

## Türkiye'deki Limanların Dijital Teknoloji Uygulamaları

Murat YORULMAZ<sup>1\*</sup>, Mehmet DERİCİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Denizcilik Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup> Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

\*(mehmetderici@hotmail.com)

**Özet** – Dünya ticaretinde önemli bir yere sahip olan deniz ulaştırma sektörü, sanayi devrimiyle başlayan Endüstri gelişim evrelerinden etkilenmiş, günümüzde Endüstri 4.0 olarak tanımlanmış olan teknoloji düzeyi, tedarik zincirinin farklı modları için bağlantı merkezleri olan limanları da bir teknolojik dönüşüme zorlamıştır. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 uygulamaları paralelinde liman işletmelerinde gündeme gelen akıllı liman, limanlarda dijitalleşme ve Türkiye'deki limanlarda dijitalleşme kavramlarıyla ilgili literatür taraması yapılmış, Türkiye'de bulunan limanlar arasında dijital teknoloji uygulamalarının benimsenmesi bakımından öne çıkan firmaların web sayfaları incelenerek, akıllı liman, Liman 4.0 kavramları çerçevesinde Türkiye'deki limanların dijital teknoloji uygulamaları araştırılmıştır. Akıllı liman kavramının ilk olarak 2010 yılında uygulamaya geçtiği, bu uygulamalara öncülük eden limanların Rotterdam, Hamburg ve Antwerp limanları olduğu, bu limanların öne çıkan teknolojilerinin otonom sistemler, nesnelerin interneti, yapay zekâ, sanal gerçeklik ve dijital ikiz, artırılmış gerçeklik, bilgi teknolojileri, küresel liman veri ağları olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'deki limanlardan dijital dönüşüme önem veren limanların; DP World Yarımca, Mersin Limanı, Asyaport, Q Terminals Antalya limanları olduğu, bu limanlarda kullanılan dijital teknoloji uygulamalarından bazılarının *Otonom Vinçler*, *Araç Rezervasyon Sistemi*, *Optik Karakter Okuyucu*, *Terminal Operasyon Sistemi*, *Konteyner Takip Uygulaması*, *İş Güvenliğinde Yapay Zekâ Kullanımı* gibi sistemler olduğu belirlenmiştir. Gümrük işlemlerinin e-devlet üzerinden yapılabilirdiği *Tek Pencere Sistemi* ve liman yöneticilerinin liman faaliyetlerinin idaresinde kullandığı *Liman Yönetim Bilgi Sistemi* de devlet erkinin kullanıma sunduğu sistemlerdir. Liman işletmelerinin genelde dijital dönüşüme yatırım yapmakta temkinli davrandığı, bunun dijital teknoloji uygulamalarının maliyetli oluşu ve işletmeye kısa vadede katkısının olmayacağı düşüncesinden kaynaklandığı; limanların, verimlilik ve rekabetçilik gibi niteliklere sahip olabilmesi için yenilikçi teknolojilere yatırım yapılmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

*Anahtar Kelimeler – Dijitalleşme, Dijital Teknolojiler, Türkiye Limanları.*

### I. 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, yüklerini elleçlediği limanların taşıdığı önem anlaşılmaktadır. Limanlar geleneksel işlevleri bakımından gemilerin barınmalarına, yüklerin elleçlenmesine, yolcuların aktarılmasına yarayan doğal veya insan eliyle yapılmış barınak olarak tanımlanmıştır [20]. Sanayi devrimiyle başlayan teknolojik gelişmeler, üretim,

ulaştırma, ticaret, sosyal yaşamda önemli etkilere sebep olmuş, tüm tedarik zincirini kapsayan yenilikleri beraberinde getirmiştir. Sanayide Endüstri 1.0 ve denizcilik sektöründe karşılığı Gemi 1.0 olarak tanımlanmış olan, deniz yolu taşımacılığı üzerinde önemli düzeyde etkili olan ilk evre, buharlı makinenin bulunması ile denizlerde seyreden gemileri rüzgârın etkisine bağımlı olmaktan kurtarmış, ticareti yerel boyuttan küresel boyuta taşımış, küresel ticaretteki büyüme ve gemiler açısından Gemi 1.0 ile başlamış olan bu teknolojik gelişim evreleri deniz ulaştırmasının diğer önemli

