

**T.C.**  
**ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ**  
**BAKANLIĞI**

**Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü**



**Akıllı Limanlar Kılavuzu**

**2023**



## YÖNETİCİ ÖZETİ

Dünya ve Türkiye nüfusu gün be gün artmakta ve artan nüfusla beraber insanların ihtiyaç duyduğu şeyler de artmaktadır. Artan ihtiyacı karşılamak için üretim artmakta, kaynak kullanımı artmakta ve çevresel sorunlar artmaktadır. Ortaya çıkan problemlerle baş etmek için yeni kavramlar ortaya atılmaktadır. Akıllı şehir kavramı da bugün dünyada ve ülkemizde önemi gittikçe artan bir kavramdır ve artık insan hayatının her aşamasında kendini göstermektedir.

Akıllı şehirler birçok bileşeni içinde barındıran bir kavramdır. İnsan hayatını kolaylaştırmak, düzenli hale getirmek, çevresel değerleri korumak, sürdürülebilirliği sağlamak, ekonomik kazanımlar sağlamak ve daha birçok nedenler için kullanılan akıllı şehir uygulamalarından biri de akıllı liman uygulamalarıdır. Gün geçtikçe önemi ve katkısı ortaya çıkan akıllı liman uygulamaları ülkemizde de dikkat çekmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü akıllı şehir çözümlerinin uygulanmasına ve geliştirilmesine önem vermektedir. Ulusal Akıllı Şehirler Strateji ve Eylem Planı'nda da akıllı sistemlerin limanlarda da uygulanması vurgulanmıştır. Hazırlanan kılavuz akıllı liman uygulamalarının ülkemizdeki limanlara entegre edilmesi ve geliştirilmesi için hazırlanmıştır.



## İçindekiler

YÖNETİCİ ÖZETİ .....	1
1. GİRİŞ .....	3
2. AKILLI LİMAN .....	3
2.1. AKILLI LİMANIN FAYDALARI .....	5
2.2. Akıllı Limanın Özellikleri.....	7
2.3. Akıllı Liman Faaliyet Alanları.....	8
2.3.1. Operasyonlar .....	8
2.3.2. Çevre.....	9
2.3.3. Enerji.....	10
2.3.4. Emniyet ve Güvenlik .....	11
3. AKILLI LİMAN DÖNÜŞÜM ADIMLARI .....	12
3.1.1. Birinci Adım: Seçilmiş Yönetim Alanları için Envanter .....	12
3.1.2. İkinci Adım: Akıllı Bağlantı Noktası Olgunluk Düzeyini Belirleyin .....	13
3.1.3. Üçüncü Adım: Olgunluk Düzeylerine ve Yönetim Alanlarına Dayalı Strateji Geliştirin..	14
3.1.4. Dördüncü Adım: Stratejiyi Uygulayın .....	14
3.1.5. Beşinci Adım: Strateji Hedeflerine Ulaşıldığından Emin Olun .....	15
3.2. AKILLI LİMAN DÖNÜŞÜMÜNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR .....	15
4. AKILLI LİMAN GÖSTERGELERİ .....	16
5. AKILLI LİMAN DÜNYA ÖRNEKLERİ .....	19
5.1. Rotterdam Limanı .....	19
5.2. Hamburg Limanı .....	20
5.3. Antwerp Limanı .....	20
5.4. Singapur Limanı .....	21
5.5. Göteborg Limanı .....	22
6. Örnek uygulamalar, Teknolojiler ve Sistemler .....	22
6.1. Sistemler .....	22
6.2. Örnek Geliştirilmiş Servisler .....	28
6.3. Olası çözüm ortakları .....	29
7. Akıllı Liman Gelişimi için Öneriler .....	30
Kaynakça.....	33



## 1. GİRİŞ

Bu rehberde akıllı liman kavramının tanımları yapılarak ve bileşenlerine değinerek akıllı liman kavramına açıklık getirilmiştir. Buna ek olarak akıllı liman uygulamasının olası faydalarından, uygulama adımlarından, Dünya örneklerinden bahsedilmiştir. Ve son olarak akıllı limanlarda kullanılan teknolojiler, sistemler, uygulamalar tanıtılmıştır.

## 2. AKILLI LİMAN

Akıllı liman, gelişen teknolojinin liman operasyonlarının optimize edilmesinde, daha verimli hale getirilmesinde, etkileşimli ve dinamik hizmetlere dönüştürülmesinde kullanılmasıdır (Gürsoy & Hatunoğlu, 2022). Akıllı limanlarda nesnelerin interneti, büyük veri, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılarak çevreci, otomatik ve robotik sistemler üretilmesiyle üretkenliğin ve verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır (Jun, Lee, & Choi, 2018). Akıllı limanlarda yükleme, demirleme, depolama, bakım-onarım gibi liman işlemleri kablosuz ağ bağlantıları, özel ağ bağlantıları ve nesnelerin interneti kullanılarak otomatik ve verimli hale getirilmektedir. Avrupa'da bulunan Rotterdam, Hamburg ve Antwerp limanları akıllı liman alanında önemli örneklerdir (Akgül & Gençer, 2017)

Akıllı limanların sahip olduğu ortak özellikler bulunmaktadır. Bu özellikleri aşağıdaki şekilde tanımlayabilir:

- Yüksek düzey teknolojik cihazlarla donatılmışlardır,
- Kullanılan teknolojiler, terminalerin iş profiline ve malları elleçleme türlerine uygundur,
- Liman yetkilileri, liman paydaşları ve çevresi gibi çeşitli kuruluşların entegrasyonudur, örn. bölge veya şehir
- Tam otomasyon için çalışır,
- Büyük miktarda veriyi yönetilir, analiz edilir, işlenir ve uygun şekilde kullanılır,
- Ekolojik çözümler uygular,
- Rekabet avantajı sağlarken aynı zamanda çevre ile de çalışır,
- Sağlanan hizmetlerin etkinliğini ve kalitesini artırır,
- Esnek ve değişikliklere açıktır (Karaş, 2020).

Akıllı limanları anlamak için kullanılabilecek üç başlık bulunmaktadır. Bunlardan ilki bilgi sistemleri bileşenleridir. Bilgi sistemleri bileşenlerini bilgi toplama aygıtları, veri merkezi, ağ ve iletişim ve otomasyon olmak üzere 4 başlık altında ele almak mümkündür.

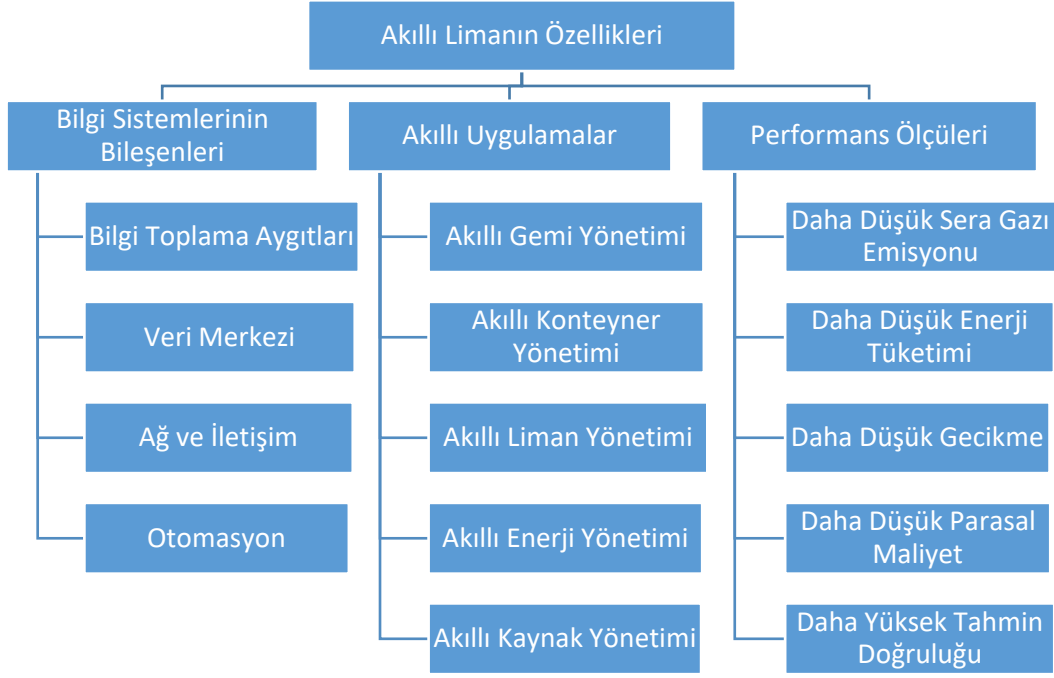


Bilgi toplama aygıtlarını inceleyecek olursak video kameralar, kameralar, sensörler, radyo frekansı tanımlama (RFID) etiketleri ve okuyucuları, barkodlar ve okuyucular ve yüz tanıma sistemleri gibi teknolojiler kullanılabilir. Veri merkezi, çok büyük miktarda veri ve bilgiyi gerçek zamanlı olarak depolamak, entegre etmek, işlemek ve analiz etmek için depolama ve bilgi işlem yetenekleri sağlar. Ağ oluşturma ve iletişim, kablosuz ve kablolu ağlar aracılığıyla heterojen ağ varlıkları (örneğin bilgi toplama araçları ve veri merkezi)ve paydaşlar (örneğin nakliye ve lojistik şirketleri, nakliye komisyoncuları ve emtia teftiş bürosu) arasında sorunsuz bağlantı sağlar. Otomasyon ise, öngörülemeyen ve dinamik bir ortamda büyük miktarda veri ve bilgiye dayalı olarak otomatik karar vermeyi mümkün kılar.

