



ROTTERDAM, ANTWERP VE HAMBURG LİMANLARININ AKILLI LİMAN BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Halil KARLI¹

R. Gizem ÖZTAŞ KARLI²

Hatice AYDIN³

ÖZET

Uluslararası ticaretin hızla gelişmesiyle birlikte firmalar arasındaki rekabet uluslararası boyutta gerçekleşmeye başlamıştır. Firmaların, uluslararası rekabette öne geçmesini sağlayacak etmenlerden biri de lojistik hizmetlerin daha az maliyetli ve müşteri memnuniyetini sağlayacak şekilde sağlanmasıdır. Uluslararası ticaretin önemli bir kısmının deniz yoluyla yapıldığı dikkate alındığında ise limanların önemi ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda limanlar teknoloji temelli bir dönüşüme yönelmektedir. Bu dönüşüm “akıllı liman” olarak adlandırılmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanlarını akıllı liman çerçevesinde değerlendirmektir. Akıllı limanın operasyon, enerji, çevre, emniyet ve güvenlik boyutları nitel çalışma yöntemlerinden bütüncül çoklu durum deseni kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, limanların tüm boyutlarda çeşitli uygulamalar ve düzenlemeler geliştirdiği gözlenmiştir. Özellikle Rotterdam Limanı'nın operasyon boyutundaki farklı uygulamaları dikkat çekmektedir. Bununla birlikte çevre ve enerji boyutları için de limanlar sürdürülebilirlik odaklı teknolojilere odaklanmaktadır. Emniyet ve güvenlik boyutunda ise fiziksel emniyet ve güvenliğin yanı sıra yoğun bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımından kaynaklı siber emniyet ve güvenlik konusunda da önlemler geliştirildiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Liman, Rotterdam, Antwerp, Hamburg, Akıllı Lojistik.

Jel Kodları: O32, O33.

EVALUATION OF ROTTERDAM, ANTWERP AND HAMBURG PORTS IN THE SMART PORT CONTEXT

ABSTRACT

With the rapid development of international trade, competition among companies has started to take place on an international scale. One of the factors that will enable companies to take the lead in international competition is to provide logistics services in a less costly manner and to ensure customer satisfaction. Considering that a significant part of international trade is transported by sea, the importance of ports is revealed. In recent years, ports have been get into a technology-based transformation. This transformation is called “smart port”. The purpose of this study is to evaluate the ports of Rotterdam, Antwerp and Hamburg within the framework of smart ports. Operation, energy, environment, safety and security dimensions of the smart port have been evaluated by using a holistic multiple cases study design. Findings show that the ports developed various applications and regulations in all dimensions. Especially the different applications of the Port of Rotterdam in operation dimension attract attention. Also, ports focus on sustainability-oriented technologies for environmental and energy dimensions. Safety and security, it is observed that measures have been developed on cyber safety and security arising from the use of intense information and communication technologies as well as physical safety and security.

Keywords: Smart Port, Rotterdam, Antwerp, Hamburg, Smart Logistics.

Jel Codes: O32, O33.

¹ Arş. Gör., Bartın Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, hkarli@bartin.edu.tr

² Arş. Gör., Bartın Üniversitesi, MMTF, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, roztas@bartin.edu.tr

³ Doç. Dr. Bandırma Onyeddi Eylül Üniversitesi, UBF, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, haydin@bandirma.edu.tr

**1. GİRİŞ**

Lojistik, şirketler için ana maliyet unsurlarından biri olmanın yanı sıra müşterilerini memnun etmek için geliştirmek zorunda oldukları yeteneklerin de başında gelmektedir. Tüketici beklentilerinin hızla artması ve maliyet baskısı, tüm lojistik paydaşları kendilerini geliştirmek için yeni yollar aramaya zorlamaktadır. Endüstri 4.0 ile birlikte dijital dönüşüm trendi, tedarik zinciri ve lojistik alanında etkisini göstermektedir. Bu durumun temel sebebi, dijital teknolojilerin lojistik süreçlerin geliştirilmesi adına önemli bir katkı sunmasıdır (Ilin, Jahn, Weigell ve Kalyazina, 2019: 498). Bu geliştirme, doğrudan şirket veya faaliyet bazında gerçekleşebileceği gibi ülke lojistik ağının geliştirilmesi şeklinde de gerçekleştirilebilir. Özellikle ülke lojistik altyapısında gerçekleştirilen dijital dönüşümün, ülkelerin lojistik performansına doğrudan bir katkısı bulunmaktadır (World Bank, 2018). Ülkelerin lojistik altyapısında önemli bir yeri olan limanlar da gerçekleştirilen dijital dönüşümün bu durumun önemli bir örneğidir.

Limanlar, işlevleri itibarıyla hem insanlar hem de mallar için önemli bir görev üstlenmektedir. Dünya ticaretinin %90'ı limanlar üzerinden gerçekleştirilmektedir (ICS, 2020). Dünya mal ticareti, 2008-2018 yılları arasında %26 büyüme göstermiştir (WTO, 2019: 10). Bu durum, limanlar üzerindeki iş yükünün artmasına sebep olmuş ve limanları operasyonel verimliliklerini arttırmaları için stratejiler geliştirmeye yönlendirmiştir. Başta Avrupa Birliği (AB) olmak üzere dünyada birçok ülke ulaşım ağlarını geliştirmek, operasyonel yoğunluğu engellemek ve teknik engelleri kaldırarak uluslararası ticareti geliştirmek amacıyla yeni ulaşım politikaları belirlemektedir (El-Sakty, 2016: 91). Bu politikaların başında da dijital dönüşüm uygulamaları gelmektedir. Dünyanın önde gelen birçok limanın şehirlerin içinde yer alması ve lojistik süreçler açısından da ana duraklardan biri olması nedeniyle Endüstri 4.0 ve akıllı kentler olmak üzere iki ana dijital dönüşüm trendinin merkezinde yer almaktadır (Ilin vd., 2019:498). Bu durum, limanların Sürdürülebilirlik odaklı dijitalleşme trendini daha da hızlandırmış ve "akıllı liman" kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Akıllı kentlerin bir parçası olan akıllı limanlar, dijital teknolojilerden yararlanarak limanların sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde yönetilmesini sağlamaktadır (Yau vd., 2020: 83387).

Dünyada akıllı liman uygulamalarının kullanılmaya başlanmasına ve birçok limanın akıllı limana dönüşmek için önemli çaba sarf etmesine rağmen, liman yetkilileri veya terminal operatörleri tam anlamıyla akıllı limana dönüşüm sürecine nereden başlayacağı konusunda eksiklik yaşamaktadır. Limanların önceliklerine göre akıllı liman uygulama alanlarının ve uygulama içeriklerinin farklılık göstermesi, belirli bir yöntem takip ederek akıllılaşma gerçekleştirmek isteyen limanların önüne önemli bir zorluk olarak çıkmaktadır. Önde gelen limanların yöneldiği alanların ve uygulamaların benzerliği veya farklılığı konusunda bir araştırma bulunmaması da literatürde önemli bir boşluk olarak görülmektedir.

Limanların önemli rolünü dikkate alan bu çalışmanın amacı, dünyanın önde gelen akıllı limanlarından üçü olan Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanlarını Molavi vd. (2019) tarafından oluşturulan akıllı liman başlıkları altında inceleyerek akıllı liman gelişimlerini ve yönelimlerini karşılaştırmalı değerlendirmektir. Bu çalışma akıllı liman kavramının Türkçe yazında ayrıntılı incelenmesi ve farklı uygulamaların karşılaştırmalı değerlendirilmesi açısından literatüre önemli bir katkı sunması beklenmektedir. Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde akıllı liman kavramı değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde akıllı liman literatür çalışmaları ortaya konulmuştur. Dördüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntem ve limanlar hakkında tanıtıcı bilgiler verilmiştir. Beşinci bölümde Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları akıllı liman bağlamında karşılaştırılmıştır. Son bölümde de çalışmanın sonucu sunulmuştur.

2. AKILLI LİMANLAR

Uluslararası taşımacılığın büyük bir kısmı, limanlar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden limanların, uluslararası ticaretin gelişmesinde yadsınmaz bir rolü ve sorumluluğu bulunduğu düşünülmektedir. Uluslararası ticaretin büyüme eğiliminin devam etmesiyle birlikte, limanların işlem hacimleri artmakta ve limanlar daha fazla operasyonel, teknolojik, güvenlik ve finansal sorunla yüz yüze kalmaktadır. Limanların elde etmek istedikleri rekabet avantajı ve küresel ticaretten daha yüksek pay alabilmek için ölçeklerini genişletmeleri ve hizmet düzeyini iyileştirmeleri gerekmektedir (Shuo, Jian ve Ruoxi, 2017: 160). Bu durum, lojistik süreçlerde değişimi ve teknolojilerden yararlanmayı zorunlu kılmaktadır (Ilin vd., 2019: 499). Teknolojik dönüşümden faydalanarak limanların gerçekleştireceği iyileştirmeler, operasyonel faaliyetlerin verimli hale gelmesine ve yenilikçi ürün ve hizmetler sağlanmasına katkı sunabilmektedir.



