

Yayın Geliş Tarihi: 22.09.2023  
Yayına Kabul Tarihi: 16.10.2023

Online Yayın Tarihi: 26/12/2023

DOI: 10.54410/denlojad.1364567  
**Araştırma Makalesi (Research Article)**

Mersin Üniversitesi  
Denizcilik ve Lojistik  
Araştırmaları Dergisi  
Cilt:5 Sayı:2 Yıl:2023  
Sayfa:122 - 153

E-ISSN: 2687-6604

## ENDÜSTRİ'DEKİ GELİŞMELERİN DENİZCİLİK İŞLETMELERİNE AİT GEMİLERİN YÖNETİMİNDE TEMİN ETTİĞİ YENİ OLANAKLAR VE İNSANSIZ GEMİLER

**Tayfun ACERER<sup>1</sup>**

### ÖZ

*Son yıllarda endüstride yaşanan gelişmeler pek çok sektörel alanda kendini göstermektedir. Son olarak ulaştığı nokta Endüstri 4.0 olarak da tanımlanan bu gelişmeler günümüzde konvansiyonel yapılarda büyük değişimlere yol açmakta, özellikle işlerin yapılışını ve çalışanların işlevlerini büyük ölçüde değiştirmektedir.*

*Bu değişimler pek çok sektörde olduğu gibi Deniz İşletmelerinin faaliyetlerini ve gemilerin yönetimini de önemli ölçüde etkilemektedir. Bu gelişmeler sonucu son yıllarda uluslararası sulara seyahat eden gemilerin yönetiminde, buralarda çalışan gemi adamlarının nitelik ve sayılarında çok önemli değişimler yaşanmaktadır. Gelişen teknolojinin temin ettiği olanaklar sonucu önceleri onlarca gemi adamının çalıştığı büyük tonajlı bir gemide, bugün 20 kişinin altında bir kadro ile geminin sevk ve idaresine ilişkin işlevler yerine getirilmektedir.*

*Yakın süreçte Endüstri'de yaşanan bu gelişmelerin en önemli katkısını "İnsansız Gemiler" ile ilgili çalışmalarda görülmesi son derece doğaldır. İş gücü maliyetlerinin sürekli arttığı bir ortamda gemilerin farklı mesafelerde insansız olarak karadan yönetilmesi son derece önemli bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde Endüstri'de ulaşılan teknik imkan ve kabiliyetler buna kolaylıkla olanak vermektedir. Özellikle İletişim Sektöründe Nesnelere İnterneti, Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Makinalar Arası İletişim, vb. alanlardaki gelişmeler bu konuda bizlere çok önemli fırsatlar temin etmektedir. Bu konuda önemli olan husus Endüstri'deki gelişmelerden azami ölçüde yararlanmak ve mevcut gemi sistemlerinin imkan kabiliyetlerini en iyi şekilde değerlendirerek, gemilerin otonom olarak kullanılması için gerekli modeli kurmaktır.*

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Piri Reis Üniversitesi, İstanbul, Türkiye <https://orcid.org/0000-0003-2407-5552>, [tacarer@hotmail.com](mailto:tacarer@hotmail.com)

**Anahtar Kelimeler:** *Denizcilik İşletmeleri, Gemi Yönetimi, İnsansız Gemiler, Denizcilik Endüstrisi, Deniz Ticareti*

## **NEW POSSIBILITIES PROVIDED BY INDUSTRIAL DEVELOPMENTS IN THE MANAGEMENT OF SHIPS BELONGING TO MARITIME BUSINESSES AND UNMANNED SHIPS**

### **ABSTRACT**

*The developments experienced in the industry in recent years are evident in many sectoral areas. These developments, which are finally defined as Industry 4.0, lead to major changes in conventional structures today, and in particular, they greatly change the way work is done and the functions of employees.*

*These changes significantly affect the activities of Maritime Enterprises and the management of ships, as in many sectors. As a result of these developments, in recent years there have been significant changes in the management of ships traveling in international waters and in the quality and number of seafarers working there. As a result of the opportunities provided by developing technology, on a large tonnage ship, where dozens of seamen previously worked, today the functions related to the navigation and management of the ship are performed by a staff of less than 20 people.*

*It is quite natural that the most important contribution of these recent developments in the Industry can be seen in the studies on "Unmanned Ships". In an environment where labor costs are constantly increasing, unmanned land-based management of ships at different distances emerges as an extremely important field of study. The technical possibilities and capabilities available in the Industry today easily allow this. Especially in the Communication Industry, Internet of Things, Artificial Intelligence, Machine Learning, Machine-to-Machine Communication, etc. Developments in these fields provide us with very important opportunities in this regard. The important thing in this regard is to benefit from the developments in the industry to the maximum extent and to establish the necessary model for the autonomous use of ships by making the best use of the capabilities of existing ship systems.*

**Key Words:** *Maritime Businesses, Ship Management, Unmanned Ships, Maritime Industry, Maritime Trade*

## **1. GİRİŞ**

Günümüzde bilişim sektörünün bireysel ve kurumsal olarak etkisinin görülmediği alan kalmamıştır. Çünkü bu sektördeki tüm teknolojik gelişmeler, bilişimden etkilenen tüm sektörlerle farklı ölçüde yansımaktadır (Tekin, 2000). Bu nedenle rekabetin giderek güçlendiği

çağımızda işletmeler kendilerine avantaj temin edecek tüm gelişmeleri yakinen takip etmekte ve bu gelişmelerden azami ölçüde yararlanmayı hedeflemektedirler.

Yakın süreçte Denizcilik İşletmeleri açısından da bu konudaki en önemli gelişme “İnsansız Gemiler” olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle halen gemilerde çalışan gemiadamlarının maliyetinin gemilerin toplam giderleri içinde payının giderek fazlaşması, bu konunun önemini daha da artırmaktadır. Bu arada gemilerin teknik olarak her geçen gün daha da gelişmesi, bu gemilerde görev alacak mürettebatın niteliklerinin de ister istemez artmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu husus da gemiadamlarının gemilerin işletme maliyetleri içindeki payını doğal olarak daha da artırmaktadır.

Gemilerde çalışan gemiadamlarının niteliklerinin zorunlu olarak her geçen gün artması, bir yandan bu personelin hem ücretlerinin yükselmesine yol açarken, diğer yandan bu personelin teminini daha da güç hale getirmektedir. Bu nedenle günümüzde birçok ülke gemilerinde yabancı gemi adamları çalıştırılmakta, bu durum ise farklı sorunlara yol açmaktadır.

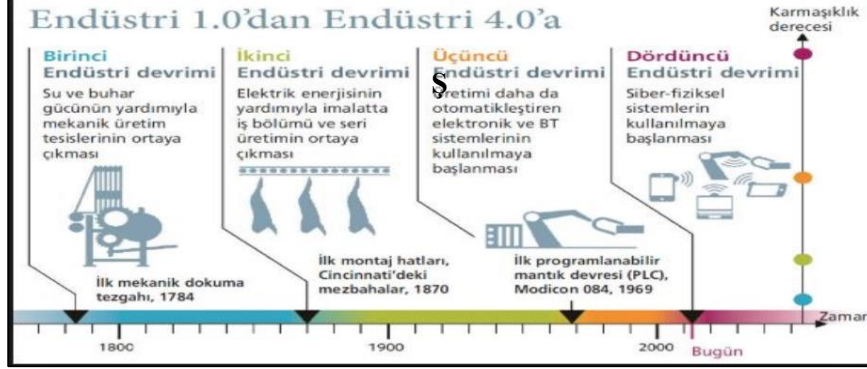
Bunun yanında son yıllarda endüstride ve bilişim sektöründeki yaşanan gelişmeler birçok sektörde olduğu gibi, denizcilik sektöründe de önemli değişimlere ve fırsatlara imkan sağlamıştır. Bu nedenle Gemi Yönetimi 4.0 başlığı altında incelenen İnsansız Gemiler günümüzde deniz işletmeler için çok önemli bir ilgi alanı haline gelmiştir.

## **2. ENDÜSTRİ'DEKİ GELİŞMELER VE YANSIMALARI**

### **2.1. Endüstri'deki Gelişim Süreci**

Dünya ekonomisinde ekonomik akımlar ve finansal kaynak akışları büyük önem taşımaktadır. Bu akımların ortak paydası olarak gelişen ve farklı ekonomileri etkisi altına alan gelişmeler “Endüstri Devrimleri” veya Sanayi Devrimleri adı ile bilinmektedir. Özellikle 1800'lü yılların başlarından itibaren etkisi giderek artan ve tüm ülke ekonomilerini yeniden şekillendiren bu gelişmeler günümüzde yeni bir aşamaya gelmiş olup, bu süreç Endüstri 4.0 olarak tanımlanmaktadır. (Pamuk, 2018).

Aşağıdaki şekilde endüstri süreçleri ve bunların içerikleri grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 1: Endüstri Devrimi Süreçleri (Genç, 2018).

Bu süreçler genel hatlarıyla özetlenirse; Birinci Endüstri Devriminde su ve buhar gücü asıl etken iken, END 2.0'da elektrik ile üretim öne çıkmıştır. END 3.0'da bilgi teknolojileri ve elektronik aracılığıyla üretim yaygınlaşırken ilk programlanabilir mantık devreleri yaygınlaşmaya başlamıştır. 2011 yılında ilk kez gündeme gelen Dördüncü Endüstri Devriminde siber-fiziksel sistemler kullanılmaya başlamıştır.

End. 4.0'da bilgisayarların işlerdeki etkinliği daha fazla artmaya başlamış, makinalar arası iletişim, nesnelerin interneti, yapay zeka, vb. ileri teknolojiler kullanılarak otonom sistemlerin önü açılmıştır.

## 2.2. End. 4.0 ve Temin Ettiği Teknolojik Olanaklar

Endüstri 4.0 Almanya'da geliştirilen üretim projesi olarak tanımlanmaktadır. Bu endüstrinin başlıca amacı verimliliği, ahenk ve ergonomidir. Bu konuda önem arz eden diğer bir husus, internet alt yapısının kesintisiz olmasının gerekliliğidir (Demiral, 2019).

END 4.0 farklı ülkelerde farklı isimler ile anılmaktadır. Örneğin ABD'de Endüstriyel İnternet (Eİ), Çin'de veya Toplum 5.0 adı ile tanımlanmaktadır (Banger, 2019).