Akıllı limanları algılamada kullanılabilecek bir diğer başlık ise akıllı uygulamalardır. Akıllı limanda kullanılan akıllı uygulamaları 5 başlık altında toplamak mümkündür. Bu başlıklar akıllı gemi yönetimi, akıllı konteyner yönetimi, akıllı liman yönetimi, akıllı enerji yönetimi ve akıllı kaynak yönetimidir. Akıllı gemi yönetimi, limanlara varış dakikliğini iyileştirmek için limanların konumu ve trafik miktarına göre rota ve liman seçimleri de dahil olmak üzere gemileri yönetir. Dolayısıyla gemilerin maliyetli olabilecek bekleme ve hareketsiz kalma sürelerinin azaltılmasına yardımcı olur. Akıllı konteyner yönetim, konteynerlerin satın alınmasını, izlenmesini, taşınmasını, depolanmasını ve yeniden konumlandırılmasını ve ayrıca konteynerlerin bir gemiden diğerine aktarıldığı aktarma işlemlerini yönetir (Liu, Jula, Vukadinovic, & Ioannou, 2000). Bu, geminin bir limanda geçirdiği zamanı azaltır ve dolayısıyla lojistik hizmetleri optimize eder ve işletme maliyetini %10'a kadar azaltabilir (Jović, Kavran, Aksentijević, & Tijan, 2019). Konteynerlerin koşullarının (örn. sıcaklık) izlenmesine ve izlenmesine ve konteynerlerin yolculukları boyunca olan olaylarının uzaktan tespit edilmesine olanak tanır. Olaylara örnek olarak, kapıların beklenmedik/beklenen şekilde açılıp açılmadığı ve uygun/yanlış denetlenip denetlenmediği; sıcaklıkta dalgalanma olup olmadığı; kırılabilir malların titreşimi ve düşmesi gibi herhangi bir acil durum olup olmadığı; ve herhangi bir yangın veya sele maruz kalıp kalmadığı. Olay bilgileri (ör. olayın yeri ve zamanı) izlenebilir ve izlenebilir ve gerekli işlemler (ör. paydaşlara uyarı mesajları göndermek) anında alınabilir. Akıllı liman yönetimi, emtia denetimi, gümrükleme, nakliye planlaması, prosedürler ve uygulamalar (örneğin aktarma, ticaret lisansı ve ayrıca ithalat ve ihracat izinleri), müşteri hizmetleri, piyasa bilgileri alışverişi ve sigorta provizyonu gibi liman hizmetlerini optimize eder. Akıllı enerji yönetimi, liman terminali, tersane ve ofis alanlarındaki operasyonel altyapıların neden olduğu sabit enerji tüketiminin yanı sıra, ekipman ve altyapıların neden olduğu gibi liman faaliyet düzeyi ile artan değişken enerji tüketimini azaltır. Akıllı kaynak yönetimi, zaman ve maliyet açısından kaynak tedarikini ve tahsisini optimize etmek amacıyla tıkanıklığı azaltmak ve tıkanıklık kaynaklarını belirlemek için ekipman ve altyapılar (örn. konteynir kamyonları, forkliftler, asma



köprü ve vinçler) dahil olmak üzere kaynakları planlar ve tahsis eder. Bu, kaynak israfını ve bekleme ve hareketsiz kalma sürelerini azaltmaya yardımcı olur.



Kaynak 1 (Yau, Peng, Qadir, Low, & Ling, 2020)

## 2.1. AKILLI LİMANIN FAYDALARI

Akıllı limanların sağladığı birçok fayda bulunmaktadır. Bu faydalara genel olarak bakacak olursak (Demircioğlu, 2019) (DeChant,2019):

- Gerçek zamanlı rota optimizasyonu,
- Kaynak kullanımında akıllı tahmin,
- Sipariş tahmini ile lokasyon optimizasyonu,
- Tedarik zinciri risk yönetimi,
- Araç ve ekipman risk planlaması,
- Müşteri deneyim kalitesinin artırılması,
- Akıllı limandaki konteynerlerin otomatik olarak tanımlanması ve tespit edilmesi,
- Limanların elleçleme kapasitesini artırması,
- Otomasyonla kaza riskinin minimize edilmesi,
- Yükleme ve boşaltma sürelerinin azalması ve kargolara daha hızlı cevap verilmesi,
- Yüksek gelir kazanımı,



- Limanların sanal versiyonunun oluşturulmasıyla karar vermenin ve problem çözmenin geliştirilmesi,
- Gerçeğe zamanlı bilgilerin kullanılmasıyla tahmine dayalı planlamanın desteklemesi,
- Yapay zekayla güvenlik kontrolleri ve diğer otomatik süreçlerin gelişmesi,
- Artırılmış gerçeklik sayesinde gemilerdeki bakımı izleme ve parçaların ne zaman bozulabileceğini tahmin etme potansiyeline sahip olmak,
- 5G teknolojisiyle hızlı ve yüksek bant genişliği iletişiminin sağlanması,
- Tam zamanlı çalışma sistemlerinin devreye girmesi ile gemilerin limana varmak için en uygun çalışma hızını sürdürmelerini sağlar.
- GPS tabanlı sistemler sayesinde trafik izlemesinin kolaylaştırılması,
- Limanlarda gerçekleşen ihracat, ithalat, ticaret, gümrük gibi izinler ve işlemlerin belge takibinin kolaylaşması,
- İntermodal trafik kontrol verimliliğinin sağlanması,
- Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır.

Akıllı limanların görüldüğü üzere birçok faydası bulunmaktadır. (Sinay, 2021) ise akıllı limanın faydalarını 4 başlık altında toplamaktadır:

- Liman altyapısından yararlanma oranının artması
- Çevresel performansın iyileşmesi
- Lojistik verimliliğinin artması
- Hinterlandlarla ilişkinin artması

Akıllı Liman uygulamaları birçok teknolojik çözümü ve faydayı da yanında getirir. Geleneksel liman uygulamalarından birçok alanda ayrılmaktadır. Aşağıdaki tabloda geleneksel liman ile akıllı liman arasındaki farklar belli başlıklar altında gösterilmiştir.

Geleneksel ve Akıllı Liman Arasındaki Karşılaştırmalar		
Karakterleri	Geleneksel Liman	Akıllı Liman
Operasyon konuları	İnsan ve makineler	Otomatik sistemler ve ekipmanlar
Rıhtım operasyonları	Rıhtım vinçleri	Yarı otomatik /otomatik rıhtım vinçleri
Yatay taşıma	Konteyner kamyonları Liman istif taşıyıcısı	Konteyner kamyonları liman istif taşıyıcısı Otomatik Güdümlü Araçlar



<b>Bahçe operasyonları</b>	Lastik tekerlekli portal vinçler	Otomatik raylı portal vinçler
<b>Operasyon verimliliği</b>	Emek bazlı operasyon Sınırlı verimlilik Düşük sevk verimliliği	Teknikler/bilgiye dayalı operasyon Yüksek otomasyon ve zeka Yüksek ve geliştirilebilir verimlilik Akıllı ve koordineli sevkiyat
<b>Ekonomik verim</b>	Düşük inşaat maliyetleri Düşük bakım maliyetleri Yüksek işçilik maliyetleri Yüksek nakliye maliyetleri Düşük ekonomik faydalar	Yüksek inşaat maliyetleri Yüksek bakım maliyetleri Düşük işçilik maliyetleri Düşük nakliye maliyetleri Yüksek ekonomik faydalar
<b>Güvenlik denetimi ve kontrolü</b>	Düşük güvenilirlik Yavaş yanıt Yüksek işçilik maliyeti	Yüksek zeka Yüksek güvenilirlik Hızlı cevap Daha güvenli
<b>Çevresel koruma</b>	Yüksek enerji tüketimi Ağır kirlilik	Sürdürülebilir kalkınma Düşük enerji tüketimi Az kirlilik
<b>Sürdürülebilirlik</b>	Yok	Var

- *Kaynak 2 (Yang, ve diğerleri, 2018)*

## 2.2. Akıllı Limanın Özellikleri

Akıllı Limanların temel bileşenlerini 3 başlık altında toplamak mümkündür:

- Akıllı Altyapı
  - Sensör dağıtımı
  - Bulut bilgi işlem hizmetleri
  - Nesnelerin interneti
  - Platformlar
  - İş analitiği
  - Akıllı altyapı
- Akıllı Trafik Akışı
  - Otomatik kapı sistemi





- Akıllı ulaşım sistemi (Intelligent transportation system - ITS)
- AGV, su droneleri, kamyonlar ve gemi trafiği yönetimi ve planlaması
- Akıllı konteyner raf sistemi
- Coğrafi bilgi sistemi (Geographic information system - GIS)
- Akıllı Lojistik
  - Küresel liman lojistik sistemi
  - Port topluluk ağı
  - Akıllı enerji yönetimi dahil yeşil liman girişimleri
  - Kağıtsız dokümantasyon ve gümrük süreci

Akıllı altyapı, otomatik liman operasyonları için gerekli olan dijital teknolojinin üretkenliğini ve kullanımını artırmayı hedefliyor. Akıllı trafik akışları hareketli varlıkların liman ve hinterland bölgelerinde kesintisiz ve verimli akışını sağlar. Otonom araçların detaylandırılması, limanda kesintisiz trafik akışına izin verecektir. Otonom cihazların kullanımı sayesinde araç manevrası daha az risk oluşturmaktadır. Özellikle, akıllı ulaşım sistemleri tarafından tamamlanan otonom araç operasyonları, yalnızca liman trafik akışlarını yumuşatmakla kalmaz, aynı zamanda akıllı ulaşım sistemlerinin trafik sıklığı ve araç çarpışmasını önleme yeteneği sayesinde trafik güvenliğini de iyileştirir. Ayrıca, aquadronelar su üzerinde yüzen döküntüleri ve çöpleri toplamak için kullanılabilir ve böylece balıklara ve kuşlara zarar vermeden liman kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olur. Akıllı lojistik, liman paydaşları arasındaki iletişimi kolaylaştırırken, öncelikle konteynerlerin insansız (otonom) vinçler ve ekipmanlar aracılığıyla otomatik hareketini ve elleçlenmesini destekler (Kersey, 1996).

### 2.3. Akıllı Liman Faaliyet Alanları

Akıllı limanların faaliyet alanlarını operasyonlar, çevre, enerji ve emniyet ve güvenlik olmak üzere 4 ana grup altında toplamak mümkündür.

#### 2.3.1. Operasyonlar

Limanelar, konteyner gemileri, yolcu gemileri, tankerler, Ro-Ro gemileri, otomobil taşıyıcıları, dökme yük gemileri ve frigorifik gemiler (soğutuculu gemiler) dahil olmak üzere farklı türde gemileri alır. Limanın ana faaliyeti, bu gemileri yükleyip boşaltmak ve yükün depolara veya diğer varış noktalarına taşınması sürecini yönetmektir. Akıllı liman, liman operasyonlarının üretkenliğini artırmak ve ilgili maliyetleri en aza indirmek için yenilikçi ve verimli yönetim modellerini benimsemenin yanı sıra teknolojilerden de yararlanır. Akıllı liman operasyonlarının alt alanları üretkenlik, otomasyon ve akıllı altyapıyı içerir.



### *Verimlilik*

Bir liman operasyonunun üretkenliği yedi alanda üretkenliğin ölçülmesiyle değerlendirilebilir: rıhtım üretkenliği, altyapı üretkenliği, arazi üretkenliği, büyük gemileri kabul etme kapasitesi, maksimum kapasitenin boyutu ve kullanımı, intermodalite düzeyi ve limana uğrayan hatlar (PORT, 2016).

### *Otomasyon*

Otomatikleştirilmiş makineler, limanlardaki insan işgücünün yerini alabilir ve mevcut insan hatalarını, güvenlik sorunlarını, liman sıkışıklıklarını ve geri dönüş sürelerini azaltmanın yanı sıra operasyon verimliliğini artırabilir (PORT, 2016).