Dijital dönüşüm, limanların gerek duyduğu rekabet avantajını elde etmesi için önemli bir adımdır. 1980’lerde kâğıttan bilgisayara geçişle başlayan yolculuk, işlemlerin otomasyonu ile devam etmiş ve süreçlerin akıllı hale getirilmesiyle yeni bir boyuta dönüşmüştür (Heilig, Lalla-Ruiz ve Voß, 2017: 3234). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) limanlarda kullanılması, limanlar için önemli bir ilerleme yaratsa da uzun vadede sürdürülebilirlik hedeflerini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Limanlar için hedeflenen sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak, ancak teknoloji temelli uygulamaların ve araçların yenilikçi liman yönetimi anlayışıyla birleştirilerek kapsamlı bir stratejiye dönüştürülmesiyle mümkündür. Akıllı liman kavramı, sürdürülebilir liman vizyonu için önemli bir gelişmedir. Akıllı limanlar, liman faaliyetlerinin dijitalleşmesinin ön planda olduğu ve yeni hizmetlerin geleneksel uygulamaların yerini aldığı limanları temsil etmektedir (Jović, Kavran, Aksentijević ve Tijan, 2019: 1387). Akıllı limanlar, önceki nesil limanların zorluklarıyla daha etkin bir şekilde başa çıkma yeteneğine sahiptir (Rajabi, Saryazdi, Belfkih ve Duvallet, 2019:1). Araştırmacıların akıllı limanlarla ilgili vurguladıkları noktalar farklılık gösterebilmektedir. Bunun temel sebeplerinden biri limanlar ve denizcilik endüstrisi bağlamında uluslararası kabul görmüş ve standart bir “akıllı” tanımlamasının bulunmamasıdır (Molavi, Lim ve Race, 2019: 6). Literatürde akıllı (smart) liman, zeki (intelligent) liman, robotik liman ve otonom liman gibi çeşitli ifadeler bulunmaktadır (Jun, Lee ve Choi, 2018: 481). Ancak yapılan farklı tanımlar akıllı liman kavramının sınırları içinde olsa da yeterli kapsayıcılığı bulunmamaktadır. Akıllı limanlarla ilgili yapılmış tanımlar Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Akıllı Liman Tanımları

Tanım	Yazar ve Yıl
IoT, bilgi ve iletişim teknolojisi, büyük veri ve çevre dostu teknoloji gibi yüksek düzey teknoloji kullanan otomatik bir sistem benimseyerek liman üretkenliğini ve verimliliğini iyileştiren limandır.	Jung, Lee ve Choi (2018: 481)
Tam bağlantılı liman lojistik zincirine, operasyonel ve ekipman otomasyonuna sahip limanlardır.	Douaoui, Fri, Mabrouki ve Semma (2018: 3)
Tüm cihazların IoT akıllı limanlar olarak tanımlanan bir sistem üzerinden bağlandığı tam otomatik limanlardır	Yang, Zhong, Yao, Yu, Fu ve Postolache (2018: 34)
Bilgi gelişimini ve paylaşımını kolaylaştırmak, liman operasyonlarını optimize etmek, liman esnekliğini artırmak, sürdürülebilir bir kalkınmaya öncülük etmek ve emniyet ve güvenlik faaliyetlerini garanti etmek için daha eğitimli bireylerin, vasıflı işgücünün, akıllı altyapıların ve otomasyonun bir arada olduğu limanlardır.	Molavi, Lim ve Race (2019: 3)
Tüm liman paydaşlarının hayatlarında faydayı merkeze alarak liman süreçlerinde ve operasyonlarında küresel, bütüncül ve akıllı yönetimi destekleyen entegre bilgi iletişim teknolojilerini içeren limanlardır.	AEIT (2020: 20)

Akıllı liman tanımları değerlendirildiğinde en geniş tanımlama Molavi vd. (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak bu tanımın akıllı limanla ilgili veri güvenliği ve finansal hedefler noktalarında eksik kaldığı görülmektedir. Bu çalışmada akıllı liman; “Dijital teknolojilerden liman içinde etkin bir şekilde faydalanarak kaynakları ve liman altyapısını en verimli şekilde kullanan, maksimum kar ve minimum maliyeti elde etmeye çalışan işçi, liman ve verinin emniyet ve güvenliğini önemseyen, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, enerji ve çevre yönetimini benimseyen sürdürülebilir limanlar” olarak tanımlanmaktadır.

Büyüyen trafik hacmini göz önünde bulunduran modern bir liman, operasyonel süreçlerde yüksek performans, güvenilirlik ve verimlilik ile geminin limandaki yavaşlama süresinin azaltılmasını ve kesintisiz çalışmasını



sağlamalıdır (Ilin vd., 2019: 499). Nesnelerin interneti ve RFID, sensör, kablosuz iletişim, bulut bilişim, 3D sanal gerçeklik teknolojisi gibi teknolojilerin akıllı limanlarda kullanılmasıyla farklı süreçler dijital ortama taşınmakta ve otomatik hale gelmektedir (Wu, Xiong, Gang ve Nyberg, 2013: 176). Yeni ortaya çıkan birçok bilgi işlem teknolojisi, doğrudan limanlarda kullanıma girebilmektedir (Huawei Technologies, 2019: 21). Bu nedenle, akıllı limanların yapısının ve yönetiminin liman endüstrisi için çok önemli olması beklenmektedir. Liman işlemlerinin, cihazların otomasyonu, akıllı zamanlama ve veri görselleştirme gibi eğilimleri izleyerek gelişmeye devam etmesi muhtemeldir.

Akıllı limanların doğuş yeri olarak Avrupa ülkeleri öne çıkmaktadır. Bu durumun en büyük sebebi ise akıllı kentlerin ve endüstri 4.0 ismiyle bilinen sanayi sektörünün dijital dönüşümüne Avrupa'nın öncülük etmesidir. Şehirlerin akıllı hale gelmesi ve sanayinin dijital dönüşüm geçirmesiyle tedarik zincirinin bir parçası olan limanlar da dönüşüme ihtiyaç duymuştur. Bu değişim en belirgin olarak Avrupa'nın en büyük üç limanı olan Rotterdam (Hollanda), Antwerp (Belçika) ve Hamburg (Almanya) limanlarında görülmektedir. Hamburg Limanı'ndaki "Akıllı Liman Lojistik" projesi 2010 yılında başlamıştır. Benzer şekilde, 1993 yılında akıllı limanın çekirdeği sayılabileceğimiz ilk otomatik konteyner terminaline sahip olan Rotterdam Limanı da akıllı liman girişimine 2010 yılında başlamıştır (Heilig vd., 2017 1346-1347). Antwerp Limanı da 2010 yılında dijital dönüşüm yolculuğuyla akıllı limanlar için ilk girişimlerini gerçekleştirmiştir (Port of Antwerp, 2020a). Bu limanları daha sonra Çin'deki Shanghai Limanı ve Qingdao Qianwan Konteyner Terminali, ABD'deki Long Beach Konteyner Terminali, Kore'deki Busan Limanı ve Singapur Limanı takip etmiştir (Jun vd., 2018: 481).

3. LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada, literatür incelemesi gerçekleştirirken temel alınan anahtar kelime "akıllı liman" (smart port) dır. Bu durumun temel sebebi; otomasyon, dijitalleşme, zeki liman gibi kavramların tam olarak akıllı liman kavramını karşılamayıp sadece belirli bir kısmını oluşturmasıdır. Akıllı limanlarla ilgili çalışmaların tarihi çok eskilere dayanmamaktadır. Bu nedenle literatürde sınırlı sayıda akıllı liman çalışmasına ulaşılmıştır. Akıllı liman kavramı özellikle Hamburg ve Rotterdam limanlarının başlatmış olduğu akıllı liman girişimlerinden sonra yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Akıllı limanlarla ilgili çalışmalar; tanımlayıcı, akıllı liman teknolojileri ve akıllı liman örnekleri olmak üzere üç grupta değerlendirilmeye alınmıştır. Tanımlayıcı çalışmalar; genel olarak akıllı limanlarla ilgili bir çerçeve oluşturmak isteyen çalışmalardır. Akdeniz Limanlar Birliği (ALB) (2014)'nin hazırlanmış olduğu Akıllı Liman Projesi'nde akıllı liman kavramının başlıkları ve alt başlıkları oluşturulmuş ve performans kriterleri tanımlanmıştır. Camacho vd. (2016), ALB'nin belirlediği kriterleri AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Akgül ve Genç (2017), akıllı limanlarla ilgili fırsatlar ve tehditleri değerlendirmişlerdir. Molavi vd. (2019), akıllı limanlar konusunda genel bir çerçeve oluşturmuşlar ve bir endeks sunmuşlardır. Chen vd. (2019), farklı yapısal faktörler arasındaki ilişkileri inceleyerek yeşil ve akıllı liman stratejileri için yönetim ilkeleri önermişlerdir. Rodrigo González vd. (2020), akıllı liman göstergeleri oluşturarak İspanya limanlarını derecelendirmişlerdir.

Akıllı liman teknolojileri üzerine gerçekleştirilen çalışmalar ise akıllı limanlarda kullanılan teknolojiler ve bunların etkileri üzerinedir. Ilin vd. (2019), akıllı limanlarda yer alan teknolojileri değerlendirmişlerdir. Öztürk vd. (2018), akıllı limanlarda uygulanan IoT bağlantı ve hesaplama hızı optimizasyonu üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Belfkih vd. (2017), Le Havre Limanı'nda gerçekleştirilen nesnelerin interneti (IoT) temelli akıllı liman uygulamalarını incelemişlerdir. Rajabi vd. (2019), Le Havre Limanı'nda gerçekleştirilen otomatik tanıma sistemini analiz etmişlerdir. Huang vd. (2018), akıllı limanlar için dalga önleme sistemi önermişlerdir. Tan vd. (2018), kara tarafındaki terminal operasyonlarında sürdürülebilirlik girişimlerinin analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için bir çerçeve sunmuşlardır. Rolán vd. (2019), gemilerin limana yanaşma sırasında yaydığı sera gazı salınımı sorununu ve bu sorunun çözümündeki son teknolojileri incelemişler ve yenilebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı bir model önermişlerdir. Jović vd. (2019), nesnelerin interneti tabanlı sistemlerde veri güvenliğine ilişkin sorunları değerlendirmişlerdir. Fernández vd. (2016), liman üzerindeki sensörler vasıtasıyla verilerin toplanarak kullanılmasını sağlayan bir platform geliştirmişlerdir. Yang vd. (2018), akıllı liman çerçevesinde nesnelerin internetinin yararlarını ve zararlarını değerlendirmişlerdir. Frazzon vd. (2019), araç akışının operasyonel senkronizasyonunu sağlayan akıllı bir liman-hinterland entegrasyonu önermişlerdir. Gizelis vd. (2020), limanlarda telekomünikasyon ve BİT sağlayıcıları için ortaya çıkan fırsatları belirlemiştir.

