|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Yayın Geliş Tarihi: 31.01.2019**  **Yayına Kabul Tarihi: 19.07.2019** | | **Dokuz Eylül Üniversitesi**  **Denizcilik Fakültesi Dergisi** |
| **Online Yayın Tarihi:** | **Cilt:11 Sayı:1 Yıl:2019 Sayfa:** | |
| **DOI:** | | **ISSN:1309-4246** |
| ***Araştırma Makalesi (Research Article)*** | | **E-ISSN: 2458-9942** |

**OTONOM GEMİ TEKNOLOJİSİNE DAİR GELİŞMELER İLE TÜRK DENİZCİLİK VE GEMİ İNŞA SEKTÖRÜNE ETKİLERİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA**

**Fatih YILMAZ[[1]](#footnote-1)**

**Mehmet Bilge Kağan ÖNAÇAN[[2]](#footnote-2)**

***ÖZET***

*Bu çalışmanın amacı; son yıllarda “4.Sanayi Devrimi” veya “Endüstri 4.0” olarak adlandırılanküresel ölçektekiteknolojik dönüşüm sürecinin uluslararası denizcilik sektöründeki en belirgin yansıması olanotonom gemiteknolojisiyle ilgiligelişmelerive Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne yönelik olası etkilerini incelemektir. Bu amaçla;dünya denizcilik sektöründe gelişen otonom gemi konseptleri ve teknolojileri,Ar-Ge çalışmaları, deniz ve çevre emniyeti ile güvenlik ve gemiadamı istihdamına yönelik olası etkileri veBirleşmiş Milletler (BM)-Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)-Deniz Emniyeti Komitesi(MSC) tarafından yürütülen düzenleyici kapsam belirleme çalışmalarıyla ilgili literatürincelenmiş ve ayrıca alanında uzman profesyonellerin görüşleri alınarak otonom gemilerin Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne olası etkilerine ilişkin bir SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda; zayıf ve güçlü yönler ile fırsatlar ve tehditler belirlenmiş ve buna bağlı olarak uygun strateji önerileri sunulmuştur. Sonuç itibariyle ise; otonom gemi teknolojisinin beraberinde gemi tasarımı, gemi inşaatı,gemi işletmesi ve deniz sigortacılığı ile liman ve tersanecilik altyapısında ve denizcilik işletmeciliği süreçlerindeteknolojik dönüşümlere yol açacağı ve şimdiden Türk denizcilik ve gemi inşa sektörünün bu muazzam dönüşüme hazırlıklı olması için gecikmeksizin bir yol haritası belirlenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.*

***Anahtar Kelimeler:*** *Endüstri 4.0, deniz teknolojisi,deniz üstü otonom gemiler (DÜOG),deniz işletmeciliği, gemi inşa.*

**A QUALITATIVE RESEARCH ON DEVELOPMENTS INAUTONOMOUS SHIP TECHNOLOGYAND EFFECTS ONTURKISH MARITIME& SHIPBUILDING SECTOR**

***ABSTRACT***

*In this study, it isaimed to examine the developments in autonomous ship technologywhich is considered as the most significant reflection in the international maritime sector of global technological transformation process in the world called as “4th Industrial Revolution” or “Industry 4.0” and its possible effects on the Turkish maritime and shipbuilding sector. With this aim,the literature on concepts and technologies of autonomous ships and R&D studies in the world maritime industry,possible effects on maritime and environmental safety,security, employment of seafarers and regulatory scoping exercise being conducted by the United Nations (UN)-International Maritime Organization (IMO)-Maritime Safety Committee (MSC) have been examined and a SWOT Analysisby taking into acount opinions of maritime professionals who are experts in their own fieldshas been carried out in order to determine possible effects of autonomous ships on the Turkish maritime and shipbuilding sector.As a result of the analysis; possible opportunities, threats, weaknesses and strengths have been determined and appropriate strategies have been expressed in this study.It has also been concluded that the autonomous ship technology willlead a siginificanttechnological transformation in ship design, shipbuilding, ship operation, marineinsurance, port and shipyard infrastructures and maritimebusiness processes.Therefore, it would be beneficial for the Turkish maritime and shipbuilding sector to define a road map in advanceand to be ready without delay for this great transformation process.*

***Keywords:*** *Industry 4.0, marine technology,maritime autonomous surface ships (MASS),maritime bussiness, shipbuilding.*

1. **GİRİŞ**

Savaş gemileri, denizaltılar, insansız hava araçlarıderken son yıllarda dünya denizciliğinin gündem maddelerinin en başına "otonom gemiler" konusu oturmuş durumdadır. Norveç, Finlandiya, Danimarka, Japonya gibi ülkeler bu konuya özel önem vermekte ve ciddi Ar-Ge projeleri yürütmektedirler. BM-IMO-MSC toplantılarında son birkaç yıldır üzerinde yoğun bir şekilde tartışılan ve çalışma yürütülenkonu da yine otonom gemilerin kullanımı için düzenleyici kapsam belirlemekonusudur. Otonom gemi teknolojisi, gemilerin sevk ve idaresinde uzaktan kontrol ve yapay zekâ uygulamalarının hakimiyetinin arttığı ve gemi üzerinde insan faktörüne bağlılık düzeyinin en düşük seviyeye indiği yeni ve muazzam bir dönüşümü ifade etmekte olup son yıllarda dünyada "Endüstri 4.0" olarak adlandırılan teknolojik dönüşüm sürecinin denizcilik sektörüne ve gemilere yansıması olarak değerlendirilmektedir.

Uluslararası denizcilik alanında meydana gelen gelişmeler ve IMO kuralları, yeni teçhizat ve teknolojileri de beraberinde getirmekte olup denizcilik endüstrisi güçlü olan ülkeler için bu durum avantaj ve fırsat oluştururken, denizcilik endüstrisi zayıf ülkeler için dezavantaj ve kayıp anlamına gelmektedir (Yılmaz, 2013: 131)Dolayısıyla, dünya denizcilik ve gemi inşa sektörünüderinden etkileyecek böylesine muazzambir dönüşüm süreci karşısında, geç kalınmadan dünyadaki gelişmeleri takip ederek Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne vizyon açısından ışık tutacak çalışmalar yapılması, farkındalık oluşturulması ve stratejiler belirlenmesi ülkemizin denizcilik alanındaki gelişimi açısından önem arz etmektedir. Ülkemizde ve dünyada otonom gemilerle ilgili bilimsel çalışmalar henüz çok yeni olup bu çalışmanın gemi ve deniz teknolojisi alanında bilimsel literatüre katkı sağlaması ve gelecekte yapılacak benzer çalışmalar için öncül bir başlangıç noktası olması umulmaktadır.

Çalışmanın literatür araştırması kısmında; Endüstri 4.0 ve denizcilik sektörüne yansımaları, otonom gemiler için geleceğin teknolojileri, otonom gemilerin deniz ve çevre emniyeti ile güvenlik ve gemiadamı istihdamına olası etkileri ve IMO’nun Deniz Üstü Otonom Gemiler (Maritime Autonomous Surface Ships- MASS) ile ilgili düzenleyici kapsam belirleme çalışmaları incelenmiştir. Ayrıca, denizcilik ve gemi inşa alanında uzman profesyonellerin görüşleri alınarak otonom gemilerin Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne olası etkilerine ilişkin bir SWOT analizi gerçekleştirilmiş; zayıf ve güçlü yönler ile fırsatlar ve tehditler belirlenmiş ve buna bağlı olarak çeşitli strateji önerileri sunulmuştur. Araştırma bulguları, tartışma ve sonuç bölümlerinde ise; çalışmanın literatür araştırması kapsamında incelenen konuların ve SWOT analizi ile elde edilen bulguların değerlendirmesi yapılmıştır.