### *Akıllı Altyapı*

Limanlardaki akıllı altyapı (hem donanım hem de yazılım), gerçek zamanlı veri toplama, işleme ve paylaşma yoluyla verimliliği ve sürdürülebilirliği artırabilir. Hem gemilerin hem de hinterlandın ulaşım araçlarının trafik akışı, hareketli köprülerin kapanma süreleri ve diğer altyapı bilgileri, konteyner terminallerindeki ve diğer büyük operasyonlardaki durum ve park tesislerine ilişkin bilgiler liman kullanıcılarına açık olmalıdır. Bu bilgilerin hızlı ve kolay akışı, liman yetkilileri ve liman müşterilerinin akıllı ve iyi bilgilendirilmiş kararlar vermesini kolaylaştırır. Bu da sonuçta artan üretkenlik, daha az maliyet, liman için yüksek pazar rekabeti yeteneği, daha az emisyon, enerji verimliliği ve yeşil lojistik getiriyor. Mevcut akıllı limanın en iyi uygulamalarına atıfta bulunarak, limanlarda uygulanan akıllı altyapılar şunlardır: sensörler, GPS/ DGPS, RFID/OCR/LPR, GNSS, DGNSS, TOS,Bluetooth, WLAN, mobil cihazlar, Bulut, liman topluluk sistemleri, liman izleme sistemi, liman yolu yönetim sistemi, akıllı demiryolu, akıllı bakım, gemi trafik yönetimi, park yeri yönetimi ve kapı yönetimi.

## 2.3.2. Çevre

### *Çevre Yönetim Sistemleri*

Çevresel yönetim sistemleri (ÇYS), kuruluşların çevresel performanslarını geliştirmelerine yardımcı olan araçlardır. Liman operasyonlarının çevresel etkilerinin gözlemlenmesi ve kontrol edilmesini kapsar. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO), bir Çevre yönetim sistemleri için en sık kullanılan çerçeve olan ISO 14001 standardını geliştirmiştir. ISO 14001'e göre, bir Çevre yönetim sistemlerinin beş ana aşaması şu şekildedir: taahhüt ve politika, planlama, uygulama, değerlendirme ve gözden (Learn About En-vironmental Management Systems, 2016).

### *Hava Emisyonu Kontrolü*

Emisyonları azaltmak için gemiler ve kara ulaşım araçları ithalatlarında alternatif yakıtlar ve sıfır emisyon teknolojilerinin uygulanması gibi birçok çözüm bulunmaktadır. Liman faaliyetlerinden kaynaklanan başlıca hava kirleticileri CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Partikül Madde(P M<sub>2.5</sub> ve P M<sub>10</sub>), HC, CO ve



VOC'dir. Hava kirliliği doğal çevreye zarar vermekte, insan sağlığına ve diğer canlı türlerine zarar verebilmektedir (Corbett, ve diğerleri, 2007).

#### *Gürültü kirliliği azaltma*

Limanlardaki gürültü kirliliği, feribotlar, gemiler, endüstriyel faaliyetler, tersane faaliyetleri ve yardımcı hizmetlerden kaynaklanmaktadır. Bu gürültü kirliliği, doğal eko-sistemi ve kentsel nüfusu olumsuz etkileyebilir (Schenone, Pittaluga, Borelli, Kamali, & Moghrabi, 2016)

#### *Atık Yönetimi*

Gemi kaynaklı atıkların sınıflandırılması, IMO tarafından MARPOL73/78 Sözleşmesinde belirlenmiştir. Bu sözleşmeye göre, gemiler tarafından altı ana atık türü üretilmektedir: yağlı atıklar, dökme kimyasal atıklar, zararlı maddeler, ambalajlı form, kanalizasyon ve çöp. Aynı kategoriler, liman kaynaklı atıkların gruplanması için de düşünülebilir (Olson, 1994). İşleme, geri dönüşüm, kabul ve standart miktarlara indigeme için eylem planları tasarlanmadığı takdirde, bahsedilen atık türlerinin her birinin çevreye zararlı etkileri olabilir (Olson, 1994).

#### *Su Yönetimi*

Liman faaliyetlerinden kaynaklanan atık su, en önemli çevresel sorunlardan biridir çünkü deniz limanları genellikle yerleşim yerlerinin veya çevreye duyarlı konumların yakınında bulunmaktadır. Sudaki kirletici miktarını azaltmak için atık su değerlendirme ve azaltma yöntemleri uygulanmalıdır.

### **2.3.3. Enerji**

Liman ve lojistiği, büyük enerji tüketicileridir. Limanların gelişmesi, deniz taşımacılığına olan talebin artması ve limanlardaki endüstriyel faaliyetlerin artmasıyla birlikte enerjiye olan talep daha da artmaktadır. Akıllı liman, enerji kaynaklarının kısıtlılığını ve liman bütçesini dikkate alarak, enerji tüketimini azaltacak yaklaşımları dikkate almalıdır. Ayrıca hem emisyonları azaltmak hem de enerji kaynakları açısından bağımsız hale gelmek için yenilenebilir enerjilerin kullanılmasını önerilmektedir (Rotterdam Limanı, 2016).

#### *Verimli Enerji Tüketimi*

Süreçlerin ve ekipmanların daha az enerji gerektirecek ve enerji kayıplarını önleyecek şekilde iyileştirilmesi, daha verimli enerji tüketimi ve daha düşük maliyetler sağlar.

#### *Yenilenebilir Kaynakların Üretimi ve Kullanımı*

Limanlarda yenilenebilir enerji uygulama olanakları çok fazladır. Bu, liman enerji talebinin kısmen veya tamamen karşılanmasına yardımcı olur. Limanlarda geliştirilebilecek yenilenebilir enerji kaynakları, rüzgar teknolojisi (kıydan açıkta veya elektrikli vinçler ve forkliftler için terminal alanına kurulu), küçük



rüzgar (ofislerin, garaj tesislerinin ve elektrikli araçların enerji talebini karşılamak için binalara dahil edilir), fotovoltaik teknoloji (ofislerin, garaj tesislerinin ve elektrikli araçların enerji talebini karşılamak için binalara dahil edilmiştir), biyodizel (dahili filoya yakıt sağlamak için) ve denizcilik teknolojileri (elektrikli vinçler ve forkliftler için dalga ve gelgit enerjisinin elektriğe dönüştürülmesi) (PORT, 2016).

### *Enerji Yönetimi*

Enerji yönetim sistemleri, limanlara enerji performansında sürekli iyileştirme sağlamak için sistematik bir yaklaşım sağlar. Bu bağlamda, enerji yönetim sistemleri için uluslararası bir standart olan ISO 50001, bir enerji yönetim sisteminin tasarlanması, uygulanması, sürdürülmesi ve geliştirilmesi için gereksinimleri belirtir. ISO 50001'in uygulanması, enerji performansının iyileştirilmesine ve enerji maliyetlerinin düşürülmesine neden olabilir (Uluslararası Denizcilik Organizasyonu, 2016). Limanlar, enerji yönetim sistemlerine ek olarak, farklı faaliyetlerin enerji tüketimini sürekli izleyerek ve kontrol ederek enerji tüketimini optimize edebilir. Limandaki entegre bir bilgi işleme ve görselleştirme sistemi bu amaca ulaşmada yardımcı olur.

#### **2.3.4. Emniyet ve Güvenlik**

Limanlar, faydalar, liman itibarı ve operasyonların verimliliği açısından potansiyel olarak kayba neden olabilecek çeşitli emniyet ve güvenlik sorunlarına karşı savunmasızdır (Fabiano, Currò, Reverberi, & Pastorin, 2010). Teröristlerin doğrudan saldırıları, limanların silahların hareketi için bir kanal olarak kullanılması, doğal afetler ve liman faaliyetlerinde emniyet ve güvenlikle ilgili doğal riskler bu alanda öne çıkan konulardır (Altiok, 2011). Örneğin, limanlar hem yüksek sıklıkta düşük şiddette olaylara (mesleki risk) hem de düşük sıklıkta yüksek şiddette olaylara (büyük kaza riski) maruz (Vairo, Quagliati, Giudice, Barbucci, & Fabiano, 2017). Akıllı liman, herhangi bir güvenlik sorununu tespit etmek, liman hazırlığını artırmak ve dayanıklılığını artırmak için düzenlemeler, standartlar, çalışan eğitimi, tesislerin periyodik kontrolü, risk değerlendirmesi, uygun tasarımlar ve izleme sistemleri gibi çözümler kullanır. Bu anlamda genel liman performansı, liman emniyet yönetim sistemlerini, güvenlik yönetim sistemlerini ve entegre izleme ve optimizasyon sistemlerini keşfederek ölçülebilir.

### *Güvenlik Yönetim Sistemleri*

Emniyet Yönetim Sistemi (Safety Management System - SMS), emniyet risklerini yönetmek için sistematik ve kapsamlı bir süreçtir ve politika, organizasyon, tasarım, uygulama, değerlendirme ve iyileştirmeden oluşur. Sistem ayrıca kılavuzlar, eğitim ve standartlar içerir. Emniyet yönetim sistemi, liman faaliyetleri ve gemi operasyonları için geçerlidir.



### *Güvenlik Yönetim Sistemleri*

Güvenlik yönetim sistemleri, limana yönelik potansiyel tehditleri tanımlar ve güvenlik risklerini etkin bir şekilde ele almak için uygun eylemleri oluşturur, uygular, izler, gözden geçirir ve sürdürür. Bir güvenlik yönetim sisteminin uygulanması, tehlike karşısında dayanıklılık ve maliyet ve kayıp açısından optimizasyon sağlayacaktır. Limanların hem varlıklarını hem de olası dış ve iç tehditleri tanımlaması, risk analizi ve risk yönetimi yapması, çalışanların hazırlık ve farkındalık düzeylerini artırması gerekiyor. Bu arada, güncel bir güvenlik yönetim sistemine sahip olmak için sürekli izleme ve politika değerlendirmesi gereklidir.

### *Entegre İzleme ve Optimizasyon Sistemleri*

En son yazılım ve donanıma dayalı entegre bir izleme ve optimizasyon sisteminin kurulması, liman bölgesinde güvenliği ve emniyeti artırır. Bu, temel olarak kameralar, kablosuz teknoloji, sensörler, RFID etiketleri gibi bağlantı donanımlarını ve veri toplama, görselleştirme, analiz ve optimizasyon yazılımlarını içerir. Verilerin saklanması ve analiz edilmesi çeşitli faydalar sağlar: farklı liman sektörleri arasında gerçek zamanlı bilgi paylaşımı, önleyici eylemlerin belirlenmesi, artan hazırlık, öngörülemez olaylar karşısında etkili karar verme ve dolayısıyla liman operasyonlarının dayanıklılığı.

## **3. AKILLI LİMAN DÖNÜŞÜM ADIMLARI**

Limanın akıllı olmasının birçok faydası olduğu görülmektedir. Limanları akıllılaştırmak için kullanılan birçok farklı teknolojiler ve uygulamalar bulunmaktadır. Akıllı liman oluşturulması aşamasında liman yönetimleri zorluk çekmektedir çünkü akıllı limana geçiş sürecinde atılacak adımlar konusunda sıkıntı çekmektedirler. Sinay (2020), akıllı liman geçiş sürecini kolaylaştırmak için 5 adım belirlemiştir. Bu adımlar:

### **3.1.1. Birinci Adım: Seçilmiş Yönetim Alanları için Envanter**

Bir Akıllı Liman planını benimsemek için limanlar, tüm varlıkların ve verilerin bir envanterini çıkarmalı, Akıllı Liman olgunluk seviyelerini belirlemeli, yönetim alanlarına göre stratejilerini belirlemeli, iş ve çevre hedeflerini seçmeli ve bu hedeflere ulaşılmasını sağlamalıdır. Limanlar envanter analizlerini şu 10 yönetim alanına göre yapabilirler (grafik aşağıda gösterilmiştir): (1) yenilik yönetimi, (2) teknolojik gelişme, (3) emniyet ve güvenlik, (4) çevre yönetimi, (5) lojistik ve hinterlandı geliştirme, (6) operasyon yönetimi, (7) küme yönetimi, (8) idari yönetim, (9) ticaret yönetimi ve (10) insan yönetimi.