Akıllı liman örnekleri ise akıllı limanların bütünsel sonuçları üzerine yapılan çalışmalardır. Jun vd. (2018), çalışmalarında akıllı limanların Güney Kore ekonomisi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Loukili ve Lissane



Elhaq (2018), Fas'da uygulanan Ulusal Akıllı Liman Projesi'ni değerlendirmişlerdir. Jović vd. (2019), Hırvatistan limanlarının akıllı limana dönüşümünü değerlendirmişlerdir. Castellano vd. (2019), bilgi ve iletişim teknolojilerinin akıllı liman üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Shuo vd. (2017), Huizhou Limanı'nın akıllı limana dönüştürülmesi üzerine bir fizibilite gerçekleştirmişlerdir. Botti vd. (2017), Salerno Limanı'nı akıllı liman hizmet sistemi olarak değerlendirmişlerdir. Petrikina vd. (2017), Hamburg Limanı'nda kurum genelindeki inovasyonu artırmaya yönelik iç ve dış paydaşların bilgi ve iletişim ihtiyaçlarını analiz etmişlerdir. Heilig vd. (2016), akıllı limanların güvenlik ve gizliliğini değerlendirmişlerdir. Azhar vd. (2018), Tanjung Priok Limanı için akıllı liman uygulaması önermişlerdir. Ahonen vd. (2020), küçük limanlardaki otomasyon ve dijital hizmetleri olanaklı kılan unsurları ve engelleri belirlemişler ve müşteri değeri için bir çerçeve sunmak amacıyla odak geliştirme hedeflerini ana hatlarıyla ortaya koymuşlardır.

Literatür taramalarında da görüldüğü üzere akıllı limanlar konusunda çeşitli çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalar genelde belirli liman veya uygulamalar bağlamında ele alınmıştır. Ancak literatürde limanların uygulamalarına ve yöneldiği alanlara ilişkin karşılaştırmalı çalışmalar bulunmadığı görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışma, literatürdeki önde gelen üç limanın akıllı liman dönüşümü sürecinde yöneldiği alanların ve uygulamaların benzer yönlerini ve farklı yönlerini karşılaştırmalı olarak ele alarak literatürde bu konudaki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

4. YÖNTEM

Akıllı liman kavramı son 10 yılda ortaya çıkmasına rağmen limanlar tarafından hızlıca kabul görmüş ve bu yönde çalışmaların yapılmasını sağlamıştır. Dünyanın farklı yerlerindeki limanlar, akıllı liman dönüşümü gerçekleştirmek için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır. Bu çalışmada, akıllı liman olarak Rotterdam, Antwerp, Hamburg limanları seçilmiştir. Bu limanların tercih edilmesinin ilk nedeni, akıllı liman kavramının Avrupa'da ortaya çıkması ve ilk uygulamaların bu limanlarda gerçekleşmesidir. İkinci olarak Avrupa'nın en büyük üç limanı olmasının yanı sıra dünyanın en büyük konteyner limanı sıralamasında Rotterdam 11, Antwerp 13 ve Hamburg'un 19. sırada yer alarak önemli bir noktada bulunmasıdır (World Shipping Council, 2020).

Çalışma, nitel araştırma modeli olan durum çalışmasına (case study) dayanmaktadır. Çalışmada durum çalışması desenlerinden biri olan bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Bütüncül çoklu durum desenleri birden fazla durumu içermektedir. Her bir durum önce kendi içerisinde bütüncül olarak değerlendirilmekte sonra birbirleri ile karşılaştırılması yapılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Ancak bu tür çalışmalarda durum sayısının fazla olması durumların derinlemesine incelenmesini oldukça zor hale getirmektedir. Bu noktada, durumların örnekleme çalışmanın odak noktası haline gelmektedir. Bu tür çalışmalara çapraz durum adı verilmektedir. Çapraz durum çalışması birden fazla durum arasında karşılaştırma yaparak benzer ve farklı yönlerin ilişkilendirildiği ve durumların daha az derinlemesine çalışıldığı bir desendir (Yin, 1984; Gerring, 2007).

Bu çalışmada çapraz durum çalışması deseninin seçilmesinin nedeni çalışma kapsamında ilgili limanların (Rotterdam, Antwerp ve Hamburg) akıllı liman ölçütleri doğrultusunda önce kendi içinde incelenmesi ve daha sonra karşılaştırılmasıdır.

4.1. Verilerin Toplanması

Çalışmada verilerinin elde edilmesinde nitel veri toplama yöntemlerinden doküman incelemesi kullanılmıştır. Doküman incelemesi çalışmada hedeflenen olgu veya olaylar hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini içermektedir. Ayrıca literatürde limanlara yönelik çalışmaların yetersiz olmasından dolayı verilerin toplanması sürecinde limanların web sitesinden elde edilen ikincil kaynaklardan da yararlanılmıştır.

4.2. Verilerin Analizi

Çalışmada verilerin analizinde betimsel analiz ve çapraz durum sentezi kullanılmıştır. Betimsel analiz ile araştırmacı, farklı olgu ve olaylar hakkında özet bilgi elde edebilmektedirler. Bu nedenle de çok kullanılan bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008).

Betimsel analiz ile akıllı liman oluşum ve dönüşüm sürecinde kullanılan ölçütler ilgili literatür taranarak belirlenmiştir. Rotterdam, Antwerp ve Hamburg akıllı limanları belirlenen ölçütlere göre incelenmiş ve çapraz



durum sentezi ile benzer ve farklı yönlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma kapsamında ilgili limanların karşılaştırılmasında Molavi vd. (2019)'nin çalışmasında belirlemiş olduğu akıllı liman ölçütleri kullanılmıştır. Bu ölçütler: operasyon, çevre, enerji ve emniyet ve güvenlidir.

4.3. Rotterdam, Antwerp ve Hamburg Liman Bilgileri

Çalışmanın bu kısmında Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanlarıyla ilgili tanımlayıcı bilgiler sunulmuştur.

4.3.1. Rotterdam Liman Bilgileri

Rotterdam Limanı, Rotte Nehri'nin ağzında küçük bir balıkçı köyü olarak 13. yüzyılın sonunda kurulmuştur. Liman, Schie'ye bir kanalın inşasından sonra 1360 yılında önemli bir liman haline gelmiştir. Bu gelişme, limanın kuzeydeki daha büyük şehirlere erişmesini ve İngiltere ile Almanya arasında mal taşımacılığını kolaylaştırmasını sağlamıştır. 1962-1986 yılları arasında dünyanın en işlek limanı olan Rotterdam Limanı, Çin'in uluslararası ticarete öne çıkmasıyla birlikte 13. sıraya kadar gerilemiştir (Ship technology, 2020). 2019 yılsonu itibarıyla 469,4 milyon ton elleçleme gerçekleştirerek Avrupa'nın en büyük limanı haline gelmiştir. Liman 706,6 milyon Euro yıllık gelire ulaşmıştır. Doğrudan ve dolaylı 385.000 istihdam yaratmaktadır. Liman; kuru yük, sıvı yük, konteyner, Ro-Ro ve genel kargo yüklemeleri gerçekleştirebilmektedir (Port of Rotterdam, 2018: 6-12). 2010 yılında oluşturulan 2030 vizyonu çerçevesinde Rotterdam Limanı'ndaki akıllı liman girişimi başlamıştır (Rotterdam Port Vision, 2020). Rotterdam Limanı, akıllı liman yönündeki en önemli girişimini "akıllı liman" (smartPort) platformunu oluşturarak gerçekleştirmiştir. Platformun üyeleri arasında Rotterdam Limanı yönetimi, Rotterdam Belediyesi, Erasmus Üniversitesi, Delft Teknoloji Üniversitesi ve diğer özel ve kamu liman paydaşları yer almaktadır. Akıllı limana geçiş sürecinde bütün paydaşların yer alması ve sorunlara ortak çözümlerin getirilmesi süreci daha verimli bir getirilmesi beklenmektedir. Bu platform iş birliklerini teşvik eden, bilimsel araştırmaları finanse eden ve kamuoyuna doğru bilginin yayılmasını sağlayan tarafsız bir platformdur. Platformun öncelikli amacı, Rotterdam Limanı'ndaki akıllı liman olma yönündeki yenilikleri hızlandırmaktır. Akıllı Liman Platformu, 2030 yılına kadar oluşturduğu yol haritasında 72 proje planlamış ve şu ana kadar bu projelerin 31 tanesini gerçekleştirmiştir (Roadmaps, 2020).