Endüstri 4.0 ile IT ile sanayinin bir araya getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle Endüstri 4.0; üretimde, otomasyon sürecinde, yönetimi otonom olarak planlanmış tüm yazılım ve donanımla ve kablosuz bilgi entegrasyonu ile bütünleşmiş bir çalışma prosesi sunmaktadır. Endüstri 4.0'ın yaygın olarak kullanılmaya başlaması sonucu çalışanların sahip olması gereken yetkinlikler büyük ölçüde değişecek ve başlıca aşağıda sıralanan yeni meslekler ortaya çıkacaktır.

- Dijital Stil Danışmanı
- Kişisel Veri Operatörü
- Organ Tasarımcısı

- Sanal Gerçeklik Mimarı
- Dron Operatörü
- Genetik Danışmanı
- Robot Tamircisi
- Astroid Madencisi
- Ulaşım Araçlarının remote kontrol operatörü, vb.

Günümüzde End. 4.0'ın; Lojistik 4.0, Sağlık 4.0, Liman 4.0, Denizcilik 4.0, Eğitim 4.0, vb. birçok "Alt Sektörleri ve kırımları" bulunmaktadır (i-Marine Deniz Teknolojileri ve Araştırmaları A.Ş., 2014). Endüstri 4.0'ın alt sektörlerini çoğaltmak mümkündür. Özellikle günümüzde Sayısallaşma, IoT, M2M, Yapay Zeka ve Pozisyon tespiti alanlarındaki gelişmeler İletişim Sektöründeki yeni olanaklar ile birleştiğinde, Denizcilik Yönetimi 4.0'ın yakın süreçte çok farklı bir ulaşım sektörü paydaşı olarak karşımıza çıkması kaçınılmazdır.

Denizcilik Yönetimi 4.0'ı;

- Liman Yönetimi ,
- Lojistik Yönetimi ,
- Gemi Yönetimi alt kırımlarında değerlendirmek mümkündür.

Bu çalışmada bunlar içinde sadece "İnsansız Gemiler" ile ilgili gelişmeler ele alınacak ve ayrıca "Gemi Yönetimi 4.0'daki" gelişmelerin konvansiyonel Denizcilik Sektöründe yol açacağı değişimler incelenecektir.

## **2.3. İletişim Sektöründeki Gelişmeler**

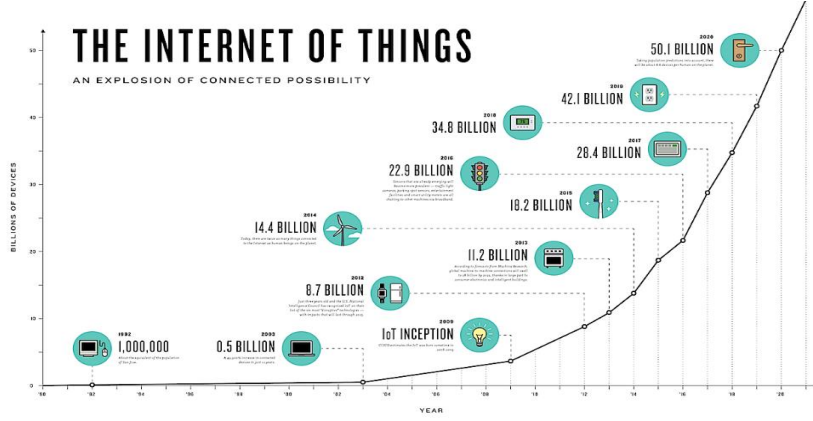
### **2.3.1. Nesnelerin İnterneti**

Son yıllarda cihazlar arası iletişim olarak tanımlanan IoT'nin (Internet of Things - Nesnelerin İnterneti) kullanımı giderek çoğalmaktadır. Bu sistem çok büyük ölçüde telsiz (kablosuz) ağ teknolojilerine göre çalışması çalışmaktadır (S. Li, 2015).

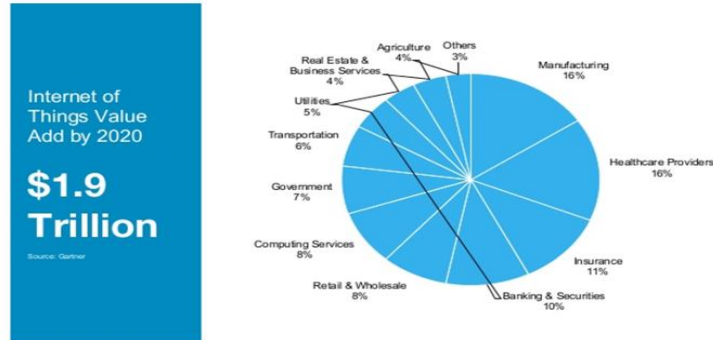
Yazılım ve donanım sektöründeki gelişmelerin artmasıyla birlikte adreslenebilir nesne ve cihazların miktarında da büyük bir artış yaşanmakta olup, bu süreç aynı şekilde devam etmektedir (Çavdar, 2017)

Bu arada uygulama alanı her geçen gün artan Nesnelerin İnternetinin (Internet of Things – IoT) ekonomik boyutu da giderek artmaktadır.

2020'de dünyada yaklaşık 20 milyar cihaz internete bağlıyken, bu sayının 2025'te 50 milyara çıkacağı öngörülmektedir.

**Tablo 1.** İnternete Bağlı Cihaz Sayısı (DHL&Cisco, 2015).

IoT pazarının ekonomik hacmi Dünya'da çok hızlı büyümektedir. Bu değer 2021 yılı başında 1,9 trilyon dolara ulaşmıştır.

**Tablo 2.** Nesnelerin İnternetinin Ekonomik Hacmi (Gartner, 2018).

Yakın süreçte Nesnelerin İnternetinin “İnsansız Gemi Yönetimi 4.0” içinde büyük bir uygulama alanı bulması kaçınılmazdır. Bunun yanında Gemi Makinalarının ve Seyir Sistemlerinin gelişen teknoloji ile birlikte daha uzaktan kontrollü çalışır hale gelmeleri halinde, gemilerde bulundurulacak Nesnelerin İnternetinin kullanım olanakları daha da artacaktır.

Gartner'ın yukarıdaki verilerinden de görüleceği üzere 2020 yılında Nesnelerin İnternetinin en çok uygulama alanı bulunduğu sektörlerden biri ulaşım sektörü olup, bunun içinde “İnsansız Gemilerin” ve bunların uzaktan kontrollü sevk ve idaresinin önemli bir paya sahip olacağı hesaplanmaktadır.

Ayrıca IoT'nin pek çok sistemde kullanım uygulamalarının artması, kullanılan alt yapının IP (İnternet Protokol) tabanlı olması ve IPv6 (İnternet Protocol Version Six – İnternet Protokolü 6. Versiyonu) sürecindeki gelişmelerin Nesnelerin İnterneti uygulamalarına olan olumlu etkileri de göz önüne alındığında, bunun M2M uygulamaları ile birlikte gemilerdeki pek çok sistem arasında ciddi bir veri akışı temin etmesi kaçınılmazdır.

### **2.3.2. Büyük Veri (Big Data)**

Günümüzde veri “çağımızın ham maddesi” olarak tanımlanmaktadır (Ege, 2013). Çünkü internet ile birlikte farklı araçlar ile toplanan veri de giderek artmaktadır. Güncel yaşantımızda en yoğun kullandığımız cihazların başında mobil ekipmanlar gelmektedir (Aktan, 2018). Buna bağlı olarak Gerek bilgisayar, gerekse cep telefonları ve diğer mobil erişim cihazları üzerinden gelen veri miktarı her geçen gün giderek artmaktadır. Bu artış her yıl bir önceki yıla oranla katlanarak fazlalaşmaktadır.

Günümüzde biriken verinin depolanması kadar, bu verinin anlamlandırılması da büyük önem taşımaktadır. Çünkü ticarileştirilmeyen verinin büyük de olsa bir anlamı yoktur. Bu nedenle kaynaklardan gelen veri istenen zamanda işlenip yönetim sistemlerinde yeteri hızlarda değerlendirildiği takdirde bu verinin ticarileştirilmesi ve azami ölçüde istifade edilmesi mümkün olabilecektir.

### **2.3.3. Yapay Zeka (Artificial Intelligence)**

“Geleceğe yön verecek teknoloji” olarak da tanımlanan Yapay Zeka pek çok sektörü doğrudan etkileyecek ve bunların yapısında ciddi değişimlere yol açacak bir potansiyele sahiptir. Yapay zekanın günümüzde kullanıldığı dört önemli alan vardır (Gelecekhane, 2016)). Bu arada Yapay Zekanın sayısal dönüşüm içindeki oranı her geçen gün artmaktadır. “Dijital Dönüşümde” 2018 yılında %40 olan Yapay Zeka payının, 2022 başlarında %75'e ulaşacağı hesaplanmaktadır.

**Tablo 3.** Yapay Zeka İle ilgili Veriler (IDC, 2018)

YAPAY ZEKA: Geleceğe yön verecek teknoloji			
19.1 milyar \$ 2018 yılında Dünya çapında Kavramsal (Cognitive) ve Yapay Zeka servisleri tahmini harcaması	+54.2% 2018 Yıllık büyüme	40% 2018 Dijital dönüşüm inisiyatiflerinin Yapay Zeka servislerinden gelecek payı	Perakende (2018) 3.4 milyar \$
52.2 milyar \$ 2021 yılında tahmini harcama	46.2% CAGR 2016-2021 dönemi için	75% 2021 yılında dijital dönüşümde Yapay Zeka payı	Bankacılık (2018) 3.3 milyar \$
			Üretim (2018) 2.0 milyar \$
			Sağlık (2018) 1.7 milyar \$

Kaynak: IDC

Yine IDC Verilerine Göre 2016 – 2021 yılları arasındaki 5 Yıllık Süreçte CAGR oranı (Compound Annual Growth Rate - Bileşik Yıllık Büyüme Oranı) % 46, sadece 2018'deki CAGR oranı ise % 54 olmuştur. Yapay Zekanın en çok etkileyeceği sektörler ise sırayla Perakende, Bankacılık, Üretim ve Sağlık olacaktır.

#### 2.3.4. Makine Öğrenmesi (Machine Learning)

Makinalar arasındaki iletişim bir yandan makinaların birbirleriyle senkronize çalışmalarına imkan sağlarken, diğer yandan bir makinadaki problemin fark edilip, bu problemin giderilmesi amacıyla gereken birimlerin uyarılmasına da olanak vermektedir.

