeyini Türkiye'de faaliyet gösteren örnek bir konteyner terminali özelinde incelemiştir.
Balık, Aydın ve Bitiktaş (2021)	Türkiye'de faaliyet gösteren limanları incelemiş, dijitalleşmeye önem veren limanların Port Akdeniz, Asyaport, DP World Yarımca ve Mersin Limanı olduğunu tespit etmiştir.
Karlı, Karlı ve Aydın (2021)	Literatürde yapılmış olan akıllı liman tanımlamalarını ortaya koymuş, akıllı limanları Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları çerçevesinde inceleyerek bu limanların operasyonel karşılaştırmasını yapmıştır.
Yorulmaz ve Patruna (2021)	Liman işletmelerinde dijitalleşme süreçlerinden bahsetmiş, Türkiye'de faaliyet gösteren limanların yöneticilerinin limanların dijitalleşmesinden beklentilerini ve Türk limanlarının dijitalleşme düzeyi ile ilgili görüşlerini tespit etmiştir.

Eyit, Yorulmaz ve Taş (2022)	Türkiye'de faaliyet gösteren konteyner terminali bulunan liman işletmelerinin dijital altyapısını bu işletmelerin web sayfalarını inceleyerek değerlendirmiştir.
Gürsoy ve Hatunoğlu (2022)	Akıllı limanlarda kullanılan teknolojileri operasyon, çevre, enerji, emniyet ve güvenlik boyutlarıyla incelemiş; Türkiye'de faaliyet gösteren limanlarda çalışan personelin, dünyadaki akıllı limanlarda kullanılan teknolojiler konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını araştırmıştır.

Akıllı liman kavramı üzerine literatürde öne çıkan çalışmalar incelendiğinde, akıllı liman kavramının farklı yönleriyle ele alınarak tanımlandığı ve akıllı liman dönüşümünü gerçekleştirmiş olan limanların dijital teknoloji uygulamalarını açıklayan çalışmaların olduğu görülmektedir. Heilig ve Vob (2017), akıllı limanları küresel tedarik zincirinin farklı unsurlarının sahip olduğu iş organizasyonlarını entegre eden, organizasyonların ve paydaşların ağ yapılarını ortak bir platformda uyumlulaştırarak bağlantı noktaları olarak tanımlamıştır. Heilig vd. (2017), limanların teknolojik gelişim sürecini üç aşamada değerlendirmiş; birinci aşamayı 1980'lerde başlayan *kağıtsız işlemler dönüşüm süreci*, ikinci aşamayı 1990'lar ve 2000'leri kapsayan özellikle konteyner limanlarıyla başlayan elleçleme otomasyon sistemleri, Terminal Operasyon Sistemleri (TOS), Liman Topluluk Sistemleri gibi bilgi sistemlerinin kullanılmaya başlandığı *otomasyon dönüşüm süreci* ve üçüncü aşama olarak 2010'lardan günümüze kadar olan, limanlarda ölçme, kontrol etme ve operasyonlara aktif olarak destek olan, yeni veri kaynaklarını ve paydaşları liman dijital altyapısına mobil teknolojilerin yardımıyla entegre eden *akıllı sistemler dönüşüm süreci* olarak tanımlamıştır. Akgül ve Gençler, (2017) yaptıkları çalışmada, akıllı liman dönüşümünün getirdiği fırsatlar ve tehditleri incelemiş, Türkiye limanlarında Endüstri 4.0 ve akıllı liman kavramlarının yeni anlaşılmaya başlandığını belirlemiştir. Alop (2019) yaptığı çalışmada, akıllı liman kavramını akıllı teknolojilerin uygulanmasıyla liman operasyonlarının otomasyonunun sağlandığı küresel sisteme bağlı ortak bir algoritmaya sahip yapı olarak tanımlamış; küresel taşımacılık sisteminde bilişim sistemleri, yapay zekâ, nesnelerin interneti teknolojileri ile vücut bulan akıllı gemiler, akıllı limanlar gibi yeniliklerin sektöre olumlu ve olumsuz etkilerini belirlemiş, insan faktörünün sistemin dışına çıkarılmasının olumsuz etkilerinin olacağını belirtmiş, bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için gerekli olan çözüm yöntemlerini ortaya koymuştur. Molavi vd. (2020) yaptıkları çalışmada, akıllı limanları operasyon, çevre, enerji, emniyet ve güvenlik kavramları temelinde tanımlamıştır. Akıllı liman kavramını, dijital teknolojileri kullanarak akıllı sistemleri, otomasyonu, çevrim içi iletişim imkânları sayesinde bilginin işlenmesi ve paylaşımını mümkün kılan, eğitilmiş bireyleri ve donanımlı iş gücünü bir araya getirerek operasyonları güvenli, emniyetli, verimli hale getiren ve bu sayede sürdürülebilir kalkınmaya öncülük eden limanlar olarak tanımlamışlardır. González-Cancelas, Molina-Serrano, Soler-Flores ve Camarero-Orive (2020) yaptıkları çalışmada, akıllı liman konsepti çerçevesinde İspanya limanlarını incelemiş, akıllı liman kavramı, dijitalizasyon sayesinde alt yapı, operasyonlar ve liman hizmetlerinde verimliliğin arttığı, enerjide sürdürülebilirlik ve çevreye duyarlılığın geliştiği işletmeler olarak tanımlanmıştır. Bu bakışla, Liman 4.0 düzeyine geçiş aşamaları tanımlanmış; limanlarda hizmet sunumu, alt yapı, operasyon, güvenlik vb. konuların dijital dönüşümünü, bilişim ağları ile limanların birbirleri ve paydaşlarıyla anlık iletişimini mümkün kılan; liman operasyonlarının bu nitelikleriyle paydaşlarına kaynakların verimli kullanılmasını, zaman tasarrufunu, daha yüksek kârlılığı sağlayan ve limanları tedarik zincirinin bağlantı noktası yapan dijital dönüşüm seviyesi olarak ifade edilmiştir. Limanların Endüstri 3.0 ile gelen elektronik liman düzeyinden; Endüstri 4.0 teknoloji düzeyi paralelinde dijitalleşme uygulamalarının hayata geçirilmesi ile Liman 4.0 düzeyine geçiş süreci üç aşamada ele alınmıştır. *Çevrim içi liman aşaması*; operasyon süreçlerinde dijitalleşmenin tamamlandığı, limanlarda sensörlerin, kullanıldığı ve liman operasyonlarının insan gücü yerine otomatize sistemler tarafından icra edildiği gelişim seviyesidir. *Akıllı liman aşaması*; sensörlerle donatılmış liman otomasyon sistemlerinin nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde, elde ettiği bilgileri işleme, dijital bir platforma taşıyarak doğru kararlar alması ve sergilemesi seviyesidir. *Liman 4.0 aşaması*; limanların Endüstri 4.0 seviyesine paralel teknolojik olanaklara ulaşması, otomasyon ve robotizasyonun sağlandığı akıllı limanların veri ağları ile birbirine bağlanarak küresel bir liman topluluk ağı oluşturulmasıdır. Liman 4.0 ile oluşan büyük verinin analiz edilmesi sonucu edilen bilgidir, iş süreçlerinde yararlanılacağı, daha fazla verinin işlenmesinin