### 3.1.2. İkinci Adım: Akıllı Bağlantı Noktası Olgunluk Düzeyini Belirleyin

Alınan envanter analizi, limanların Smart Port durumlarını ve olgunluk sürecinde nerede olduklarını analiz etmelerini sağlar. Envanter alırken limanlar, dört Akıllı Port olgunluk düzeyine göre olgunluk düzeylerini belirler. Akıllı liman olgunluğunun dört seviyesi bulunmaktadır:

#### 1. Organizasyon Düzeyi

Bu, bir bağlantı noktasının dahili bir dijital dönüşüm sürecinde olduğu anlamına gelir. Bu olgunluk seviyesinde bir liman, liman uygulamalarını ve operasyonlarını daha verimli ve daha az maliyetli hale getirmek için kuruluş başına teknolojileri ve dijital dönüşümleri benimsiyor. Bununla birlikte, bu olgunluk seviyesi, birçok sistemin hala manuel olduğunu ve güvenlik iyileştirmesine ihtiyaç duyduğunu aynı şekilde gösterir. Bu aşamada, birçok sistem hala verimsizdir.

#### 2. Liman Bağlantı Seviyesi

Bağlantı noktasına bağlı bir düzeyde, bağlantı noktaları dijitalleştirilmekte olan ayrı organizasyonlardan, bağlanmakta olan tüm liman tesisine doğru ilerlemektedir. Limanlar, farklı taraflar arasında otomatik süreçlere sahip olmaya başlar. İki ana liman paydaşı olan liman yetkilileri ve terminal operatörleri, sistematik olarak manuel evrak işleri, süreçler ve güvenlik için çevrimiçi bir sistemi benimsemeye başladıkları için bu düzeyde daha fazla etkilenmektedir. Örneğin gemiler geldiğinde evrak yerine verilerini dijital bir platformda dolduruyorlar. Bu nedenle, bu güvenlik ve güvenlik süreçlerini kolaylaştırır.

#### 3. Liman Topluluğu Seviyesi

Bu seviyede, bir liman birbirine bağlı bir lojistik merkez haline gelir. Bu seviye limanları, çevredeki toplulukları ve yetkilileri birbirine bağlar. Bilgi birbirine bağlanır ve kuruluşlar artık bilgi silolarında çalışmazlar. Platformlar ve prosedürler, bilgi paylaşımının tutarlı olması ve yetkililer tarafından prosedürel hatalar yapılmaması için standartlaştırılır. Bu aşamadaki bilgiler, tekrarların önlenmesi için farklı aktörler arasında paylaşılır.

#### 4. Hiper Bağlantılı Liman Seviyesi

Bu, Akıllı Liman olgunluğunun en yüksek seviyesidir. Bu seviyede, tüm aktörler birbirine bağlıdır ve her organizasyonun iş hedefleri verimli bir şekilde karşılanır. Tüm ortam esas olarak dijitalleştirilmiş ve sanallaştırılmıştır. Bu aşamada Yapay Zeka, Dijital İkizler (Rotterdam Limanı'ndaki gibi), Büyük Veri, blockchain, IoT ve 5G ağları gibi teknolojiler mevcuttur. Sadece bu da değil, limanın çevre ve topluluk üzerindeki etkisi de dikkate alınır. Bu aşamada, bireysel liman organizasyonları dijitalleştirilir ve birbirine bağlı bir Akıllı Liman olmak için topluluk ve dış aktörlerle birlikte çalışmanın bir yolunu bulurlar.



### 3.1.3. Üçüncü Adım: Olgunluk Düzeylerine ve Yönetim Alanlarına Dayalı Strateji Geliştirin

Olgunluk düzeyi belirlendikten sonra, bir strateji geliştirilmelidir .

*0 seviyesindeyse* , uluslararası bir Akıllı Liman stratejisi geliştirmeden önce bir bağlantı noktası kuruluş tarafından dahili olarak başladığını kabul etmelidir.

*1. seviyedeysse* , bireysel kuruluşlar kendi dışında çalışmaya başlamadan önce operasyonları nasıl dijitalleştirebileceklerine odaklanıyordu.

*2. seviyedeysse* , liman sistemleri otomatikleşmeye başlamıştır, ancak bireysel düzeydedir.

*3. seviyede ise* , liman süreçlerine entegre sistemler uygulanmaya başlanmıştır ve hinterlandı ve çevre toplulukları ile bağlantı kurmaya başlamıştır.

*Son olarak, 4. seviyede* tanımlanırsa , liman akıllıdır ve zaten birçok türde tümleşik sistem ve çözüm kullanılarak bağlantılıdır.. Bu seviyede bir liman o kadar yüksek bir olgunluğa sahiptir ki, bir inovasyon inkübatörü ile yeniliklere öncülük edebilir ve liman işbirliği ve ortaklıkları ile diğer limanlara Akıllı Liman geçişinde yardımcı olabilir. Bir kez en yüksek olgunluk seviyesine ulaşan bir Akıllı Port, sürekli olarak gelişmeye devam eder.

Pek çok farklı strateji mevcuttur ve farklı limanların gerçekleştirmek istedikleri farklı girişimler olacaktır. Limanlar, operasyonları ve çevresel etkilerini iyileştirmek için acı noktalarını, değer kaybının olduğu yerleri ve hangi teknolojileri ve çözümleri uygulamak istediklerini belirlemelidir.

### 3.1.4. Dördüncü Adım: Stratejiyi Uygulayın

Bir strateji geliştirildikten ve limanlar Akıllı Liman hedeflerinin ne olduğunu öğrendikten sonra, onu uygulamaya başlayabilirler.

Bir Akıllı Liman stratejisi, mevcut tüm liman altyapısını verimli bir şekilde kullanmaya, limanları çevredeki topluluklar ve hinterlandıyla bağlamaya, lojistiği iyileştirmeye, şeffaflık oluşturmaya, enerji tasarrufu sağlamaya ve çevreye yardımcı olmaya yardımcı olabilir.

Limanlar, strateji uygulamasını izlemek için hedeflerini belirler ve bunları ölçmek için temel performans göstergeleri (KPI'lar) oluşturur. Hedefler normalde dört bakış açısıyla tanımlanır: operasyonlar, çevre, enerji ve emniyet ve güvenlik. Bu perspektiflerin her biri için göstergeler ve hedefler oluşturulur.

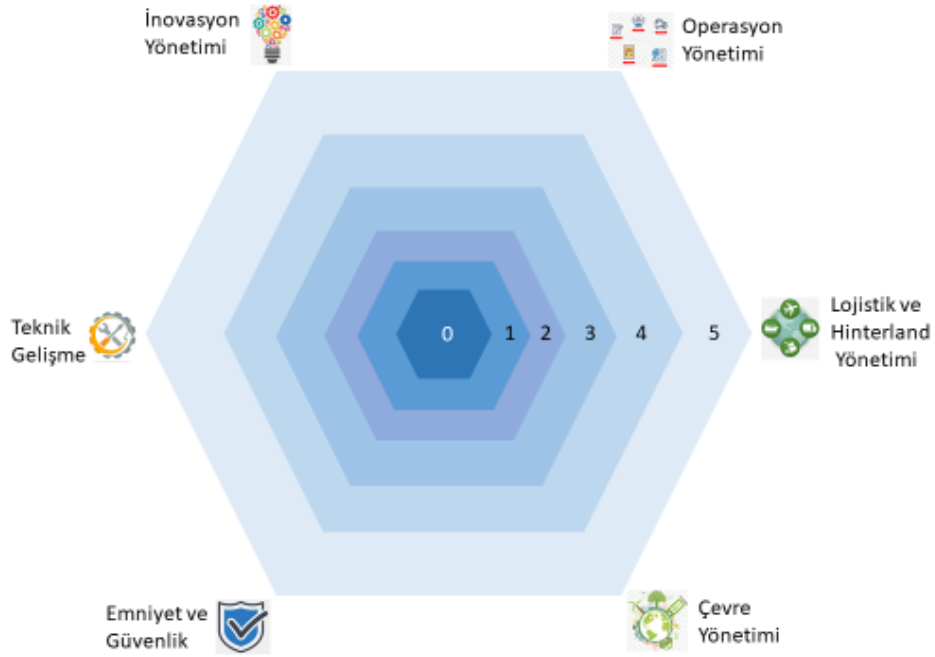


### 3.1.5. Beşinci Adım: Strateji Hedeflerine Ulaşıldığından Emin Olun

Hedefleri takip ederek strateji hedeflerine ulaşıldığından emin olun. Limanların hedefleri sürekli olarak ölçmesi ve iyileştirmesi için her zaman geri bildirim verilir.

Bu süreç, temelde, seçilen Akıllı Liman stratejisinin planlanmasını sağlamak için bir izleme sürecidir. Zamanla limanlar, seçtikleri stratejinin rekabet avantajlarına nasıl yardımcı olduğunu belirleyebilecekler.

Aşağıdaki şekil, bir Akıllı Liman stratejisi geliştirebileceğimiz altı Akıllı Liman yönetim alanını temel olarak bağlantı noktalarını nasıl ölçtüğümüzü göstermektedir. Limanlar, her alan için olgunluk düzeylerini derecelendirmek için bu diyagramı kullanabilir. Tarafsız bir değerlendirme için bu derecelendirme aynı limanın birçok aktörü tarafından yapılmalıdır.



Mevcut bir Akıllı Liman stratejisi olmayan bir bağlantı noktası, seviye 0 olarak derecelendirilirken, hiper bağlantılı bir Akıllı Bağlantı Noktası, her bir yönetim alanı bölümünde dördüncü seviye olarak derecelendirilir.