1. **LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

**2.1. Endüstri 4.0 ve Denizcilik Sektörüne Yansımaları**

İnsanoğlu çağlar boyunca bir arayış içinde olmuş; önce ateşi, sonra demiri keşfetmiştir. Buluşların en belirgin yaşandığı dönem ise buhar teknolojisinin bulunması ve sanayi devrimi olmuştur. Birinci sanayi devriminde buhar sistemlerinin kullanılması, ikinci sanayi devriminde ise petrolün yaygın kullanımı ve üretim bandı sistemlerinin gelişimi ile üretim verimliliği artmıştır. Üçüncü sanayi devrimi, elektrik-elektronik, bilgisayar ve internet alanında yaşanan hızlı gelişimle informatik devrim olarak kendisini göstermiştir. Bilgi toplumunun gelmiş olduğu son sanayi devrimi ise Endüstri 4.0 olarak ifade edilmektedir. Endüstri 4.0, makine gücünün insan gücünün yerini alarak üretim süreçlerini kendiliğinden yönetebilir hale gelmesi olarak tanımlanabilir(Bulut ve Akçacı, 2017:50-51). Her endüstri devrimi gibi Endüstri 4.0’da günümüzde ülkelere yeni ve büyük fırsatlar sunmaktadır. Bu sebeple hem sivil hem de askeri dünya, gelişen teknolojik gelişmeleri yakından takip etmekte ve kendi ihtiyaçları doğrultusunda desteklemekte ve kullanmaktadır (Kurt ve Önaçan, 2018).Endüstri 4.0, tedarik zinciri içinde ürünlerin süreçlerin ortak bir ağa bağlanarak tüm işlemlerin birbiri ile entegre olacağı bir çalışma şeklini ifade etmektedir. Endüstri 4.0 kavramı, bilgi teknolojilerinin üretim içerisindeki yerini vurgulamakta ve üretimin tamamen otomasyona dayalı hale gelmesini ifade etmektedir. Endüstri 4.0 ile değer zinciri boyunca birbirleriyle otonom bir şekilde iletişim kuran teknoloji ve cihazlara dayanan üretim süreçlerinin organizasyonunu tanımlamıştır. Basitçe söylemek gerekirse, Endüstri 4.0 nesnelerin, verilerin ve hizmetlerin internetine giden yolda gerçekleştirilecek dördüncü sanayi devrimini temsiletmektedir(MÜSİAD, 2018).

Deniz taşımacılığının yakın tarihine bakıldığında, yelkenden buhara, buhardan dizele, kömürden petrole doğru bir geçiş ve gyro pusulası,radar/ARPA,VDR, AIS, ECDISve karasal seyir sistemleri de dâhil olmak üzere otomatik makine kontrol sistemleri ve seyir ekipmanlarındaki gelişmeler ile kapsamlı dönüşümler meydana geldiği görülmektedir. Son yıllarda sıkça bahsedilen ve Endüstri 4.0’ın denizcilik sektörüne yansıması olarak kabul edilen akıllı gemiler, drone gemiler, otonom gemilerin –adına her ne dersek diyelim–önlenemez yükselişi her geçen gün biraz daha fazla gözlemlenmektedir. Bazı büyük denizci ülkeler ve birçok önemli teknoloji ekipmanı üreticileri, ilk tam otonom geminin 2020 yılına kadar hizmete gireceği öngörüsüyle, otonom veya uzaktan kumandalı gemilerin yaygınlaştırılmasını sağlayacak ürün ve sistemleri araştırmak ve geliştirmek için büyük miktarda zaman, enerji ve para harcamaktadırlar.Denizcilik sektörü de elbette bu büyük dönüşümsel değişikliklerle yüzleşmek zorundadır(IMO, 2018a). Bu kapsamda çeşitli ülkelerde konuya ilişkin önemli çalışmalar yürütülmekte olup bu çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Norveç merkezli DNV GL kuruluşu, 2013 yılında, kısa seferler (100 mil ve altı) için, mürettebatı olmayan (uzaktan ve otonom bir şekilde işletilen), sıfır emisyonlu (batarya ile çalışan), 6 mil hız yapabilen, 60 metre boyunda bir gemi konsepti olan ve Şekil 1’de resmi sunulan“ReVolt” fikrini ortaya atmıştır. Bu gemi konsepti fikri geleceğe yönelik bir vizyon olup ilgili teknolojilerin birçoğu olgunlaşana kadar böyle bir geminin inşa edilmeyeceği ancak bir araştırma projesi olarak devam edeceği ve karada şarj tesislerini ve kapasitelerini içerecek şekilde genişletileceği belirtilmektedir. “ReVolt”un otonom yeteneklerini test etmek amacıyla 1:20 ölçekli bir model oluşturulduğu ve bu modelin deniz üstü otonom gemiler için sensör füzyonu ve çarpışmadan kaçınma araştırmalarında test görevi gördüğü ve projenin 2015'in 3. çeyreğinden itibaren üç yıl süreceği de belirtilmiştir. Gemideki sensörlerden, insansız bir gemideki makinelerin güvenilirliğine, kararlı ve siber güvenlikli yazılıma, ulusal ve uluslararası kural ve yönetmeliklere kadar, bu teknolojinin ortaya konmasından önce ele alınması gereken birçok zorluk olduğu ve bu yeni sistemlerin ve teknolojilerin pazara ulaşması ve standartlar kümesi oluşturmak için çalışmaya devam edildiği belirtilmiştir (DNVGL, 2019a; DNVGL, 2019b; IMO, 2018b).



**Şekil 1:**“ReVolt” sıfır emisyonlu ve otonom gemi konsepti

**Kaynak:** DNVGL, 2019a.

Yine Norveç merkezli“Yara” isimli tarımsal çözümler sağlayıcısı bir şirket, 2017 yılında, dünyanın ilk tamamen elektrikli, sıfır emisyonlu, otonom konteyner gemisi olan ve Şekil 2’de bir resmi sunulan “Yara Birkeland”ı geliştirme projesini ortaya atmıştır. Yara’nın Porsgrunn tesisinden ürünlerini dünyanın çeşitli ülkelerinde bulunan müşterilere gönderdiği Brevik ve Larvik limanlarına taşımak için 100'den fazla dizel kamyon yolculuğuna ihtiyaç duyulduğu, bu yeni batarya ile çalışan ve otonom konteyner gemisiyle taşıma işlemini karadan denize kaydırmanın amaçlandığı, denizyolu karayolundan daha uzun olsa da gürültü, toz, NOx ve CO2 emisyonlarını azaltacağı ve nüfus yoğun kentsel alanlarda yıllık 40.000 kamyon yolculuğunu ortadan kaldırarak yol güvenliğini artıracağı ifade edilmiştir. Gemidekielektrikli sürücü, batarya ve tahrik kontrol sistemlerinin yanı sıra uzak ve otonom işlemler için gerekli sensörler ve entegrasyon dahil olmak üzere tüm önemli teknolojilerin geliştirilmesi ve teslim edilmesinden bir deniz teknolojisi şirketinin sorumlu olduğu ve 2020 itibariyle faaliyete geçmesinin planlandığı belirtilmektedir. Söz konusu geminin, işletme ömrü boyunca sıfır fosil yakıt yakacağı, bataryalarının yükleme ve boşaltma sırasında hidroelektrik enerjisini kullanacak olması nedeniyle her yıl 700 ton CO2 salımı azaltıcı etkisi olacağı da ifade edilmektedir (Yara, 2019; IMO, 2018b).



**Şekil 2:** “Yara Birkeland” sıfır emisyonlu ve otonom gemi konsepti

**Kaynak:** yara.com, 2019.

Otonom gemi teknolojisi konusunda önemli Ar-Ge çalışmalarına imza atan ülkelerden biri de Finlandiya’dır. Finlandiya, otonom gemiler için "Jaakonmeri" isimli bir uluslararası test alanı kurduğunu açıklamıştır. Finlandiya denizcilik endüstrisinin “Strategic Research Agenda 2025 of the Finnish Maritime Cluster” başlıklı bir çalışma yaptığı; bu çalışma kapsamında akıllı gemiler, sistemler ve çözümlerle ilgili bir stratejinin de olduğu ve 2025 itibariyle Finlandiya Denizcilik Kümesinin dünyanın en yaratıcı, esnek ve uyarlanabilir denizcilik ağı olmayı hedeflediği, strateji çalışmasının sonuçlarından birinin otonom deniz taşımacılığı için ekosistem oluşturma önerisi olduğu, bu ekosistem kapsamında dünyanın ilk insansız deniz taşımacılığı çözümünü geliştirmek için küresel öncüler ile girişimci bilişim şirketlerinin bir araya getirildiği, otonom denizciliğin gelişimi için Rolls-Royce isimli şirket tarafından hazırlanan plana göre bir test alanına ihtiyaç olduğunun tespit edildiği, “Jaakonmeri” test alanının bu şekilde kurulduğu ifade edilmiştir. Finlandiya açıklarında 16 ile 60 metre arasında değişen derinlikleribulunan, Kuzeye en uzun tarafı yaklaşık 17,85 km (9,9 NM) ve Batı tarafı ise yaklaşık 7,10 km (3,9 NM) uzunluğunda olan ve aynı zamanda kış aylarında buz koşullarında test olanakları bulunan test alanının, idari prosedürler çerçevesinde, su üstü otonom gemi trafiğini, gemileri ve teknolojileri test etmek isteyen tüm tarafların istifadesine açık olduğu belirtilmiştir (IMO, 2018c).