Günümüzde “Yapay Zeka“ uygulamalarının da gelişimiyle birlikte apayrı bir yapıya bürünen “M2M” olanakları, gemilerin “uzaktan kontrollü” olarak insansız şekilde çalıştırılmasında en önemli bileşenlerden biri olacaktır.

#### 2.3.5. Blok zincir (Blockchain) Teknolojisi

Blockchain verilerin değiştirilemez ve geri çevriemez bir şekilde bloklar halinde depo edildiği ve bir yapıya sahip veri tabanıdır. Bu haliyle Blockchain, yapılan tüm işlemleri içeren bir zincir yapı özelliği taşımaktadır. Bu yapı herkese açık ve erişilebilir olarak tutulmakta ve yapılan tüm işlemleri içermektedir. İşlem süreçlerinin şeffaf ve izlenebilir olması, bu sisteme duyulan güvenin giderek artmasındaki en önemli etkidir (Karaoğlu, 2018). Blockchain teknolojisinin temel bileşenleri bilgisayarlardan oluşan bir eşten eşe ağ ve bu ağda iletişimi yönetecek belirli bir mutabakat mekanizmasıdır (Durbilmez S.E. ve Türkmen, 2019). Bu teknolojinin birçok avantajı vardır. Ancak Blok zincirin artıları, dezavantajlı yönlerinden daha fazladır (Crosby, 2016). Blok zincirde



yapılan uygulamalar herkes tarafından takip edilebilmesine karşılık, bu işlemi yapan kişinin kimliği açıklanmamaktadır (Pilkington, 2016).

Günümüzde kripto paralar, Blok zincirin teknolojisinin en popüler uygulamalarından biri haline gelmiştir. Blok zincir yapısında onaylanmayı bekleyen işlemler blok yapısı içerisine toplamaktadır. Madenciler (miner) bu bloğun geçerli olması için bu problemi çözmektedirler. Problemi ilk çözen madenci, bloğunu zincirin sonuna eklemekte ve blok başına tanımlanmış bitcoin ödülünü elde etmektedir. (Hepkorucu, 2107).

Günümüzde yıllar itibarı ile Blok zincir yapısındaki problemler daha da zorlaşmakta olup, madencilere verilen ödül dört yılda bir %50 oranında azaltılmaktadır (Çarkacıoğlu, Aralık 2016). Blok zincirde yapılan işlemler network dahilinde bütün kullanıcılar tarafından tutulmaktadır.

Bütün kullanıcıların veya çoğunluğun onaylaması ile işlemlerin doğruluğu, güvenliği ve geçmiş işlemlerle bütünlüğü sağlanmaktadır. Bu yöntemle günümüzdeki ticari risklerin de azaltılması hedeflenmektedir (Gupta, 201).

### **3. GEMİLER'DEKİ SEYİR VE HABERLEŞME CİHAZLARI**

Gemilerde bulundurulan haberleşme ve seyir cihazlarının türü gelişen teknoloji ile birlikte giderek artmaktadır. Bu cihazların önemli bir bölümü IMO'nun (International Maritime Organization – Uluslararası Denizcilik Örgütü) düzenleme ve kararları gereği gemilerde zorunlu olarak bulunmaktadır. IMO kuruluşundan bu yana deniz kazalarının önlenmesi amacıyla personel ve gemiler için gerekli olan minimum standartları belirlemektedir (Kaptan, 2022). Bu noktada belirtilmesi gereken bir diğer husus ise bu tür izleme ve eylemlerin doğrudan IMO tarafından değil, üye ülkeler tarafından yapılmasıdır (Tzannatos, 2009).

IMO'nun bu sorumluluğu idarelere vermesi, idarelerin yaklaşım farklılıklarından dolayı çeşitli sorunlara yol açsa da, farklı bir uygulama yaklaşımının izlenmesi de mümkün olmamıştır (Knudsen, 2011). Bazı ülkelerde ise IMO düzenlemelerince zorunlu olmadıkları halde seyir ve haberleşmede kolaylık ve hız kazandırdıkları ve seyir emniyetine olumlu katkı temin edildiği için özellikle büyük ve yeni gemilere ilave cihazların tesis edilmesi istenmektedir.

#### **3.1. Gemilerde Bulundurulması Zorunlu Seyir Cihazları**

Gemilerde zorunlu olarak bulundurulan seyir (navigasyon) cihazlarının başında Radarlar gelmektedir. Bu cihazlar her tonajda geminin emniyetli seyri için çok önemli işleve sahiptir. Zaten IMO düzenlemelerine göre de her tür deniz aracı için zorunlu olan seyir cihazları ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bunlar içinde Radar cihazları gemilerdeki en önemli ve en

yüksek elektromanyetik alan üreten cihazlardır. Gemilerde ayrıca tesis edilen başlıca seyir amaçlı cihazlar şunlardır.

- Radar
- Elektronik Harita (Ecdis),
- Arpa Radar
- Auto Pilot,
- Eco Sounder,
- Gps,
- AIS

Seyir amaçlı kullanılan tüm cihazların antenleri köprü üstünün yakınına kurulmaktadır. Tüm seyir cihazlarının birbirlerinden farklı müstakil antenleri bulunmaktadır.

### **3.2. Gemilerde Bulundurulması Zorunlu Haberleşme Cihazları**

Bu konuda 1974 yılında yapılan düzenlemeler SOLAS-74 (Safety of Life At Sea - Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi) başlığı altında deniz haberleşme kuralları derlemesi haline getirilmiştir (Ece, 2108).

Gemilerde bulundurulması gereken haberleşme cihazlarının başlıcaları aşağıda maddelenmiştir (Acarer, 2016).

- VHF,
- MF/HF,
- DSC,
- Taşınabilir VHF,
- Navtex Alıcısı,
- Inmarsat cihazları,
- EPIRB ve
- SART.

Bu cihazların her biri farklı frekanslarda çalışmakta ve en önemli ortak özellikleri kablosuz iletişim şekline sahip olmalarıdır. Taşınabilir (Portable) VHF, EPIRB ve SART cihazlarının antenleri kendi üzerlerinde bulunmaktadır. Bu cihazlar kullanıldığında her biri farklı güçte elektromanyetik alan üretmektedir. Diğer iletişim cihazlarının antenleri ise birbirlerinden farklı olarak köprü üstünün dışına monte edilmektedir.

### **3.2.1. Gemilerde Bulunan Kablolü Erişim Sistemleri**

Gemilerde bulunan kablolu haberleşme (koaksiyel kablo ağırlıklı) ekipmanları büyük sistemlerden (Ana Makina, Yardımcı Makine, Seyir, Haberleşme cihazları, vb.) “Yönetim Bilgisayarına” gelecek verilerin iletiminde kullanılmaktadır. Bu nedenle gemi içindeki farklı teçhizatlar ile yönetim sistemlerine ilişkin bilgisayar arasında ciddi bir kablo alt yapısının tesis edilmektedir. Halen söz konusu kablo ağı özellikle yeni gemilerde büyük ölçüde bulunmakta olup, bu kablolar “İnsansız Gemilerde” bir miktar daha fazla olacaktır. Koaksiyel kablonun özelliği nedeniyle bu kabloların direnci bakır kablolarına göre daha azdır.

Yine İnsansız Gemiler için tesis edilecek kabloların enterferansa karşı korumalı ve daha esnek bir yapıya sahip olması için, bu kabloların “Coaxial kablo, Cat kablo, vb.” yapıya sahip olması önem taşımaktadır. Bunun yanında gemi içinde bulunan M2M sistemler ve IoT (İnternet of Things - Nesnelerin İnterneti) ekipmanlarının yönetim bilgisayarına aktaracağı veriler için telsiz alt yapısının kullanılması da mümkündür. Ancak geminin iletişim alt yapısında telsiz sistemleri kullanıldığı takdirde, özellikle büyük gövdeli gemilerde bu amaca yönelik müstakil bir şebeke meydana getirecek bir alt yapının kurulması gerekmektedir.

Yani gemi içinde dahili bir telsiz “intranet” yapısının tesis edilmesi ve bunun “İnsansız Gemi Yönetimi 4.0” sistemiyle ilişkilendirilmesi zorunludur.

Bu nedenle telli alt yapı ve gerektiğinde uygun sistemlerde telsiz alt yapının kombinasyonu şeklinde bir “İletişim Yapısı” modeli (hibrit yapı) en uygun gemi içi şebeke yapısı olarak değerlendirilmektedir.

Gemi içinde tesis edilecek telli/telsiz iletişim sisteminde, Gemi Yönetimi sisteminin kara birimiyle irtibatının da temin edilmesi gerekmektedir. Bu maksatla gemide toplanan verilerin karadaki ilgili birimlerde de değerlendirilmesi ve gerektiğinde Gemi Yönetim sistemine müdahil olunabilmesi için, gemi ile kara arasında ayrı bir uzak mesafe telsiz iletişim alt yapısının kurulması zorunludur.

### **3.2.2. Gemilerde Bulunan Kablosuz Erişim Sistemleri**

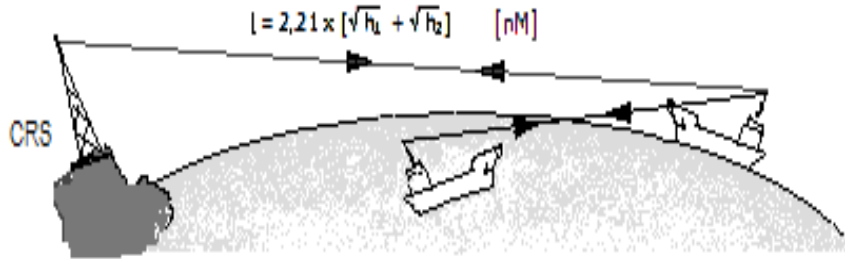
Gemilerin uzaktan kontrolünde geminin yakın veya uzak mesafede olmasına göre farklı sistemlerin kullanılması mümkündür. Gemilerde zorunlu olarak bulundurulması gereken ve hem Gemi/Gemi arası ve hem de Gemi/Kara arası iletişimde kullanılan kablosuz erişim sistemlerini;

- Yersel (Terrestrial) kablosuz sistemler (VHF, MF / HF, Navtex)
- Uydu Sistemleri (Inmarsat ve Cospas Sarsat sistemleri) olarak iki temel grupta toplamak mümkündür.