zorluklarının dijital teknolojiler sayesinde aşılabileceği belirtilmiştir. Dursun (2020) yaptığı çalışmada, dünyadaki akıllı limanlarda kullanılmakta olan teknolojileri ve örnek bir konteyner terminalinde bu teknolojilerin uygulanma düzeyini incelemiş, bu terminalin terminal operasyonlarında kullanılan teknolojilerin limancılık sektöründe gelişmekte olan teknoloji düzeyine göre orta seviyede olduğunu tespit etmiştir. Balık vd. (2021) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren limanların dijitalleşme konusuna duyarlılığının düşük olduğu sonucuna varmış, dijitalleşmeye önem veren limanların Port Akdeniz, Asyaport, DP World ve MIP olduğunu tespit etmiştir. Karlı vd. (2021) çalışmasında, literatürde yapılmış olan akıllı liman tanımlamalarını, akıllı liman bileşenlerini tespit etmiş, konuyu dünyanın önde gelen limanları olan Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları çerçevesinde incelemiş, bu limanların operasyonel yönden karşılaştırmasını yapmıştır. Yorulmaz ve Patruna (2021) yaptıkları çalışmada, liman işletmelerinde dijitalleşme süreçlerini incelemiş, liman yöneticilerinin Türk limanlarının dijitalleşme düzeyi ile ilgili görüşleri ve liman işletmelerinin dijitalleşmesinden beklentilerinin neler olduğunu ortaya koymuş, yöneticiler tarafından genel olarak Türk limanlarında yeterli teknolojik yatırımın yapılmadığı görüşünün hâkim olduğunu tespit etmiştir. Eyit vd. (2022) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren konteyner terminallerinde kullanılan dijital teknoloji uygulamalarını incelemiş, akıllı limanları ve Liman 4.0 aşamasını mümkün kılan teknolojilerin; 5G iletişim alt yapısı, otonom hava araçları, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, bulut tabanlı veri paylaşımı, uzaktan kontrollü veya otonom liman operasyon sistemleri, büyük veriye erişim sağlayan ve işleyen uygulamalar, siber güvenlik uygulamaları ve yapay zekâ olarak tanımlamıştır. De La Peña Zarzuelo vd. (2020) yaptıkları çalışmada, Endüstri 4.0 uygulamalarının denizcilik sektöründe limanların gelişimine etkisini incelemiş, Şekil 1’de görülen limanların tarihsel süreçteki gelişim aşamalarını değerlendirmiş; limanları Liman 4.0 aşamasına taşıyan teknolojilerin, nesnelerin interneti, sensörler, uzaktan erişim teknolojisi kullanılarak elde edilen verilerin, küresel ölçekte limanlar ve tüm paydaşlar arasında veri ağlarına entegre edilmesi olacağını belirtmiştir.

Şekil 1: Limanların Gelişim Aşamaları



Kaynak: De La Peña Zarzuelo vd. (2020: 2)

Şekil 1’de limanların gelişim aşamaları ele alınmış, tüm akıllı limanların küresel veri ağlarına entegre olmasıyla gerçekleşen ve geleceğin teknolojileriyle gelişen akıllı liman, Liman 4.0 seviyesi kronolojik cetvelde gösterilmiştir. Buna göre limanlar Endüstri gelişim aşamalarının etkisiyle 1960’larda başlayan ve otonom akıllı sistemlerin, yapay zekâ uygulamalarının kullanıldığı gelişim sürecinin geldiği günümüzde küresel ağlarla iş süreçlerine ait veriyi paylaşan, tedarik zincirinin en önemli bağlantı noktaları haline gelmiştir. Çalışkan (2020) yaptığı çalışmada, akıllı liman dönüşümünün aşamaları ve bu dönüşüm sürecinde karşılaşılabilecek zorlukları değerlendirmiş, Deloitte (2015) firmasının raporunda İsviçre’deki imalat sanayi için belirlenmiş olan Endüstri 4.0 dönüşüm aşamalarını model olarak bu aşamaları elektronik liman düzeyinden Liman 4.0 düzeyine dönüşüm için tanımlamıştır. Bu aşamalar; büyük veriyi işleme ve müşterilerin taleplerine uygun çözümler üretebilmeyi mümkün kılan “akıllı liman sistemlerinin dikey entegrasyonu”, “küresel liman ağlarına yatay entegrasyon”, deniz yolu taşımacılığında hizmetin talep edilmesinden başlayan tüm süreç boyunca paydaşların katılımını mümkün kılan, sunulan hizmetin iyileştirilmesini sürekli kılan “liman hizmetlerinde baştan sona mühendislik” ve liman hizmetlerinde dijital dönüşüm teknolojilerinin kullanımını kapsayan “teknolojiyle ivme kazanma” olarak tanımlanmıştır. Gürsoy ve Hatunoğlu (2020) yaptıkları çalışmada, akıllı limanların sahip oldukları

teknolojileri operasyon, çevre, enerji, emniyet ve güvenlik boyutları ile tanımlamış, Türkiye'deki liman çalışanlarının akıllı limanların sahip oldukları teknolojiler hakkındaki bilgi düzeyini araştırmıştır.

Akıllı liman kavramı ilk olarak 2010 yılında Rotterdam limanı yönetimi tarafından ortaya konmuş, Antwerp ve Hamburg limanları da o yıllarda dijital dönüşüm uygulamalarını başlatmışlardır. Rotterdam limanından 2019 yılında yola çıkarılan ve "Konteyner-42" adı verilen akıllı konteynerin yolculuğu süresince elde edilen veriler, akıllı limanların dijital dönüşümü yolunda önemli olmuştur. Konteyner-42'nin üzerine yerleştirilmiş sensörler ile elde ettiği verilerin değerlendirilmesiyle nakliye sürecinde oluşan zorluklar belirlenmiştir (Kızılcı, 2020). Bu projenin, lojistik süreçlerin iyileştirilmesine ve akıllı liman dijital dönüşüm süreçlerine katkıda bulunması hedeflenmiştir. Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları, yatay entegrasyonun sağlanmış olduğu diğer limanlar ile yerel yönetimler, üniversiteler ve lojistik firmaları gibi birçok kamu ve özel kuruluşu ortak bir dijital platformda akıllı liman dönüşümü kapsamında bir araya getirerek, lojistik zincirin paydaşlarını bu sürece ortak etmişlerdir. Akıllı liman dönüşümünde liman ile etkileşim içinde olan paydaşların bilgi ve iletişim teknolojileri sayesinde sürece aktif olarak katılımı ve liman operasyonlarında dijital teknoloji uygulamalarının kullanımı, bu dönüşüm süreci için önemli ve ortaya çıkardıkları sinerjiyle tamamlayıcı unsurlardır (Botti vd., 2017: 7). Bu iş birliği ve ortak fayda ikliminin bir başka uygulaması, Singapur ve Rotterdam limanlarının, akıllı liman konseptini gerçekleştirmek ve limanlar arasında geleceğe yönelik projeler geliştirmek için çalışma grupları oluşturmuş olmalarıdır (Molavi vd., 2020: 687). Ayrıca Rotterdam, Singapur ve Antwerp limanları "PortXL" adını verdikleri ortak bir veri ağı oluşturarak akıllı liman dönüşümünü gerçekleştirmeyi ve Liman 4.0 düzeyine ulaşmayı amaçlamaktadırlar. Bu limanlarda kamera sistemleri ve otonom dronların kullanımıyla liman faaliyetlerinde anlık veri akışının sağlanması, bütün liman operasyonlarının verimli ve hatasız bir şekilde yönetilmesi hedeflenmektedir (Karlı vd., 2021: 7). Limanlarda kullanılan bu sistemler liman güvenliğinin sağlanmasından, çevre kirliliği denetimlerine kadar başka birçok amaca hizmet etmektedir.

Limanlar, yüksek rekabet ortamında rekabetçi kalabilmek ve gelecekte varlıklarını sürdürülebilmek için dijital dönüşüme yatırım yapmak zorundadır (Özkanlı ve Denizhan, 2020: 360). Limanların, dijital dönüşümü gerçekleştirme yolunda otomasyon sistemlerini kullanması, dijital dönüşümünü tamamlamış olan limanların küresel akıllı liman ağları oluşturarak iş birliği platformları yaratmaları, yeni teknolojilere istikrarlı ve kademeli bir şekilde yatırım yaparak, lojistik zinciri oluşturan tüm unsurları bilgi ve iletişim sistemleri aracılığıyla birbirine entegre etmeleri, tüketicilerin tercihlerini belirlemesinden, üretimi yapılan ürünlerin teslimine kadar tüm sürecin senkronize edilerek sürat ve verimlilik kazandırılması, dolayısıyla tedarik zincirinin ana unsurları olan limanların da öngörülebilir bir iş sürecine kavuşması, limanları akıllı liman konseptine taşıyan anahtar adımlardır (Deloitte, 2015: 22-25). Dijital dönüşüm sürecinin istikrarlı ve yönetilebilir bir ivmeyle gerçekleştirilmesi, liman organizasyonunun sürece adaptasyonu ve akıllı liman teknolojik alt yapısının sağladığı verimlilik ile hem dikey hem de yatay entegrasyonla elde edilen sinerjinin sürdürülebilirliği bakımından önemlidir.