2018 yılının başlarında Rolls-Royce ve Finlandiya devletine ait feribot operatörü olan Finferries isimli şirketler, daha önceki Gelişmiş Otonom Su Kaynaklı Uygulamalar (Advanced Autonomous Waterborne Applications – AAWA) araştırma projesindeki bulguları uygulamaya devam etmek için Otonom Seyir ile Daha Emniyetli Gemi (Safer Vessel with Autonomous Navigation – SVAN) adlı yeni bir araştırma projesinde iş birliği yapmaya başlamışlardır. Bu şirketler tarafından Finlandiya'nın Turku şehrinin güneyindeki takımadalarda(Parainen ve Nauvo arasında)Finferries’de 1993’ten beri hizmette olan 53,8 metrelik “Falco” isimli çift yönlü feribotun,dünyanın ilk tam otonom araba feribotu olarak test seferinin yapıldığıhaberi Aralık 2018’de basına yansımıştır. Geminin sensör füzyonu ve yapay zekâ kullanarak nesneleri tespit ettiği ve çarpışmadan kaçındığı, yeni geliştirilen otonom navigasyon sistemi ile otomatik yanaşma sağlandığı ve dönüş yolculuğunun ise uzaktan kumandayapıldığı ifade edilmektedir. Söz konusu test sırasında otomatik yerleştirme (autodocking) sisteminin de test edilen teknolojiler arasında olduğu ve bu özelliğin geminin iskeleye yaklaşırken rotayı ve hızını otomatik olarak değiştirmesini ve insan müdahalesi olmadan otomatik kenetlenmesini sağlayan bir sistem olduğu belirtilmektedir (rolls-royce.com, 2019; marineinsight.com, 2019).



**Şekil 3:**Rolls-Royce & Finferries tarafından test edilen “Falco” isimli uzaktan kumandalı ve otonom feribot

**Kaynak:** rolls-royce.com, 2019.

**2.2. Otonom Gemiler İçin Geleceğin Teknolojileri veOtonom Gemilerin Deniz ve Çevre Emniyeti ileGüvenlik ve Gemiadamı İstihdamına Etkileri**

Güney Kore Deniz Bilimleri ve Teknoloji Geliştirme Enstitüsü (Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion–KIMST) tarafından hazırlanan“Technology Assessment: Autonomous Ships” Raporuna (2018) göre; farklı disiplinlerden geniş bir uzman heyetle yapılan kapsamlı istişareler sonucunda, otonom gemiler için geleceğin kilit teknolojileri şu şekilde belirtilmiştir (IMO, 2018ç; KIMST, 2018):

* Gemiler, kıyıdan uzaktan kontrolle veya kıyıdan uzaktan kontrol olmaksızın bile işletilebilecekler, bu durumda asgari insan müdahalesi sadece acil durumlarda yapılacaktır.
* Yük mahallerini genişletmek ve gemide bulunan ekipman ve cihazları daha etkin bir şekilde yerleştirmek için gemilerden köprü üstü ve yaşam mahalleri kaldırılacaktır.
* Gemide kurulu olan her ekipman ve cihaz, verilerin toplanması, yönetimi ve analizini sağlamak için birbirine bağlı ve entegre olacaktır. Yüksek seviyede yedekleme ve dayanıklılık sağlayacaklar ve arızaları önlemek için oldukça modüler olacaklardır.
* Gemilerle ilgili önemli anahtar bilgiler kıyıdan izlenecektir. Bakım ve onarım sıklığı büyük veri kullanımı vasıtasıyla optimize edilecektir. Dron gibi teknolojilerle minimum bakım ve onarım yapılabilecektir.
* Gemilerin dış tasarımı değişecektir. Yükün korsanlar tarafından kaçırılmasını önlemek için kapalı yapı tasarımı benimsenebilir. Ama bakım ve onarım için gemiye erişim ve yükleme-boşaltma kolaylığı da dikkate alınacaktır.
* Gemilerin sadece seyir (navigation) işlemleri değil, aynı zamanda havuzlama (docking) ve manevra (maneuvering) işlemleri de uzaktan kontrol veya tam otomatik hale gelecektir. Destek olarak, liman altyapısı dönüştürülecektir.

Nautilus Federasyonu tarafından12 farklı ülkeden yaklaşık 900 tecrübeli denizcilik uzmanı (çoğunluğu kaptan ve başmühendis) ile otonom gemiler ve denizcilik sektörü ile çalışanlarına etkisi üzerine yapılan bir anket araştırması(IMO, 2018a)kapsamında katılımcılara yöneltilen*“Otonom gemilerin benimsenmesinin önündeki en büyük engeller nelerdir?”* sorusuna sırasıyla en fazla aşağıdaki cevaplar verilmiştir:

* Siber güvenlik
* İletişim ve veri değişim güvenilirliği
* Hukuki ve sorumluluk konuları
* Yazılım kalitesi
* Risk değerlendirmesi ve kamuoyunun kabullenmesi
* Denizcilerden ve sendikalardan gelecek muhalefet
* Düzenleme (kural) konuları
* Teknik fizibilite
* Eğitim ve beceri yenileme
* Ekonomik fizibilite

“İnsansız/uzaktan kumandalı gemilerin denizde emniyeti tehlikeye atacağını düşünür müsünüz?” sorusuna ise %85 oranında “Evet” cevabı verildiği ve sırasıyla en fazla aşağıdaki emniyet risklerinin vurguladığı görülmektedir:

* Rutin ve düzeltici bakım zorlukları
* Ekipman ve sistem arızaları
* Gemi ekipmanının fazlalığı ve güvenilirliği
* Yazılım hataları
* Bilişim ve iletişim sorunları
* Isı ve titreşimden kaynaklanan sensör arızaları
* Korsanlık ve siber saldırılar
* Kargo güvenliği
* Tahmin edilemeyen deniz koşulları
* Dinamik ortamlarda yerinde karar verme
* Geçiş dönemi sırasında otonom gemiler ile geleneksel gemiler arasındaki ilişki(IMO, 2018a).

Jalomen vd. (2017) tarafından hazırlanan bir araştırma raporuna göre; otonom gemilerin mürettebatsız olacak olması nedeniyle deniz emniyetine ilişkin çeşitli kaygılara yol açtığı ifade edilerek uzmanlar tarafından ifade edilen kaygılardan bazılarının şunlarolduğu belirtilmiştir (Jalomen vd., 2017):

* Otomasyonun, rotadaki küçük gemileri ve yüzer cisimleri güvenilir şekilde saptama kabiliyeti
* Otomasyonun, birden fazla gemiyle karşılaşma durumunda çarpışmalardan kaçınma kabiliyeti
* Şu anda konvansiyonel gemilerde büyük ölçüde sefer sırasında yapılmakta olan bakım-tutumun daha az yapılabilecek olması
* Denizde yangınla mücadele veya arızaların giderilmesi ve onarımı gibi acil durumlarla başa çıkabilme
* Yazılımdaki hatalar ve arızalar (güncellemeler dâhil)
* Veri iletişim bağlantılarında aksaklıklar, arızalar ve güvenlik açıkları
* Bilgi ve iletişim sistemlerinin yeterliliği ve kusursuzluğuna aşırı güven

Güvenlik açısından ise, mürettebatsız otonom gemilerin kaçırılmaya veya korsanlığa karşı daha yüksek kırılganlığa sahip olduğuna dair kaygıların dile getirildiği vebenzer kaygıların bilgi işlem teknolojilerinin (BIT) siber güvenliği ile ilgili olarak da ifade edildiği belirtilmektedir(Jalomen vd., 2017).Dünya ticaretinin yüzde 85'i için temel ulaşım şekli olan deniz taşımacılığında deniz kazaları da önemli bir husustur (Kozanhan, 2019).Wrobel ve Krata (2016) tarafından yapılan bir kaza analizi çalışmasında; insansız gemilere ilişkin başlıca kaza türlerinin seyirle ilgili kazalar (çatışma, karaya oturma vb.) olduğu, sistem ve sensör arızalarının veya yetersiz bakımın insansız gemilerin kaza yapmasına neden olduğu belirtilmiştir (Ece, 2018:281; Wrobel ve Krata, 2016:269-273).

Ayrıca, Güney Kore Deniz Bilimleri ve Teknoloji Geliştirme Enstitüsü (KIMST) tarafından hazırlanan“Technology Assessment: Autonomous Ships” Raporuna (2018) göre; deniz emniyeti açısından otonom gemilerle ilgili ortaya çıkabilecek olan potansiyel yeni risk faktörleriaşağıdaki Tablo 1’de belirtilmiştir(IMO, 2018ç; KIMST, 2018).