4.3.2. Antwerp Liman Bilgileri

Antwerp Limanı'nın kuruluş tarihi 12. yüzyıla dayanmaktadır. Liman, İngiltere ile Avrupa arasında insan ve mal taşımacılığı ile faaliyete başlamıştır (World Port Source, 2020). Liman, Avrupa'nın en büyük ikinci limanı unvanını yıllarca korumuştur. 2010 yılından itibaren liman, dijital dönüşüm konusunda projeler geliştirmeye başlamıştır (Port of Antwerp, 2020a). 2019 yılında 235 milyon elleçleme gerçekleştirmiştir. Doğrudan ve dolaylı olarak 144.183 istihdam yaratmakta ve Belçika GSYH'sının %4,8'ini oluşturmaktadır (Port of Antwerp, 2020b). 2010 yılından itibaren liman, dijital dönüşüm konusunda projeler geliştirmeye başlamıştır. Liman yönetimi başta çevre ve enerji olmak üzere, süreçlerin dijital dönüşümü için birçok uygulama gerçekleştirmiş ve girişimlere ortak olmuştur. (Port of Antwerp, 2020b). The beacon, NxtPort ve PortXL bu girişimlerden bir kaçıdır.

4.3.3. Hamburg Liman Bilgileri

Hamburg Limanı'nın tarihi 9. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Özellikle Amerika'nın keşfiyle birlikte önemli bir ticaret merkezi haline gelmiştir. 1800'lerin sonundaki liman modernleştirme hareketi sonrasında 1900'lerin başında dünyanın en büyük üçüncü limanı haline gelmiştir. İkinci dünya savaşıyla birlikte önemli bir bölümü zarar gören liman daha sonra yapılan yatırımlarla eski gücüne erişmiştir (Hafen-Hamburg, 2020a). 2019 yılında toplam elleçleme miktarı 136,6 milyon ton olmuştur. 260.000 doğrudan ve dolaylı istihdam yaratmaktadır (Hafen-Hamburg, 2020b). SmartPORT girişimiyle akıllı liman uygulamalarına başlayan liman yönetimi, Hamburg şehriyle entegre bir şekilde süreçlerini iyileştirmeye çalışmaktadır. Özellikle akıllı liman için enerji ve lojistik süreçler olmak üzere iki başlığa odaklanılmaktadır. Enerji başlığının altında verimlilik ve yeşil enerji yer alırken, lojistik başlığının altında ise süreçlerin ve fiziki uygulamaların otomasyonu ve intermodal taşımacılık gelmektedir (Hamburg, 2020: 1).

5. LİMANLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanlarının karşılaştırması Molavi vd. (2019)'nin çalışmasında belirlemiş olduğu akıllı liman başlıkları çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Limanlarda operasyon, çevre, enerji ve emniyet ve güvenlik başlıkları altında akıllı hangi akıllı liman uygulamalarının bulunduğu ve limanların akıllılaştırma çalışmalarında hangi alanlara odaklandığı değerlendirilmeye çalışılmıştır.

5.1. Operasyon Yönünden Değerlendirme

Akıllı limanın operasyonel özelliklerinin geliştirilme sürecinde üretkenlik, otomasyon ve altyapı konularına odaklanılmaktadır. Bu konuda geliştirilen uygulamalar ve/veya teknolojiler temelde farklı noktalara çözüm önerileri getirirse de birçok yönden ürettikleri katma değer birbirlerinin gelişmesine katkı sunmaktadır. Özellikle limanlardaki akıllılık kavramı, limanların dijital dönüşümünü sağlayan sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde yeni çözüm önerileri getirilmesi üzerine temellendirilmiştir. Akıllı liman çerçevesinde bu üç limanda da öne çıkan özellik liman paydaşlarıyla iş birliğinin yüksek olmasıdır. Akıllı limanlar girişimi olan "PORTXL" Rotterdam, Singapur ve Antwerp limanlarının bir araya gelerek limanların dijital dönüşümüne katkı sunmayı ve liman ile ilgili girişimleri destekleyerek geleceğin akıllı limanlarını oluşturmayı amaçlamaktadır (PortXL, 2020). Ayrıca limanlar kendi içinde de bilgi paylaşımının gelişmesini ve farklı paydaşlar arasında iş birliğinin artmasını amaçlamaktadır. Rotterdam yönetiminin oluşturduğu akıllı liman girişiminin içinde belediyeler, üniversiteler, liman, lojistik firmalar gibi birçok kamu ve özel sektör paydaşı yer almaktadır. Antwerp Limanı "beacon" girişimi sayesinde liman ile ilgili yeni girişimleri fonlarken, "nxtport" girişimi sayesinde de paydaşların liman ile ilgili verileri kullanabilmelerini sağlamaktadır (PortXL, 2019). Hamburg Limanı da aynı şekilde hem farklı paydaşlarla iş birliği geliştirirken hem de akıllı kent çerçevesinde kent-liman entegrasyonunu artırmayı amaçlamaktadır. Tablo 2'de üç liman operasyonel açıdan karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. Limanların Operasyonel Yönden Karşılaştırılması

Operasyonel	Rotterdam	Antwerp	Hamburg
Üretkenlik	Synchro gaming (<i>senkron taşımacılık</i>), ETA predictor (<i>Limana varış Süresi Tahmincisi</i>), Barge stay predictor (<i>Liman kalış süresi tahmincisi</i>)	Dijital twin (<i>Dijital ikiz</i>), Harbour of things (<i>Limanların nesnesi</i>)	Liman trafik merkezi
Otomasyon	Truck Platooning (<i>Kamyon filoları</i>), Smartships (<i>akıllı gemiler</i>)	Intelligent wharf Wall (<i>akıllı rıhtım duvarları</i>), Otonom dronelar, tuimelaar (<i>otonom liman navigasyonu</i>)	Smart road (<i>Akıllı yol</i>), Smart maintenance (<i>akıllı bakım</i>), Smart switch (<i>akıllı değişim</i>), Smart Tag (<i>akıllı etiketler</i>), Automated storage (<i>otomatik depolama</i>), Automated movement of goods (<i>otomatik taşıma</i>), digital data Exchange (<i>dijital veri değişimi</i>)
Altyapı	Rail feeder innovation (<i>Demir yolu besleyicisi</i>), Rıhtım yönetimi, Deniz trafik yönetimi, Liman içi navigasyon	Sensörler,	IT Platforms (<i>Bilgi işlem platformu</i>), transPORT rail (<i>akıllı demiryolu</i>), Port road management system (<i>liman-yol yönetim sistemi</i>), Smart Parking (<i>akıllı park</i>)

Limanların operasyonel anlamda yapacağı iyileştirmeler, hem limanların maliyetlerinde bir azalma yaratmakta hem de verimliliklerine önemli katkılar sunmaktadır. Liman altyapısının yenilenmesi, akıllı limanın gerekliliklerinin yerine getirilmesi konusunda önem taşımaktadır. Özellikle liman altyapısının modernizasyonu, diğer akıllı liman başlıkları ve alt başlıkları için itici güç oluşturabilmektedir. Bu yüzden liman altyapısının teknolojilerle desteklenmesi gerekmektedir. Üç liman yönetiminde de dikkat çeken unsur liman içindeki süreçlerden daha fazla veri elde edebilmek için limanın farklı noktalarına sensörler ve kameralar yerleştirilmesidir. Bununla birlikte Rotterdam Limanı, liman içi gemi akış trafiğini düzenleyici "nautical traffic



management” ve liman içi akışı düzenleyici “inland navigation” uygulamasını geliştirmiştir (SMARTPORT, 2015). Antwerp Limanı, digital twin, harbor of things, gibi uygulamalarla liman altyapısını kontrol etmekte bu sayede birçok soruna karşı önleyici çözüm geliştirebilmektedir (Antwerp, 2020). Hamburg Limanı’nda ise intermodal taşımacılıkla ilgili altyapının güçlendirilmesi, entegrasyonu ve modernizasyonuna odaklanılmıştır (Hamburg, 2020).

Limanlarda yapılan uygulamalar incelendiğinde;

Rotterdam Limanı’nda “Syncrogaming” uygulaması ile süreçlerin entegrasyonu sağlanarak bekleme süresi kısaltılmakta, “ETA predictor” uygulaması ile gemilerin limana ne zaman yanaşacağı tahmin edilerek buna göre planlaması yapılabilmekte ve “Barge stay predictor” uygulaması ile de gemilerin limanda tahmini kalış süreci görülebilmektedir (Rotterdam, 2020). Rotterdam Limanı “truck platooning” uygulamasıyla otonom yük aracı konvoyları oluşturarak liman içinde kısa mesafe yük akışını daha kolay hale getirmeyi, trafik güvenliğini arttırmayı, trafik akışını düzenlemeyi, yakıt tasarrufu sağlamayı ve CO₂ emisyonunu azaltmayı amaçlamaktadır (Truck Platooning, 2020). “Smart ships” projesi ile de hedefledikleri akıllı liman vizyonu çerçevesinde limana entegre olabilecek otonom gemilerin yapım çalışmaları yürütülmektedir (Dijk vd. 2018).

Antwerp Limanı’nda, en çok dikkat çeken uygulamalardan biri dijital ikiz (dijital twin) uygulamasıdır. Dijital ikiz uygulaması sayesinde liman içine yerleştirilecek sensörler, kameralar vb. teknolojilerden gelen bilgiler ile sanal liman ya ortamı yaratılmıştır. Bu durum sayesinde liman içindeki verimsiz olan durumlar tespit edilebilmektedir. Diğer bir uygulama ise “Harbour of things” uygulamasıdır. Bu uygulama ile nesnelerin interneti teknolojilerinden yararlanarak liman içindeki veri akışının daha kolay hale gelmesi amaçlanmaktadır. Antwerp Limanı “tuimelaar” uygulamasıyla liman içinde gemilere navigasyon hizmeti sağlayacak otonom tekneler geliştirmektedir. Bu sayede gemilerin liman sahasına giriş ve çıkışlarında herhangi bir emniyet sıkıntısı ve trafik akış problemi yaşanmadan işlemlerin yürütülmesi amaçlanmaktadır (Smart Transport, 2020). Ayrıca “Intelligent Wharf Wall” (akıllı rıhtım duvarları) uygulaması ile liman içerisindeki gemilerin park etme problemleri ortadan kaldırarak kendilerine ayrılmış olan iskelede doğru bir şekilde demirlemelerini sağlamak amaçlanmaktadır. “Autonomous Drone” uygulaması ise liman içindeki veri akışının güçlendirilmesi, daha güvenli, daha verimli ve daha akıllı hale getirilmesi için kullanılmaktadır (Antwerp, 2020).