Dünyada dijital dönüşümü benimseyerek akıllı liman dönüşümünde öncü olan Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları, otonom gemilere hizmet edecek duruma gelmiştir (İnanlı ve Yorulmaz, 2021: 468). Rotterdam limanının dijital dönüşümü için geliştirilen ve dünya çapında başka limanların da kullandığı "PortXchange" uygulaması ile deniz ulaştırmasının unsurları lojistik zincirinin süreçlerine entegre olmuş, elde edilen verinin taraflarca karşılıklı olarak paylaşımı sayesinde ortak faaliyetlerin planlanması, takibinde eş güdümün sağlanmasıyla akıllı liman konseptinin verimlilik ve çevreye duyarlılık gibi kazanımlarından faydalanılmıştır (PortXchange, 2022). Limanlarda iş süreçlerinin ve bu süreçlere taraf olan paydaşların entegrasyonunu sağlayan uygulamaların ve yapay zekânın kullanılması, iş süreçlerinde verimliliği artırmakta, liman kapasitesinin en iyi şekilde kullanılmasını sağlamakta ve limanın rekabetçi yönünü güçlendirmektedir. Antwerp limanında da, Rotterdam limanı için geliştirilen "PortXchange" uygulamasına benzer bir uygulama olan ve paydaşların liman operasyonları kapsamında toplanan verilere gerçek zamanlı olarak erişebilmesini sağlayan "Nxtport" uygulaması kullanılmaktadır. Akıllı limanlar gemi trafiğini, liman içi kamyon trafiğini benzer uygulamaları kullanarak takip etmekte ve düzenlemektedirler. Antwerp limanı, liman içi gemi trafiğini düzenlemek üzere otonom tekneler de kullanılmaktadır.

Akıllı limanlar, fiziksel liman ortamını sanal ortama taşıyan ve "dijital ikiz" olarak tanımlanan uygulamayla, liman içindeki aksaklıkları zamanında tespit etmeyi, operasyon sahasındaki iş güvenliğini artırmayı, liman güvenliğini ve liman operasyonlarının verimliliğini sağlamayı amaçlamaktadır. "Dijital İkiz" uygulamasını kullanan akıllı limanlar Antwerp, Rotterdam, Hamburg, Valencia, Singapur, Mawan,

Barcelona, Livorno, Oulu limanlarıdır. Livorno limanında forklift operatörleri “dijital ikiz” uygulaması ve “artırılmış gerçeklik” teknolojisiyle operasyonları uzaktan kontrol etmektedirler (Wang, Hu, Zhou, Zun ve Qian, 2021: 1307-1308). Antwerp limanında nesnelerin interneti teknolojisi ile geliştirilmiş olan “Harbour of Things” uygulaması sayesinde, liman içindeki faaliyetlerle ilgili veriler anlık olarak elde edilmekte, bu sayede olası aksaklıklar ortaya çıkmadan önlenilmekte, liman operasyonları daha verimli hale gelmektedir. Hamburg limanı, liman içi gemi trafiğini düzenlemek üzere “Port Traffic Center” uygulamasını ve liman operasyonlarında otomasyon teknolojilerini kullanmaktadır. Akıllı limanlarda verinin operasyon süreçlerini iyileştirerek verimliliği artıracak şekilde etkin kullanımı ve çevreye duyarlı teknolojilerin, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı söz konusudur (Karlı vd., 2021: 8). Akıllı limanlar, bu özellikleriyle kaynakların verimli kullanıldığı, işletme maliyetlerinin düştüğü, tedarik zincirinin tüm unsurlarını bütünleştiren, sürdürülebilir ve çevreci yapılardır.

Akıllı liman uygulamaları ile limanda çalışan insan faktörünün yerini otonom araçlar, uzaktan kontrollü vinçler ve bilgi sistemleri almakta, gerçek zamanlı bilgi paylaşımına imkân tanıyan bilgi sistemleri ve otonom liman operasyon sistemleri sayesinde elleçleme zamanını azaltıp ve elleçlenen konteyner miktarını artırarak, limanın kapasitesinde önemli bir artış yaratmakta, yani operasyon verimliliğini artırmaktadır. Bu limanların dijital dönüşümü temelde liman fiziksel sistemleri ile bilişim ve iletişim sistemlerinin entegrasyonu ile sağlanmaktadır (Akgül ve Genç, 2017: 5). Ayrıca akıllı limanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının, bilişim sistemlerinin ve otonom sistemlerin kullanımı ile elde edilen enerji verimliliği, akıllı limanları daha rekabetçi bir hale getirmektedir. Dünyada, 2050 yılına kadar lojistik sektörünün karayolu taşımacılığı ve limanları kapsayan ayağında karbondioksit emisyonlarının %50 oranında azaltılması amaçlanmaktadır (Jun, Lee ve Choi, 2018: 482). Bu bakımdan akıllı limanlar çevreci olma özellikleriyle bu hedefin gerçekleştirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir.

BULGULAR

Türkiye’deki Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları

Dünyada akıllı liman kavramı ilk olarak 2010 yılında Hamburg limanında SmartPort lojistik uygulamasıyla uygulamaya geçmiş, akıllı limanlarda nesnelerin interneti teknolojisi ile limanın her tarafından veri akışı sağlanmıştır (Jun vd., 2018: 481). Hamburg limanının dijital dönüşümüyle tanımlanan akıllı liman kavramı, zamanla dünyada birçok limanın bu dönüşümü gerçekleştirmesiyle ve kazanılan üstün yeteneklerle birlikte, yeni dijital iş birliği platformlarının oluşturulmasıyla farklı bir boyut kazanmıştır. Türkiye’de; DP World Yarımca, Q Terminals Antalya, Asyaport ve Mersin limanı dijital dönüşüm farkındalıkları ile öne çıkan limanlardır (Balık vd., 2021: 286). Ülkemizde bu limanların dışında kalan diğer 23 konteyner limanının dijital dönüşüm ile ilişkisi Terminal Operasyon Sistemleri (TOS), Liman Yönetim Bilgi Sistemleri (LYBS), kamera sistemlerinin kullanımı şeklinde olmaktadır.

DP World Yarımca limanının web sayfası üzerinden sunduğu portal hizmeti incelendiğinde, müşterilerine, “konteyner sorgulama”, “araç rezervasyon sistemi (ARS)”, “rıhtım/gemi programı sorgulama”, “doğrulanmış brüt ağırlık (DBA)”, “ithalat tartım sonucu”, “çevrimiçi proforma fatura oluşturma”, “tahmini fatura tutarı hesaplama”, “hizmet talebi oluşturma” hizmetlerini kullanma imkânı tanıdığı görülmektedir. Ayrıca cep telefonuna indirilen “kolay rota” uygulaması ile limana gelen kamyon şoförlerine aradıkları konteyneri kolaylıkla bulabilme imkânı tanınmakta, uygulama liman operasyonlarına verimlilik, enerji ve zaman tasarrufu kazandırmaktadır. Araçların limanda konteyner arayarak zaman kaybetmesinin önüne geçilerek yakıt tasarrufu sağlanmakta ve karbon emisyonlarının atmosfere salınımı engellenmektedir. Uygulamada limanı ziyaret edenlere güvenlik önlemleri konusunda ziyaretçilere bildirimde bulunmakta, limana gelen ziyaretçi, belirlenmiş olan güvenlik kurallarını ihlal etmesi durumunda liman iş güvenliği birimine otomatik bildirim gönderilmekte ve ziyaretçi uyarılmaktadır (DP World, 2023a). DP World Yarımca’da otonom liman vinçleri, limanın yaşam alanlarına yakınlığı sebebiyle liman gürültüsünün çevreye yayılmasını engelleyen ses bariyerleri gibi sistemler kullanılmakta, X-ray makine parkında saatte 100 konteyner taraması yapılabilmekte, Elektronik Veri Değişimi (EDI) sistemi ile çevrimiçi olarak standart formatta gemi acenteleri ile otomatikleştirilmiş belge paylaşımı yapılabilmektedir (DP World, 2023b). DP World Yarımca sahip olduğu otonom sistemler, EDI sistemi, liman operasyonlarında kullandığı dijital teknoloji uygulamaları ile Türkiye’de faaliyet gösteren limanlar arasında dijital dönüşüme öncülük etmekle birlikte dünya limanlarıyla rekabet edebilecek durumdadır.

Türkiye’nin ilk transit konteyner limanı olan Asyaport, konum olarak Tekirdağ’da bulunmakta - olup, karayolu ve demiryolu ulaşım imkânlarına sahiptir. Limanın web sayfasında yer alan çevrimiçi

uygulama üzerinden ardiye hesaplama, DBA/VGM (konteynerin içindeki yük ve kendi ağırlığı ile birlikte toplam ağırlığı) sorgulama, rıhtım planı ve konteyner takip işlemleri yapılabilmektedir (Asyaport, t.y.).