Yersel sistemlerin en çok kullanılanı ve en bilineni VHF (Very High Frequency – Çok Yüksek Frekans) telsiz cihazlarıdır. Bu cihazların köprü üstünde sabit olanı bulunduğu gibi, Portable VHF olarak da isimlendirilen El VHF'leri de yoğun olarak kullanılmaktadır. Genelde antenlerinin optik olarak birbirlerini görme prensibine göre çalışan bu cihazların iletişim mesafesi de doğal olarak kısıtlıdır.

Aşağıda verilen çizimden ve buradaki formülasyondan da görüleceği üzere VHF Sistemi ile iki gemi arasındaki görüşme mesafesi yaklaşık 25 nm'dir (notical mile – deniz mili) (Yılmaz, 2014). El VHF'lerinin mesafesi ise, bulunduğu ortama ve çevresinin açıklığına göre birkaç yüz metreden birkaç nm'ye kadar değişmektedir.

Aşağıda VHF telsiz sistemleri üzerinden gemi/gemi ve gemi/sahil istasyonları arasında yapılan haberleşmenin ve bu haberleşmeye ilişkin mesafe tespitinin formülasyonu gösterilmektedir. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü üzere Gemi ile Sahil istasyonları arasındaki iletişim de ise bu mesafe, sahil istasyonlarının antenlerinin bulunduğu yüksekliğe bağlı olarak 60/80 nm, hatta 100 nm'ye kadar ulaşmaktadır.



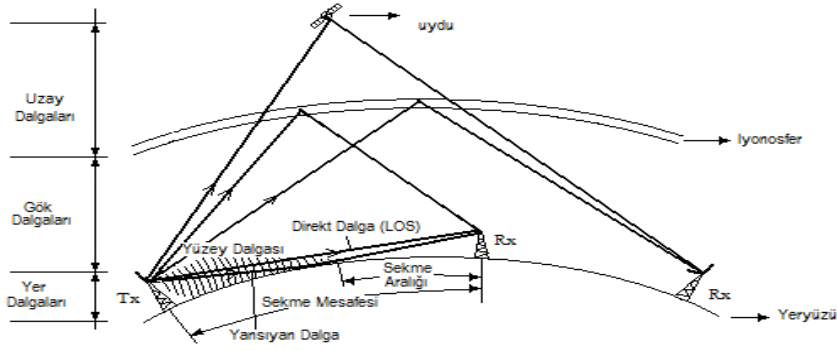
Şekil 2. VHF Sisteminde Kapsama Alanı (Poyraz, 2019).

Gemi – kara arasında MF (Medium Frequency – Orta Frekans) ve HF (High Frequency – Yüksek Frekans) bantları da kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerde kullanılan frekansların kapsama alanlarının gündüz ve geceye bağlı olarak değişmesi, atmosferik koşullardan oldukça fazla etkilenmeleri, bu sistemlerin anten boyutlarının fazla olması ve fazla enerji çekmeleri, vb. nedenler ile son yıllarda kullanımları giderek azalmaktadır.

Gemi ile kara arasında mesafenin uzak olması halinde (25 nm veya daha fazla) genelde orta veya uzak mesafe telsiz haberleşme sistemlerinin kullanılmaktadır. Ayrıca bu amaçla uydu sistemlerinin de kullanılması mümkündür. Gemilerin uzak mesafe yapacakları haberleşmede genel olarak ya Inmarsat uydu sistemine ilişkin cihazlar veya uzak mesafe (HF) karasal sistemleri kullanılmaktadır. Her iki sistem ile de Akdeniz,

Karadeniz gibi çevre denizlere ilaveten, okyanus bölgelerinde bulunan gemiler ile de Türkiye'den iletişim kurmak mümkündür.

Aşağıdaki şekilde VHF (Kısa mesafe), HF (Uzak mesafe) ve Inmarsat Uydu sistemleri üzerinden yapılan erişim türlerinin genel çalışma prensipleri gösterilmektedir. VHF Sisteminde cihazların antenlerinin birbirlerini görmesi prensibine göre (Optik görüş) erişim temin edilirken, HF Sisteminde cihazlar arasındaki erişim elektromanyetik dalgaların "İyonesferden yansıması" esasına göre sağlanmaktadır. Inmarsat sisteminde ise uydu cihazları arasındaki erişimde elektromanyetik dalgaların "uydudan yansıması" prensibinden (uydu sistemi aktarıcı olarak) yararlanılmaktadır.

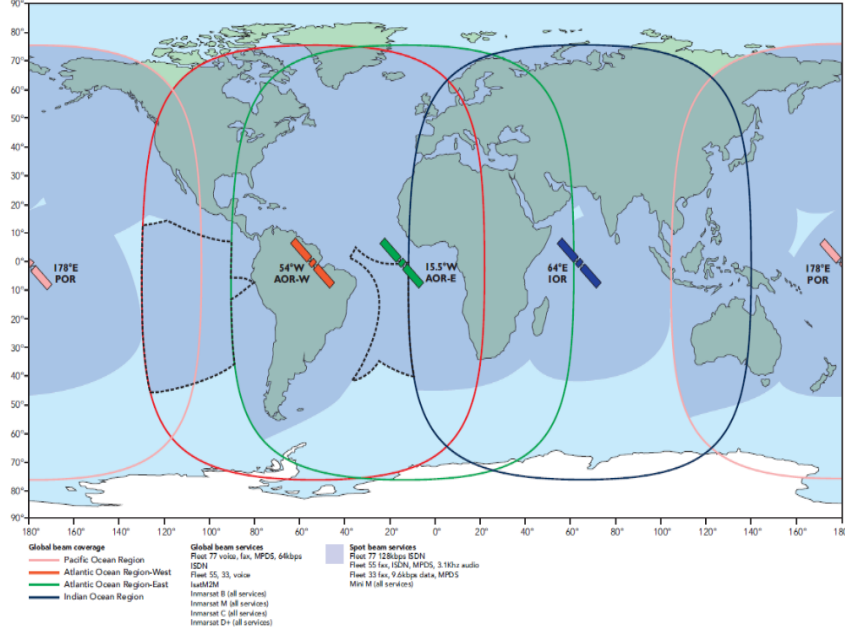


Şekil 3. Yer, Gök ve Uzay dalgaları (Poyraz, 2019).

### 3.3. Gemilerde Kara ile Veri Haberleşmesinde Kullanılan Inmarsat Cihazları

Uzak mesafe erişimde teknik olarak Inmarsat sisteminin de, HF sisteminin de kullanılması mümkün olmakla birlikte gerek arama kolaylığı, gerekse erişim olasılığının daha yüksek olması nedeniyle Inmarsat sisteminin erişim açısından daha fazla avantajları bulunmaktadır.

Aşağıdaki şekilde uzak mesafe Inmarsat uydularının isimleri ve kapsadıkları alanlar gösterilmektedir.

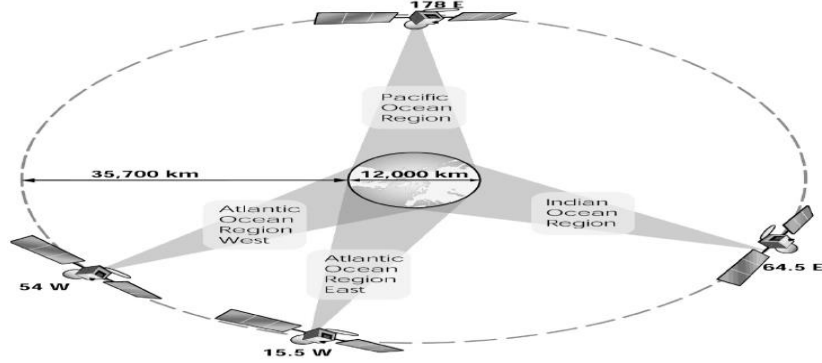


Şekil 4. Inmarsat Uyduları (INMARSAT, 2012).

Uzak mesafe Inmarsat uyduları 4 adet olup bunlar;

- AOR - E (Atlantic Ocean Region East- Atlantik Okyanusu Doğu Bölgesi Uydusu)
- IOR (Indian Ocean Region- Hint Okyanusu Uydusu)
- POR (Pasifik Ocean Region- Pasifik Okyanusu Uydusu)
- AOR- W (Atlantic Ocean Region West - Atlantik Okyanusu Batı Bölgesi uydusudur.

Bu uyduların her birinin konumları ve yer küreden uzaklıkları aşağıdaki şekilde detaylı olarak gösterilmektedir.



**Şekil 5.** Uyduların Konumları ve Yer Küreden Uzaklıkları .(Yılmaz, 2014)

Inmarsat üzerinden sağlanan iletişim şekilleri kara, deniz ve hava haberleşmesinde kullanılmaktadır. Bu hizmetlerin başlıcaları;

- Geniş ve dar bant veri iletişimi,
- Ses,
- M2M (Machine to Machine) ve
- Acil durum haberleşme erişimleridir.

Inmarsat sistemlerinin M2M işlevlerde kullanılması da mümkündür. Özellikle Gemi içinde M2M iletişimde telli/telsiz sistemler kullanılabilmesine karşılık, Gemi/Kara arasındaki iletişimde yine Inmarsat sistemlerinden yararlanılması mümkündür. Bu amaçla deniz haberleşmesinde veri iletişimde ve M2M (Machine to Machine) hizmetlerde kullanılan başlıca Inmarsat terminallerini ve bunların özelliklerini aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür.

#### **- BGAN (Broadband Global Area Network - Geniş Bant Hizmetleri)**

BGAN link hizmeti ile 512kbps'a kadar IP tabanlı ses ve geniş bant veri haberleşme hizmeti verilmektedir. Bu sistemde % 99,9 kesintisizlik oranı ile işletilmektedir. Aynı anda sesli iletişim, internete girme veya mail gönderme işlemleri de gerçekleştirilmektedir. Birçok BGAN terminali ile 64 Kbps'lık mobil ISDN hizmeti de yapılabilmektedir.

Bu cihazlar askeri ve kamusal standartlardaki VPN ve şifreleme cihazları ile uyumlu olup, çeşitli kotalı tarifeleri mevcuttur. L-Band frekansları kullanılmasının nedeni, bunların uydu bulma toleransının yüksek olmasıdır. Bu nedenle sismik faaliyetlerin ve kuvvetli rüzgarların olduğu bölgelerde kullanıma uygundur. BGAN Sistemleri üzerinden;

SMS, Voip, Geniş bant İnternet erişimi, e-mail, VPN, telefon, Video Konferans, ve takip hizmetleri verilebilmektedir.