Hamburg Limanı “Port traffic center” uygulaması ile liman içindeki trafiğin yönetilmesine odaklanmaktadır. Hamburg Limanı, özellikle ürünlerin taşınması ve bilgi akışının depolanması sürecinde otomasyon teknolojilerinden faydalanmaktadır (HPA, 2020).

Üç limanın oluşturduğu projelerden çıkan sonuç limanın üretkenliğini sağlamak için veri temelli süreç iyileştirme amaçlı uygulamalara yönelmeleridir. Özellikle farklı kaynaklardan elde edilecek veriler vasıtasıyla liman içindeki kayıp zaman engellenmekte ve lojistik akış maksimum verimle gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Bu eğilimin temel sebebi bu limanlarda akış yoğunluğunun fazla olmasıdır. Bu yüzden limanlar öncelikli olarak liman içindeki yoğunluğu azaltmak için liman içinde elde ettikleri veriyi kullanmaya çalışmaktadırlar. Özellikle Rotterdam Limanı yoğunluğun farklı noktalardan denetlenip azaltılması amacıyla uygulamalar geliştirmiştir.

5.2. Çevre Yönünden Değerlendirme

Akıllı limanın çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanması sürecinde çevre yönetim sistemleri, emisyon ve kirlilik kontrolü, atık yönetimi ve su yönetimi konularına odaklanılmaktadır. Çevre akıllı limanların önem verdiği alanların başında gelmektedir. Sürdürülebilirlik vizyonu çerçevesinde akıllı limanlar çevre yönetimi konusunda uluslararası anlaşmaları, iklim değişikliği anlaşmasını ve yeşil liman standartlarını uygulamaktadırlar. Üç limanın da çevre yönetim uygulamaları mevcut olup çevreyle ilgili ISO 14001, yeşil liman vb. sertifikasyonlara sahiptirler. Emisyon ve kirlilik kontrolü açısından üç limanda da daha az karbon salınımı gerçekleştiren gemilere indirim sağlanarak karbon ayak izi azaltılmaya çalışılmaktadır. Atık yönetiminde üç limanda fosil yakıtlardan ya da kimyasal maddenin yakılmasından elde edilen karbondioksitin çevreye zarar vermeyecek şekilde depolanmasına yönelik uygulamalar geliştirilmiştir. Su yönetimi açısından üç limanda da hem liman içinde tüketilen suyun azaltılması hem de liman kaynaklı suda oluşan kirliliğin azaltılmasına yönelik su yönetim programları bulunmaktadır (Antwerp Port, 2011; Hamburg Port, 2017; Rotterdam Port, 2020). e-Noses ve iNoses uygulamaları liman atmosferindeki kimyasalları ve değişiklikleri tespit eden ve buradaki bilgileri kablosuz bir merkezi sunucuya bağlayarak ileten sensörlerin bir kombinasyonudur. “eNoses” uygulaması Rotterdam Limanı’nda, “iNoses” uygulaması Antwerp Limanı’nda

hoş olmayan kokuları etkili bir şekilde kontrol etmek ve tehlikeli maddelerin herhangi bir salımını erken bir aşamada tanımlamak için kullanılmaktadır (E-noses, 2018; iNoses, 2018).

Limanların çevre yönünden karşılaştırılması Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Limanların Çevre Yönünden Karşılaştırılması

Çevre	Rotterdam	Antwerp	Hamburg
Çevre yönetim sistemleri	Limana çevre yönetim sistemi, iklim anlaşması	Limana Çevre Yönetim Sistemi, iklim anlaşması	Limana çevre yönetim sistemi, iklim anlaşması
Emisyon ve kirlilik kontrolü	Yeşil gemiler için indirim, Enoses, carbon capture and storage (<i>karbon hapsedme ve depolama</i>),	Echodrone, shore side power, inoses, discount for green ships, Hydro tug,	Yeşil gemiler için indirim, karbon ayak izi azaltma ilkelerine uyum, Certificated climate neutral (<i>iklim dengeleme sertifikası</i>)
Atık yönetimi	Electron to chemicals, power 2 gas 2 refineries (<i>atık dönüşüm uygulamaları</i>)	Carbon capture and utilisation (<i>karbon hapsedme ve depolama</i>)	Hummel (<i>yaban arısı</i>)
Su yönetimi	Navigation through fluid mud (<i>Limana derinliği yönlendirmesi</i>)		

5.3. Limanların Enerji Yönünden Karşılaştırılması

Akıllı limanın enerji verimliliğinin sağlanması sürecinde verimli enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve üretimi ve enerji yönetimi konularına odaklanılmaktadır. Enerjiye olan talep limanların işlem hacminin artmasıyla önemli bir artış göstermiştir. Akıllı limanlar, var olan enerji ihtiyacını azaltmak ve bu enerjiyi mümkün olduğu ölçüde yenilenebilir kaynaklardan sağlamaya çalışmaktadır. Üç liman da verimli enerji tüketimi konusunda gerekli önlemleri almış ve tüm liman genelinde enerji tasarrufu sağlayan ekipmanlara yönelmişlerdir. Yenilenebilir enerji üretimi konusunda ise rüzgâr enerjisi üç limanın da tercihi olurken, solar enerji Rotterdam ve Hamburg limanları tarafından kullanılmıştır. Ayrıca Rotterdam ve Antwerp limanları ısınmak için limanda oluşan ısıdan faydalanmışlardır. Bunun yanında limanlarda yapılan uygulamalar incelendiğinde;

Rotterdam Limanı'nda ve liman çevresinde sürdürülebilir enerji üretimi üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bunlardan biri de denizde rüzgâr enerjisi (wind energy at sea) üretimidir. Rotterdam Liman bölgesinde şu anda 200 megawatt rüzgâr türbini bulunmaktadır. Rotterdam Limanı aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynakları, biyoyakıtlar ve biyokütle ile sürdürülebilir bir endüstriyel kümelenme merkezi haline gelmiştir. Bu nedenle Liman Başkanlığı bu merkezin gelişmesi için alan ve tesisler yaratmaktadır. Bu, tüm biyo-bazlı faaliyetleri pekiştirecek "Rotterdam Bioport'u" da içermektedir (Porttechnology.org, 2019). Elektroliz yoluyla yeşil hidrojenin üretimini ve kullanımını içeren "Power-2-Hydrogen" uygulaması ile Rotterdam Liman bölgesindeki CO2 emisyonları azaltılmaktadır. Çünkü mevcut hidrojenin sadece yeşil hidrojen ile değiştirilmesi, CO2 emisyonlarında önemli bir azalmaya neden olmaktadır. (SMARTPORT, 2017).

Diğer limanlardan farklı olan Antwerp Limanı'nda hidroelektrik enerjisi kullanılmaktadır. Bu bağlamda yapılan Hidroelektrik projesi kapsamında prototip hidrotürbinler üretilmiştir. Ayrıca Antwerp Limanı, dünyada bir ilk olan ultra düşük emisyonlu hidrojenle çalışan "Hydro tug (Hidrojenle çalışan römork)" inşasına başlamıştır (WPSP, 2017). Antwerp Limanı ise kimyasal kümelenmesine dönüşmüştür. Liman atık-enerji sistemine sahiptir. Endüstriyel atıklar yakılarak buhar ısısından elektrik üretilmektedir. "Ecluse" olarak adlandırılan buhar şebekesi limandaki birçok kimya ve lojistik şirketi için atık enerjisinden elektrik üretecektir. Üretilen elektrik binaların ısıtmasında kullanılacaktır (ECLUSE, 2018)

Hamburg Limanı "smartPORT energy" girişimi ile geleneksel enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltmayı, emisyonları azaltmayı ve çevre dostu hareketliliği teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Hummel (yaban arısı) uygulaması ile Hamburg Limanı'nda bulunan yolcu gemilerine düşük emisyonlu güç sağlanmaktadır. Mavna,

yüzen bir enerji santrali gibi çalışmakta ve yolcu gemilerine çevre dostu enerji sağlamak için düşük emisyonlu LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) yakıtını kullanmaktadır (MI News Network, 2017)

Tablo 4. Limanların Enerji Yönünden Karşılaştırılması

Enerji	Rotterdam	Antwerp	Hamburg
Verimli enerji tüketimi	Sistem entegrasyonu kamu aydınlatma için led	Denizde rüzgâr tribünü, Hydro tug (<i>Hidrojenle çalışan römork</i>), hidroturbin, Ecluse	Denizde rüzgâr tribünü ve güneş paneli sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) “Hummel”, smartPORT energy
Yenilenebilir enerji tüketimi ve üretimi	Denizde rüzgâr tribünü ve güneş paneli Power-2-Hydrogen		
Enerji yönetimi	Kurumsal ilkeler		