### 3.2. AKILLI LİMAN DÖNÜŞÜMÜNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Akıllı liman dönüşümünde karşılaşılan bazı zorluklar bulunmaktadır. Yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde benzer zorluklar göze çarpmaktadır ve bu zorluklar;





- Endüstri 4.0 kavramının yeterince anlaşılmamış olması
- Ülkedeki örnek uygulamaların yetersizliği
- Standartların belirsizliği ve eksikliği
- Yasal düzenlemelerin yetersizliği
- Yatırım ve uygulama maliyeti yüksek olması
- Entegrasyon ve uyumlulukta yaşanan sorunlar
- Güvenlik açıklarının oluşma ihtimali
- Gizlilik konusundaki endişelerin olması
- İnternet kapsamı ve bilgi teknolojileri altyapısı yetersizliği
- Kalifiye işgücünün eksikliği
- Yönetimsel ve teknolojik değişimlere hazır olmama olarak sıralanabilir (Çalışkan, 2020)

#### 4. AKILLI LİMAN GÖSTERGELERİ

Akıllı limanları anlamak için belirlenen bir diğer başlık akıllı liman göstergeleridir. Akıllı limanın performansının ölçülebilmesi, o limanın verimliliğini belirlemem açısından önemlidir. Bunun için belirlenmiş 5 ana gösterge bulunmaktadır. Bu göstergeler:

- Yılda (ton cinsinde) azaltılmış sera gazı emisyonu,
- Enerji tüketimindeki düşüş, mevcut enerji miktarını (MWh cinsinde) arttırmak, üretilen kullanılabilir enerjiyi miktarındaki artış,
- Daha düşük gecikme, veritabanına erişim gecikmesindeki ve konteyner kodlarının tanınmasında ortaya çıkan işlem gecikmesininin azalması,
- Daha düşük parasal maliyetle enerji birimi başına (MWh cinsinden) maliyeti düşürürken aynı zamanda tahmini yatırım maliyetinin de (örneğin, ekipman ve altyapı sayısı ve maliyeti) azalması,
- Daha yüksek tahmin doğruluğu, gemi konumları, ekipman konumları, mesafe, konteyner kodlarının tanınması ve tersane römorkları gibi ekipmanların yörüngesinin tahmin edilmesindeki başarı oranını artmasıdır.

Akıllı limanların performansını ve başarısını ölçümlemek için bazı göstergeler belirlenmiştir. Bu göstergeler 4 başlık altında toplanmıştır ve aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir (González, González-Cancelas, Serrano, & Orive, 2020).



	Göstergeler		Ölçüm Değişkenleri
<b>Operasyonel Ekonomik</b>	Yerleştirme Verimliliği	Hattı	Tonlarca işletilen mal/doğrusal metre rıhtım. Çalıştırılan TEU sayısı/konteyner iskelesinin lineer metresi
	Depolama kapasitesinin kullanımı		Ticari faaliyette bulunan tonlarca/toplam ticari liman alanı İşletilen TEU sayısı/konteyner ticari liman alanı
	Entegre dijital mal yönetimi		Mal izlenebilirliği, entegre terazi, doğrulanmış ağırlığın dijital ön beyanı, mal ve atık beyanı gibi açık dijital mal yönetim sistemlerinin varlığı. (RFID, OCR, GNSS vb.)
	Büyük gemilerin alım kapasitesi		14,5 metreden fazla drafta sahip rıhtımlar ve 250 metreden fazla yanaşma için rıhtımlar
	Karasal bağlantı		Liman terminalinde 1 km'den az yüksek kapasiteli yol ve demiryolu ile bağlantı
	Hava bağlantısı		25 km'den daha kısa mesafede yılda 5 milyondan fazla yolcunun bulunduğu uluslararası havaalanları
	Mekanik sistem otomasyon derecesi		Limanın en otomatik terminalinin bulunduğu otomasyon sürecinin aşaması, otomatik malların iç ve dış hareketi için rıhtım vinçleri, veranda sundurmaları ve ekipmanların yüzdesine göre
	Intermodalite derecesi		<ul style="list-style-type: none"><li>• Ro-Ro tarafından taşınan malların yüzdesi/toplam mal trafiği</li><li>• Demiryolu ile taşınan malların yüzdesi/toplam mal trafiği</li><li>• Limanda aktif Deniz Karayollarının varlığı</li></ul>
<b>Sosyal</b>	Vatandaşlık kabulü için endişe		Vatandaşa anket veya soruşturma sistemi
	İşçi güvenliği		<ul style="list-style-type: none"><li>• OHSAS 18.001 sertifikası</li><li>• Kaza Sıklık Göstergesi</li><li>• Kaza şiddeti göstergesi</li></ul> Kardiyo korumalı alan olarak listelenen bağlantı noktası
	Erişim güvenliğinin dijitalleştirilmesi		Otomatik plaka okuma sistemleri, kameralar gibi donanım bağlantısı, kablosuz teknoloji, sensörler, RFID etiketleri ve veri toplama yazılımı gibi dijitalleştirme ve erişim otomasyonu
	İşçi Eğitimi		Hem işgücünün içinde hem de dışında çalışan başına yılda ortalama eğitim saati
	Emeğin kapsayıcılığı ve işgücünde eşitlik		Kadın çalışanların toplam çalışanlar içindeki yüzdesi 30 yaş altı çalışanların toplam çalışan yüzdesi 50 yaş üstü çalışanların toplam çalışanların yüzdesi derecesinden daha fazla engelli olan işçilerin yüzdesi Toplam çalışanların %33'ü
	Engelli kullanıcılar için bağlantı noktasına erişilebilirlik		Bir dereceye kadar engelli kişilerin erişilebilirliğini garanti altına almak için liman otoritesinin özel planları
	Müşteri ile dijital etkileşim		Dijital liman müşteri hizmetleri ve şikayet toplama sistemleri
<b>Politik ve Kurumsal</b>	Yönetim şeffaflığı		İmtiyaz süreçleri, online formlar, duyurular, liman ekonomik verileri ve yatırımlar hakkında şeffaf bilgi sunan açık veri sistemine sahip dijital platformlar



	Uygulanan Sistemleri	Yönetim	ISO 9001 Belgelendirmesi ve EFQM Belgelendirmesi
	Navigasyon Sistemleri	Yardım	Hava ve hizmet koşulları tahmini, dalga ölçüm sistemleri, gelgit kontrolü, işaretlerin varlığı için dijital istasyon sayısı
	Ev sahibi modellerine uyarlama		İmtiyaz alanı/olası imtiyaz alanı
	Tam gemi hizmetleri	yardım	MARPOL (Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi) Tedarik, İkmal, Onarım ve Atık Yönetimi
	Edinilen bilginin aktarımı	aktif	ECOPOINTS, ESPO, RETE ve IAPH'ye ait bilginin
	Özel operatörlerde verimlilik artışı		Hizmet kalitesi primi alan özel işletmecisi sayısı
	Gümrük işlemleri dijitalleştirme		Tek gümrük penceresi (SCW)
<b>Çevresel</b>	Su kalitesi		Su kalitesi önlemlerinin uygulanması: ROM 5.1, Sanitasyon ağında iyileştirmeler, Düzenleyici izinler için tavizlerin takibi, Akış yönetiminde iyileştirmeler
	Çevresel Sistemleri	Yönetim	Uluslararası standartlarda (EMAS III ve ISO 14001) sertifikalı Çevre Yönetimi, PERS üyesi
	Sürdürülebilir yönetim	atık	Transfer merkezleri, İmtiyazların periyodik takibi, Temiz noktalar, Farkındalık kampanyaları
	Hava değerlendirilmesinin otomasyonu	kalitesi	Havadaki/Liman yüzeyindeki kirlenici partikülleri ölçmek için otomatik tesis sayısı
	Gürültü kirliliği		Gözetim ve periyodik denetimler, Şişelerde firma iyileştirme, Liman şişelerinde hız sınırlamaları, Akustik ekranların montajı
	Yenilenebilir Üretimi	Enerji	Yenilenebilir enerji üretim sistemlerinin uygulanması: güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, gelgit enerjisi
	Elektrik yönetimi	tüketimi	Servis yüzey birimi (kWh/m <sup>2</sup> ) ARASI yıllık elektrik tüketimi
	Yakıt kullanımı		Sürdürülebilir liman araçlarının uygulanması: elektrik ve doğal gaz Yenilenebilir Enerji Üretimi
	Su tüketimi yönetimi		Yıllık su tüketimi/Servis yüzey birimi (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )

Kaynak 3 (González, González-Cancelas, Serrano, & Orive, 2020).

Akıllı liman göstergelerini hazırlarken ve kullanırken yapılan örnek çalışmalar dikkate alındığında izlenmesi gereken bazı adımlar bulunmaktadır:

- Literatür çalışması yaparak akıllı liman göstergeleri ortaya koyulmalıdır.
- Bu göstergelerin açık ve öz olmasına, değerlendirirken kolayca ölçülebilir ve tanımlanabilir veri olmasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle, belirli bir bağlantı noktasının çok özel özelliklerine atıfta bulunabilecek göstergeler ve değişkenlerden kaçınılmalıdır.
- Daha sonra seçilen göstergelerin tanımı ve değişken ölçümü yapılmalıdır. Bu aşamada göstergelerin geliştirildiği alanın durumuna en uygun göstergelerin, ölçüm değişkenliklerinin ve puanlama kurallarının belirlenmesidir.

- Daha sonra derinlemesine araştırma ve veri toplama çalışması yapılır. Çeşitli kaynaklardan toplanan bilgiler bu bölümde karşılaştırılarak toplanan veri setinin doğruluğu aranır. Daha sonra göstergelerin her biri için
- Bu aşamada göstergeler önemi belirlenerek her bir göstergeye bir ağırlık verilir. Bu ağırlıklar göstergelerin puanı ile çarpılır. Böylelikle bir göstergenin akıllı liman konseptine katkısını elde etmek mümkündür.

## 5. AKILLI LİMAN DÜNYA ÖRNEKLERİ

Dünyada birçok akıllı liman örneği bulunmaktadır. Aşağıda sıralanan limanlar en iyi akıllı limanlar arasındadır.

### 5.1. Rotterdam Limanı

1283'te açılan Rotterdam Limanı Avrupa'nın en büyük limanı olma özelliğini taşımaktadır. Havaya benzin buharı salmayan mobil gaz tahliye istasyonu ile dünyanın en güvenli limanlarından biridir ve Hollanda GSYİH'sının %6,2'sini temsil eder ve GSMH'nın %3'3'ünü oluşturur (Cappelli, 2018).



Kaynak 4 (Cappelli, 2018)

Rotterdam Liman Otoritesi OnTrack adında bir uygulama kullanmaktadır ve bu uygulama tahmini varış zamanı ve trenlerin terminal işlemleri hakkında bilgi sağlar. Uygulama, terminallerin ve taşıyıcıların ihtiyaçlarını karşılamanın yanı sıra, planlama sürecinin ve çizelge tahmininin verimliliğini artırmak için hayata geçirildi. Taşıyıcılar, yüklerinin terminalde belirli bir şekilde ele alınması konusunda gerçek bir iç görüye sahiptir. Kullanıcılar trenin konumu, varış yeri, beklenen ve gerçekleşen varış ve kalkış saatleri, yük ile ilgili işin gidişatı gibi en doğru bilgileri terminalde alırlar. Uygulama, tüm kullanıcılara aynı



bilgileri gerçek zamanlı olarak sunarak yanlış anlamaların sayısını azaltır ve güvenilir olmayan e-posta iletişimini ortadan kaldırır. Uygulama, yüklenen veya boşaltılan konteyner veya araba sayısını ve işlemin ne zaman tamamlandığını gösterir (Karaş, 2020).