**Tablo 1:** Otonom Gemilerle Birlikte Deniz Emniyeti Açısından Ortaya Çıkacabilecek Potansiyel Yeni Risk Faktörleri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Risk Faktörü** | **Örnek** |
| 1 | Siber güvenlik tehditlerinin ortaya çıkması | * Gemiyi veya kargoyukaçırmaya yönelik hacker saldırıları * Yük ve müşteri ile ilgili hassas bilgilerin sızması |
| 2 | Ekipman veya cihazın arızası | * Tahrik sistemi de dâhil olmak üzere kilit işletim sistemlerinin arızalanması nedeniyle geminin sıkıntıya düşmesi * Haberleşmenin arızalanması gibi otonom işletim için gerekli bilgi ve haberleşme sisteminin arızalanması |
| 3 | Hatalı veya eksik bilgi | * Geminin işletimi ile ilgili bilgiler dâhil, kıyı kontrol merkezi ile haberleşmede iletilen bilgilerin hatalı veya eksik olması |
| 4 | Kazayı fark etme zorluğu | * Kıyıdaki gemi operatörünün kazanın meydana geldiğini fark etmemesi veya gecikmesi |
| 5 | Yük yönetimindeki güçlükler | * İnsansız (gemiadamı bulunmayan) gemilerde yükün ateşe verilmesi gibi emniyetle ilgili problemler |
| 6 | Liman güvenliğine karşı tehdit | * Otonom gemilerin silahlandırılması |

**Kaynak:**KIMST, 2018.

KIMST (2018) tarafından yayımlanan söz konusu raporda ayrıca; otonom gemilerin ortaya çıkışının denizci istihdamını azaltacağı yönünde endişelere yol açtığı ancak birçok uzmanın yeni iş ve istihdamoluşturma fırsatlarını getireceğine inandığı, otonom gemilerin denizcilerin yaşam kalitesini arttıracağı, gemiler kıyıdan kontrol edildiğinde gemiadamları açısından uzun süre gemide kalmanın getirdiği zorluk ve deniz kazaları risklerinin de azaltılacağı, ayrıca otonom gemileri kıyıdan kullanma becerisine sahip yüksek kalibreli işgücünün daha yüksek gelir ve daha iyi refah elde edebileceği, gemileri kıyıdan manevra yapabilen ve ilgili sertifikalarla desteklenen operatörlerin yüksek talep göreceği, dolayısıyla azalan denizci sayısı karşısında otonom gemilerin kıyıdaki operatörleri için STCW Sözleşmesinde yeterlilik standartlarının geliştirilmesi ve ilgili eğitim ve öğretimin sağlanmasının önemli olacağı da belirtilmektedir. Otonom gemilerin ayrıca deniz kazaları ile ilgili sorumluluk yapısında değişikliği gerektirebileceği; üretici yükümlülüklerinin konvansiyonel insanlı gemilere göre artabileceği ancak gemilerin tadilatı ve otonom işletim sistemlerinin zamanında güncellenmemesi gibi nedenlerden dolayı kimi suçlayacağının tespit edilmesi daha da zorlaşabileceği, ayrıca özellikle armatör ve üretici arasındaki sorumluluk konusunda makul kriterler ile kimin ilk önce tazminat ödemesi ve sonrasında tazminat hakkını kullanması gerektiği gibi sigorta kapsamı için uygun bir güvenlik yapısı belirlemenin zor meseleler olacağı, Bunker Sözleşmesi ve Nairobi Sözleşmesi gibi bazı uluslararası denizcilik sözleşmelerinin ardından zorunlu sigorta sistemini benimsemeyi düşünmenin faydalı olacağı ifade edilmektedir(IMO, 2018ç; KIMST, 2018).

Deketelaere (2017)’in otonom gemilere ilişkin kişisel değerlendirmelerinden oluşan Güçlü-Zayıf-Fırsat-Tehdit (GZFT) analizi Ece (2018) tarafından aktarılmıştır. Söz konusu kişisel değerlendirmede; otonom gemilerin enerji verimliliğinin yüksek olacağı, gemi işletme maliyetinin azalacağı, gemilerin daha emniyetli ve verimli işletileceği, insan hatalarından kaynaklanan deniz kazalarının azalacağı, gemilerin üst yapı ve yaşam mahalleri olmaması nedeniyle daha aerodinamik olacağı gibi hususlar güçlü yönler arasında, bilişim teknolojilerine ilişkin riskler ise zayıf yönler arasında ön plana çıkmaktadır.Çalışmada, gemiadamlarının maliyetinin düşmesinin yeni yatırımlara imkân sağlayacağı, tasarımdan dolayı yükler için daha fazla alan ayrılabileceğinden tek seferde daha fazla yük taşınabileceği, bilişim teknolojilerine ilişkin mesleklere rağbetin artacağı gibi hususlar da potansiyel fırsatlar olarak değerlendirilmektedir. Başlıca potansiyel tehditler ise; çatma ve karaya oturma türü kaza oluşma riski, deniz haydutluğu ve gemi kaçırma riski, siber saldırı riski, yük elleçleme sırasındaki kaza riski gibi risklerin artması ve otonom gemilerin istihdam kaybına yol açmasışeklinde ifade edilmiştir(Deketelaere, 2017).

Otonom gemilerin global deniz taşımacılığına etkilerini inceleyen Şenol vd. (2017) tarafından yapılan bir SWOT analizine göre ise;armatörün gemiyi doğrudan kontrol edebilmesi, otonom gemilerin çevre dostu/yeşil gemiler olması, deniz kazalarının azalması gibi hususlar potansiyel fırsatlar olarak, çalışma günlerinin azalması, otonom gemilerin insanlı gemilerle karşılaşması, siber saldırılar/korsanlık, hukuki anlaşmazlıklar, deniz sigortacılığındaki belirsizlikler, tekelleşme, tarafların yasal sorumlulukları, liman yatırım maliyetleri, gemiadamı istihdamında azalma gibi konular ise potansiyel tehditler başlığı altında ön plana çıkmaktadır (Şenol vd., 2017:58-69).

İnsan faktörü ile otonom gemi ilişkisinin inceleyen Ahvenjärvi (2016)’ye göre; amaç insansız bir geminin emniyetini, insanlı bir geminin emniyetinden daha iyi hale getirmektir. Tamamen insansız gemiler kullanılırken de insan unsuru halen mevcut olacak ve gemilerin kıyıdan kontrolü yeni emniyet unsularını gerektirecektir. Dolayısıyla, gemiadamı eğitiminde otonom gemi teknolojisinin göz önünde bulundurulması gereklidir. Ayrıca, otonom gemilerin kontrol algoritmaları ve iç karar verme mantığı kuralı, yazılım mühendisleri tarafından tasarlanıp kodlanacağından dolayı insan faktörü geminin navigasyon sisteminin ömrü boyunca etkili olacaktır (Ahvenjärvi, 2016:517-520).

Denizcilik sektöründe otomasyon sistemlere yönelik risk ve emniyet yönetimine ilişkin araştırma yapan Tirado ve arkadaşlarına (2019) göre; denizcilik endüstrisinde otomasyon ile ilgili risk ve emniyet yönetimi konusunda ele alınması gereken birçok büyük sorun vardır. Otonom gemilerle birlikte ortaya çıkan yenilik, yüksek maliyet ve büyük gemilerin karmaşıklığı karşısında, mühendislerin ve emniyet uzmanlarının gelecekteki tasarımlar ve yönetim yaklaşımları konusunda temel alabilecekleri çok az deneysel veri ve tecrübe bulunmaktadır. Bu nedenle, bu sistemlerin başarılı risk ve emniyet yönetimi büyük bir zorluk teşkil edecek ve tasarımcılara pekçok bilinmeyen değişken sunacaktır. Dahası, denizcilik endüstrisinin maliyet ve etkinlik arasındaki en uygun dengeyi nasıl sağlayacağını tahmin etmek zordur (Tirado vd., 2019:26-30).

Otonom gemiler, Dünya Denizcilik Üniversitesi (WMU)’nde özellikle 2018 yılından itibaren hazırlananyüksek lisans tez çalışmalarına da konu olmuştur. Örneğin; Chyuan (2018) çalışmasında otonom gemilerin Gemi Trafik Hizmetleri (VTS) üzerindeki olası etkilerini incelemiş; otonom gemilerin deniz ticaretinde yaygınlaşmasıyla birlikte VTS hizmetlerinde ortaya çıkabilecek operasyonel, teknik, eğitimsel ve kural bazındaki güçlükleri ve potansiyel fırsatları irdelemiştir (Chyuan, 2018:50-53).Rensburg (2018) otonom gemilerin konteyner taşımacılığı üzerindeki olası etkilerini incelemiş veotonom gemileri bekleyen başlıca risklerin bilişim teknolojileri, şifreleme, yapay zekâ ve kontrol sistemleri vb. gibi konular etrafında yoğunlaştığını, söz konusu risklerin azaltılması için ihtiyaç duyulan teknolojileri üretip piyasaya sürmeyi başarabilen firmalar için her bir riskin aynı zamanda fırsata dönüşebildiğinide belirtmiştir (Rensburg: 2018:20-30).Quinisio (2018) ise yapmış olduğu çalışmada kıyı devletlerinin otonom gemilerin yönetimi için bir strateji geliştirmeyi amaçlamıştır (Quinisio, 2018:1-93 ).