unsuru olan limanların da gelişiminin yolunu açmıştır. 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 ulaştırması 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 [22]. Endüstrideki gelişmeler ve 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. Birinci nesil limanlar olarak sınıflandırılan bu dönemde limanlar daha çok emek yoğun bir yapıya sahip olmuştur. Sanayide 2. Dünya savaşı sonrasında gelinen teknoloji düzeyi Endüstri 3.0 olarak tanımlanmış, bu dönemde iletişim ve bilişim sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. 1960'lerden sonra gelişen ve ikinci nesil limanlar olarak sınıflandırılan limanlar, emek yoğun bir yapıdan sermaye yoğun bir yapıya bürünmüş olup, bu gruptaki limanlar yüklerin paketlenmesi, etiketlenmesi ve fiziksel dağıtımlarının sağlandığı ulaştırma, ticaret ve sanayi merkezleri olarak tanımlanmıştır [4]. 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 süreçte küreselleşmenin etkileri sonucu limanların ticari işlevleri artmış, limanlarda verilen hizmetler çeşitlilik kazanmış, limanlar arası veri ağları ile global bir veri paylaşımı söz konusu olmuş, bilişim teknolojilerinin kullanımı ve otomasyona dayalı operasyonlar, 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 [11]. Denizcilik sektöründe limanlar açısından "Akıllı liman" ve "Liman 4.0" kavramlarının ortaya konduğu bu süreçte, gemiler ve gemilerin uğradığı limanlarda sensörler, nesnelerin interneti, bulut veri, otonom sistemler, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve bu teknolojileri birbirine entegre eden veri ağları kullanılmaktadır. 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, bütünleşik bir ortam ortaya çıkmaktadır.

## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Endüstri 4.0 uygulamaları paralelinde liman işletmelerinde gündeme gelen akıllı liman, limanlarda dijitalleşme ve Türkiye'deki limanlarda dijitalleşme kavramlarıyla ilgili literatür taraması yapılmış, Türkiye'de bulunan limanlar arasında dijital teknoloji uygulamalarının benimsenmesi bakımından öne çıkan firmaların web sayfaları incelenerek, akıllı liman, Liman 4.0 kavramları çerçevesinde Türkiye'deki limanların dijital teknoloji uygulamaları araştırılmıştır.

## III. TÜRKİYE'DEKİ LIMANLARIN DİJİTAL TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Dünyada akıllı liman kavramı ilk olarak 2010 yılında Hamburg limanında SmartPort lojistik uygulamasıyla uygulamaya geçmiş, nesnelerin interneti teknolojisi ile limanın her tarafından veri akışı sağlanmıştır [12]. Hamburg limanının dijital dönüşümüyle tanımlanan akıllı liman kavramı, zamanla dünyada birçok limanın bu dönüşümü

gerçekleştirmesiyle ve kazanılan üstün yeteneklerle birlikte, yeni dijital işbirliği platformlarının oluşturulmasıyla farklı bir boyut kazanmıştır. Türkiye’de; DP World Yarımca, QTerminals Antalya, Asyaport, ve Mersin Limanı (Mersin International Port: MIP) dijital dönüşüm farkındalıkları ile öne çıkan limanlardır [3]. 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 [8]. 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 [9]. 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 [2].

Mersin Uluslararası Limanında; liman operasyonlarında kullanılmakta olan, “Terminal Operasyon Sistemi (TOS)” yardımıyla yükleme ve boşaltma operasyonları planlanmaktadır. Liman sahasında kablosuz veri iletişimi sağlanmakta, Mersin Uluslararası 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 [16].