Akıllı limana geçişini sağlamak için takip ettiği uygulamalara bakacak olursak:

- Üniversitelerin, kamu ve özel kuruluşların yer aldığı Akıllı Liman Platformu’nu kurmak, beraber yol haritası belirlemek ve hedef projeler geliştirmek,
- Dijital ikiz oluşturmak,
- Eski bir devriye gemisini (RPA3) kameralar, sensörler ve ölçüm ekipmanlarıyla donatılması ve bu sayede hava ve su durumu ile geminin işleyişi, gücü ve motoru hakkında veriler elde edilmesi
- LiDAR rüzgar ölçümlerini ve uydu verilerini kullanarak vinçlerin rüzgar yükünü tahmin edilmesi

## 5.2. Hamburg Limanı

Kirliliği, farklı kirlilik türlerini ve kendi smartPORT felsefelerini ve projelerini izlemek için yetkili bir IoT Projesine sahiptirler. Gemiler düşük emisyonlu gemilerle değiştirilmektedir. Güvenlik, gerçek zamanlı navigasyon ve karadan yeşil elektrik için akıllı çözümler operasyonlara uygulanmaktadır. Tüm yükü taşıyan demiryolunun onarımlarını tanımak için yeni teknolojiler sayesinde bakım erken bir aşamada gerçekleştirilir. Limanın çevresine meteoroloji sensörleri yerleştirilmiştir. Tüm bakım için BT sistemlerine ve paydaşların işlemleri her zaman görebilmesi için ortak bir bağlantı noktası monitörüne sahiptirler.

## 5.3. Antwerp Limanı

1811’de açılan Antwerp Limanı yük açısından Kuzey Avrupa’nın en büyük limanıdır. Liman ve çevredeki alanları nasıl etkileyeceği için sürdürülebilir bir gelecek planlanıyor. Limanlarının güvenliğini ve emniyetini artırırken genişletme ve inşaat çalışmaları yapılıyor. Entegre bir dijital bağlantı noktası sistemleri ağı kuruyorlar. Sektördeki uluslararası ortaklarla bağlantı kurmak, en önemli önceliklerinden biri olmaya devam ediyor. Topluluğu liman faaliyetlerine bağlayarak limanlarıyla iş yaratmak istiyorlar. “Toplum ve çevre ile uyum içinde” büyüyorlar. Düşük karbonlu 2030 dögüsel ekonomi girişimi, Akıllı Liman stratejisinin bir parçasıdır. 2023 yılında kimlik tabanlı konteyner teslim alma işlemi başlatıldı.



*Kaynak 5 (Wee, 2018)*

Avrupa kimya endüstrisinin gelişimi için kilit bir merkezdir. 2017'den beri Antwerp limanına iNoses adı verilen 23 cihaz yerleştirildi. Bu akıllı cihazlar, havanın bileşimindeki değişiklikleri sürekli olarak ölçüyor ve izliyor. Havanın bileşimi, bilinen kimyasal maddelerin modellerine göre karşılaştırılır. iNoses sensörleri, gelen kokuların türünü belirleyebilir. Sensörler hava örnekleri almayı mümkün kılan küçük kutularla donatılmıştır. Bu numuneler, daha güvenilir bir ölçüm sağlayan laboratuvarında analiz edilebilir. iNoses'in amaçlarından biri, çalışmak için güvenli ve sağlıklı bir yer yaratmaktır. Kimyasal analiz, maddenin türünün ne olduğunu ve limandaki havanın kalitesini nasıl etkilediğini doğrular. iNoses cihazları, hava bileşimini belirlemek ve safsızlıkları tespit etmek için her gün çalıştırılır.

#### 5.4. Singapur Limanı

Tonaj bakımından dünyanın en işlek ikinci limanı ve dünyanın en işlek aktarma limanı olma özelliğini taşımaktadır. 123 ülkede 600'den fazla bağlantı noktasına bağlı olan Singapur Limanı Singapur GSYİH'sının yüzde 7'sine katkıda bulunuyor ve yaklaşık 200.000 işçi istihdam ediyor. Singapur Limanı'nın şu anda bir Akıllı Liman stratejisine yönelik bir projesi var. Bu proje, 2040 yılında tamamlanması planlanan Tuas Megaport'tur. Tuas Megaport, dünyanın en büyük tam otomatik limanı olacaktır. Otomasyon, vinçler ve kargo konteynırları gibi birçok seviyede gerçekleşecektir. Akıllı kontrol sistemleri ve sürdürülebilir teknoloji olacak ve insansız araçlar ve otomatik tersane vinçleri liman güvenliğine ve verimliliğine yardımcı olacak ve trafiği azaltacak.



*Kaynak 6 (Tahiliani, 2022)*

## 5.5. Göteborg Limanı

Göteborg Liman Otoritesi, Enerji Limanında yakıt ikmali yapmak için tasarlanmış inovasyon çözümünü başlattı. "Bunkering Uygulaması", bu işlevselliği yelpazesini sunan dünyadaki ilk uygulamalardan biridir. Uygulama, Enerji Limanı'ndaki yakıt ikmali operatörlerine adanmıştır, aynı zamanda uygulama, e-posta veya telefon yoluyla gönderilen raporları ortadan kaldırır. Yakıt ikmali ile ilgili bildirimler uygulama tarafından gönderilir. Uygulama, yakıt ikmali istatistiklerini senkronize ederek operatörlerin yükleme operasyonlarını planlamasını ve gerçekleştirilmesini kolaylaştırır.

## 6. Örnek uygulamalar, Teknolojiler ve Sistemler

### 6.1. Sistemler

**Kimlik tabanlı konteyner teslim alma:** Sistem, yalnızca genel konteynerin güvenliğini değil, içindeki yükün yanı sıra konteynerlerle etkileşimde bulunan tüm personelin güvenliğini de koruyor.

**Kontrollü Salım Sistemleri (SCR - Secure Container Release):** PIN kodlarıyla değiştirilen bir belge olan Teslimat Emrinin dijital temsilidir. SCR, terminalde bir konteynırı alma hakkının uçtan uca yetki devri sürecini blok zinciri aracılığıyla oldukça güvenli ve kontrollü bir şekilde kolaylaştırır (Beerlandt, 2023).



**Dijital İkiz:** yapay zeka tabanlı gerçek bilişsel kullanılarak elde edilen gerçek dünya davranışına sahip fiziksel bir nesnenin dijital temsili veya ikizidir.

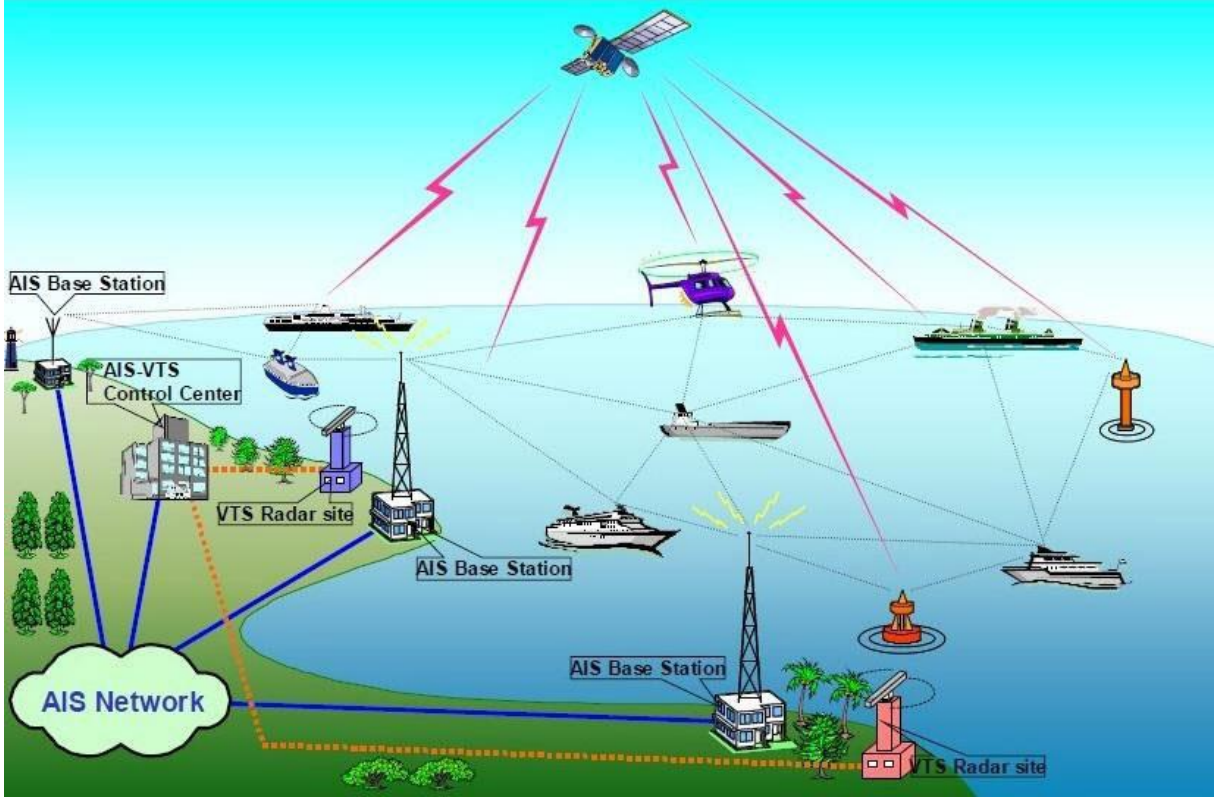


**Elektronik bir konşimento (eBL):** denizcilik endüstrisinde kullanılan geleneksel kağıt tabanlı Konşimento'nun elektronik versiyonudur. Konşimento, gönderici ile taşıyıcı arasındaki taşıma sözleşmesine, mülkiyet kanıtı işlevi gören ve taşınan mallar için bir makbuz görevi gören yasal bir belgedir. Daha doğru ve zamanında bilgilerin hızlı ve sorunsuz bir şekilde değiş tokuş edilmesini sağlar, böylece tüm paydaşlar, tedarik zincirlerinde ilerlerken malların nerede olduğuna dair gerçek bir görünürlüğe sahip olabilir (Nuyens, 2023).

**5G:** çarpışmaları önlemek için daha doğru konumlandırma kullanmanın yanı sıra daha fazla durumsal farkındalık için ticari dronların bağlı kalmasını sağlar. Verilerin analizine de yardımcı olur. Dronlar tarafından yakalanan veriler, miktar olarak büyüktür ve genellikle eşit derecede büyük miktarda işlem gerektirir. 5G, bu işlemlerin her ikisini de hızlı ve güvenli hale getirirken, aynı zamanda verilerin ihtiyaç duyanlar tarafından anında erişilebilir olmasını sağlar.

**Otomatik tanımlama Sistemi (AIS):** gemilerde kullanılan kısa mesafeli bir kıyı takip sistemidir. Hem gemilere hem de kıyı istasyonlarına kimlik ve konum bilgisi sağlamak için geliştirilmiştir. Amacı, gemilerin tanımlanmasına yardımcı olmak, hedef takibine yardımcı olmak, arama ve kurtarma operasyonuna yardımcı olmak, bilgi alışverişini basitleştirmek ve durumsal farkındalığa yardımcı olmak için ek bilgi sağlamaktır.