Mersin limanında; liman operasyonlarında kullanılmakta olan, "Terminal Operasyon Sistemi (TOS)" yardımıyla yükleme ve boşaltma operasyonları planlanmaktadır. Liman sahasında kablosuz veri iletişimi sağlanmakta, Mersin limanı web sayfası üzerinden zaman kısıtlaması olmaksızın iş emri verilebilmekte ve konteyner takibi yapılabilmektedir. Kapalı devre kamera sistemi ile tüm liman sahası sürekli olarak izlenmekte, gemi acenteleri operasyonları sistem üzerinden çevrimiçi olarak takip edebilmektedir (Mersinport, 2021).

Türkiye'de faaliyet gösteren limanlarda bilgi teknolojilerinin kullanımı 2000'li yıllarda başlayan limanların özelleştirilmesi süreciyle hız kazanmıştır (Karataş Çetin ve Sait, 2014: 99). Kullanılmakta olan dijital teknoloji uygulamaları şunlardır:

Limana Yönetim Sistemleri

Terminal Operasyon Sistemi (TOS), terminale demiryolu veya karayolu ile taşınan konteynerleri işlemekte, yükleme/boşaltma programlarını ve saha transfer işlemlerini planlamakta, yük alan tahsislerini, iş ekipmanı ve operatörlerin sevkini yapmakta, liman sahasına gelen nakliye şirketlerine konteynerlerin mevkilerini bildirmekte kullanılmakta; TOS sayesinde, liman içindeki yoğunluk azalmakta, paydaşların entegrasyonu ile müşteri memnuniyeti artmakta, liman operasyonlarında verimlilik artmakta, güvenli veri kaydı ve hızlı plan yapabilmeye yeteneği kazanılmaktadır (Karataş-Çetin ve Sait, 2014: 86-94). TOS sayesinde, liman operasyonlarında kullanılan liman ekipmanlarının operasyonları optimum verimi sağlayacak şekilde planlanmakta işe doğru zamanda doğru ekipmanın tahsis edilmesiyle zaman, yakıt ve ekipman tasarrufu sağlanmaktadır.

Limana Topluluk Sistemleri (LTS), yük ile ilgili evrak ve formların dijital ortamda kâğıtsız bir şekilde hazırlanması ve paylaşılmasını standart hale getirerek ve olası evrak yazım hatalarını ortadan kaldırarak zaman kaybını önlemesi bakımından liman operasyonları için önemlidir.

Limana topluluğu bilgi sistemi, "özel ve kamu kurumlarının ortak erişimine ve kullanımına açık, gerçek zamanlı bilgi alışverişini ve ulaştırma türleri arasında koordinasyonu sağlayan tek bir elektronik platform" olarak tanımlanmakta, bu sistem ile farklı sistemleri kullanan liman paydaşlarının ortak dijital bir platformda bir araya gelerek iş birliği hâlinde, işlemlerini daha hızlı ve kesintisiz gerçekleştirmesi mümkün olmaktadır (Rodon ve Pujol, 2006: 1). Bu sistem, farklı firmaların kullandığı birbirinden farklı sistemleri bütünleştirerek paylaşılan verilere anlık erişim imkânı verdiği için tüm paydaşlar için ortak bir fayda sağlar. Limanlarda kullanılan liman topluluğu bilgi sistemlerine örnek olarak; Singapur limanı "Portnet", Hamburg limanı "Dakosy", Rotterdam ve Amsterdam limanları "Portbase" uygulamaları gösterilebilir (Eyit vd., 2022: 47).

Limana Yönetim Bilgi Sistemleri (LYBS), genel anlamda liman yöneticilerinin liman faaliyetlerinin takibi ve kontrolü için kullanılmakta, bu sistemler gemilerin limana giriş ve liman hizmetlerinden faydalanma taleplerinin alınmasında kullanılmakta, gemilerin liman çıkış ve varış bilgilerinin çevrimiçi olarak paylaşılmasını sağlamaktadır (Keçeli, Choi ve Cho, 2007: 46). Türkiye'de Ulaştırma Bakanlığı Denizcilik Müsteşarlığı tarafından 2010 yılı itibarıyla Liman Yönetim Bilgi Sistemi hizmete sokularak gemilerin limanlara giriş çıkış işlemlerinin internet üzerinden yapılmasına başlanmıştır (Denizhaber, 2010). Ülkemizdeki limanlarda bu sistem ile, hizmet ödemelerinin elektronik transferi ve faturalama işlemleri, personel kayıtlarının tutulması, finansal raporlama ve trafik istatistiklerinin hazırlanması, yük rezervasyon bilgilerinin, yükleme listesinin, konşimento, gümrük, sağlık belgeleri gibi belgelerin düzenlenmesi yapılmakta, Türk limanlarına gelen ve Türk limanlarından ayrılan gemilerin vermesi gereken "kaptan raporu", "gemi sefer geçmişi raporu", "liman kalkış raporu" gibi raporların çevrimiçi olarak iletilmesini sağlanmaktadır (Eyit, vd., 2022: 47). LYBS'ler liman işletmelerinde dijital ortamda kayıt tutma, belgeleme, raporlama imkânı sunarak, kurumsallaşmaya, istatistikî bilgilerin derlenebilmesine, arşivlemeye katkı sağladığı gibi zamandan, işgücünden tasarruf sağlayarak, liman ekipmanlarının ve liman sahasının efektif kullanımıyla verimlilik sağlamaktadır (Şengönül, 2009: 102). LYBS, liman yöneticilerine yönetsel ve bürokratik işlerde katkı sağlamakta, limanların tedarik zincirinin önemli bağlantı noktaları olmasıyla iş süreçlerinin dinamik bir yapıya sahip olmasının yöneticilere getirdiği zorlukları aşmada kolaylaştırıcı etkisi olmakta ve limanların rekabet yeteneğini artırmaktadır. Aşağıda Türk limanlarında kullanılan Liman Yönetim Sistemi uygulamalarının limanlara kazandırdığı yetenekler tablolaştırılmıştır.

Tablo 2: Liman Yönetim Sistemleri ve Kazandırdığı Yetenekler

TOS	LYBS	LTS
İş yükü optimizasyonu	Kâğıtsız işlemler	Eş zamanlı veri transferi
Donanım ve operatörler için doğru iş dağıtımı	Artan rekabetle daha iyi pazarlama	Taşımacılık modları arası koordinasyon
Konteyner saha tahsisi ve planlama	Operasyonları gerçek zamanlı izleme ve kontrol etme	Kuruluşlar ve paydaşlar arasındaki iletişimi artırma

Kaynak: Eyit, vd., 2022: 48

Tablo 2’de görülen, bilgi sistemlerinin kullanımıyla elde edilen yetenekler, günümüz limanlarının yoğun, karmaşık hale gelen operasyonlarında liman işletmelerine verimlilik ile birlikte emek ve zaman tasarrufu kazandırmaktadır.