5.4. Limanların Emniyet ve Güvenlik Yönünden Karşılaştırılması

Akıllı limanın emniyet ve güvenliliğinin sağlanması sürecinde emniyet yönetim sistemi, güvenlik yönetim sistemi, entegre görüntüleme ve optimizasyon sistemi konularına odaklanılmaktadır. Liman güvenliği; sosyal güvenlik, su güvenliği, işyeri güvenliği ve siber güvenliği içeren çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Emniyet ve güvenlik limanların işleyişini aksatmaması ve can ve mal kaybına yol açmadan faaliyetlerine devam etmesi açısından oldukça önemlidir. Cihazlar ve uygulamalar giderek daha fazla birbirine bağlanmakta ve merkezi veya uzaktan kullanılabilir hale gelmektedir. Nesnelerin interneti ve akıllı ortamlar ile denizcilik endüstrisi daha hızlı ve daha verimli çalışmaktadır (Security, 2017). Üç limanda da nakliye trafiğinin, karayolu trafiğinin ve diğer yöntemlerin güvenli ve sorunsuz bir şekilde ele alınması büyük ölçüde bilgi teknolojisine (IT) bağlıdır. Emniyet ve güvenlik konusunda uluslararası standartlar üç liman için de takip edilmektedir. Antwerp ve Rotterdam limanlarında hakların bir taraftan diğerine güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlayan blockchain teknolojisi kullanılmaktadır (Radar, 2017). Buna ek olarak Hamburg Limanı'nda da yeni bir blockchain tabanlı araştırma projesi ile yük konteyneri tahliye sürecini daha verimli ve güvenli hale getirmek ve konteyner trafik güvenliğini artırmak hedeflenmektedir (RObob, 2018). Bunun yanında limanlarda yapılan uygulamalar incelendiğinde;

Rotterdam Limanı'nda dijital savunma ve güvenliğin güçlendirilmesi için “Liman Siber Yardım Hattı” kurulmuştur. Liman Siber Yardım Hattı, yük aktarım güvenliğini, gemilerin gelişini, gidişini veya liman güvenlik tesis planının uygulanmasını etkileyen büyük ölçekli BT olaylarının raporlanması için tasarlanmıştır (Rotterdam, 2018). Rotterdam Limanı'nda sudaki güvenliği sağlamak için de modern devriye botları ve ileri teknoloji trafik kontrol sistemi ile gece gündüz nakliye trafiği denetlenmekte ve kontrol edilmektedir. Rotterdam Limanı'nda yer alan diğer bir uygulama ise Liman bölgesindeki güvenli kamyon Park yerleridir. Kamyon Parkı dışındaki bir kamyonla geceyi geçirmek yasak olduğu için bu uygulama ile sürücülere yoğun saatlerde durmak ve dinlenmek için güvenli bir ortam oluşturulmuştur (Truck parks, 2018).

Antwerp Limanı'nda geminin çevresindeki trafiği tanımasını ve otomatik olarak kaydetmesini sağlayan otomatik görüntü tanıma sistemi kullanılmaktadır (Natalucci, 2018).

Hamburg Limanı'nda gemi trafik hizmetleri (VTS) için Port Monitor (port izleyici) uygulaması kullanılmaktadır. VTS, deniz trafik izleme sistemidir (Banker, 2016). Ayrıca Port Monitor uygulaması ile merkezi olarak toplanan verilere, gemi pozisyonlarına, su seviyesi verilerine, rıhtımlara, mevcut şantiyelere, planlanan dalışlara ve köprü yüksekliklerine ve genişliklerine uzaktan erişilebilmektedir (HPA, 2020).

Limanların emniyet ve güvenlik yönünden karşılaştırılması Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Limanların Emniyet ve Güvenlik Yönünden Karşılaştırılması

Emniyet ve Güvenlik	Rotterdam	Antwerp	Hamburg
Emniyet yönetim sistemi, Güvenlik yönetim sistemi, Entegre görüntüleme ve optimizasyon sistemi	Taşkın Risk Yönetimi, Kamyon Park Yeri, Deniz Güvenliği, Ulaşım ve Çevre Güvenliği, Blockchain, Dronelar, Siber Raporlama Merkezi, Eleme Sistemi, Liman Siber Yardım Hattı	Otomatik Görüntü Tanıma Sistemi, Blockchain, Akıllı Kameralar	Liman İzleme, Mobil Liman İzleme, Blockchain

6. SONUÇ

Akıllı liman kavramı güncel bir kavram olmasına rağmen dünyanın önde gelen limanları tarafından yüksek oranda kabul görmüştür. Rekabetin hızla arttığı bir dünyada firmalar hem müşteri memnuniyetlerini yükseltmek hem de maliyetlerini düşürmek istemektedirler. Bunun sonucu olarak lojistik yönetiminin önemli bir parçası olan limanlarda da dijital dönüşüme yönelmişlerdir. Bu dijital dönüşüm sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde insana ve çevreye duyarlı bir şekilde operasyonel süreçleri daha verimli ve daha az maliyetli hale getirmeye çalışmaktadır. Bu çalışmada Molavi vd. (2019)'nin çalışmasında akıllı limanlar için belirlenmiş olan operasyon, çevre, enerji ve emniyet ve güvenlik başlıkları dikkate alınarak Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları incelenmiştir. Bu üç limanın tercih edilme nedeni hem akıllı liman konusunda öncü olmaları hem de önemli bir ticaret hacmine sahip olmalarıdır. Çünkü öncü limanların gelişimi ve sonuçları diğer limanların gelecek planları açısından belirleyici bir rol üstlenebilmektedir.

Çalışma sonucunda, üç akıllı limanın da çoğunlukla operasyonel anlamda yeniliklere yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durumun temel sebebinin limanlar üzerindeki iş yükünün artması, limanlar arası rekabet düzeyinin yükselmesi, firmaların beklentilerinin artması ve liman kullanım alanlarının sınırlı olması olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte özellikle çevreye olan etkinin azaltılmasına, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına ve enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik önemli adımlar atılmıştır. Liman sahasındaki emniyet ve güvenliğin sağlanmasına yönelik uygulamalar da bulunmaktadır. Özellikle verilerin güvenliği limanlar için önem kazanmıştır. Rotterdam Limanı siber güvenlik merkezi ve blockchain uygulamaları ile veri ve siber güvenliği sağlamaya çalışmaktadır. Antwerp ve Hamburg limanlarında da blockchain uygulamaları kullanılmaktadır. Yapılan uygulamalarda farklılıklar bulunmasının temel sebebi akıllı limanların standart bir uygulamasının olmaması ve liman ihtiyaçlarına yönelik uygulamaların ortaya çıkmasıdır. Akıllı liman uygulamaları veri temelli bir iyileştirme çalışması olduğu için sonsuz bir süreklilik arz etmektedir.

Rotterdam, Antwerp ve Hamburg limanları önemli gelişim göstererek diğer büyük limanların da dijital dönüşüme yönelmelerine katkı sağlamışlardır. Dünyanın önemli büyük limanlarında akıllı liman çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışma, akıllı limanla ilgili kavramsal bir değerlendirme sunarak teorik alana ve uygulamacılara yönelik olarak dünyada önde gelen akıllı limanlardan üçünün dönüşüm sürecini ele almaktadır. Bu dönüşüm sürecinde incelenen limanların hangi alanlara yöneldiğini ve hangi amaçla uygulamalar geliştirildiğini karşılaştırmalı olarak değerlendirerek pratik alana katkı sunmayı hedeflemektedir. Bu anlamda çalışmanın, Türkçe literatürde öncü kaynaklardan biri olması da beklenmektedir. Bu çalışmanın kendi içinde kısıtları bulunmaktadır. İlk kısıt, limanlara yönelik çalışmaların olmamasından dolayı çalışma kapsamında kullanılan verilerin ikincil kaynaklar olmasıdır. Bu nedenle çalışmayla ilgili detaylar web sitesinde yer alan bilgilerle sınırlanmıştır. İkinci kısıt, üç limanda da farklı alt başlıklarda yüzlerce proje gerçekleştirilmesi sebebiyle uygulamaların detaylı bilgilerine erişim sağlanan ve farklı alanlara odaklanan kısımları çalışma kapsamında değerlendirilebilmiştir. Bu nedenle alt başlıkların bazı noktaları değerlendirilmeye alınmamıştır. Son kısıt ise liman paydaşlarının görüşlerinin alınmaması ve yerinde inceleme gerçekleştirilememesidir. Bu durum uygulamaların değerlendirilmesinde uygulama sonuçlarının ve süreç aşamalarının incelenememesine neden olmuştur. Gelecek çalışmalarda; limanlarda gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları, akıllı liman ihtiyaçlarına yönelik yeni uygulamaların sunulması, akıllı limanların insan kaynağına etkisi ve akıllı limanların yük hacmine ve bölgenin ihracatına etkisine yönelik değerlendirmelerin yapılması önerilmektedir. Gelecek



çalışmalarda farklı limanlar farklı akıllı liman başlıkları ve alt başlıkları açısından değerlendirilebilir. Bu limanlara özgü içerik analizleri ya da derinlemesine nitel analizler yapılabilir veya yapılacak nitel çalışmaların nicel araştırmalarla desteklenmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

AEIT (2020). “Smart Port Successes Experience From Atlantic Side Ports and New Frontiers”, [Erişim Adresi: <https://www.aeit.es/sites/default/files/migrate/content/downloads/jesusdiaz.pdf>, Erişim Tarihi: 04.05.2020]

AGRAWAL, Prakash & Rakesh NARAIN (2018). Digital Supply Chain Management: An Overview, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 13–14 July 2018, Telangana, India, 455(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/455/1/012074>

AHONEN, Toni; Helena KORTELAINEN & Antti RANTALA (2020). Towards Digitalized and Automated Work Processes in Port Environments, In 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (pp. 535-540). SciTePress.