*Otomatik İstif Vinçleri (Automated Stacking cranes - ASC):* Genellikle iskeleye dik olarak hizalanmış konteyner yığınlarını yöneten raya monte portal vinçlerdir. Konteynerlerin daha hızlı ve sürekli istiflenmesine, yeniden konumlandırılmasına ve alınmasına izin verir. Mümkün olan en yüksek kapasite ve istifleme yoğunluğunu sağlar. Apron boyutu da en aza indirilerek terminaliniz yerden mümkün olduğunca verimli hale getirilebilir.





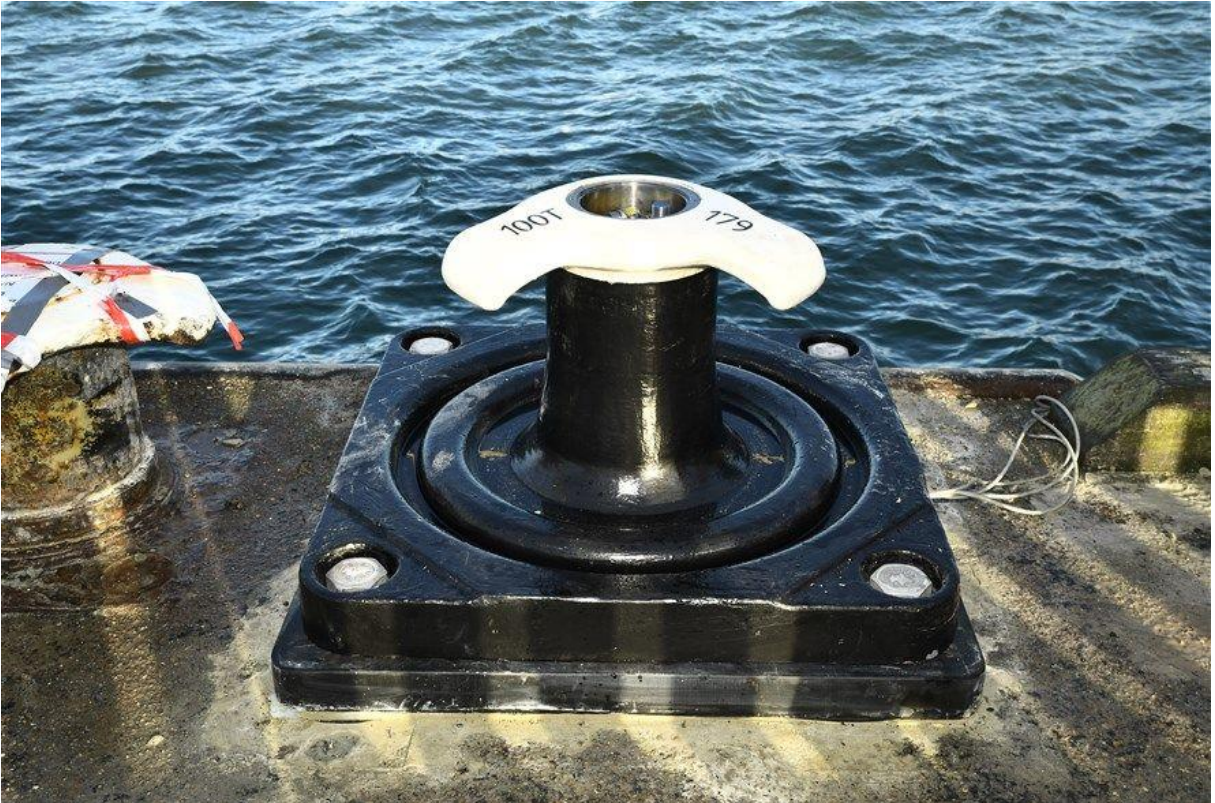
*Gerçek Zamanlı Konum Sistemi (Real-time locating system - RTLS):* Büyük kapalı tesislerdeki fiziksel nesnelerin gerçek zamanlı konumunu ve hareketlerini dijital olarak izlemenizi sağlar.



*Optik Karakter Tanıma (OCR):* Konteyner ağırlığının otomatik olarak kaydedilmesi ve bilgilerin diğer sistemlere iletilmesi sağlar. Ayrıca konteynerin ve terminal traktörünün otomatik olarak tanımlanması, doğru konteynerin doğru yere giden yolu bulmasını sağlar. Daha Güvenli konteyner elleçlemesine olanak tanır.



*Akıllı Baba (Bollard Monitor):* montaj sistemindeki gerilim ve gerilim dalgalanmalarını ölçen iki yerleşik sensörden oluşur. Sistem, her 15 dakikada bir kalıcı olarak kayıt altına aldığı bilgileri kablosuz bağlantı üzerinden gönderir ve bir dashboard üzerinden görselleştirir. Bu veriler, operasyonel departmanın direklerin önleyici bakımını optimize etmesine yardımcı olur.





Yalnızca güvenliğin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hangi gemilerin hangi rıhtımlara demirleyebileceğini daha net bir şekilde gösterir.

**Ekipman Kontrol Sistemi (ECS):** Depodaki tüm giriş ve çıkış cihazları için merkezi sinir sistemi olan Ekipman Kontrol Sistemi (ECS), istifleyiciyi kontrol eder, RGV / AGV'yi sevk eder. ECS ayrıca cihazın tüm kritik durumunun gerçek zamanlı animasyonunu sağlar. Cihazın konumu, meşgul zamanı ve iş durumu gibi gerçek zamanlı bilgileri terminal ekranında görebilirsiniz.

**Otomatik güdümlü araçlar (Automated Guided Vehicles-AGV'ler):** Yerleşik bir operatör veya sürücü olmadan bir depo, dağıtım merkezi veya üretim tesisi boyunca otonom olarak hareket eden malzeme taşıma sistemleri veya yük taşıyıcılarıdır.



**Akıllı Ulaşım Sistemleri (Intelligent transportation Systems – ITS):** ulaşım sistemlerinin performansını iyileştirmek için ulaşım araçlarına ve altyapısına uygulanan bir dizi gelişmiş sensör ve BT sistemini kapsar.

**Liman hinterlandı intermodal bilgi sistemleri:** Limanlar ve hinterlandı arasındaki yük hareketlerinin etkinliğini ve görünürlüğünü daha da geliştirmek için özel bilgi sistemleri, liman sistemlerinin ülke içi lojistik ağlarla entegrasyonunu kolaylaştırır.

**Kapı İşletim Sistemi (Gate Operating System - GOS):** gelişmiş terminal operasyonlarında aktif olan tüm kapı süreçlerini ve alt süreçleri yönetmek ve yönlendirmek için özel olarak geliştirilmiş bir yazılımdır. Bazıları müşteriye özel yazılım geliştirmeleri ve yapılandırma yoluyla özelleştirilmiş diğer jenerik yapı taşları olan birden çok yazılım modülünden oluşur.



Akıllı limanlarda kullanılan temel algılama teknolojileri		
Tür	Parametreler	
	Çevresel Uyumluluk	Uygulamalar
Gerinim ölçer	Suya, neme ve elektromanyetik girişime karşı hassas	Vinçlerde ve RMG'de metal yapının gerilme ve mukavemet rezervi
FBG	Toza, suya, neme ve elektromanyetik parazite karşı dayanıklı	Vinçlerde ve RMG'de metal yapının gerilme ve mukavemet rezervi
Endüktif girdap akımı sensörü	Toz, su ve yağ girişimine karşı dayanıklı; Yüzey pürüzlülüğüne, yüzey kaplamasına ve malzemeye duyarlı	Mikro çatlaklar, kaynak çatlakları ve plastik deformasyon gibi kusurların tespiti
Ultrasonik sensör	Yansıma sorununa, aynı frekanstaki gürültüye ve çapraz soruna duyarlı	Mikro çatlaklar, kaynak çatlakları ve plastik deformasyon gibi kusurların tespiti
Lazer ve Lidar	Toz, su ve yağ girişimine karşı hassastır; Çok kısa tepki süresi	Yayıcı, ana tramvay, portal trolley, rıhtım kenarı vinci, AGV ve RMG'nin çarpışma önlemesi
Elektromanyetik indüksiyon sensörü	Toza, suya, neme, rüzgara ve yağ girişimine karşı dayanıklı; Kısa yanıt süresi	Rıhtım vinci ile RMG'nin rayda çarpışmasını önleme
Kızılötesi radyasyon sensörü	Güneşe ve reflektör girişimine duyarlı; Kısa yanıt süresi	Yayıcı, ana araba ve portal arabalı iskele vincinin çarpışmasını önleme

## 6.2. Örnek Geliştirilmiş Servisler

**Port-IO:** konteyner taşımacılığı siparişlerini yönetmek ve planlamak için çok kiracılı bulut tabanlı bir web platformu sağlayarak kamyon hareketlerini daha iyi koordine etmeyi amaçlamaktadır.

**Octopi TOS:** gerekli tüm iş akışlarını (kapılar, tersane, faturalama vb.) kapsayan, küçük ve orta ölçekli konteyner ve karma kargo terminalleri için bulut tabanlı bir çözüm;



**N4 TOS:** kullanışlı uygulamalar paketi (örn. Reefer, Lashing, Twistlocks) ve optimizasyon modülleri (Expert Decking, PrimeRoute, Vessel Autostow ve Rail Autostow) sunan, her boyuttaki konteyner terminalleri için tam teşekküllü bir platform;

**Hizmet olarak N4:** "N4'ün tüm yeteneklerini, dağıtım, bakım ve yönetimin ilgili maliyetleri ve karmaşıklıkları olmadan içeren" yenilikçi, bulut tabanlı bir sistem;

**CATOS (Bilgisayar Otomatik Terminal İşletim Sistemi):** terminal operasyon verimliliğini en üst düzeye çıkarmak ve terminalin hizmet kalitesini artırmak için tasarlanmış ve geliştirilmiş hepsi bir arada bir terminal işletim sistemidir. Sistem, terminalin en yüksek rekabet gücünü ve üretkenliğini elde etmek için optimize edilmiş otomasyon teknolojilerini güçlü GUI ile bir araya getirir. 3 modülü bulunmaktadır:

- CATOS Planning, rıhtım, tersane ve gemi ile ilgili operasyonların planlanmasına ve insan kaynaklarının yönetilmesine yardımcı olur.
- CATOS Operasyonu, bahçede, depoda, kapıda veya terminalin herhangi bir yerinde tüm operasyonları gerçek zamanlı olarak izler ve kontrol eder.
- CATOS Management, faturalama, raporlama ve analitik iş akışlarını destekler.