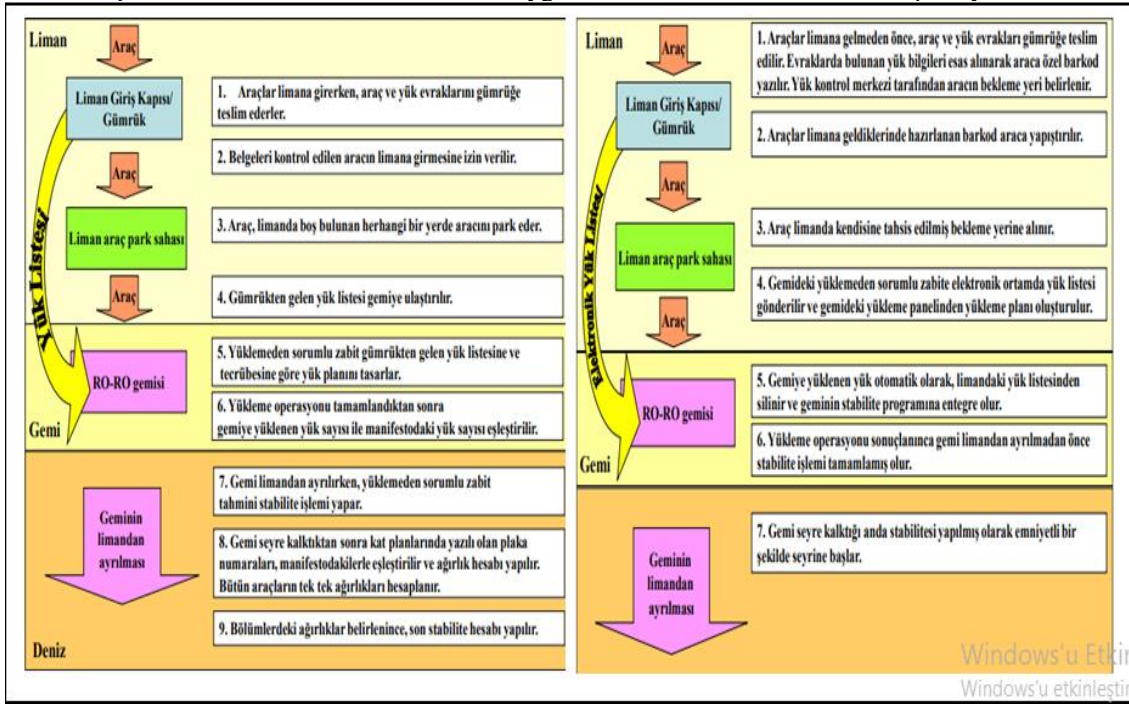
Ticari faaliyetlerle ilgili gümrük işlemlerinin dokümantasyonunu merkezi, kâğıtsız, tek noktadan gerçekleştirmeyi amaçlayan, dolayısıyla deniz yolu ile gerçekleştirilen ticari faaliyetleri de kolaylaştıran dijital teknoloji uygulamalarına bir örnek; Ticaret Bakanlığının e-Devlet kapısı üzerinden kullanıma sunduğu “Tek Pencere Sistemidir”. *Tek pencere sistemi*, ticari miktar ve mahiyetteki eşyanın ithalat veya ihracat işlemini gerçekleştiren gerçek ve tüzel kişiler tarafından kullanılmaktadır. Gümrük işlemleri sırasında istenen tüm belgelerin tek noktadan temin edilmesini ve gümrük işlemlerinin tek noktaya yapılacak başvuru ile yürütülerek tamamlanmasını sağlamak amacıyla, E-Devlet uygulaması üzerinden Ticaret Bakanlığı menüsü altında bulunan e-belgeler doldurulabilmektedir. Tek Pencere sistemi 2013 yılı itibariyle Avrupa Birliği ve 2014 yılı itibariyle de Türkiye’de kullanılmaya başlanmıştır (Utikad, 2014). Tek Pencere sistemi bürokratik işlemleri azaltmakta, kullanıcılara kolaylık ve zaman tasarrufu getirmekte, kayit tutma ve arşivlemede kolaylık sağlamaktadır.

Barkod Sistemi

Ro-ro gemilerinde yük operasyonları, gümrük görevlisinin ya da gemi acentesinin yük listesini gemiye getirmesi ve gemide yüklemeyen sorumlu zabitanın yükleme planını yapmasıyla başlar. Gemide yük operasyonu devam ederken, limanda yeni yükler kabul edilmekte, yüklemeyen sorumlu gemi zabitanın güncel yük listeleri verilmektedir. Bu durum geminin özellikleri, farklı yüklerin özellikleri gibi kriterler gözetilerek yapılması gereken yükleme işlemlerini zorlaştırmakta, geminin yükleme alanlarından optimum şekilde faydalanılamamasına sebep olabilmektedir. Yükleme yapıldıktan hemen sonra gemi zabitanın tahmini bir stabilite hesabı yapmakta, nihai ve hassas bir stabilite hesabı seyirde yapılmak üzere gemi avara etmektedir. Bu durum, geminin çok sağlıklı olmayan, insan hatasına açık bir şekilde yapılmış hesaplamayla, bir süre emniyetsiz seyretmesi demektir.

Barkod sistemi, bu emniyetsiz durumu ortadan kaldıran bir dijital teknoloji uygulamasıdır. Eni, boyu, yüksekliği, ağırlığı, plaka numarası, taşıdığı yüke ait bilgileri kapsayan ve gümrüğe bildirilen araçlara bu bilgilerin yüklenmiş olduğu bir barkod verilir ve aynı anda bu bilgiler limanın araç kontrol merkezine çevrimiçi uygulama üzerinden aktarılır. Araç kontrol merkezi limana giren barkodlu araçları elektronik ortamda tehlikeli yük taşıyanlar, gemiden beslenecek elektrikli soğutma sistemi olanlar, kendine ait dizel soğutma sistemi olanlar, çekicili yükler, çekicisiz yükler, standart dışı yük taşıyan araçlar gibi özelliklerine göre tasnif ederek gemiye yüklenmek üzere liman sahasında bu kategorizasyona göre park etmelerini sağlar. Araç özelliklerinin ve yük bilgilerinin barkod sistemi sayesinde dijital ortamda takip edilebiliyor ve gruplandırılmış olması, gemi zabitanın araç özelliklerinin yüklü olduğu uygulamayı kullanarak en uygun yüklemeyi yapmasına ve gemi seyir çıkmadan çok kısa bir sürede hassas bir stabilite hesabı yapabilmesine olanak tanıyarak geminin seyir emniyetine önemli bir katkı sağlamış olur (Köksal ve Solmaz, 2015, 4-10). Bu sayede daha önceleri geminin yüklemesini tamamlayıp, seyir çıktıktan sonra yapılan gecikmiş bir stabilite hesabının seyir esnasında yarattığı riskler ortadan kaldırılmış olur.

Şekil 2: Ro-Ro Gemilerinde Barkod Uygulaması Öncesi ve Sonrası Yük Operasyonları Süreci



Kaynak: Köksal ve Solmaz, 2015: 10

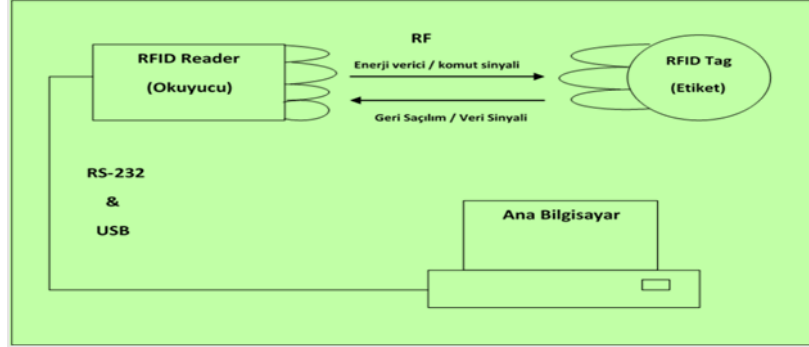
Şekil 2'de, barkod uygulaması kullanılmadan ve barkod uygulaması kullanılarak yapılan yük operasyonlarının karşılaştırılması yapılmakta, barkod uygulaması kullanılarak araçlar dijital ortamda özelliklerine göre sınıflandırılmakta, bu sınıflandırmaya göre limandaki bekleme yerlerine park ettikten sonra gemiye alınarak gemi yükleme alanlarının en uygun şekilde kullanımı sağlanmakta, gemi limandan ayrılmadan stabilite işlemi yapılabilmektedir. Barkod uygulaması ülkemiz Ro-Ro ve konteyner terminallerinde (LimakPort, 2022) kullanılmakta, mobil uygulamalar üzerinden oluşturulan barkodlar liman giriş ve çıkışlarında otomatik kapı sistemleri ile birlikte kullanılmaktadır.