AKGÜL, E. Fırat & Hüseyin GENÇER (2017). Akıllı Liman: Fırsatlar, Tehditler, III. Ulusal Liman Kongresi, 2-3 Kasım, İzmir.

ANTWERP (2020). “Port of The Future”, [Erişim Adresi: <https://www.portofantwerp.com/en/smart-port#kaaimuur>, Erişim Tarihi: 05.06.2020].

ANTWERP PORT (2011). “Environmental care within the Port Authority itself”, [Erişim Adresi: <https://www.portofantwerp.com/en/environmental-care-within-port-authority-itself>, Erişim Tarihi: 07.06.2020].

AZHAR, Zhafirah; Hanypah MARDIANA; Raden HIDAYAT; Doddy HIMAWAN & Aisyah RAHMAWATI (2018). “The Implementation of Smart Port in Tanjung Priok Port for Utilization and Green Port Optimization”, **Advances in Transportation and Logistics Research**, 1, 132-138.

BAILEY, George; Moss CRAIG & Kurz DAVE (2017). **Digital Supply Chain Transformation Guide, The Frontside Flip : Focusing on Customers and Revenue**, The Center for Global Enterprise, 45.

BANKER, Steve (2016). “The Hamburg Port Authority's Impressive IoT Project”, [Erişim Adresi: <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2016/04/01/the-hamburg-port-authoritys-impressive-iot-project/#67d0eea36c64>, Erişim Tarihi: 05.06.2020].

BELFKIH, Abderrahmen; Claude DUVALLET & Bruno SADEG (2017). The Internet of Things for smart ports: Application to the port of Le Havre, International Conference on Intelligent Platform for Smart Port (IPaSPort 2017), May 3-4, Le Havre, France.

BOTTI, Antonio; Antonella MONDA; Marco PELLICANO & Carlo TORRE (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. <https://doi.org/10.3390/systems5020035>.

BUIZA-CAMACHO-CAMACHO, Gracia; Maria del Mar CERBÁN-JIMÉNEZ & Cristina GONZÁLEZ-GAYA (2016). “Assessment of The Factors Influencing on A Smart Port with an Analytic Hierarchy Process”, **Revista DYNA**, 91, 498-501.

BÜYÜKÖZTÜRK, Şener; Ebru KILIÇ ÇAKMAK; Ö. Erkan AKGÜN; Şirin, KARADENİZ & Funda, DEMİREL (2008). **Bilimsel Araştırma Yöntemleri**, İkinci Baskı, Ankara: Pegem Akademi.

CASTELLANO, Rosalia; Ugo FIORE; Gaetano MUSELLA; Francesca PERLA; Gennaro PUNZO; Marcello RISITANO; Annarita SORRENTINO & Paolo ZANETTI (2019). “Do Digital and Communication Technologies Improve Smart Ports? A Fuzzy DEA Approach”, **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, 15(10), 5674–5681. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2927749>.

CHEN, Jihong; Tiancun HUANG; Xiaoke XIE; Paul TAE-WOO LEE & Chengying HUA (2019). “Constructing Governance Framework of A Green and Smart Port”, **Journal of Marine Science and Engineering**, 7(4). <https://doi.org/10.3390/jmse7040083>.

Da SILVA, Vander LUIZ; João Luiz KOVALESKI & Regina Negri PAGANI (2019). “Technology Transfer



in The Supply Chain Oriented to Industry 4.0: A Literature Review”, **Technology Analysis and Strategic Management**, 31(5), 546–562. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1524135>.

DOUAIOUI, Kaoutar; Mouhsene FRI; Charif MABROUKI & El Alami SEMMA (2018). Smart port: Design and perspectives. In 2018 4th International Conference on Logistics Operations Management. IEEE.

DIJK, Tom; Harmen DORSSER; Roy BERG; Hans MOONEN & Rudy NEGENBORN (2018). “Smart Ships and The Changing Maritime Ecosystem” [Erişim Adresi: <http://smart-port.nl/wp-content/uploads/2019/04/SmartPort-whitepaper-SmartShipping.pdf>, Erişim Tarihi: 06.06.2020].

ECLUSE (2018). “Ecluse Another Asset For Port of Antwerp”, [Erişim Adresi: <https://businessinantwerp.eu/stories/ecluse-another-asset-port-antwerp>, Erişim Tarihi: 09.06.2020].

EL-SAKTY, Khaled (2016). “Smart Seaports Logistics Roadmap”, **Cairo: Journal of Renewable Energy and Sustainable Development**, 2(2), 91–95. <https://doi.org/10.21622/RES.D.2016.02.2.060>.

E-NOSES (2018). “E-Noses for A Safe Port”, [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/en/our-port/our-themes/a-safe-port/e-noses-for-a-safe-port>, Erişim Tarihi: 03.06.2020].

ESPO (2018). “The Infrastructure Investment Needs and Financing Challenge of European Ports”, [Erişim Adresi: https://www.espo.be/media/Port%20Investment%20Study%202018_FINAL_1.pdf, Erişim Tarihi: 09.05.2020].

FERNÁNDEZ, Pablo; José Miguel SANTANA; Sebastián ORTEGA; Agustín TRUJILLO; José Pablo SUÁREZ; Conrado DOMÍNGUEZ; Jaisiel SANTANA & Alejandro SÁNCHEZ (2016). “Smartport: A platform for sensor data monitoring in a seaport based on FIWARE”, **Sensors (Switzerland)**, 16(3), 1–24. <https://doi.org/10.3390/s16030417>.

FRAZZON, Enzo Morosini; Jonas Mendes CONSTANTE; Yuri TRISKA; Juliana Vieira Dos Santos ALBUQUERQUE; Julián MARTINEZ-MOYA; Lucas De Souza SILVA & Amir Mattar VALENTE (2019). “Smart Port-Hinterland Integration: Conceptual Proposal and Simulation-Based Analysis in Brazilian Ports”, **International Journal of Integrated Supply Management**, 12(4), 334-352. <https://doi.org/10.1504/IJISM.2019.103197>

GERRING, John (2007). **Case Study Research: Principles and Practices**, New York: Cambridge University Press

GIZELIS, Christos-Antonios; Theodoros MAVROEIDAKOS; Achilleas MARINAKIS; Antonis LITKE & Vrettos MOULOS (2020). “Towards a Smart Port: The Role of the Telecom Industry”, In IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations (pp. 128-139). Springer, Cham.

HAFEN-HAMBURG (2020a). “history”, [Erişim Adresi: <https://www.hafen-hamburg.de/en/history#:~:text=By%20188%20the%20first%20port,far%20as%20the%20North%20Sea,> Erişim Tarihi: 05.05.2020].

HAFEN-HAMBURG (2020b). “Statistics”, [Erişim Adresi: <https://www.hafen-hamburg.de/en/statistics>, Erişim Tarihi: 27.05.2020].

HAMBURG (2020). “Intermodal Services”, [Erişim Adresi: <https://www.hafen-hamburg.de/en/intermodal>, Erişim Tarihi: 05.06.2020].

HAMBURG PORT (2017). “Efficient And Environmentally Friendly Freight Transport”, [Erişim Adresi: <https://www.hafen-hamburg.de/en/efficient-and-environmentally-friendly-freight-transport>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

HEILIG, Leonard; Eduardo LALLA-RUIZ & Stefan VOß (2017). “Digital Transformation in Maritime Ports: Analysis and a Game Theoretic Framework”, **NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking**, 18(2–3), 227–254.

HPA (2020). “The HPA Traffic Tower With Every Traffic Report”, [Erişim Adresi: <https://www.hamburg-port-authority.de/en/info-port/traffic-tower/>, Erişim Tarihi: 07.06.2020].

HUANG, Xiaogang; Jiancheng WANG; Yonghua XU; Yizhen ZHU; Tianhao TANG & Fangzhou XU (2018). Dynamic Modeling and Analysis of Wave Compensation System based on Floating Crane in Smart Port. 2018



International Symposium in Sensing and Instrumentation in IoT Era, ISSI 2018, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/ISSI.2018.8538059>.

HUAWEI TECHNOLOGIES (2019). “Smart Port White Paper”, [Erişim Adresi: https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/x-lab/2019/5g_smart_port_whitepaper_en.pdf?la=en, Erişim Tarihi: 05.06.2020].

ILIN, Igor; Carlos JAHN; Jürgen WEIGELL & Sofia KALYAZINA (2019). Digital Technology Implementation for Smart City and Smart Port Cooperation, International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019). 4-5 April, Petersburg, Russia, 498–501.
<https://doi.org/10.2991/icdtli-19.2019.87>.

ICS (2018) “Ship and World Trade”[Erişim Adresi: <https://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-and-world-trade>. Erişim Tarihi: 06.05.2020].

INOSES (2018). “Innovative iNoses Identify Strange Odours in The Port”, [Erişim Adresi: <https://www.portofantwerp.com/en/energy-and-environment-new-solutions-sustainable-future>, Erişim Tarihi: 03.06.2020].

JOVIĆ, Marija; Natalija KAVRAN; Saša AKSENTIJEVIĆ & Edvard TIJAN (2019). The Transition of Croatian Seaports into Smart Ports, 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019, 20-24 May, Opatija, Croatia, 1386–1390.
<https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8757111>.

JUN, Wang Ki; Min-Kyu LEE & Jae Young CHOI (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>

LOUKILI, Ahmed & Saâd LISSANE ELHAQ (2018). A Model Integrating a Smart Approach to Support the National Port Strategy for a Horizon of 2030, 2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management, LOGISTIQUA 2018, 26-27 April, Morocco, 81–86.
<https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA.2018.8428264>.