Limanlarımızda kullanılan ve operasyonları destekleyen dijital teknoloji uygulamaları şunlardır:

#### A. Liman 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 mevkillerini bildirmekte kullanılmakta olup; TOS sayesinde, liman içindeki yoğunluk azalmakta, paydaşların entegrasyonu ile müşteri memnuniyeti ve liman operasyonlarında verimlilik artmakta, güvenli veri kaydı ve hızlı plan yapabilme yeteneği kazanılmaktadır [13]. TOS sayesinde, liman operasyonlarında kullanılan liman ekipmanlarının operasyonları optimum verimi sağlayacak şekilde planlanabilmekte, işe doğru zamanda doğru ekipmanın tahsis edilmesiyle zaman, yakıt ve ekipman tasarrufu sağlanmakta, verimlilik artmaktadır.

*Liman 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.

Liman 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 işbirliği halinde, işlemlerini daha hızlı ve kesintisiz gerçekleştirmesi mümkün olmaktadır [18]. Bu sistem, farklı firmaların kullandığı birbirinden farklı sistemleri bütünleştirerek paylaşılan verilere anlık erişim imkânı verdiğinden 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 [10].

*Limn 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 [14]. Türkiye’de Denizcilik Müsteşarlığı tarafından 2010 yılı itibariyle Liman Yönetim Bilgi Sistemi hizmete sokularak gemilerin limanlara giriş çıkış işlemlerinin internet üzerinden yapılmasına başlanmıştır [7]. 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 [10]. 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 [19]. 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.

Tablo 1’de Türk limanlarında kullanılan Liman Yönetim Sistemi uygulamalarının limanlara kazandırdığı yetenekler açıklanmaktadır.

Tablo 1: Liman Uygulamaları ve Kazandırdığı Yetenekler [10].

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

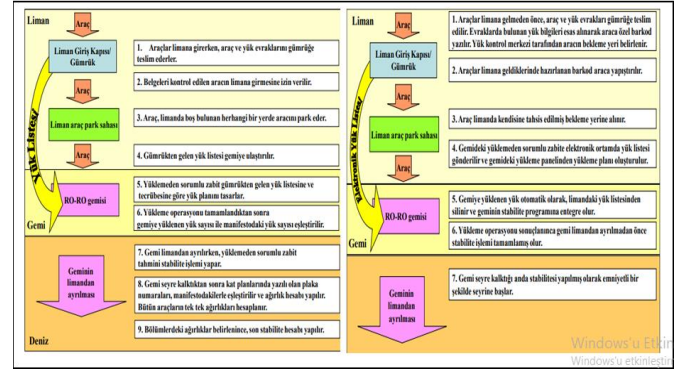
Tablo 1’ den anlaşılacağı gibi, günümüz limanlarının yoğun, karmaşık hale gelen operasyonlarının merkezi bir şekilde bilgi sistemleri kullanılarak icra edilmesi, işletmeye verimlilik artışı ile birlikte emek ve zaman tasarrufu kazandırmaktadır.

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 işlemi 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 [21]. Tek Pencere sistemi bürokratik işlemleri azaltmakta, kullanıcılara kolaylık ve zaman tasarrufu getirmekte, kayıt tutma ve arşivlemede kolaylık sağlamaktadır.

## B. Barkod Sistemi

Ro-ro gemilerinde yük operasyonları, gümrük görevlisinin ya da gemi acentesinin yük listesini gemiye getirmesi ve gemide yüklemeden sorumlu zabitanın yükleme planını yapmasıyla başlar. Gemide yük operasyonu devam ederken, limanda yeni yükler kabul edilmekte, yüklemeden sorumlu gemi zabitanına 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 zabiti tahmini bir stabilite hesabı yapar ve nihai, hassas bir stabilite hesabı seyirde yapılmak üzere gemi avara eder. Bu durum, geminin çok sağlıklı olmayan, insan hatasına açık bir şekilde yapılmış hesaplamayla, emniyetsiz bir şekilde bir süre seyretmesi demek olacaktır.

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 [15]. Bu sayede daha önceleri geminin yüklemesini tamamlayıp, seyir çıktıktan sonra yapılan gecikmiş bir stabilite hesabının seyir esnasında yarattığı riskler ortadan kaldırılmış olur.