RFID (Radio Frequency Identification) Teknolojisi

Nesnelerin interneti için önemli bir uygulama olan RFID teknolojisi, radyo frekans kullanarak nesnelerin tanımlanmasını, tedarik zinciri boyunca takibini sağlayan bir etiketleme sistemidir. Bir nesnenin üzerine yerleştirilmiş tanıma bilgilerini ve toplanan verileri radyo frekans okuyucu cihaz ile okumayı sağlayan bir otomatik tanıma sistemidir (Şengönül, 2009: 76). Sistem kısaca, RFID etiketini taşıyan nesne, konteyner, araç vb., limanda radyo sinyali yayımlayan bir okuyucunun etki alanına girdiğinde, aktif hale gelerek, daha önceden üzerine yüklenmiş olan bilgileri yayınlaması, okuyucunun elde ettiği bilgilerin sisteme bildirilmesiyle çalışır. RFID etiketleri, liman giriş ve çıkışları, taşımacılıkta kullanılan RFID etiketiyle donatılmış kapların istiflendiği, depolandığı liman sahalarında kullanılır. Liman 4.0 gelişim seviyesi için önemli bir teknoloji olan RFID etiketlerine konteyner numarası, konumu, ağırlığı, yük türü, tehlikeli madde bilgileri, mühür kontrol bilgisi, hasar tespit bilgisi, boş konteyner tespit sonuçları, taşıyıcı araç bilgileri, taşıyıcı araç şoför ve konum bilgileri, konteyner elleçleme ekipmanı (vinç, iç kamyon, vagon, forklift vb.) bilgileri yüklenebilmektedir (Oya Abajo, 2009: 45-46). Liman giriş kapılarında konteyner taşıyan araçların giriş ve çıkışları RFID hızlı tanıma teknolojisi sayesinde otomatik olarak kayıt edilerek, kontrolü yapılabildiğinden, liman girişinde araç yoğunluğunu ortadan kaldırarak kâğıtsız, hatasız ve hızlı bir giriş-çıkış sağlamaktadır (Cimino, Palumbo, Vaglini, Ferro, Celandroni ve La Rosa, 2017: 236; Jović, Kavran, Aksentijević ve Tijan, 2019: 1389). Bu sayede personel giderlerinde azalma, zaman tasarrufu, yakıt tasarrufu sağlandığı gibi çevreyi kirleten karbon emisyonlarında da azalma olmaktadır. Bu teknolojinin orta ölçekli bir konteyner terminali özelinde fayda maliyet analizi yapıldığında yatırımın üçüncü yılında fayda maliyet oranının başa baş noktaya geldiği görülmektedir. RFID üzerine yapılan çalışmalara göre, sistemin geliştirilmesi, kullanımının yaygınlaşmasıyla 1/3 oranında elde edilen bir maliyet avantajı, hesaplanan fayda maliyet eşitliğini bir yıl öne çekecektir

(Alnıpak, 2013: 180). RFID teknolojisi Liman 4.0 uygulamaları ile birlikte tüm süreçlerde anlık veri paylaşımı yaparak, operasyon süreçlerini kısaltmakta, verimlilikte artış sağlamakta, gemilerin limanda kalış süresini azaltmaya imkân tanımakta, yükü, deniz yolu ulaştırmasının tüm safhaları boyunca “Nesnelerin İnterneti” teknolojisi sayesinde paydaşların anlık olarak bilgi sahibi olmasını mümkün kılarak, sağlıklı kararlar vermelerini sağlamak ve limanları elektronik liman düzeyinin ötesine taşımaktadır. RFID teknolojisinin, maliyet dezavantajı düşünülduğünde kısa vadede ekonomik olmayışı, Türk liman işletmecilerinin bu teknolojiye yatırım yapma konusunda istekli olmamasını açıklayabilir.

Şekil 3: RFID Çalışma Prensibi



Kaynak: Dağtekin, 2019: 7

Şekil 3’te RFID sisteminin çalışma prensibiyle ilgili olarak, okuyucunun gönderdiği tetikleyici RF sinyali sayesinde RFID etiketine yüklenmiş olan veri yayınlanmakta, veri sinyalini alan okuyucunun, veriyi ana bilgisayara aktarmasıyla, işlenmek, değerlendirilmek ve paylaşılmak üzere kaydedilmekte olduğu açıklanmaktadır.

Tablo 3: Türkiye’deki Konteyner Limanlarında Kullanılan Dijital Teknoloji Uygulamaları

Limani	Dijital Teknolojiler
Asya Port	Ardıye Hesaplama DBA/VGM Sorgulama (Konteynerin içindeki yük ve kendi ağırlığı ile birlikte toplam ağırlığı) Rıhtım Planı Uygulaması Konteyner Takip Uygulaması
DP World Yarımcı	Uzaktan Vinç Kontrolü ARS (Araç Rezervasyon Sistemi) OCR (Optical Character Recognition) AGS (Automated Gate System) CFS Hizmetleri İçin On-line Talep Oluşturma Çevrimçi Portal Sorgulama Hizmetleri <ul style="list-style-type: none"> • Konteyner Stok Sorgulama • Konteyner Takibi • Gemi Programı • İthalat Tartım Sonucu • Doğrulanmış Brüt Ağırlık (DBA)Sorgulama
Mersin Limanı	Terminal Operasyon Sistemi Konteyner Operasyon Sistemi On-line Hizmetler <ul style="list-style-type: none"> • Tarife ve Ardıye Hesaplama • ARS (Araç Rezervasyon Sistemi) • Rıhtım Planı • Konteyner takibi • Mobil Uygulama Üzerinden Tren Takip • Tartım Raporu Alma

Q Terminals Antalya	Yapay zekâ (İş güvenliği) Terminal Operasyon Sistemi On-line Hizmetler <ul style="list-style-type: none"> • Online konteyner operasyonları • Gemi operasyonları anlık takip • Saha operasyon takibi • Stok takibi • Booking Sorgulama (İhracat konteynerlerin liman sahasına girişine ait rezervasyon bilgisi) • CFS İç Dolum Talebi Yapma • Ardiye Hesaplama • Konteyner talep takibi • Gemi Programı • Araç Rezervasyon • Doğrulanmış Brüt Ağırlık (DBA) Sorgulama
---------------------	---

Kaynak: (Asyaport, (t.y.); Dp World, 2023b; Eyit, vd., 2022: 51; Mersinport, 2021; QTerminals Antalya, 2023)

Tablo 3'te Türkiye'deki 27 konteyner limanından dijital teknoloji uygulamalarını en fazla kullandığı tespit edilen dört limanında araç rezervasyon takibi, konteyner talep takibi, rıhtım/gemi programı sorgulama vb. hizmetlere limanların web sayfası üzerinden portal hizmetleri uygulaması kullanılarak ulaşılabilmektedir. Bunların dışındaki konteyner terminallerimizin web sayfaları üzerinden çevrimiçi olarak, konteyner sorgulama, ardiye hesaplama, liman durumunu takip etme, booking sorgulama, CFS ambar talebi yapma gibi hizmetler verilmektedir.

Tablo 4: Akıllı Liman Uygulamaları ve Türkiye'de Dijitalleşmeye Önem Veren Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları

Akıllı Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları	Türkiye'deki Dijitalleşmeye Verdiği Önem ile Öne Çıkan Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları
Liman Yönetim Bilgi Sistemleri	Var
Bulut Veri Teknolojisi	Var
Nesnelerin İnterneti Teknolojisi	Barkod, RFID uygulamaları kullanılmaktadır.
Çevrim İçi Erişim ve Paydaş Entegrasyon Uygulamaları	Liman mobil uygulamaları kullanılmaktadır.
Yapay Zekâ	Q Terminals Antalya limanı İş güvenliği alanında kullanılmaktadır.
Otonom Sistemler / Araçlar	DP World Yarımca'da Uzaktan kontrollü vinçler kullanılmaktadır. Limanlarımızda robotik süreçlere geçiş planlama aşamasındadır.
Dijital İkiz	Yok
Çevresel Sürdürülebilirlik	Yeşil Liman

Tablo 4'te akıllı limanların dijital teknoloji uygulamaları ile Türkiye'de faaliyet gösteren ve dijitalleşmeye verdiği önemle öne çıkan limanların sahip olduğu dijital teknoloji uygulamaları karşılaştırılmıştır. Türkiye'de faaliyet gösteren limanların, akıllı limanların dijital teknoloji düzeyinde kullanılan dijital ikiz, iş süreçlerinde yapay zekânın kullanımı, insansız araçların kullanımı gibi yüksek teknoloji uygulamalarını henüz kullanmadığı tespit edilmiştir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Literatürde yer alan çalışmalara göre akıllı limanlar dijital altyapısını otomasyon sistemlerini kullanacak ve paydaşlarını mobil teknolojiler ile iş süreçlerine entegre edecek ve nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut veri gibi sistemleri kullanacak şekilde geliştirerek, veri ağlarıyla küresel liman iş birliği platformları oluşturabilen, operasyonları yüksek verimlilikle gerçekleştiren, çevreye duyarlı yapılar olarak tanımlanmaktadır. Akıllı limanlarda konteyner sahalarının planlaması, liman operasyonlarında