#### **-BGAN Terminal**

BGAN Sistemleri diğer uydu internet erişimi sağlayan sistemlerden farklı olarak büyük ve ağır uydu antenine ihtiyaç duymadan haberleşme yapılmasına olanak sağlamaktadır.

#### **- BGAN M2M**

BGAN alt yapısı üzerinden otomasyon ve scada uygulamaları için sunulan bir hizmettir. 448 kbps bağlantı hızına kadar destek vermektedir. 800 ms gecikme süresi ile gecikmenin ve veri kayıplarının kritik öneme sahip olduğu enerji hatları, boru hatları gibi değişik sanayi kollarında yoğunlukla kullanılmaktadır. Başlıca Özellikleri; ECDIS, GPS takip ve IP SCADA işlevlerini yapabilmeleridir.

#### **- Isatdata Pro**

Araç takip sistemleri için kullanılan çift yönlü mesajlaşma servisidir. Inmarsat I-4 serisi uyduları kullanmaktadır. 6400 byte veri gönderme ve 10000 byte veri alma kapasitesine sahiptir. Mesaj iletim süresi mesaj boyutuna bağlı olarak 15-60 sn arasında değişmektedir. Başlıca özellikleri; GPS takip, SCADA, telemetri, hava durumu raporlaması ve kısa mesaj e-mail haberleşmesidir.

#### **- IsatData Pro Terminali (ISATM2M)**

Başlıca sakla ve gönder mantığıyla çalışan ve düşük veri hızında mesajlaşma yapma kabiliyetine sahip Inmarsat terminalidir. Bu terminaller aracılığı ile download yönünde 100 byte'lık mesajlar alınabilmektedir. Bu cihazın başlıca özellikleri; GPS takip, SCADA ve kısa mesaj e-mail'dir.

#### **- Inmarsat Fleet Hizmetleri**

Inmarsat-Fleet77, Inmarsat-Fleet55 ve Inmarsat-Fleet33 olmak üzere üç alt hizmet ile servis verilmektedir. Fleet77 terminalleri ile GMDSS koşulları da sağlanmaktadır. Bu sistemin tercih sebepleri; uzay kesimi maliyetinin düşük olması, e-mail haberleşmesinin yapılabilmesi, 64 kbps mobile veri paket servisinin olması, daha hafif ve kullanışlı olmasıdır.



### **-Inmarsat Global Xpress (Ka Band)**

Uydular “Ka frekans” bandında (20-30 GHz) çalışmakta olup, her bir uydunun 89 adet küçük Ka band spot kapsamı bulunmaktadır. Ayrıca her bir uydu 6 adet yönlendirilebilir kapsama alanları ile, farklı noktalarda Ka-Band trafik toplama merkezleri oluşturulabilmektedir. GlobalXpress 60 cm'lik antenler aracılığıyla 50 Mbps download ve 5 Mbps upload hızında hizmet vermektedir.

Bu değerler veri iletişimde yüksek hızlı data haberleşmesi anlamına gelmektedir. Global Xpress ile hava ve deniz araçlarına yüksek hızda veri iletişimi sağlanmaktadır.

Gemiler ile Kara arasındaki erişimde Inmarsat Uydu sistemi kullanıldığı takdirde;

-Gemi ve kara biriminde birer tane terminal kullanılması gerekecektir.

- Bu terminalin tercihen yüksek hızda data haberleşme kabiliyeti olan Inmarsat-F77 türü bir terminal olmasında fayda bulunmaktadır.

- Inmarsat görüşmeleri ücretli olup, gemiden sürekli data alınacaksa bunun belirli periyotlar ile çekilmesinde ve paketler halinde alınmasında fayda bulunmaktadır.

### **Inmarsat C Sistemi**

Sayısal teknoloji haberleşme tekniğinin kullanıldığı INMARSAT C sistemi 1991 yılında hizmete girmiştir. Küçük boyutlu terminal olarak özellikle yat, balıkçı tekneleri için uygun hale getirilerek düşük maliyetli ve küresel haberleşme sağlayan bir sistem olarak kullanılmaktadır. INMARSAT C sisteminde sesli telefon haberleşmesi yapılamamakta, sadece düşük veri hızında yazılı olarak hazırlanan mesajlar sakla ve gönder (Store And Forward) tekniği ile gönderilmektedir.

Inmarsat C sisteminde gemi/kara ve gemi/gemi arasındaki haberleşmede sinyal uydudan sonra LES (Lans Earth Station) adı verilen “Kara Yer İstasyonu” üzerinden karşı tarafa iletilmektedir. Bu sistemde veriler saniyede 600 Bitlik haberleşme hızında bir INMARSAT uydusu aracılığı ile LES tarafından ulaştırılmaktadır. Bu sistemin en önemli özelliği GMDSS gereği uzak mesafe gemilerde A3 deniz alanında sefer yapan gemilerde bulundurulması zorunlu olan Genişletilmiş Grup Çağrısı cihazı (Enhanced Group Call – EGC) ve Uzak Mesafeden Gemileri Tanımlama ve Takip Sistemi (Long Range Identification and Tracking of Ships – LRIT) yaygın özelliklerine sahip olmasıdır.

### **3.4. Uzak Mesafe Gemileri Tanımlanma ve Takip Sistemi (Long Range Identification and Tracking of Ships - LRIT)**

Bu sistem aracılığı ile gemilerin uzak mesafelerden periyodik aralıklarla gönderdikleri sinyal ile tanınmaları ve izlenmeleri gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde uzak mesafeden gemilerin tanınması, takip edilmesi ve bayrak devletlerine doğru raporlama yapılması mümkün hale gelmektedir. IMO ve Deniz Güvenliği Komitesi'nin (Maritime Safety Comite - MSC) aldığı kararlar ile, Denizlerde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesine (Safety of Life At Sea - SOLAS) taraf olan ülkelerin, LRIT sistemine dâhil olmaları zorunlu tutulmuştur.

Bu sistem 1 Ocak 2009 tarihinde uluslararası sefer yapan gemilere zorunlu hale gelmiş ve buna ilişkin düzenleme Solas Bölüm 5, Kısım 19.1'de yapılmıştır.

LRIT sisteminin temelinde her bayrak devletinin kendi veri merkezleri yer almaktadır. Bu sisteme sahip gemiler belli aralıklarda Inmarsat uyduları aracılığıyla veri merkezlerine sinyal gönderip yerlerini bildirmektedirler.

Türkiye'de Türksat A.Ş. oldukça kapsamlı ve düşük maliyetli LRIT web ara yüzleri aracılığıyla kullanıcılara veri merkezi hizmeti sağlamaktadır. Bu sistemin ulusal veri merkezi merkezinin sorumlusu ve hesaplaşma otoritesi olarak Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü belirlenmiştir.

LRIT ile sağlanan hizmetleri başlıca aşağıdaki maddeler halinde özetlemek mümkündür.

- Monitörleme ve İzleme Uygulamaları
- Mobil Çözümler
- Teknik Destek ve Bakım Hizmetleri
- İstatistik ve Fiyatlandırma

LRIT sistemi ile seyir emniyetini ve deniz güvenliğini artırmak, arama ve kurtarma faaliyetlerine katkıda bulunmak ve çevre kirliliği ile etkin mücadele etmek amaçlanmaktadır.

Bu sistem ile periyodik olarak gemilerin kimlik bilgisini, gemilerin konum bilgilerini (enlem-boylam cinsinden) ve gemilerin zaman bilgilerini almak mümkündür.

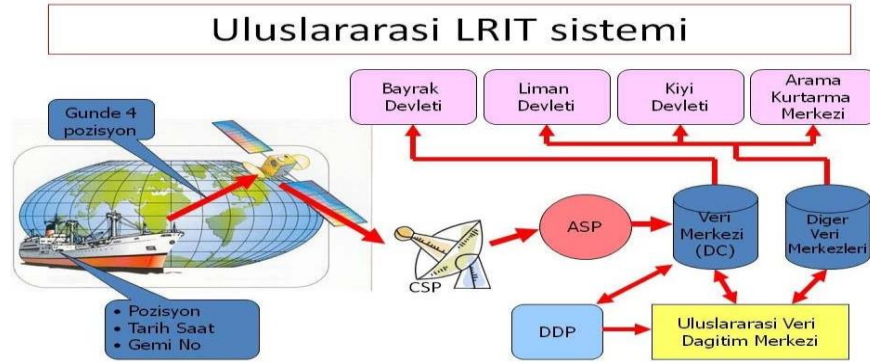
LRIT ile izlenebilen Gemi Türleri;

- Yüksek hızlı yolcu tekneleri dâhil yolcu gemileri
- Yük gemileri (300 Groston ve üzeri)

- Deniz sondaj platformlarıdır.

LRIT Sisteminin düzenli olarak çalıştırılabilmesi ve yukarıda sayılan verilerin gemilerden sağlıklı şekilde alınabilmesi aşağıda belirtilen hususlara özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Bayrak değiştiren gemilerin ivedilikle İdareye bildirilmeli,
- Gemilerdeki terminallerin sürekli açık tutulmalı,
- Terminallerin, e-mail ve diğer haberleşme işlemleri için mümkün olduğunca az meşgul edilmeli,
- Olabilecek terminal değişikliklerinde, LRIT açısından problemlili olan terminal modellerinin tercih edilmemeli,
- Terminallerin, direk enerjisinin kesilerek kapatılması yerine log out/log in yapılarak kapatılıp açılmalı,
- Gemi işleten/donatanlarının, gemilerinin düzenli konum bilgisi gönderip göndermediğini <http://94.55.122.38/shiptrackcatalog> adresindeki "Terminal Durum Ekranından" takip etmeleri,
- Gemi terminalleri ile ilgili yapılacak çalışmalarda gerekli işbirliğinin sağlanması ve olabilecek terminal değişikliklerinin KEGM Telsiz İşletme Müdürlüğüne ivedilikle bildirilmeli,
- Düzenli konum bilgisi göndermeyen gemiler için Ülkemizin Ulusal LRIT Veri Merkezi işleticisi olan Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (KEGM) ile temas kurularak sorunun çözüme kavuşturulmalı.



Şekil 6. LRIT Diyagram (Keskin, 2012).