MATTERN, Axel (2016). “Port of Hamburg – smartPORT in an Urban Area”, [Erişim Adresi: https://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2018/85065/pdf/HHM_POHH_Magazin_4_17_eng_rz_k_ds.pdf, Erişim Tarihi: 08.03.2020].

MI NEWS NETWORK (2017). “First Successful Transfer of Power From Lng Hybrid Barge to Cruise Ship Carried Out” [Erişim Adresi: <https://www.marineinsight.com/shipping-news/first-successful-transfer-of-power-from-lng-hybrid-berge-to-cruise-ship-carried-out-at-port-of-hamburg/>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

MOLAVI, Anahita; Gino J. LIM & Bruce RACE (2019). “A Framework for Building A Smart Port and Smart Port Index”, **International Journal of Sustainable Transportation**, 1–40.
<https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1610919>.

NATALUCCI, Matteo (2018). “WATCH: MOL’s AI Vessel Image Recognition System”, [Erişim Adresi: <https://www.porttechnology.org/news/new-ai-vessel-image-recognition-system/>, Erişim Tarihi: 06.06.2020].

ÖZTÜRK, Metin; Mona JABER & Muhammad A. IMRAN (2018). “Energy-Aware Smart Connectivity for IoT Networks: Enabling Smart Ports”, **Wireless Communications and Mobile Computing**, 2018, 1-11.
<https://doi.org/10.1155/2018/5379326>.

PETRIKINA, Jurate; Martin KRIEGER; Ingrid SCHIRMER; Neele STOECKLER; Sebastian SAXE & Ulrich BALDAUF (2017). Improving The Readiness for Change – Addressing Information Concerns of Internal Stakeholders in The Smartport Hamburg, AMCIS 2017 - America’s Conference on Information Systems: A Tradition of Innovation, 10-12 August, Boston, USA, 1–10.

PORT OF ANTWERP (2020a). “Working on the future”, [Erişim Adresi: <https://www.portofantwerp.com/en/2010-working-future>, Erişim Tarihi: 09.06.2020].

PORT OF ANTWERP (2020b). “Port in figures”, [Erişim Adresi: <https://www.portofantwerp.com/en/port-figures>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

PORT OF ROTTERDAM (2018). Room For Today And Tomorrow, Highlights of The 2018 Annual Report,



6-12, [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/highlights-annual-report-2018.pdf?token=SAAKMtrS>, Erişim Tarihi: 09.06.2020].

PORTTECHNOLOGY.ORG (2019). “Port of Rotterdam Part 4: What is a Smart Port?”, [Erişim Adresi: https://www.porttechnology.org/news/port_of_rotterdam_part_4_what_is_a_smart_port/ , Erişim Tarihi: 08.06.2020].

PORTXL (2019). “The Beacon and Portxl Work in Tandem”, [Erişim Adresi: <https://portxl.org/news/the-beacon-and-portxl-work-in-tandem/> , Erişim Tarihi: 05.06.2020].

PORTXL (2020). “The Future of Maritime Innovation”, [Erişim Adresi: <https://portxl.org/> , Erişim Tarihi: 05.06.2020].

RADAR (2017). “Smart Port With Blockchain” [Erişim Adresi: <https://www.portofantwerp.com/en/news/smart-port-blockchain> Erişim Tarihi: 07.06.2020].

RAJABI, Aboozar; Ali Khodadad SARYAZDI; Abderrahmen BELFKIH & Claude DUVALLET (2019). Towards Smart Port: An Application of AIS Data, 20th International Conference on High Performance Computing and Communications, 16th International Conference on Smart City and 4th International Conference on Data Science and Systems, HPCC/SmartCity/DSS 2018, 28-20 June, Exeter, Devon, 1414–1421. <https://doi.org/10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00234>

ROADMAPS (2020). “Roadmap Smart Logistics”, [Erişim Adresi: <https://smart-port.nl/en/roadmaps/>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

ROBOB (2018). “The Port of Hamburg gives the command to “cast off” for the blockchain”, [Erişim Adresi: <https://www.hannovermesse.de/en/news/news-articles/the-port-of-hamburg-gives-the-command-to-cast-off-for-the-blockchain>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

RODRIGO GONZÁLEZ, Alberto; Nicoletta GONZÁLEZ-CANCELAS; Beatriz MOLINA SERRANO & Alberto Camarero ORIVE (2020). “Preparation of a Smart Port Indicator and Calculation of a Ranking for the Spanish Port System”, **Logistics**, 4(2), 9. <https://doi.org/10.3390/logistics4020009>

ROLÁN, Alejandro; Paola MANTECA; Rahime OKTAR & Pierluigi SIANO (2019). “Integration of Cold Ironing and Renewable Sources in the Barcelona Smart Port”, **IEEE Transactions on Industry Applications**, 9994(x), 1. <https://doi.org/10.1109/TIA.2019.2910781>.

ROTTERDAM (2018). “Port Cyber Hotline operational”, [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/port-cyber-hotline-operational> , Erişim Tarihi: 06.06.2020].

ROTTERDAM (2020). “Products”, [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/en/port-forward/products>, Erişim Tarihi: 06.06.2020].

ROTTERDAM PORT (2020). “Port Management System”, [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/en/doing-business/services/online-services/portmaster-port-management-system>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

ROTTERDAM PORT VISION (2020). [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/en/port-authority/about-the-port-authority/the-port-authority-in-society/rotterdam-port-vision>, Erişim Tarihi: 07.06.2020].

SECURITY (2017). [Erişim Adresi: <https://www.sustainableportofantwerp.com/en/content/security>, Erişim Tarihi: 08.06.2020].

SHIP TECHNOLOGY (2020). [Erişim Adresi: <https://www.shiptechnology.com/projects/portofrotterdam/> , Erişim Tarihi: 07.06.2020].

SHUO, Chen; Wang JIAN & Zhao RUOXI (2017). The Analysis of The Necessity of Constructing The Huizhou “Smart Port” and Overall Framework, 2016 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2016, 17-18 December, Changsha, China, 159–162. <https://doi.org/10.1109/ICITBS.2016.15>.

SMART TRANSPORT (2020). “Smart transport en industry 4.0” [Erişim Adresi:



<https://www.portofantwerp.com/en/smart-transport-en-industry-40>, Erişim Tarihi: 07.06.2020].

SMARTPORT (2015). “Nautical traffic management”, [Erişim Adresi: <https://smart-port.nl/en/project/nautisch-verkeersmanagement/>], Erişim Tarihi: 05.06.2020].

SMARTPORT, (2017). “DDP bottom-up - Power-2-Hydrogen”, [Erişim Adresi: <https://smart-port.nl/en/project/ddp-bottom-up-power-2-hydrogen/>], Erişim Tarihi: 08.06.2020].

TAN, Kar Way; Michelle KANN; Pang Jin TAN & Stephan SCHABLINSKI (2018). A Framework for Evaluating Energy Sustainability Efforts for Maritime Smart Port Operations, 2018 International Conference on ICT for Smart Society: Innovation Toward Smart Society and Society 5.0, ICISS 2018, 10-12 October, Indonesia, <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2018.8549958>.

TRUCK PARKS (2018). [Erişim Adresi: <https://www.portofrotterdam.com/en/doing-business/logistics/connections/intermodal-transportation/road-transport/truck-parks>], Erişim Tarihi: 11.06.2020].

TRUCK PLATOONING (2020). [Erişim Adresi: <https://smart-port.nl/en/project/truck-platooning/>], Erişim Tarihi: 06.06.2020].

WORLD BANK (2018). [Erişim Adresi: <https://ipi.worldbank.org/international/scorecard/radar/56/C/TUR/2018/C/DEU/2018>], Erişim Tarihi: 12.03.2020].

WORLD PORT SOURCE (2020). “Port of Antwerp Review and History”, [Erişim Adresi: http://www.worldportsource.com/ports/review/BEL_Port_of_Antwerp_25.php], Erişim Tarihi: 08.06.2020].

WORLD SHIPPING COUNCIL (2020). [Erişim Adresi: <https://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports>], Erişim Tarihi: 07.06.2020].

WPSP (2017). “Port of Antwerp – Hydroturbine”, [Erişim Adresi: <https://sustainableworldports.org/project/port-of-antwerp-hydro-turbine/>], Erişim Tarihi: 09.06.2020].

WTO (2019). “World Trade Statistical Review 2019” [Erişim Adresi: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2019_e/wts2019_e.pdf], Erişim Tarihi: 13.06.2020].

WU, Yunjian; Xiaoting XIONG; Xiong GANG & Timo R. NYBERG (2013). Study on Intelligent Port Under The Construction of Smart City, 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI 2013, 28-30 July, Dongguan, China, 175–179. <https://doi.org/10.1109/SOLI.2013.6611405>.

YANG, Yongsheng; Meisu ZHONG; Haiqing YAO; Fang YU; Xiuwen FU & Octavian POSTOLACHE (2018). “Internet of things for Smart Ports: Technologies and Challenges”, **IEEE Instrumentation and Measurement Magazine**, 21(1), 34–43. <https://doi.org/10.1109/MIM.2018.8278808>.

YAU, Kok-Lim Alvin; Shuhong PENG; Junaid QADIR; Yeh-Ching LOW & Mee Hong LING (2020). “Towards Smart Port Infrastructures: Enhancing Port Activities Using Information and Communications Technology”, **IEEE Access**, 8, 83387-83404.

YILDIRIM, Ali & Hasan ŞİMŞEK (2006). **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri**, (6. baskı) Ankara: Seçkin Yayıncılık.

YIN, Robert (1984). **Case Study Research: Design and Methods**, (3. Basım). California: Sage Publications.