**2.3. BM-IMO-MSC’ninDeniz Üstü Otonom Gemiler (MASS) İçin Düzenleyici Kapsam Belirleme Çalışmaları**

Haziran 2015’te yapılanMSC 95toplantısında;Birleşik Krallık (UK) ve paydaş kuruluşlar tarafından, denizcilik sektöründe Deniz Otonom Sistemlerinin (Marine Autonomous Systems-MAS) kullanımının arttığı, bununla ilgili Ar-Ge ve teknolojik çözümler geliştirilmesine karşın uluslararası denizcilik mevzuatında boşluklar olduğu,gemi tasarımcılarının, inşaatçılarının ve kullanıcılarının uluslararası kurallar ile uyumu gösterebilmelerini sağlamak için bu boşlukların giderilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, UK Hükümeti’nindesteği ile Eylül 2014’te bir Deniz Otonom Sistemleri Düzenleyici Çalışma Grubu (MASRWG) kurulduğu, söz konusu çalışma grubunun tüm IMO mevzuatını MAS açısından gözden geçirdiği ve IMO üyesi ülkelerden ve tüm denizcilik paydaşlarından katkılarını sunmaları istenerek MSC 95’teMAS ile ilgili genel bir farkındalık oluşturulmuştur (IMO, 2015).

Nisan 2017’de yapılan MSC 98 toplantısında, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Japonya, Hollanda, Norveç, Güney Kore, Birleşik Krallık ve ABD tarafından MSC 95’e atıf yapılarak, MASS’ıngüvenli, emniyetli ve çevresel gerekleri sağlayarak işletilebilmesini sağlamak için mevcutIMO mevzuatında gerekli düzenlemelerin belirlenmesi ve MASS’ın gelecek 10 yıl içerisinde ticari kullanımının yaygınlaşacağı öngörüsü ile çalışmaların süratle tamamlanması gerektiğivurgulanmış ve MASS için düzenleyici kapsam belirleme çalışmasının IMO’nun 2018-2019 Yüksek Düzeyli Eylem Planı’na dâhil edilmesi önerilmiştir(IMO, 2017a).Benzer şekilde, ITF tarafından daMSC 95’e atıf yapılarak, MASS için düzenleyici kapsam belirleme çalışmalarının MSC’nin “Çalışma Planı (Work Plan)” içerisine alınması;bu çalışma planında “otonom gemi” tanımın yapılması, otonomi derecelerinin belirlenmesi, hukuki boyutun incelenmesi ve MASS’ın emniyet, teknik, insan unsurları ve operasyonel yönleriyle ilgili olarak bir Formal Emniyet Değerlendirmesi (Formal Safety Assessment - FSA) veya Boşluk Analizi (Gap Analysis - GA) yapılması talep edilmiştir(IMO, 2017b). Hem Danimarka ve diğer paydaş ülkelerin taleplerini, hem de ITF’in talebini dikkate alan MSC 98 toplantısında, MASS ile ilgili gelişmelerin farkına varılmış ve IMO’nun proaktif olması ve bu konuda öncü bir rol alması gerektiğine karar verilmiştir. Ayrıca, MASS İçin Düzenleyici Kapsam Belirleme Çalışmasının *(Regulatory scoping exercise for the use of MASS)* hedef olarak 2020 yılında tamamlanmak üzere MSC’nin 2018-2019 gündemine dâhil edilmesi ile MASS içindüzenleyici kapsam belirleme çalışması bir başlangıç olarak kabul edilerekITF tarafından önerilen çalışma planının takip edilmesi kararlaştırılmıştır (IMO, 2017c).

Mayıs 2018’de yapılan MSC 99 toplantısında ise;MASS operasyonlarının emniyetli, güvenli ve çevreye duyarlı olacak şekilde IMO mevzuatında nasıl ele alınacağını belirlemek vemevcut düzenleyici mevzuatın ne derecede etkileneceğini değerlendirmek üzere MASS kullanımı için düzenleyici kapsam belirleme çalışmalarına başlanmıştır. Çalışmalar kapsamında benimsenen metodoloji pilot bir uygulama ile çeşitli IMO sözleşme maddelerine uygulanarak test edilmiş, analizin detay ve derinliğine ilişkin gelişmeye açık bazı yönleri olmakla birlikte amacına uygun olduğu değerlendirilmiş ve hazırlanan rapor MSC 100 toplantısında sunulmuştur(IMO, 2018d).MSC 99’da olduğu gibi MSC 100 toplantısında da MASS kullanımı içindüzenleyici kapsam belirleme çalışmalarına devam edilmiştir.MSC 101’de, bir taraftan düzenleyici kapsam belirleme çalışmaları devam ederken, diğer taraftan MASS ile ilgili sistemler ve altyapı denemelerinin emniyetli, güvenli ve çevreyi koruyacak şekilde yapılması konusundaki genel prensipleri belirlemek ve ilgili makamlara ve paydaşlara yardım etmek amacıyla hazırlanan MSC.1/Circ.1604 rumuzlu*“MASS Denemeleri İçin Geçici Rehber (Interim guidelines for MASS trials)”* kabul edilmiştir.Gelinen aşama (MSC 101) itibariyle MASS operasyonlarının çeşitli otonomi derecelerinde emniyetli, güvenli ve çevreye duyarlı olacak şekilde IMO mevzuatında nasıl ele alınacağının belirlenmesi ve MASS operasyonları ele alındığında mevcut düzenleyici mevzuatın ne derecede etkileneceğini değerlendirme çalışmaları BM-IMO-MSC’de devam etmektedir.

Özetle ifade etmek gerekirse, BM-IMO-MSC tarafından yürütülen MASS kullanımı için düzenleyici kapsam belirleme çalışması;MASS ile ilgili uluslararası kuralların tanımlanmasına odaklanan keşifsel bir araştırmadır. Londra’da bulunan IMO Sekretaryasında, farklı komiteler ve bölümler arasındaki çalışmanın koordinasyonuna katkıda bulunmak ve kolaylaştırmak için Deniz Emniyeti Bölümü (MSC) genel koordinasyonu altında bir MASS Görev Gücü (Task Force)de oluşturulmuştur. Bu görev gücü, MASS'taki gelişmeleri gözden geçirmek, IMO’nun ilgili organları arasındaki çalışmayı koordine etmek ve gerektiğinde yardım ve tavsiye sağlamak için periyodik olarak toplanmaktadır (IMO, 2018e).IMO tarafından Mayıs 2018’deMSC 99’da başlatılan MASS kullanımı için düzenleyici kapsam belirleme çalışmalarına, BM-IMO-MSC tarafından oluşturulan çalışma ve yazışma grupları tarafından devam edilmekte olup 2020 yılına (MSC 103’e) kadar tamamlanması hedeflenmektedir.

1. **MATERYAL VE YÖNTEM**

Son yıllarda “4.Sanayi Devrimi” veya kısaca “Endüstri 4.0” olarak adlandırılan küresel ölçekteki teknolojik dönüşüm sürecinin uluslararası denizcilik sektöründeki en belirgin yansıması olanotonom gemi teknolojisiyle ilgili gelişmeleri ve Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne yönelik olası etkilerini incelemeyi ve ülkemizde bu alandaki bilgi boşluğunu doldurmayı hedefleyen bu çalışma, amacı bakımından keşfedici (exploratory) ve veri toplama yöntemi bakımından nitel bir araştırmadır.

Keşfedici araştırma; bir konuyu gün ışığına çıkarmayı ön gören araştırma türüdür. Araştırılan konu hakkında yeterli bilgi toplandıktan sonra genel durum hakkında bir portre çizilir. Bu tür araştırma, konu hakkında mümkün olan verileri bir araya getirerek bir fenomeni keşfetmeyi öngörür (Usta, 2012:102-103). Keşfedici araştırma, belirli bir alanda üzerinde genellikle az çalışılmış konularda yapılan çalışmalar için uygun bir yöntem olarak görülmektedir(Acar ve Sey, 2006:56).Nitel araştırmalar; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırmalardır (Yıldırım ve Şimşek, 2016:41).

Çalışmanın literatür araştırması kapsamında öncelikle Endüstri 4.0 ve denizcilik sektörüne yansımaları, otonom gemiler için geleceğin teknolojileri ile otonom gemilerin deniz ve çevre emniyeti ile güvenlik ve gemiadamı istihdamına olası etkileri ve BM-IMO-MSC’nin MASS ile ilgili düzenleyici kapsam belirleme çalışmaları gibi konular incelenmiştir. (İncelenen IMO-MSC dokümanlarına <https://docs.imo.org> internet adresinden “Public Users” olarak erişim sağlanmıştır.)Akabinde ise, otonom gemilerin Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne yönelik olası etkilerini incelemek amacıyla denizcilik ve gemi inşa alanında 7 (yedi) uzman profesyonel ile Delfi tekniği kullanılarak bir SWOT analizigerçekleştirilmiştir.1950 yılında RAND firması çalışanları HelmerveDalkeytarafındanözellikIeaskerikonularailişkin karar verebilmek amacıyla geliştirilenDelfi tekniği, bir grup karar verme tekniğidir. Bu tekniğin amacı; geleceğe ilişkin tahminlerde bulunmak, uzman görüşlerini ortaya çıkarmak ve görüş farklılıkları olduğu durumda uzlaşma sağlamaktır (Şahin, 2001: 215).