Ulusal sefer yapan gemilerin LRIT sistemine geçiş süreci aşağıdaki tablo'da detaylandırılmıştır. Bu tablodan da görüleceği üzere A1 sefer bölgesinde seyir yapan ve AIS cihazı bulunduran gemilerin LRIT sistemine dahil olmaktan muaf tutulabileceği, A2, A3 ve A4 sefer bölgelerinde çalışan mevcut gemilerin ise 31 Aralık 2008'den sonraki ilk

Telsiz Emniyet denetimlerimden önce bu zorunluluklarını yerine getirmek zorunda olmaları kararlaştırılmıştır.

**Tablo 4.** LRIT Sistemine Uyum Süreci (Keskin, 2012)

İnşa Tarihi	GMDSS Çalışma Alanı (SOLAS BölümIV'e göre)	LRIT Sistemine uyum için en son tarih
31 Aralık 2008 ve sonrası	Tümü	İnşa Tarihi
31 Aralık 2008'den önce	A1 ve A2 veya A1, A2 ve A3	31 Aralık 2008'den sonraki ilk Telsiz Emniyet Sörveyi <sup>1</sup>
	A1, A2, A3 ve A4	1 Temmuz 2009'dan sonraki ilk Telsiz Emniyet Sörveyi <sup>2</sup>

1. Yalnızca A1 deniz sahasında çalışan ve AIS bulunduran gemiler LRIT sistemine dahil olmak zorunda değildir.
2. Bu gemiler A1, A2 ve A3 alanlarında çalıştıkları sürece LRIT sistemine uyum için gerekli şartları, 31 Aralık 2008'den sonraki ilk Telsiz Emniyet Sörveyinden önce yerine getirmek zorundadırlar. (IMO 2006: MSC.202(81) Ek 2)

LRIT Sisteminin başlıca bileşenleri;

Gemilerdeki terminaller LRIT sisteminde pozisyon, kimlik ve zaman damgası bilgilerini veri merkezlerine ileten en önemli bileşendir. LRIT sisteminde gemi ile veri merkezi arasında nasıl bir iletişim yöntemi kullanılacağı her ne kadar belirlenmemiş olsa da, şu anda birçok gemi Inmarsat C terminallerini kullanarak pozisyon bilgilerini veri merkezlerine göndermektedir. Bu veri gönderiminde en önemli hususlardan biri terminallerin uzaktan programlanabilir olması ve gemi personelinin müdahalesi olmadan otomatik olarak pozisyon bilgisini veri merkezine gönderebiliyor olmasıdır.

LRIT sistemi, gemilerin uzak mesafeden takibine ek olarak arama ve kurtarma faaliyetlerinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, gemi kaynaklı hava emisyonunun ölçülmesi ile ilgili çalışmalarda veri kaynağı olarak LRIT sisteminin gösterilmesi, LRIT sisteminin farklı alanlarda kullanımına örnek verilebilir (Miola, 2011).

LRIT sisteminin olası kullanım alanlarına bir diğer örnek olarak yasa dışı, kayıtsız ve düzensiz olarak yapılan balıkçılık faaliyetlerine karşı mücadelede uydu destekli takip sistemlerinin kullanımı da gösterilebilmektedir (Detsis, 2012).

LRIT sistemi otomatik olarak çalışacak şekilde tasarlanmış oluşu ve başka sistemlerle çok kolay entegre edilebilir olması bu sistemin sadece güvenlik amaçlı değil, çevre kirliliği veya kaçakçılıkla mücadele gibi farklı alanlarda da kullanımına imkan sağlamaktadır. Yakın gelecekte yeni kullanım şekillerini görmek şaşırtıcı olmayacaktır (Keskin, 2012).

### **3.5. Mobil Haberleşme Cihazlarının Gemilerde Kullanılma Olanığı**

Mobil haberleşme cihazları günlük yaşantımızda çok yoğun şekilde kullanılmaktadır. Cep telefonları olarak da isimlendirilen bu cihazlar ile çok farklı haberleşme şekillerinin gerçekleştirilmesi mümkündür. Günümüzde mobil iletişim teknolojilerinde (3.Nesil, 4.Nesil, 5.Nesil sistemler) kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlere ilişkin baz istasyonlarının erişim mesafesi (coverage) deniz alanları için kıyıda en fazla 3/4 km. olacağı için, bu sistemlerin yakın mesafede gemi/kara arasındaki iletişimde kısıtlı olarak kullanılma ihtimali bulunmaktadır (Acarer T. , 2017).

Ancak daha uzak mesafede bulunan gemiler ile kapsama alanının dışına çıkılacağı için iletişim kurulması olanaksızdır. Bu nedenle mobil iletişim sistemlerinin ancak kıyıya çok yakın mesafede olan veya boğaz geçişi gibi yine yakın mesafeli deniz alanlarında kullanıldığını söylemek mümkündür.

## **4. GEMİ YÖNETİMİ 4.0 BİLEŞENLERİ**

### **4.1. İnsansız Gemi Yönetimi 4.0**

Otonom Gemi Yönetiminin bileşenlerini başlıca;

- Seyir ve Makina ekipmanları,
- M2M,
- IoT,
- Yapay Zeka,
- Yönetim ve Remote Kontrol Ekipman ve Yazılımları ve
- İletişim Sistemleri

olarak gruplamak mümkündür.

Bunlar içinde “Seyir ve Makine ekipmanları” teknolojik gelişmelerden en olumlu etkilenen bileşenlerden biridir. Bilindiği gibi teknolojik gelişmeler günümüzde tüm makine sistemlerinde ve bunların uzaktan kontrollü olarak çalıştırılmalarında çok olumlu katkı temin etmektedir. Bu gelişmeler halen sürmekle birlikte, bugün yeni nesil gemilerin makine sistemlerini köprü üstünden veya başka mahallerden çalıştırmak, kontrol etmek, sistem alarmlarını farklı mekanlardan gözlemlmek ve mekanik arızalar dışındaki problemleri uzaktan kontrol ile gidermek mümkün hale gelmiştir. Bu husus “İnsansız Gemi” sistemleri için büyük olanaklar temin etmektedir (Esmer, 2017).

#### **4.2. İnsansız Gemi Yönetiminde Kullanılabilecek Seyir ve İletişim Sistemleri**

Yine son yıllardaki teknolojik gelişmeler sonucu gemilerin Seyir ve Seyir Yardımcısı sistemlerindeki olumlu gelişmeler makina sistemlerine oranla daha da fazla olmuştur. Özellikle;

- Radar,
- Ecdis (Electronic Chart Display),
- Arpa Radar,
- Derinlik ve Hız Ölçüm Cihazları,
- AIS (Automatic Identification System),
- Deniz Haberleşme Ekipmanları,
- Navtex (Navigational Telex) vb. cihazların gemilerde kullanımı ciddi ölçüde artmıştır.

Ancak bu sistemler içinde AIS'e ayrı bir parantez açmak gerekir. Çünkü AIS Teçhizatı, kapsama alanı içindeki (gemi-gemi arası yaklaşık 25 mil) diğer AIS cihazlarını algılamakta, bunların pozisyon, hız, rota vb. seyir bilgilerini alırken, kendine ilişkin bilgileri de çevresindeki gemilere ve varsa Sahil Telsiz İstasyonlarına (CRS - Coast Radio Station) göndermektedir.

AIS cihazlarının sorgulama süresi geminin hareket hızına bağlı olmakla birlikte, belirli bir hızın üstündeki sorgulama otomatik olarak “6 sn” de bir olmaktadır. AIS üzerinden alınan bilgiler;

- Statik Bilgiler;
  - . MMSI(Deniz Gezici Servisi Tanınma Numarası)
  - . IMO Numarası
  - . Çağrı İşareti Ve İsmi
  - . Uzunluk ve Beam

- . Geminin Türü
- . GPS Anteninin Yeri
  
- Dinamik Bilgiler ;
- . Geminin Pozisyonu
- . Zaman (UTC)
- . Karaya Göre Rota (COG)
- . Karaya göre Hız (SOG)
- . Pruva
- . Seyirsel Durum Dönme Zamanı
  
- Seyir Bilgileri ;
- . Geminin Draftı
- . Tehlikeli Yük Bilgisi
- . Gidilecek Yer ve Tahmini Varış zamanı (ETA)
- . Rota Planı (dönüş noktaları)
- . Hız'dır.

Gemilerde tonaj ve sefer yaptıkları bölgelere göre farklı türlerde AIS cihazları kullanılmaktadır. Bu cihazın seyir emniyetinin artırılması amacıyla tüm teknelere zorunlu hale getirilmesinde ve çalıştırılma koşulları ile ilgili yeni düzenlemeler yapılmasında büyük fayda vardır.

Ayrıca AIS sisteminde çevredeki gemilerden alınan seyir bilgilerinin (rota, hız, konum, dönme bilgisi vb.) bir bilgisayarda değerlendirilmesi ve gemi rotasının / hızının buna göre kontrol edilmesi halinde, "gemilerin insansız" sürüşü kolaylıkla gerçekleştirilebilecektir.

AIS cihazlarındaki statik, dinamik ve seyir bilgilerini aşağıdaki şekil üzerinde grafiksel olarak göstermek mümkündür.

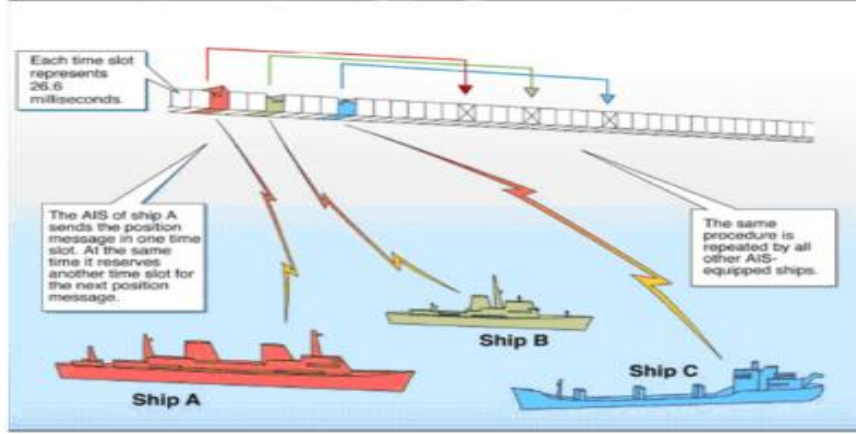


Şekil 7. AIS Ekranı (i-Marine, 2014).