uzaktan kumandalı vinçler, otonom araçların kullanımı, yapay zekâ kullanımı, taşımacılık modları arasında koordinasyonun sağlanması, sensörlerle toplanan verilerin paylaşımı, dijital ikiz gibi teknolojiler ile operasyon süreçleri hız kazanmıştır. Bu tanımlamalar çerçevesinde Türkiye’de faaliyet gösteren limanlar arasında dijitalleşmeye önem verenler literatür taraması ve liman web sayfalarının incelenmesi sonucu belirlenerek akıllı liman tanımı ve dünyadaki akıllı liman örnekleri çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Türkiye’de faaliyet gösteren 27 konteyner limanı arasında DP World Yarımca, Mersin limanı, Asya Port, Q Terminals Antalya limanlarının dijital teknoloji uygulamalarına en çok önem veren limanlar olduğu, diğer limanların birçoğunda dijital teknoloji uygulaması olarak Terminal Operasyon Sistemi, Liman Yönetim Bilgi Sisteminin ve kamera sistemlerinin kullanılmakta olduğu görülmektedir. Dünyada akıllı liman uygulamalarıyla başı çeken limanlar, yapay zekâ ve otonom sistemleri liman operasyonlarında kullanmakta, paydaşları iş süreçlerine entegre etmekte, veri ağlarıyla küresel iş birliği platformları oluşturarak elde edilen veriyi paylaşmakta, ortak çözümler geliştirerek inovasyonda sinerji yaratmakta ve akıllı liman dönüşümü konusunu operasyon, çevre, emniyet, güvenlik ve enerji boyutlarıyla bütünsel bir yaklaşımla ele almaktadırlar. Türkiye’deki limanlar arasında dijital dönüşüme önem verenlerin akıllı liman dönüşümüne yaklaşımı ise, daha çok verinin etkin kullanımı ve operasyonların verimliliği çerçevesinde, çevrim içi uygulamaların paydaşların kullanımına sunulması, bulut teknolojisi, simülasyon sistemlerinin kullanımı, operasyonlarda otomasyon sistemlerinin kullanımı ve yapay zekânın iş güvenliği gibi belirli alanlarda kullanımıyla dünyadaki limanlar ile karşılaştırılabilecek düzeyde olduğu ancak akıllı limanların kullanmakta olduğu otonom araçlar, dijital ikiz gibi yüksek teknolojilerin henüz kullanılmadığı görülmektedir. Diğer limanlarımız bilgi teknolojilerinin, çevrim içi uygulamaların ve kamera sistemlerinin kullanımıyla elektronik liman düzeyindedir.

Bu çalışmada literatür taraması yapılarak ve Türkiye’de faaliyet gösteren limanların web sayfalarının incelenmesiyle elde edilen verilerin doküman analizi yöntemiyle analizi sonucu elde edilen bulgular, Türkiye’de faaliyet gösteren limanların dijitalleşme konusuna duyarlılığının düşük olduğunu belirten Balık vd. (2021)’in, Türkiye limanlarında Endüstri 4.0 ve akıllı liman kavramlarının yeni anlaşılmaya başlandığını vurgulayan Akgül ve Gençler, (2017)’in, Türkiye’de faaliyet gösteren limanlarda çalışan personelin, yurtdışındaki akıllı limanlarda kullanılan teknolojiler konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını belirleyen Gürsoy ve Hatunoğlu’nun (2022), akıllı limanlarda kullanılmakta olan teknolojileri ve örnek bir konteyner terminalinde bu teknolojilerin uygulanma düzeyini inceleyerek terminal operasyonlarında kullanılan teknolojilerin limancılık sektöründe gelişmekte olan teknoloji düzeyine göre orta seviyede olduğunu tespit eden Dursun (2020)’un, Türkiye’de faaliyet gösteren liman yöneticilerinin limanlarda dijitalleşmeye yönelik yatırımların yeterli düzeyde olmadığı yönündeki görüşlerinin tespit edildiği Yorulmaz ve Patruna (2021)’nin çalışmaları ile ortaya konan değerlendirmelerle uyusmaktadır.

Günümüzde Endüstri 4.0 uygulamaları paralelinde, akıllı limanlarda yerel düzeyde kullanılan teknolojilerin, sensörler ile elde edilen verilerin, nesnelerin interneti uygulamalarıyla otonom sistemlerin, oluşturulan küresel liman veri ağlarına entegre olması ve yapay zekânın liman iş süreçlerinde kullanılmasıyla Liman 4.0 olarak tanımlanan teknolojik ilerlemenin gerçekleşmesi gündemdedir. Günden güne artmakta olan iş yükünün üstesinden gelebilmek için, limanlarda nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, otonom sistemler, yapay zekâ uygulamalarının kullanıldığı akıllı liman teknoloji düzeyinde olduğunda ve gelecekteki teknolojilere yatırım yapıldığında, çalışanların çalışma saatleri optimize edilebilecek, otonom sistemler sayesinde insan hataları azaltılabilecek ve tedarik zinciri daha verimli hale getirilebilecektir. Akıllı limanlarda nesnelerin interneti teknolojisi ve yapay zekânın derin öğrenme özelliği ile gelecekteki ekipman ihtiyaçları, ekipmanların periyodik bakım zamanlarının planlanması, konteyner hasarları, kapı ziyaret sayısı ve daha fazlası tahmin edilebilecek, liman operasyonlarında olası aksaklıklar ortaya çıkmadan bertaraf edilebilecek, liman yönetimlerine geleceğe dönük planlamaların yapılmasında yol gösterici olacaktır.

Türkiye’deki limanların akıllı liman dönüşümünde, paydaşlarla oluşturacakları dijital dönüşüm platformları ile yenilikçi yaklaşımların iş süreçlerine uygulanmasında süreklilik, etkinlik ve verimlilik sağlanacağı değerlendirilmektedir. Ancak Çalışkan (2020) ve Gürsoy ve Hatunoğlu (2022) çalışmalarında elde edilen sonuç, Türkiye’de faaliyet gösteren limanların akıllı liman dönüşümü yolundaki en büyük zorluklarının personel kaynaklı zorluklar ve limancılık sektöründe Endüstri 4.0 uygulamaları konusundaki bilgi eksikliği olduğunu ortaya koymuş olması, akıllı liman dönüşümünü gerçekleştirmek isteyen limanların öncelikle bu zorlukları aşmaya yoğunlaşmasının önemini göstermektedir.

Bu çalışmanın kısıtı, Türkiye'deki dijitalleşmeye önem veren limanların dijital teknoloji uygulamalarının literatür taraması yapılarak ve bu limanların web sayfaları incelenerek tespit edilmiş olmasıdır. Bu limanların web sayfalarında yer almadığı halde kullanmakta oldukları dijital teknoloji uygulamaları da olabileceğinden, bundan sonraki çalışmalarda dijitalleşmeye önem veren limanların bütününe kapsayan, liman yöneticileri ve paydaşlarıyla yapılan anket, görüşme, gözlem gibi veri toplama tekniklerinin de kullanılmasıyla limanların dijital altyapısı hakkında veri toplanarak Türk limanlarının dijitalleşme düzeyinin daha geniş kapsamlı bir analizi yapılabilir.

Yazarlık Katkısı

Yazarlar çalışmaya eşit oranda (%50) katkı sağlamıştır.

Etik Kurul Beyanı

Araştırmada veri toplama amacıyla doküman incelemesi yöntemi kullanıldığından etik kurul onayı gerekli değildir.