SWOT; güçlü yönler-güçler(Strengths), zayıf yönler-zafiyetler (Weaknesses), fırsatlar-imkânlar-olanaklar (Opportunities) ve tehlikeler-tehditler (Threats) kelimelerinin baş harflerini içeren bir kısaltmadır. Temelde mevcut yapılara ait bu dört parametrenin irdelenerek analiz edilmesi ilkesine sahip olan bu yöntemle hem niceliksel hem de niteliksel özelliklere ilişkin analizler yapılabilmekte ve yapılan analizler sonucunda oluşturulan SWOT matrisinin irdelenmesi ile de stratejik bir görüş oluşturulabilmektedir. Niteliksel SWOT analizinin en önemli ve temel amacı, konuya ilişkin güçlü ve zayıf yönlerle bu durumları destekleyen imkân ve tehditlerin tanımlanmasıdır. SWOT analizi, çeşitli sistem ve yapıların kendi çevrelerinde sahip oldukları kaynak ve yeteneklerin en ideal şekilde kullanılmasını sağlayacak bilgileri elde etmenin en önemli aracı olarak geliştirilmiştir. Başka bir deyişle SWOT analizi, planlamada dikkate alınacak temel bilgilerin elde edilmesi için kullanılmaktadır. Sisteme ilişkin SWOT parametrelerinin (bileşenlerinin) belirlenmesinden sonra, mevcut durum analizini yapmak için SWOT matrisi (TOWS matrisi olarak da bilinir) oluşturulur. Bu analiz sırasında G-O, Z-O, G-T ve Z-T stratejileri belirlenir. Kısaca açıklamak gerekirse, G-O stratejileri; sistemin güçlü taraflarını destekleyen olanakları belirler ve değerlendirir. Z-O stratejileri; zafiyetleri gidermek için olanakları kullanarak geliştirilen stratejilerdir. G-T stratejileri; bir sistemin dış tehditlere karşı hassasiyetini azaltmak için sistemin güçlü yanlarının nasıl kullanılması gerektiğini ortaya koyar. Z-T stratejileri; sistemin zafiyetlerinin dış tehditlerden kolayca etkilenmesini engelleyecek savunma planlarını hazırlar (Uçar ve Doğru, 2005:1-8).

**Tablo 2:** SWOT Analizi İçin Görüşme Yapılan Alanında Uzman Profesyonellere İlişkin Bilgiler

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Çalışma-uzmanlık alanları/mesleği** | **Nitelikleri** |
| 1 | Gemi inşa ve tersaneler / Gemi inşaaatı ve gemi makineleri yüksek mühendisi | Yüksek lisans sonrası 6 yıl özel sektör ve 15 yıl kamu sektöründe (2 yılı yurt dışı) olmak üzere toplam 21 yıl tecrübe ve IMO-MSC toplantılarına katılım. |
| 2 | Deniz ticareti / Deniz ulaştırma işletme mühendisi | 4 yılı özel sektörde ve 13 yılı kamu sektöründe (3 yılı yurt dışı) olmak üzere toplam 17 yıl tecrübe ve IMO-MSC toplantılarına katılım. |
| 3 | Gemi inşa ve tersaneler / Gemi inşaatı ve gemi makineleri mühendisi | 2 yılı gemi dizayn konularında özel sektörde ve 4 yılı kamu sektöründe olmak üzere toplam 6 yıl tecrübe ve IMO-MSC toplantılarına katılım. |
| 4 | Araştırma ve kural geliştirme / Gemi inşaatı ve gemi makineleri mühendisi | Klas kuruluşlarında 20 yıl tecrübe ve IMO-MSC toplantılarına katılım. |
| 5 | Araştırma ve kural geliştirme / Gemi inşaatı ve gemi makineleri mühendisi | Lisansüstü eğitim, klas kuruluşlarında 20 yıl tecrübe ve IMO-MSC toplantılarına katılım. |
| 6 | Gemi denetim, deniz ve çevre emniyeti, kazalar / Gemi inşaatı ve gemi makineleri mühendisi | Lisansüstü eğitim, kamu sektöründe 15 yıl mesleki ve sektörel tecrübe ve IMO-MSC toplantılarına katılım. |
| 7 | IMO faaliyetleri / Deniz ulaştırma işletme mühendisi | 18 yıl tecrübe (kamu ve özel sektör), IMO denizcilik müşaviri. |

SWOT analizi için görüşülen/görüşlerine başvurulan kişiler, denizcilik ve gemi inşa alanında tecrübe ve bilgi birikime sahip, BM-IMO-MSC toplantılarına katılan ve otonom gemilerle ilgili gelişmeleri takip eden, kamu veya özel sektörde (klas kuruluşları) görev yapan ve otonom gemilerin Türk denizciliği ve gemi inşa sektörü üzerindeki potansiyel etkilerine ilişkin görüş sunabilecek tecrübe ve bilgi birikimine sahip kişilerden seçilmiş olup görüşme yapılan profesyonellerin bilgileri Tablo 2’de verilmiştir.Yüz yüze ve e-posta yoluyla gerçekleştirilen görüşmelerde katılımcılara*“Türk denizcilik ve gemi inşa sektörü otonom gemi teknolojisinden nasıl etkilenir?”* şeklindeaçık uçlubir soru yöneltilerek; SWOT analizi kapsamında zayıf yönler, güçlü yönler, fırsatlar ve tehditler hakkında görüşlerini yazılı olarak belirtmeleri istenmiş olup verilen görüşlerin akabinde üzerinde uzlaşılanSWOT analizinin içsel ve dışsal bileşenleri Tablo 3 ve Tablo 4’teki gibi belirlenmiştir. Soruda “denizcilik ve gemi inşa” ifadelerinin birlikte kullanılmasını nedeni; Türkiye’de tersanecilik ve gemi işletmeciliği faaliyetlerinin genelde bir arada yürütülmesindendir.

1. **ARAŞTIRMA BULGULARI, TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

**4.1. Otonom GemiKavramı, Dünyadaki Güncel Gelişmeler ve Geleceğe Dair Öngörüler**

Gerek literatürdeki tanımlamalar ve gerekse denizcilik sektöründeki profesyonellerce kullanılış biçimine bakıldığında, tek bir “otonom gemi” tanımı veya otonomi derecesi tanımlaması yapılamadığı, farklı yaklaşım ve tanımlamalar mevcut olduğu görülmektedir. Bu konudaki tartışmalarBM-IMO-MSC toplantılarında da devam etmekle birlikte, IMO terminolojisi bakımından*“Deniz Üstü Otonom Gemiler (Maritime Autonomous Surface Ships–MASS)* olarak adlandırıldığının ve şimdilik *“İnsan etkileşiminden değişen seviyede bağımsız olarak çalışabilen gemi*”(IMO, 2018d) olarak tanımlandığının bilinmesi faydalı olacaktır.

Son yıllarda “4.Sanayi Devrimi” veya kısaca “Endüstri 4.0” olarak adlandırılan küresel ölçekteki teknolojik dönüşüm sürecinin, uluslararası denizcilik sektörüne yansıması olarak gündemde olan“otonom gemiler” ile ilgili Ar-Ge çalışmaları, Norveç, Finlandiya gibi ülkelerin öncülüğünde başlamış ve devam etmekte olup2020’li yılların başlarındauluslararası sefer yapan ilk otonom geminin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Norveç merkezli “ReVolt” ve “Yara Birkeland” adı verilen sıfır emisyonlu ve otonom gemi konseptleri ile ilgili Ar-Ge çalışmaları devam ederken, Finlandiya merkezli Ar-Ge çalışmaları kapsamında “Falco” isimli 1993 yılında inşa edilmiş 53,8 metre boyunda bir feribot uzaktan kumandalı ve otonom özelliklerle donatılarak Aralık 2018’de test edilmiştir. Feribotun, yeni geliştirilen otonom navigasyon sistemi ile sensör füzyonu ve yapay zekâ kullanarak nesneleri tespit ederek çarpışmadan kaçınabilmesi, otomatik yerleştirme (autodocking) sistemi ile iskeleye yaklaşırken rotayı ve hızını otomatik olarak değiştirerek insan müdahalesi olmadan iskeleye ayrılıp yanaşma sağlayabilmesi ve dönüş yolculuğunun ise uzaktan kumanda ile yapılabilmesi, mevcut bir feribota çeşitli sistemler ilave edilmek suretiyle otonom seyir ve yanaşma özelliklerinin sonradan kazandırılabileceğini göstermektedir. Feribotlar, yük gemilerine kıyasla çok daha az sayıda ve komplekslilikte gemi operasyonları içerdiğinden, Ar-Ge çalışmaları için bir başlangıç noktası olarak seçilmesi akılcıdır. Yük gemilerinin otonom hale gelmesi ve uluslararası deniz taşımacılığında yaygınlaşması için gerekli olan teknoloji, maliyet ve zamangörece çok daha fazla olacağıiçin doğal olarak Ar-Ge süreçlerinin de daha karmaşık ve zor olacağı açıktır.