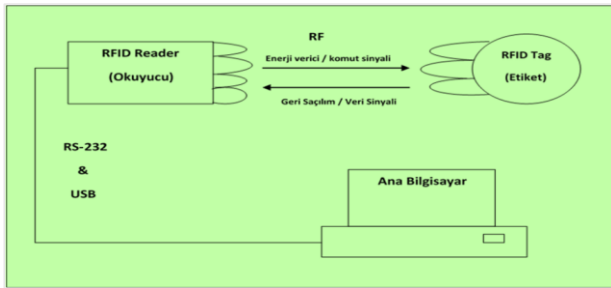
Şekil 1: Ro-Ro Gemilerinde Barkod Uygulaması Öncesi ve Sonrası Yük Operasyonları Süreci [15]

Şekil 1 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, bu şekilde gemi limandan ayrılmadan stabilite işlemi yapılabilmektedir.

## C. RFID 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 [19]. Sistem kısaca, RFID etiketini taşıyan nesne, konteyner, araç vb., limanda radyo sinyali yayınlayan 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 [17]. 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 kağıtsız, hatasız ve hızlı bir giriş-çıkış sağlamaktadır [5]. 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 noktasına 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 [1]. 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 sağlamakta ve limanları elektronik liman düzeyinin ötesine taşımaktadır. RFID teknolojisinin, maliyet dezavantajı düşünüldüğünde kısa vadede ekonomik olmayışı, Türk liman işletmecilerinin bu teknolojiye yatırım yapma konusunda istekli olmamasını açıklayabilir.



Şekil 2: RFID Çalışma Prensibi [6]

Şekil 2’de 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 2: Türkiye’deki Konteyner Limanlarında Kullanılan Dijital Teknoloji Uygulamaları [10].

LİMAN	DİJİTAL TEKNOLOJİLER
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 Yarımca	Uzaktan Vinç Kontrolü ARS (Araç Rezervasyon Sistemi) OCR (Optical Character Recognition) AGS (Automated Gate System)
MIP(Mersin U/A Limanı	Terminal Operasyon Sistemi Konteyner Operasyon Sistemi
Q Terminals Antalya	Yapay zekâ (İş güvenliği) Terminal Operasyon Sistemi Online konteyner operasyonları Gemi operasyonları anlık takip Saha operasyon takibi Stok takibi Konteyner talep takibi

Tablo 2’ de Türkiye’deki 27 konteyner limanından dijital teknoloji uygulamalarını en fazla kullandığı tespit edilen dört limanındaki bu uygulamalarından araç rezervasyon takibi, konteyner talep takibi, rıhtım/gemi programı sorgulama vb. hizmetlere limanların web sayfası üzerinden portal hizmetleri uygulaması kullanılarak ulaşılabilmektedir.

#### IV. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizdeki 27 konteyner limanı arasında DP World, MIP (Mersin International Port), 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 kullanılmakta olduğu görülmektedir.

Çalışmada Türkiye’de dijital dönüşüme önem veren limanlar arasında DP World Yarımca limanının dijital dönüşümde dünya limanlarıyla rekabet edebilecek teknolojik altyapıya sahip olduğu, Türkiye’deki liman işletmelerinin genelde dijital dönüşüme yatırım yapmakta temkinli

davrandığı, bu yaklaşımın, dijital teknoloji uygulamalarının maliyetli oluşu ve işletmeye kısa vadede katkısının olmayacağı düşüncesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Türkiye, limanlarıyla küresel deniz yolu ulaştırması bakımından önemli bir konumda bulunmasına rağmen deniz taşımacılığında hak ettiği yeri alamadığı; liman işletmelerinin, kaynaklarını daha verimli kullanabilen, rekabetçi niteliklere sahip olabilmesi için yenilikçi teknolojilere yatırım yapılarak limanların dijital ve fiziksel altyapılarının geliştirilmesinin gerekli olduğu değerlendirilmektedir. Bunun için liman işletmeleri yöneticilerinin dijitalleşmenin limanlar için hayati derecede önemli olduğunun bilincinde olarak, bir dijital dönüşüm vizyonuna sahip olmaları önemlidir.