Halen bu tür yayınlar özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde yapılmakta olup, özellikle virtual (hayali) şamandıra bilgileri ile fiziksel olarak bulunmayan sistemlere ilişkin bilgiler gemilerdeki AIS cihazlarına broadcast olarak iletilmektedir. Bu maksatla Virtual AIS'lere (hayali AIS) ilişkin MMSI (Maritime Mobile Service Identity - Deniz Mobil Servis Kimliği) numaraları için belirlenen özel kodlar ITU (International Telecommunication Union – Uluslararası Haberleşme Kuruluşu) tarafından tüm ülkelere tahsis edilmiştir.

Aşağıdaki şekilde gemiler arası ve gemi kara arasındaki AIS veri formatı gösterilmiştir.





Şekil 8. AIS Veri Formatı (i-Marine, 2014).

Dar su kanallarında ve yoğun gemi trafiğinin olduğu bölgelerde emniyetli seyir bilgilerinin üretilmesi ve gemilerin remote kontrollü olarak yönetilmesi açısından gereken veriyi temin edecek olan “Virtual AIS” bilgilerini, kara ulaşımındaki “Smart Way - Akıllı Yollar” yönetimine benzetmek mümkündür. Kara ulaşımındaki “Akıllı Yol verileri” bu yol güzergahları için tesis edilecek “Sensörler” ile temin edilirken, deniz ulaşımında söz konusu uyarı bilgilerinin (keskin dönüşler, sığılıklar, topuk, kayalık alanlar vb.) Virtual AIS’ler ile sağlanması mümkündür.

## 5. METODOLOJİ

Bu çalışmada endüstrideki gelişmeler farklı alanlarda ortaya konularak, bunun farklı sektörlere yansımaları ele alınmıştır. Bu doğrultuda End. 4.0 olarak da tanımlanan sanayi devriminin ulaştığı son aşamanın denizcilik sektörüne olan etkilerine dikkat çekilmiştir. Özellikle bilişim sektöründeki gelişmelerin ve bu konuda temin edilen olanakların “İnsansız Gemilerin” geliştirilmesine sağlayacağı katkı ortaya konulmuştur.

Bu amaçla denizcilik işletmeleri tarafından maliyetlerde büyük tasarrufa yol açacağı öngörülen otonom gemilerin uzaktan yönetilmesinde kullanılacak seyir ve haberleşme cihazlarının imkân kabiliyetleri detaylı olarak açıklanmıştır. Ayrıca söz konusu sistemlerin ve bu sistemlere ilişkin cihazların teknik yapıları detaylı olarak incelenerek, otonom sistemde hangilerinin kullanılabileceğine dikkat çekilmiştir.

Bu konudaki metodoloji belirlenirken özellikle kullanılacak cihazların halen gemilerde IMO tarafından zorunlu olarak bulundurulması istenilen ekipmanlar olması ve ilave sistem gereksinimi duyulmadan gerekli modelin ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu şekilde ilave bir yatırıma gerek olmadan sadece gelişmiş bilgisayar sistemlerinin ve bu

amaca yönelik yazılımların kullanımı ile deniz işletmelerinin işlettikleri veya sahip oldukları gemilerinin otonom ve uzaktan kontrollü olarak kullanılmasına olanak sağlanması hedeflenmiştir.

Ayrıca bu çalışmada uluslararası mevzuat gereği gemilerde bulundurulmuş seyir, seyir yardımcısı ve haberleşme cihazlarından hangilerinin insansız gemilerin çalıştırılmasında kullanılabilecekleri açıklanmıştır. Bu şekilde uzaktan kontrol amacıyla uzak veya yakın mesafeden gemiler ile kurulacak irtibatın en doğru iletişim sistemlerinin bilinmesi ve bunların tercih edilmesine dikkat çekilerek otonom gemilerin başarılı ve sorunsuz şekilde çalıştırılması için gerekli metodoloji ortaya konulmuştur.

## 6. İNSANSIZ GEMİ YÖNETİMİ İÇİN İLETİŞİM MODELİ

Günümüzde gerek AIS cihazları aracılığı ile çevredeki gemilerden alınacak seyir bilgileri, gerekse Virtual AIS'ler üzerinden gönderilecek seyir yardımcısı bilgilerin gemi içindeki bilgisayarda değerlendirmesi sonucu, gemilerin kendi sevk ve idareleri için yeterli verinin temin edilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu yapıyı "Akıllı Oto Pilot" olarak değerlendirmek de mümkündür.

Özellikle açık denizde bu datalar ile geminin otonom şekilde emniyetli seyri için yeterli veri kaynağına ulaşılması mümkündür. Bu nedenle "İnsansız Gemi Yönetimi 4.0" içinde AIS sistemlerinin imkân ve kabiliyetlerinden azami ölçüde yararlanılması gerekmektedir.

"İnsansız Gemi Yönetimi 4.0" da diğer önemli bir bileşen "M2M" dir. Makinalar arası iletişim olarak da tanımlanan bu bileşen, günümüzde Bilişim Sektörünün en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir.

"İnsansız Gemi Yönetimi 4.0"ın diğer bir bileşeni "IoT" (İnternet of Things) dir. Nesnelerin İnterneti olarak da tanımlanan bu bileşen halen bilişim sektörünün en popüler konularından biridir (Gartner., 2018).

"İnsansız Gemi Yönetimi 4.0"ın ilerleyen süreçte önemi giderek artacak olan bir bileşeni de halen "Geleceğe Yön Verecek Teknoloji" olarak da tanımlanan "Artificial Intelligence" olacaktır. "Yapay Zeka" olarak da tanımlanan bu teknolojinin Machine Learning (Makina Öğrenmesi) ile birlikte, "İnsansız Gemi Yönetiminin" temel unsurunu teşkil edecektir. Çünkü farklı sistemlerden AIS teçhizatı, Sensörler, M2M uygulamaları ve IoT ile toplanacak olan verilerin (büyük veri olarak tanımlamak da mümkün) "Makina Öğrenmesinde" değerlendirilmesi ve yönetim biriminde yer alacak bilgisayar sisteminde yapay zeka ile birlikte işlenmesi sonucu, "İnsansız Gemi Yönetimi 4.0" için ciddi bir otomasyon unsuru temin edilecektir.

Süreç içinde gemi sistemlerinde üretilecek büyük verinin temin edeceği deneyim, analiz sistemlerinde ciddi bir bilgi birikimine yol açması kaçınılmazdır. Bu bilgi “yapay zeka” bileşeni ile birleştiğinde, Gemi Yönetiminde yer alacak bilgisayar sistemleri açısından da çok önemli bir kaynak olacaktır.

Veri havuzunda toplanacak olan söz konusu bilginin gemideki sistemlere ve bu sistemlerden M2M ve IoT uygulamaları ile alınacak veri miktarına bağlı olması kaçınılmazdır. Yani ne kadar çok veri bilgi havuzunda toplanırsa o kadar çok verinin işlenmesi ve yapay zeka ile değerlendirilip “otonom gemi” sistemlerinin geliştirilmesi kolaylıkla mümkün olacaktır.

“İnsansız Gemiler 4.0” bileşenlerinin en önemlilerinden biri şüphesiz “İletişim Sistemleri” olacaktır. Gemiler ile ilgili iletişim sistemleri;

- Gemi içinde farklı mahallerde bulunan Makine ve Seyir Sistemlerine ilişkin bilgilerin gemi yönetiminde kullanılacak olan bilgisayarlara göndereceği veri iletiminde,

- Gemideki bu bilgisayarda toplanacak bilgilerin karadaki tamamlayıcı sistemlerden yapılacak erişimde ve

- Gemi Yönetim sistemlerinin uzaktan kontrollü olarak çalıştırılmasında kullanılacaktır.

## **7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME**

“Gemi Yönetimi 4.0”ın yakın süreçte hızla gelişmesi kaçınılmazdır. Bu konuda halen bilişim sektöründe yaşanan teknolojik gelişmeler dikkate alındığında, teknik olarak hiçbir sorun olmadığı gibi, bu sektördeki gelişmeler bu süreci daha da hızlandırmaktadır. Özellikle son yıllarda gemi sistemlerinde, veri transferinde ve iletişim sistemlerinde temin edilen büyük olanaklar, “İnsansız Gemi Yönetimi” ve bunların uzak mesafelerden izlenmesi ve gerektiğinde müdahil olunmasına kolaylıkla imkân verecek boyutlara erişmiştir.

Bu arada makinalar arası iletişimin günümüzde hızla yaygınlaşması, Nesnelerin İnterneti, Sensör Teknolojisindeki gelişmeler de” İnsansız Gemiler” için çok ciddi teknolojik olanaklar temin etmektedir. Süreç içinde gemi içi sistemlerde üretilecek büyük verinin temin edeceği deneyim, analiz sistemlerinde ciddi bir bilgi birikimine de yol açacaktır.

Veri havuzunda toplanacak olan bu bilginin gemideki sistemlere ve bu sistemlerden M2M ve IoT uygulamaları ile alınacak veri miktarına bağlı olması kaçınılmazdır. Yani ne kadar çok veri bilgi havuzunda toplanırsa, o

kadar çok verinin işlenmesi ve yapay zeka ile değerlendirilip “İnsansız Gemilerin” geliştirilmesi kolay ve çabuk olacaktır.

Yapay zeka ile desteklenen bilgisayar sisteminin kontrol ettiği gemi hareketini Akıllı Oto Pilot tarafından yönetilen gemi seyir sisteminin gelişmiş şekli olarak değerlendirmek mümkündür. Özellikle bu uygulamanın açık denizlerde “İnsansız Gemiler” için çok başarılı sonuçlar ortaya çıkarması kaçınılmazdır.

Günümüzde teknolojiye geline nokta dikkate alındığında, özellikle açık denizlerde “İnsansız Gemi Yönetimi” sisteminin geliştirilmesi ve uzaktan erişimle gemilerin izlenmesi ve kontrolü kolaylıkla mümkündür.

Buna karşılık dar su kanallarında ve yoğun gemi trafiğinin olduğu deniz alanlarında öncelikle gemi adamı sayısının azaltılarak İnsansız Gemi Yönetimi için kademeli geçiş yapılmasında fayda bulunmaktadır.

Halen gemi içindeki sistemler arasındaki iletişimde hem telli, hem de telsiz sistemler kullanılmaktadır. Ancak giderek gelişen ve çeşitlenen verinin farklı sistemlerden merkezi kontrol sistemine iletiminde sadece telli sistemlerin kullanılması halinde, gemi içinde muazzam bir telli şebeke tesis edilmesi de kaçınılmaz olacaktır. Bu ise hem maliyet, hem de teknik bakım ve arıza olasılığının yüksek olması nedeniyle uygun bir alt yapı mimarisi değildir. Bunun yanında gemide pek çok farklı sistemin bulunması, bunların gemi içinde değişik ve birbirinden uzak mahallerde tesis edilme zorunluluğu ve geminin birçok kat ve kapalı alana sahip olması nedeniyle, bu birimler arasında veri iletimine de olanak verecek şekilde bir “telsiz intranet” şebekesinin de tesis edilmesinde fayda bulunmaktadır.