Otonom gemilerin IMO’nun gündemine gelişi, 2015’te yapılan MSC 95 toplantısında Birleşik Krallık (UK) tarafından denizcilikte otonom sistemlerin yaygınlaştığını belirten bir bilgi notu sunulması ile olmuştur. Akabinde, 2017’de yapılan MSC 98 toplantısında konu IMO’nun çalışma planına dâhil elmiş, 2018’deki MSC 99’da ise otonom gemiler için düzenleyici kapsam belirleme çalışmalarına başlanmış ve MSC 100’de de çalışmalar devam etmiştir. IMO-MSC’de devam eden otonom gemiler için düzenleyici kapsam belirleme çalışmasının 2020 yılına (MSC 103’e) kadar tamamlanması hedeflenmektedir. Dolayısıyla, hem denizcilik sektöründe yürütülmekte olan Ar-Ge projeleri, hem de IMO’nun çalışma planı, 2020 ve müteakip yıllarında otonom yük ve yolcu gemileri konusunda önemli gelişmelerin olacağına işaret etmektedir. Gelecekteki gelişmeleri öngörebilmek ve proaktif önlemler alabilmek adına, Türk denizcilik sektörünün IMO-MSC’de yürütülen otonom gemilerle ilgili çalışmaları yakından takip etmesi gerektiği düşünülmektedir.

Dünya denizcilik sektöründe otonom gemilerle ilgili devam eden Ar-Ge çalışmaları başarıyla tamamlandıkça ve IMO’nun düzenleyici kapsam belirleme ve deneme testi rehberi çalışmaları tamamlandığında, denizcilik sektörü “otonom gemi işletmeciliği” gibi yeni bir kavramla tanışacak ve “bilişim teknolojileri” gemi işletmeciliğinin ana unsuru haline gelecektir. Mürettebatı olmayan tam otonom veya uzaktan kontrollü gemilerin kıyıdan yönetimini sağlayacak olan kişilerin de denizcilik bilgisinin yanısıra bilişim teknolojilerinde ileri düzeyde bilgi ve donanıma sahip olması gerekecektir. Her ne kadar yaygın bir görüş olarak otonom gemilerin gemiadamı istihdamına olumsuz etkisi olacağı düşünülse de,gemiadamları açısından uzun süre gemide kalmanın getirdiği zorluk ve deniz kazaları risklerinin azalacağı ve ayrıca otonom gemileri kıyıdan kullanma becerisine sahip yüksek kalibreli işgücünün daha yüksek gelir ve daha iyi refah elde edebileceğine dairgörüşler de vardır (IMO, 2018; KIMST, 2018). Dolayısıyla, IMO’nun otonom gemilerin kıyıdaki operatörleri için STCW Sözleşmesinde yeterlilik standartlarının geliştirilmesi ve ilgili eğitim ve öğretimin sağlanması konusunda yapacağı düzenlemelere paralel olarak Türk denizcilik eğitim sisteminde de süratle uyum sağlanması gerekecektir.

Otonom gemilerin yaygın olarak kullanılacağı geleceğin deniz taşımacılığında; gemiler, insan müdahalesi acil durumlarda mümkün olacak şekilde tam otomasyon ile kendi kendilerini idare edebilecekler veya kıyıdan uzaktan kontrol edilebileceklerdir. Yük mahallerini genişletmek ve gemide bulunan ekipman ve cihazları daha etkin bir şekilde yerleştirmek için gemilerden köprü üstü ve yaşam mahalleri kaldırılacaktır.Bakım ve onarım sıklığı büyük veri kullanımı vasıtasıyla optimize edilecek vedron gibi teknolojilerle minimum bakım ve onarım yapılabilecektir. Ayrıca, gemilerin dış tasarımı da değişecektir. Yükün korsanlar tarafından kaçırılmasını önlemek için kapalı yapı tasarımı benimsenebilir. Gemilerin sadece seyir (navigation) işlemleri değil, aynı zamanda havuzlama (docking) ve manevra (maneuvering) işlemleri de uzaktan kontrol veya tam otomatik hale gelecektir (IMO, 2018ç ; KIMST, 2018).Otonom gemilerle ilgili dile getirilen en önemli tehdidin ise siber güvenlik olduğu görülmektedir. Otonom gemiler için geleceğin kilit teknolojileridikkate alındığında;

* Otonom deniz sistemleri üretim ve ihracatı,
* Yazılım ve siber güvenlik hizmetleri,
* Gemilerin seyir ve yaşam mahallerinin yük mahallerine dâhil edildiği kapalı gövde gemi tasarımları,
* Mevcut gemilerin (özellikle feribotlar) otonom sistemlerle donatımı,
* Mevcut tersane ve limanlarda otonom gemilere uyum sağlayacak teknolojik dönüşümler,
* Otonom gemi işletmeciliği ve otonom gemilerin kıyıdaki operatörleri için bilişim uzmanlığı eğitimleri,

vb. gibi konuların, otonom gemilerin yaygın olarak kullanılacağı geleceğin denizcilik sektöründe potansiyel yeni nesil yatırım fırsatları olarak düşünülebileceğideğerlendirilmektedir. Ayrıca, ana başlıklar halinde değinilen bu hususların gelecekteki bilimsel çalışmalarda daha detaylı olarak incelenmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

**4.2. Otonom Gemilerin Türk Denizcilik ve Gemi İnşa Sektörüne Olası Etkilerine İlişkin SWOT Analizi**

Bu çalışma kapsamında, otonom gemilerin Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne yönelik olası etkilerine ilişkindenizcilik ve gemi inşa alanında uzman profesyoneller ile yapılan görüşmeler sonucu elde edilen görüşler çerçevesindebelirlenen SWOT analizi içsel durum bileşenleri (güçlü yönler, zayıf yönler/zafiyetler) ve dışsal durum bileşenleri (imkânlar/olanaklar/fırsatlar ve tehlikeler/tehditler)sırasıyla aşağıda yer alan Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3:**Otonom Gemilerin Türk Denizcilik ve Gemi İnşa Sektörüne Olası Etkilerine İlişkin SWOT Analizi İçsel ve Dışsal Durum Bileşenleri

|  |  |
| --- | --- |
| **Güçlü Yönler** | **Zayıf Yönler** |
| * Tersanecilikte tecrübe, ucuz ve nitelikli iş gücü, kurulu kapasite ve küçük/orta tonaj gemilerde uzmanlık olması * Gemi dizayn ve mühendislik kabiliyetinin olması * Aktif kabotaj taşımacılığımızın olması * Türkiye’nin çok sayıda yetişmiş genç yazılımcıya sahip olması * Bilişim ve teknolojiye önem veren politikalar bulunması * Türk insanının girişimci ve değişime açık yapısı * Üniversite–akademik alt yapının bulunması * Askeri alanda yapılan çalışmalar olması * Otonom gemilerle ilgili aktif çalışmalar yapan (Norveç vs.) ülkelerle Türk tersanelerinin bağlantı ve ağlar kurmuş olması * Otonom gemilerin servis ve acil müdahale ihtiyaçları için Türkiye’nin coğrafi konumunun olanaklar sunması | * Teknoloji ve elektronik yerli gemi teçhizatı üretiminin yeterli olmaması ve ithalata (dışa) bağımlılık * Ar-Ge çalışmalarının yeterli düzeyde olmaması * Tersanelerin finansman/teminat problemleri * Yüksek yatırım maliyeti ve sermaye ihtiyacının armatör tarafından karşılanamaması * Denizcilik alanında otomasyona yönelik bilişim-yazılım-entegrasyon-otomasyon konularında tecrübe, alt yapı ve proje eksikliği * Üniversitelerde veya üniversitelerin koordinesinde yürütülmesi gereken çalışmaların yeterli olmaması * Liman altyapımızın otonom gemilere hazır olmaması * Özel sektörün riskli alanda proje üretmekte isteksiz oluşu * Deniz ticareti sermayedarlarının bireysel girişimlerden kaçınmaları |