## KAYNAKLAR

- [1] Alnıpak, S. (2013). Bulanık AHP Yöntemi İle Konteyner Terminalleri İçin RFID Sistemi Seçimi Ve Türkiye'deki Uygulaması (Doctoral dissertation, Thesis (PhD), *Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi*).
- [2] Asyaport, (t.y.). "Anasayfa". <https://www.asyaport.com>. Erişim: 25 Mart 2023.
- [3] Balık, İ., Aydın, S. Z., & Bitiktaş, F. (2021). Liman hizmetleri markalarının dijitalleşme gündemi: çevrim içi medya içerik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 13(2), 267-298.
- [4] Cerit, A. G., Deveci, A., & Esmer, S. (2013). *Denizcilik işletmeleri yönetimi*. İstanbul: Beta Basım A.Ş.
- [5] 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*, 18, 223-239.
- [6] Dağtekin, U. (2019). Radyo frekanslı tanıma sistemleri ile bariyer kontrol sistemi yönetimi için bir uygulama-üniversite örneği. (Master's thesis, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*).
- [7] Denizhaber, (2010). "Liman yönetim bilgi sistemi" tanıtıldı. <https://www.denizhaber.net/liman-yonetim-bilgi-sistemi-tanitildi-haber-23476.htm>, Erişim: 28 Mart 2023.
- [8] DP World, (2023a). "Terminale Bakış, Kapasite". <https://www.dpworld.com/tr/turkiye/about-us/terminal-overview/capacity>. Erişim: 25 Mart 2023.
- [9] DP World, (2023b). "Portal Hizmetleri". <https://www.dpworld.com/tr/yarimca/smart-trade/customer-portal>. Erişim tarihi: 25 Mart 2023.
- [10] Eyit, B., Yorulmaz, M., & Taş, A. (2022). Konteyner limanlarında kullanılan dijital teknoloji uygulamalarının değerlendirilmesi. *The Journal of Social Science*. <https://doi.org/10.30520/tjsosci.1051735>
- [11] Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE.
- [12] 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*, 118, 480-493. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.004>
- [13] Karataş Çetin, Ç., & Sait, P. (2014). Liman inovasyonları ve bilgi sistemleri: Türkiye limanları üzerine bir araştırma. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 3(2).
- [14] Keçeli, Y., Choi, H. R., & Cho, M. J. (2007). A Review on Information Systems in Turkish Public and Private Ports.
- [15] Köksal, İ. A., & Solmaz, M. S. (2015). Barkod teknolojisinin ro-ro yük operasyonlarında kullanılması. *II. Ulusal Liman Kongresi*. doi:10.18872/deu.b.ulk.2015.0025
- [16] Mersinport, (2021). "Konteyner hizmetleri". <https://www.mersinport.com.tr/tr/liman-hizmetleri/detay/konteyner-hizmetleri/199/203/0>. Erişim Tarihi: 25 Mart 2023.
- [17] Oya Abajo, V. (2009). *Analysis of ICT solutions integration for tracking purposes in container terminal management and operation* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- [18] Rodon, J., & Ramis-Pujol, J. (2006). Exploring the intricacies of integrating with a port community system. *BLED 2006 Proceedings*, 9
- [19] Şengönül, G. (2009). *Liman işletmeciliğinde bilgi sistemi uygulamalarının analizi* (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- [20] TDK. (2023). *Güncel Türkçe sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>, Erişim: 16 Mart 2023.
- [21] Utikad. (2014). *Sektör haberleri*. <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/12046/gumruklerde-tek-pencere-sistemi-basladi>, Erişim: 28 Mart 2023.
- [22] Yorulmaz, M., & Dericci, M. Gemi 4.0: Kavramsal İnceleme ve Gemi Kaptanlarının Görüşleri. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 1-14. 285