### 6.3. Olası çözüm ortakları

- TBA Group
- RBS (Realtime Business Solutions)
- Total Soft Bank LTD.
- Navis
- CARGOES
- Sinay
- TEAMS



## 7. Akıllı Liman Gelişimi için Öneriler

Liman işletmesi hem maliyetli, hem zorlayıcı hem de gelişmelerin sürekli olarak takip edilmesi gereken bir alandır. İletişim, ulaşım, analiz gibi birçok sürecin beraber yönetilmesi gerekmektedir. Ülkeler için mali, ticari, uluslararası ilişkiler ve çevre açısından büyük öneme sahiptir ve bu yüzden limanlarda verimliliğin sağlanması ve yeniliklere ayak uydurulması önemlidir.

Akıllı liman projelerinin geliştirilmesi için kullanılan birçok farklı yardımcı sistemler ve teknolojiler bulunmaktadır. Bu teknolojiler de gün geçtikçe gelişmekte ve sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu alanda hizmet sunan, limanların akıllı dönüşümüne yardımcı olan, limanlara servisler ve teknolojiler entegre edilmesine yardımcı olan firmalar bulunmaktadır.

- Uluslararası liman-nakliye ve liman-liman işbirliğinin geliştirilmesi önemlidir
- Yetkili makamların akıllılaşma sürecini yönlendirmek için ilgili politikaları aktif olarak formüle etmesi ve yenilikçi Ar-Ge ve teknolojik uygulamaya önem vermesi gerektiğini önermektedir.
- Teknolojik uygulama ile yenilikçi Ar-Ge arasındaki karşılıklı ilişkiyi artırılmalı
- Teknik anlamda, liman nesnelere internetine daha fazla ağırlık vermeli ve bu teknolojiyi incelemek için ilgili departmanları kurulmalı
- Belirli liman altyapılarını güncellemek ve liman üretim operasyonlarını, lojistiği ve diğer temel yetenekleri geliştirmek için dünyadaki büyük limanlardan öğrenilmeli
- Uygulama yaklaşımları açısından, çevre korumaya ve sürdürülebilir kalkınmaya önem vermeli ve yeşillendirme kapasitemizi kademeli olarak yükseltmek için enerji tasarrufu ve emisyon azaltma, kirlilik arıtma ve kaynakların verimli kullanımı gibi yeşil yatırımlar arttırılmalı
- Yönetim personeli, çevre ve pazardaki değişikliklere yakından dikkat etmeli ve hızlı ve acil durum müdahalelerinde yetenekler oluşturmak için takip önlemlerinin yanı sıra ayrıntılı planlar ve hedefler formüle etmeli
- Operasyonel verimliliği arttırmak için akıllı güvenlik sistemleri devreye alınmalı ve altyapı düzenli olarak korunmalı
- Teknik araçlar açısından, yüksek teknoloji, yeni teknolojinin uygulanmasını hızlandırmalı,
- Yeşil ve akıllı limanların geliştirilmesinde yer alan temel teknik sorunları çözmeye odaklanmalı
- Limanların web sitelerinin geliştirilmesi (site haritası eklenmesi, dil seçeneklerinin eklenmesi, güvenlik ve gizlilik politikalarının oluşturulması, sıkça sorulan sorular bölümünün eklenmesi, site içi arama motoru eklenmesi)
- Akıllı teknoloji yeniliğini liman operasyon yönetimi ile birleştirerek gerçekleştirilmeli



- Hızlı müdahale ve acil durum kapasitesini geliştirmek, liman lojistiği politikasını optimize etmek ve liman lojistiği operasyonunun rahatlığını iyileştirmek için ayrıntılı yeşil ve akıllı liman planlama hedefleri ve özel operasyonel plan önlemleri formüle edilmeli







## Kaynakça

- Ajansı, A. B. (2016). *Learn About En-vironmental Management Systems*.  
<https://www.epa.gov/ems/learn-about-environmental-management-systems#what-is-an-EMS> adresinden alındı
- Akgül, E. F., & Gençer, H. (2017). Akıllı Liman: Fırsatlar, Tehditler. *III. Ulusal Liman Kongresi*. doi:: 10.18872/DEU.df.ULK.2017.001
- Altiok, T. (2011, Şubat 9). Liman güvenliği/emniyeti, risk analizi ve modelleme (Port security/safety, risk analysis, and modeling). *Annals of Operations Research*(187), 1-3. doi:l 10.1007/s10479-011-0849-8
- Beerlandt, M. (2023, Nisan 5). *MSC ID-Based Container Pick-up: Enhancing Security of Supply Chains to Keep Trade Flowing ( MSC Kimlik Tabanlı Konteyner Alımı: Ticaretin Akışını Sürdürmek İçin Tedarik Zincirinin Güvenliğini Arttırmak)*. Port Technology International:  
<https://www.porttechnology.org/technical-papers/msc-id-based-container-pick-up-enhancing-security-of-supply-chains-to-keep-trade-flowing/> adresinden alındı
- Cappelli, C. (2018, Ağustos 7). *Inside Story: Europe's Largest Port Prepares for Autonomous Ships*.  
www.esri.com: <https://www.esri.com/about/newsroom/publications/wherenext/rotterdam-autonomous-ships-and-digital-twin/> adresinden alındı
- Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Green, E. H., Kasibhatla, P., Eyring, V., & Lauer, A. (2007). Gemi emisyonlarından ölüm oranı: küresel bir değerlendirme. *Environmental Science & Technology*, 41(24), 8512-8518. doi:10.1021/es071686z
- Çalışkan, A. (2020, Mayıs). Akıllı Liman Dönüşümünde Zorlukların Yorumlayıcı Yapısal Modelleme İle Değerlendirilmesi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 8(1), 305-320. doi: 10.14514/BYK.m.26515393.2020.8/1.305-320
- Demircioğlu, G. (2019, Aralık 20). *Lojistikte Büyük Veri Analizi*. Satınalma Dergisi:  
<https://satinalmadergisi.com/lojistikte-buyuk-veri-analizi/> adresinden alındı
- Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P., & Pastorin, R. (2010). Liman güvenliği ve konteyner devrimi: Uzun dönemli insan faktörü ve iş kazaları üzerine istatistiksel bir çalışma (Port Safety and the Container Revolution: A Statistical Study on Human Factor and Occupational Accidents over the Long Period). *Safety Science*, 48(8), 980-990. doi:10.1016/J.SSCI.2009.08.007
- González, A. R., González-Cancelas, N., Serrano, B. M., & Orive, A. C. (2020). Preparation of a Smart Port Indicator and Calculation of a Ranking for the Spanish Port System. *Logistic*, 4(2).  
<https://doi.org/10.3390/logistics4020009> adresinden alındı
- Gürsoy, İ., & Hatunoğlu, Z. (2022, Eylül). Akıllı Liman Yapılanmasına Yönelik Uygulamaların Bilinirliği Üzerine Keşfedici Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 25, 579-592. [https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2284081#:~:text=Ak%C4%B1l%C4%B1%20limanlar%2C%20IoT%20\(nesnelerin%20interneti,ve%20verimlili%C4%9Finin%20iyle%20sa%C4%9Flayan%20limanlard%C4%B1r](https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2284081#:~:text=Ak%C4%B1l%C4%B1%20limanlar%2C%20IoT%20(nesnelerin%20interneti,ve%20verimlili%C4%9Finin%20iyle%20sa%C4%9Flayan%20limanlard%C4%B1r) adresinden alındı



- Jović, M., Kavran, N., Aksentijević, S., & Tijan, E. (2019). The Transition of Croatian Seaports into Smart Ports (Hırvatistan Limanlarının Akıllı Limanlara Geçişi). *2nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (s. 1389-1390). IEEE.
- 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), s. 480-493. doi:10.1016/j.tra.2018.10.004
- Karaş, A. (2020, Mart). Smart Port as a Key to the Future Development of Modern Ports (Modern Limanların Gelecekteki Gelişiminin Anahtarı Olarak Akıllı Liman). *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 14(1), 27-31. doi:10.12716/1001.14.01.01
- Kersey, A. D. (1996, Temmuz). A Review of Recent Developments in Fiber Optic Sensor Technology. 2(3), 291-317.
- Liu, C., Jula, H., Vukadinovic, K., & Ioannou, P. (2000). Comparing different technologies for containers movement in marine container terminals. *IEEE Intelligent Transportation Systems*, 488-493.
- Nuyens, N. (2023, Nisan 2023). *Why Resilient Supply Chains Need an Electronic Bill of Lading (Dayanıklı Tedarik Zincirleri Neden Elektronik Konşimentoya İhtiyaç Duyar?)*. Port Technology International: <https://www.porttechnology.org/technical-papers/why-resilient-supply-chains-need-an-electronic-bill-of-lading/> adresinden alındı
- Olson, P. H. (1994). Limanlarda Atıkların İşlenmesi. *Marine Pollution Bulletin*, 29(6-12), 84-295.
- PORT, M. S. (2016). *Action Plan towards the Smart port concept in the Mediterranean Area. Rotterdam Limanı*. (2016). Smart Port: <http://smart-port.nl/en/> adresinden alındı
- Schenone, C., Pittaluga, I., Borelli, D., Kamali, W., & Moghrabi, Y. E. (2016). Limanlardan kaynaklanan çevresel gürültünün etkisi: MESP projesinin sonucu. *Noise Mapping*(3), 26-36. doi:10.1515/noise-2016-0002
- Sinay. (2021, Temmuz 21). *5 Steps to Become a Smart Port*. Sinay Maritime Data Solution: <https://sinay.ai/en/5-steps-to-become-a-smart-port/> adresinden alındı
- Sinay. (2021, Temmuz 21). *Smart Port*. Sinay Maritime Data Solution: <https://sinay.ai/en/5-steps-to-become-a-smart-port/> adresinden alındı
- Tahiliani, M. (2022, 8 11). *Dijital Economy*. www.theedgesingapore.com: <https://www.theedgesingapore.com/digitaledege/digital-economy/future-proofing-singapores-international-maritime-hub-intelligent-data> adresinden alındı
- Uluslararası Denizcilik Organizasyonu*. (2016). Energy Management Plans and Systems (Enerji Yönetim Planları ve Sistemleri): <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Air%20pollution/M6%20energy%20management%20plan%20and%20system%20final.pdf> adresinden alındı



- Vairo, T., Quagliati, M., Giudice, T. D., Barbucci, A., & Fabiano, B. (2017, Ağustos). Karadan su kullanım planlamasına: Yolcu gemisi riskine ilişkin sonuca dayalı bir vaka çalışması (From land- to water-use-planning: A consequence based case-study related to cruise ship risk). *Safety Science*(97), 120-133. doi:10.1016/j.ssci.2016.03.024
- Wee, V. (2018, Mart 27). *www.seatrade-maritime.com*. Setrade Maritime News: <https://www.seatrade-maritime.com/europe/port-antwerp-works-towards-smart-harbour-future> adresinden alındı
- Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X., & Postolache, a. O. (2018, Şubat). Internet of things for smart ports: Technologies and challenges. *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*, 21(1), 34-43. doi:10.1109/MIM.2018.8278808
- Yau, K.-L. A., Peng, S., Qadir, J., Low, Y. C., & Ling, M. H. (2020, Nisan). Towards Smart Port Infrastructures: Enhancing Port Activities Using Information and Communications Technology. *IEEE Access*(1), 1-21.