Bu şekilde telli/telsiz iletişim kombinasyonu olarak tesis edilecek bir gemi içi erişim sistemi aracılığı ile, gemi içinde “İnsansız ve Uzaktan kontrollü” olarak çalışacak ve bir bilgisayar tarafından kontrol edilecek “Gemi Yönetim Sisteminin” tesis edilmesi mümkün olacaktır. Bu sistemin karadaki birimler tarafından izlenmesi, gemilerin uzaktan kontrolü ve gerektiğinde müdahil olunması için yakın ve uzak mesafe iletişim sistemlerinden yararlanılması gerekmektedir. Bu konuda halen hiçbir alt yapı sorunu bulunmamaktadır.

Bu amaçla kısa mesafe iletişimde 2G, 3G, 4G gibi mobil iletişim teknolojileri ve/veya VHF sistemlerinin ortak olarak kullanılmasını temin edecek bir kombinasyon yapısının kurulması teknik olarak da mümkündür. Yani mobil iletişim kapsamının bulunduğu yerlerde bunların, bu kapsamının olmadığı yerlerde VHF sisteminin kullanılmasını temin edecek bir kombinasyon yapısı gemi/kara arasındaki kısa mesafe telsiz iletişimde en uygun çözüm olarak görülmektedir.

Uzak mesafe iletişimde ise Inmarsat, vb. uydu sistemlerinden yararlanılabileceği gibi, elektromanyetik dalgaların iyonosferden yansıma esasına göre çalışan HF sisteminin kullanılması da mümkündür. Ancak HF sisteminin iletişiminin ücretsiz olmasına karşılık, kullanımının enterferans

ve atmosferik etkenlere daha çok bağlı olması, gündüz ve gece farklı kapsama mesafesi içermesi, kısacası Inmarsat sistemine göre kullanımının daha zor olması önemli bir dezavantajdır. Bu nedenle HF Sistemleri üzerinden yapılacak gemi/kara arasındaki iletişimde zaman zaman kesintiler ve aksaklıklar ile karşılaşılması kaçınılmazdır.

Bu konudaki değerlendirmeler yukarıda yapılmış olup, mevcut sistemler içinde bu amaca en uygun yapının Inmarsat uyduları üzerinden çalışan "LRIT sistemi" olduğu görülmektedir. AIS sisteminin uzak mesafe şekli olarak da tanımlanan bu sistem aracılığı ile gemilerin statik bilgilerinin yanında anlık pozisyon, rota, hız vb. birçok dinamik bilgisi de alınmaktadır. Bu şekilde çevre gemilerden ve geminin kendisinden alınan verilerin gelişmiş bir bilgisayarda değerlendirilerek otonom bir gemi sistemi üretilmesi kolaylıkla mümkündür. Ayrıca gemi hareketinin başta Inmarsat C olmak üzere farklı Inmarsat cihazları üzerinden takip edilmesi ve otonom hale getirilen gemiye gerektiğinde karadan müdahil olunması olanağı da bulunmaktadır.

Bu amaçla halen yapılması gereken en acil ve gerekli olan husus "Otonom Gemilere" ilişkin düzenlemelerdir. (Regülasyonlar) Bu amaçla IMO koordinasyonunda yapılacak çalışmalar ile, İnsansız Gemilerde kullanılacak uzak mesafe iletişim standartlarının evrensel boyutta belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmaya başta Inmarsat kuruluşu olmak üzere gemi seyir ve makina ekipmanları üreticileri, deniz haberleşme cihazı üreten firmaların ve ilgili tüm paydaşların katılımı ile çok kısa sürede gerekli düzenlemelerin hazırlanması mümkündür.

Bu değerlendirmeler sonucu büyük tonajlı ve uzak mesafe çalışan gemilerde mevzuat gereği bulundurulması gereken ve Inmarsat uyduları üzerinden çalışan LRIT sisteminin, bu iletişim için en uygun alt yapı olduğunu söylemek mümkündür. Halen özellikle Inmarsat C cihazı üzerinden yoğun olarak kullanılan bu sistemin İnsansız Gemilerin uzaktan kontrollü çalıştırılmasında etkin şekilde kullanılmasında teknik olarak hiçbir sorun bulunmamaktadır.

Bu konuda yine IMO koordinasyonunda kurulacak bir çalışma grubunda LRIT'nin teknik standartlarında bu amaca yönelik modifikasyonlar yapılması ve bu sistemde üretilen verilerin Inmarsat dışında başka uydu sistemleri üzerinden de aktarımını temin edecek alt yapıların araştırılması, Otonom Gemilerin kısa sürede hızla yaygınlaşmasının önünü açacaktır.

## **KAYNAKÇA**

Acarer, T. (2016). Amatör Denizcilik Kitabı. İstanbul: Boyut Yayıncılık Tic. A.Ş., ISBN no: 978-975-23-1200-5.

- Acarer, T. (2017). Bilgi ve İletişim Sistemlerinde Eğilim Kitabı. İstanbul: Boyut Yayıncılık ve Tic. A.Ş, Sertika No:10855, ISBN:978-975-23-1200-5.
- Aktan, E. (2018). Büyük Veri: Uygulama Alanları, Analitiği ve Güvenlik Boyutu. Bilgi Yönetimi Dergisi, Sayı: 1, p. 1-22.
- Banger, G. (2019, Ekim 29). Nesnelerin interneti ve akıllı fabrika. <https://bizobiz.net/nesnelerininterneti-ve-akilli-fabrika/>
- Crosby, M. P. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. Applied Innovation, 2, P.6-10.
- Çarkacıoğlu, M. A. (Aralık 2016). Kripto-para bitcoin. İstanbul: Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu.
- Çavdar, T. (2017). Nesnelerin İnterneti için Yeni bir Mimari Tasarımı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, p. 39-48.
- Demiral, G. (2019). Endüstri 4.0'ın İnsan Kaynaklarına Yönelik Etkileri: Teknolojik Değişim Farkındalığı Üzerine Bir Araştırma. Ekev Akademi Dergisi, Yıl: 23 Sayı: 80, S.191.
- Detsis, E. B. (2012). A space based solution to combat illegal, unreported and unregulated fishing, Part I: Vessel monitoring system. Acta Astronautica, p.114– 123.
- DHL&Cisco. (2015). Trend Report - Internet\_of\_things 2015.
- Durbilmez S.E. ve Türkmen, Y. (2019). Blockchain Teknolojisi Ve Türkiye Finans Sektöründeki Durumu. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(1), s. 30-45.
- Ece, N. J. (2108). Uluslararası Ticaretin Geleceği İnsansız Gemiler: GZFT Analizi ve Hukuki Boyutları. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, Cilt:10 Sayı:2 S. 183-210.
- Ege, B. (2013). Rastlantının Bittiği Yer Big Data. Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, , p. 22-26.
- Esmer, S. (2017). İnsansız Gemi Sistemler, i. 7deniz, 7deniz.net.
- Gartner. (2018). Internet of Things.
- Gelecekhane. (2016). Perspektif Akıllı İşler Raporu. İstanbul.

- Genç, S. .. (2018). Sanayi 4.0 Yolunda Türkiye. . Sosyoekonomi, S. 235-243.
- Gupta, M. (201). Blockchain for dummies. New Jersey: John Wiley & Sons,Inc. New Jersey: John Wiley & Sons,Inc.
- Hepkorucu, A. v. (2107). Finansal Varlık Olarak Bitcoin'in İncelenmesi ve Birim Kök Yapısı Üzerine Bir Uygulama. Osmaniye Korkut Ata Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:1, Sayı:2, s.47- 58.
- IDC. (2018). Global DataSphere. i-Marine Deniz Teknolojileri ve Araştırmaları A.Ş. ( 2014). Denizcilik Yönetimi 4.0. İstanbul.
- INMARSAT. (2012). INMARSAT RAPORU. Geneva: Inmarsat, Yayın No: UHKÇD-2013-1.
- Kaptan, M. U. (2022, Sayı 1). Elektronik seyir cihazlarının deniz kazalarına etkileri. Aquatic Research, s. S. 89-98.
- Karaoğlan, S. A. (2018). Türkiye'de Kripto Para Farkındalığı ve Kripto Para Kabul Eden İşletmelerin Motivasyonları. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 6(2), s.15-28.
- Keskin, H. İ. (2012). DENİZ EMNİYET VE GÜVENLİĞİNDE LRIT SİSTEMİ. Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 2.
- Knudsen, O. F. (2011). IMO legislation and its implementation: Accident risk, vessel deficiencies and national administrative practices. Marine Policy, 35(2), 201-207. Marine Policy, 35(2), 201-207.
- Miola, A. %. (2011). Estimating air emissions from ships: Meta- analysis of modelling approaches and available data sources. Atmospheric Environment, Vol. 45, pp. 2242-2251.
- Pamuk, N. v. (2018). Yeni Sanayi Devrimi Endüstri 4.0 Üzerine Bir İnceleme. [http:// dergipark.gov.tr/verimlilik/issue/34982/388198](http://dergipark.gov.tr/verimlilik/issue/34982/388198) adresinden alındı
- Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: principles and applications, Research, Handbook on Digital Transformations, ISBN:9.781.784.717.759,DOI:<http://dx.doi.org/10.4337/9781784717766>.

- Poyraz, Ö. E. (2019). Acarer, T., Poyraz, Ö., Ekinalan, GMDSS El Kitabı, S.43,. İstanbul: Elif Reklam Basım.
- S. Li, L. D. (2015). The internet of things: a survey. Information Systems Frontiers, Vol. 17, p. 243-259.
- Tekin, P. (2000). Değişen Dünya'da Teknoloji Yönetimi. Mikro Dizgi, 101.
- Tzannatos, E. D. (2009). Analysis of accidents in Greek shipping during the pre-and post-ISM period. Athens: Marine Policy.
- Yılmaz, L. v. (2014). Küresel Denizde Tehlike ve Emniyet Sistemi (GMDSS), Genel Telsiz Operatör Ehliyeti (GOC). İstanbul: Akademi Yayınları.