KAYNAKÇA

- Akgül, E. F. & Gençer, H. (2017). Akıllı Liman: Fırsatlar, Tehditler, III. *Ulusal Liman Kongresi* 02-03 Kasım 2017, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.
- Alop, A. (2019). The Main Challenges and Barriers to The Successful “Smart Shipping”. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 13(3).
- Alnıpak, S. (2013). Bulanık Ahp Yöntemi ile Konteyner Terminalleri İçin Rfid Sistemi Seçimi ve Türkiye'deki Uygulaması, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Asyaport, (t.y.). Anasayfa. <https://www.asyaport.com> adresinden 25.03.2023 tarihinde erişildi.
- Balık, İ., Aydın: Z. & Bitiktaş, F. (2021). Liman Hizmetleri Markalarının Dijitalleşme Gündemi: Çevrim İçi Medya İçerik Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 13(2), 267-298.
- Botti, A., Monda, A., Pellicano, M. & Torre, C. (2017). The Re-Conceptualization of The Port Supply Chain as A Smart Port Service System: The Case of The Port of Salerno. *Systems*, 5(2), 35.
- Cerit, A. G., Deveci, A. & Esmer, S. (2013). *Denizcilik İşletmeleri Yönetimi*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Cimino, M. G., Palumbo, F., Vaglini, G., Ferro, E., Celandroni, N. & La Rosa, D. (2017). Evaluating The Impact of Smart Technologies on Harbor's Logistics via Bpmn Modeling and Simulation. *Information Technology and Management*, 0(18), 223-239.
- Çalışkan, A. (2020). Akıllı Liman Dönüşümünde Zorlukların Yorumlayıcı Yapısal Modelleme ile Değerlendirilmesi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 305-320.
- Dağtekin, U. (2019). Radyo Frekanslı Bariyer Kontrol Sistemlerinin Yönetim Sürecinin Analizi - Atatürk Üniversitesi Örneği. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- De la Peña Zarzuelo, I., Soeane, M. J. F. & Bermúdez, B. L. (2020). Industry 4.0 in The Port and Maritime Industry: A Literature Review. *Journal of Industrial Information Integration*, 0(20), 100173.
- Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and Solutions for The Digital Transformation and Use of Exponential Technologies*. Zurich: Deloitte. 1–32.
- Denizhaber. (2010). Liman Yönetim Bilgi Sistemi Tanıtıldı. <https://www.denizhaber.net/liman-yonetim-bilgi-sistemi-tanitildi-haber-23476.htm> adresinden 28.03.2023 tarihinde erişildi.
- DP World. (2023a). Terminale Bakış, Kapasite. <https://www.dpworld.com/tr/turkiye/about-us/terminal-overview/capacity> adresinden 25.03.2023 tarihinde erişildi.
- DP World. (2023b). Portal Hizmetleri. <https://www.dpworld.com/tr/yarimca/smart-trade/customer-portal> adresinden 25.03.2023 tarihinde erişildi.
- Dursun, E. (2020). Limanlarda Teknoloji ve İnovasyon: Bir Konteyner Terminal Değerlendirmesi. *International Journal of Social Humanities Sciences Research*, 7(57), 2173-2183.
- Eyit, B., Yorulmaz, M. & Taş, A. (2022). Konteyner Limanlarında Kullanılan Dijital Teknoloji Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *The Journal of Social Science*, 6(11), 43-59.
- González-Cancelas, N., Molina Serrano, B., Soler-Flores, F. & Camarero-Orive, A.. (2020). Using The Swot Methodology to Know The Scope of The Digitalization of The Spanish Ports. *Logistics*, 4(3), 20.

- Gürsoy, İ. & Hatunoğlu, Z. (2022). Akıllı Liman Yapılanmasına Yönelik Uygulamaların Bilinirliği Üzerine Keşfedici Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 25(Özel Sayı), 579-592.
- Heilig, L. & Voß, S. (2017). Information Systems in Seaports: A Categorization and Overview. *Information Technology and Management*, 0(18), 179-201.
- Heilig, L., Lalla-Ruiz, E. & Voß, S. (2017). Digital Transformation in Maritime Ports: Analysis and A Game Theoretic Framework. *Netnomics: Economic Research and Electronic Networking*, 18(2-3), 227-254.
- Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* 05-08 Ocak 2016 (s. 3928-3937).
- İnanlı, H. & Yorulmaz, M. (2021). Konteyner Limanlarında Dijital Dönüşüm: Kocaeli Limanlarında Bir İnceleme. *The Journal of Social Science*, 5(10), 462-473.
- Jović, M., Kavran, N., Aksentijević, & Tijan, E. (2019). The Transition of Croatian Seaports into Smart Ports. In *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* 20-24 Mayıs 2019 (s. 1386-1390).
- Jun, W. K., Lee, M.-K. & Choi, J. Y. (2018). Impact of The Smart Port Industry on The Korean National Economy Using Input-Output Analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 0(118), 480-493.
- Karataş-Çetin, Ç. & Sait, P. (2014). Liman İnovasyonları ve Bilgi Sistemleri: Türkiye Limanları Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 3(2).
- Karlı, H., Karlı, R. G. Ö. & Aydın, H. (2021). Rotterdam, Antwerp ve Hamburg Limanlarının Akıllı Liman Bağlamında Değerlendirilmesi. *Global Journal of Economics and Business Studies*, 9(18), 1-16.
- Keçeli, Y., Choi, H. R. & Cho, M. J. (2007). A Review on Information Systems in Turkish Public and Private Ports. *International Conference on Convergence Information Technology (2nd ICCIT'07)* 21-23 Kasım 2007 (s. 45-53) (http://nms.dongguk.ac.kr/iccit/u_edit.html), Gyeongju, Republic of Korea.
- Kızılcı, Ç. (2020). Kod Adım Konteyner 42, Evrendeki En Akıllı Konteyner. <https://lumbuzz.com/kod-adim-konteyner-42-evrendeki-en-akilli-konteyner> adresinden 16 Mart 2023 tarihinde erişildi.
- Köksal, İ. A. & Solmaz, M. S. (2015). Barkod Teknolojisinin Ro-Ro Yük Operasyonlarında Kullanılması. *II. Ulusal Liman Kongresi* 05-06 Kasım 2015 İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.
- LimakPort, (2022). Otomatik Kapı Sistemi. <https://www.limakports.com.tr/files/2022/06/otomatik-kapi-sistemleri-hk.pdf> adresinden 09.09.2023 tarihinde erişildi.
- Mersinport. (2021). Konteyner Hizmetleri. <https://www.mersinport.com.tr/tr/liman-hizmetleri/detay/konteyner-hizmetleri/199/203/0> adresinden 25 Mart 2023 tarihinde erişildi.
- Molavi, A., Lim, G. J., & Race, B. (2020). A Framework for Building A Smart Port and Smart Port Index. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(9), 686-700.
- Oya Abajo, V. (2009). Analysis of Ict Solutions Integration for Tracking Purposes in Container Terminal Management and Operation (Bachelor's Thesis), (Director: Elena López Aguilera), Universitat Politècnica de Catalunya.
- Özkanlı, A. & Denizhan, B. (2020). Digitalization Roadmap for Turkish Seaports. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 358-363.
- Öztemiz, H. H. (2023). Deniz Ticaretinde Dijital Teknolojiler ve Akıllı Limanlar: Dış Ticaret Bağlamında Bir İnceleme-Singapur Limanı. *Deniz İşletmeciliği ve Yönetiminde Güncel Yaklaşımlar*, 147.
- PortXchange. (2022). About Us. <https://port-xchange.com/about-portxchange/> adresinden 9.07.2023 tarihinde erişildi.
- QTerminals Antalya. (2023). Online Services. <https://solonportal.qterminals-antalya.com/home/guest1> adresinden 25.03.2023 tarihinde erişildi.
- Rodon, J., & Ramis-Pujol, J. (2006). Exploring The Intricacies of Integrating with A Port Community System, *Bled 2006 Proceedings*, 05-07 Haziran 2006, (s. 1-15), Bled, Slovenia: Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL).
- Sanrı, Ö. (2022). Akıllı Limanlar Üzerine Bibliyometrik Bir Literatür Araştırması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 23(2), 15-31.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics*. New York: Routledge.

-
- Şengönül, G. (2009). Liman İşletmeciliğinde Bilgi Sistemi Uygulamalarının Analizi, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Tatar, V. & Özer, M. B. (2017). Türkiye'nin Uluslararası Lojistik Merkezi: Hopa Limanı Deniz Lojistiğinin Durum Analizi. *Social Sciences Studies Journal*, 3(8), 549-557.
- Türk Dil Kurumu. (2023). *Güncel Türkçe Sözlük*. <https://sozluk.gov.tr> adresinden 16 Mart 2023 tarihinde erişildi.
- UTİKAD. (2014). Sektör Haberleri. <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/12046/Gumruklerde-tek-pencere-sistemi-basladi> adresinden 28 Mart 2023 tarihinde erişildi.
- Wang, K., Hu, Q., Zhou, M., Zun, Z. & Qian, X. (2021). Multi-Aspect Applications and Development Challenges of Digital Twin-Driven Management in Global Smart Ports. *Case Studies on Transport Policy*, 9(3), 1298-1312.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (1999). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (11 Baskı: 1999-2018). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yorulmaz, M. & Derici, M. (2023). Gemi 4.0: Kavramsal İnceleme ve Gemi Kaptanlarının Görüşleri. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 1-14.
- Yorulmaz, M. & Patruna, E. (2021). Liman İşletmelerinde Dijitalleşmeden Beklentiler ve Yöneticilerin Bakış Açısı. *International Journal of Management and Administration*, 5(9), 118-131.
-