**Tablo 3:**Otonom Gemilerin Türk Denizcilik ve Gemi İnşa Sektörüne Olası Etkilerine İlişkin SWOT Analizi İçsel ve Dışsal Durum Bileşenleri (Devam)

|  |  |
| --- | --- |
| **Fırsatlar** | **Tehditler** |
| * Taşıma maliyetlerinin düşmesi, zaman tasarrufu, yük kayıplarının azalması, kargo alanlarının artması ve daha fazla yük taşıma fırsatı * Gemilerin yenilenme ihtiyacı nedeniyle tersanelerde sipariş artışı beklentisi * Yazılım ve teçhizat üretimi konusunda gemi yan sanayiinin geliştirilmesi için bir fırsat * Yüksek teknolojinin kullanılması ile daha emniyetli bir denizcilik * Yeni gelişmekte olan bir alanda ülke ve sektör olarak önde yer alabilme fırsatı * Otonom gemilerin ihtiyaç duyacağı servis ve acil müdahale ihtiyaçlarının oluşturacağı fırsatlar için coğrafi konumumuzun sunduğu fırsat * Daha hızlı liman operasyonları * Düşük personel maliyeti * Ürün ve hizmetler için yeni pazarlar geliştirme olanağı * Yeni tedarik zincirleri ile bağlantı ve KOBİ’ler için genişleme olanağı * Merkezi işletme planlaması ve ekonomik işletme planlama kolaylığı * Çevreye duyarlı işletmecilik ve * Kazaların azalması * Gemi trafik sıkışıklığının azalma olasılığı * Deniz emniyetinin artması, kazaların ve insan faktöründen kaynaklı hataların minimize edilecek olması * Yeni ve temiz teknolojiler sayesinde düşük yakıt sarfiyatı ve daha düşük sera gazı salımının olması * Blockchain uygulaması ile rahat entegrasyon sağlanacak olması * Gemi işletme maliyetinin azalma olasılığı | * Siber saldırı tehditlerinin artması ve bu konudaki zafiyetlerin ülke ve denizcilik itibarını zedeleme ihtimali * Yazılımların güncellenmesindeki gecikmelerin ve yazılım hataları kaynaklı sorunların süreçlerin hatalı işlemesine ve önemli zararlara sebep olma olasılığı * Ulusal mevzuat uyumunun erken sağlanmaması * Farklı sistemlerin entegre edilmesindeki güçlükler * Gemi inşa maliyetlerinin çok artacak olması nedeniyle denizcilik sektöründe kartelleşme oluşması * Uzun mesafeli seyirlerde kötü hava ve deniz şartlarında karşılaşılacak problemler * Otonom gemiler nedeniyle işsizliğin artması ve Türk gemiadamlarının iş bulmakta sıkıntı yaşaması * Yoğun deniz trafiği olan Türk boğaz geçişlerinde yaşanabilecek kazalar * Gerekli yazılım altyapısı için gerekecek yüksek yatırım maliyeti * Yazılım ve teçhizatta dışa bağımlılığın daha da artması * Otonom gemi inşaatının bu teknolojiye sahip ülkelere (Örneğin; Japonya) kayması * Otonom gemilere yönelik liman operasyonlarında dışa bağımlı olma * Daha fazla işletme maliyeti olasılığı * P&I sigorta işlemleri başta olmak üzere yasal sorumlulukların paylaşım ve yeniden tanımlanma güçlüğü * Risklerin çok daha yüksek primlerle sigortalanacak olması ve hukuki uyuşmazlıklarda tarafların belirsizliği * Kalifiye personel yetiştirme güçlüğü * Sektörün siber saldırılara açık hale gelmesi |

Türkiye’nin güçlü yönleri göz önünde bulundurularak atılabilecek stratejik adımlar, Türkiye’nin zayıf yönleri göz önünde bulundurularak alınabilecek stratejik önlemler, fırsatlardan yararlanmaya yönelik Türkiye’de geliştirilebilecek stratejiler ve tehditler dikkate alınarak Türkiye’nin alabileceği önlemler aşağıda yer alan Tablo 4’te özetlenmiştir.

**Tablo 4:** Otonom Gemilerin Türk Denizcilik ve Gemi İnşa SektörüneOlası Etkilerine İlişkin SWOT Analizi Bağlamında Strateji Önerileri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Güçlü Yönler (G)** | **Zayıf Yönler (Z)** |
| **Fırsatlar / Olanaklar (O)** | * Türk denizcilik ve gemi inşa sektörü, kalkınma yönünü otonom gemi teknolojisine çevirmelidir. * Su üstü otonom gemi (MASS) dizayn ve teknolojileri konusunda önde gelen Finlandiya, Norveç ve Japonya gibi ülkelerle gecikmeksizin iş birliği imkanları araştırılmalıdır. * Askeri alanda yürütülen otonom araç projelerinden sivil alanda da faydalanılmalıdır. * Denizcilik üniversitelerinde otonom deniz sistemleri ve otonom gemiler ile ilgili çalışmaları arttırılmalı ve sektör tarafından da desteklenmelidir. Yerli otonom gemi çalışmalarına kısa mesafe seyir yapan feribotlardan başlanması daha akılcı olacaktır. * Deniz otonom sistemleri ve otonom gemiler konusunda uzman yazılımcılar yetiştirilmelidir. Mevcut yazılımcılar denizcilik sektörüne çekilmelidir. * Liman işletmeciliği sektörü, altyapısını otonom gemi teknolojisine hazırlanmalıdır. * Mevcut gemi işletmecileri, tersaneler ve gemi yan sanayii, otonom gemi teknolojisi gereklerine göre yeniden yapılandırılmalı ve kümelendirilmelidir. * Denizcilik sektörüne deniz otonom sistemleri üretimi konusunda yeni girecek girişimci yatırımcılar desteklenmelidir. * Çevreye duyarlı, kaza olasılığı daha az olan otonom gemilerin tercih edilirliği daha fazla olacağından uluslararası rekabette üstünlük sağlayabilmek için süratle otonom gemi filolarına sahip olunması hedeflenmelidir. | * Türk deniz sigortacılığı sektörü, otonom gemiler çağının risk ve sigorta ihtiyaçlarını şimdiden araştırmalıdır. * Türk gemi inşa sektörü, yeni gelişmekte olan otonom gemi teknolojisini, tasarımda ve üretimde sektörün dışa bağımlılıktan kurtulmasının ve küçük şirketlerin birleşerek büyük ölçekli şirketlere dönüşmenin bir aracı (fırsat) olarak görmelidir. * Türk gemi işletmeciliği sektörü, otonom gemi teknolojisini daha kurumsal ve büyük ölçekli şirketlere dönüşmenin bir aracı olarak görmelidir. * Türk denizcilik sektörü proaktif davranarak yeni gelişmekte olan bir alanda önde gelen ülke/sektör olmayı amaçlamalıdır. * Deniz otonom sistemler ve otonom gemilerle ilgili Ar-Ge çalışmaları süratle arttırılmalıdır. * Deniz otonom sistemleri ve otonom gemi üreticilerine, yazılımcılara ve işletmecilerine proje bazında teminat ve finansman desteği sağlanmalıdır. |

**Tablo 4:** Otonom Gemilerin Türk Denizcilik ve Gemi İnşa Sektörüne Olası Etkilerine İlişkin SWOT Analizi Bağlamında Strateji Önerileri (Devam)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tehditler (T)** | * Otonom gemi işletmeciliği konseptinin tabiatı gereği gemiadamı istihdamı azalacak ve klasik eğitim içeriği yetersiz kalacaktır. Bunun yerine, uzaktan kontrollü gemilerin kıyıdan yönetimini sağlayacak, denizcilik bilgisinin yanısıra bilişim teknolojilerinde ileri düzeyde bilgi ve donanıma sahip kişilere olan ihtiyaç artacaktır. Türk gemiadamı politikasının buna göre planlamasında fayda vardır. * Otonom gemilere yönelik liman operasyonlarında dışa bağımlı olmamak ve rekabet gücünü kaybetmemek için Türk limanları otonom gemi teknolojisine hazırlanmalıdır. Bununla ilgili şimdiden örnek limanlar incelenmelidir. * Otonom gemilerle ilgili ulusal mevzuatta gecikme yaşanmaması için IMO-MSC toplantıları dikkatle takip edilmeye devam edilmelidir. Otonom gemilerin Türk boğazlarından geçişi ile ilgili özel ilave emniyet ve güvenlik tedbirleri getirilmesi konusu da düşünülmelidir. | * Otonom deniz sistemleri ilk satın alma maliyetinin yanısıra, emniyetli işletme ve ticaret için gerekli olan siber güvenlik, yazılım güncelleme vb. gibi ciddi servis ihtiyaçları ve maliyetleri de doğuracaktır. Ayrıca, otonom gemi inşa maliyetlerinin çok yüksek olması, kartelleşme ve ileri teknoloji gereksinimi nedeniyle, otonom gemi inşaatının bu teknolojiye sahip ülkelere (Örneğin; Japonya) kayması mümkündür. Bu bakımdan, otonom deniz sistemlerinin yerli üretimi ve servis ağı oluşturulması, Türk denizciliğinin geleceği açısından çok önemlidir. * Türk denizcilik ve gemi inşa sektörü, küresel denizcilik sektöründe süratle gelişen otonom gemi teknolojisi ile birlikte yaklaşmakta olan risklere ve fırsatlara karşı hazırlıklı olmalıdır. Bu amaçla, sektör temsilcisi olarak TOBB İMEAK Deniz Ticaret Odası (DTO)’nın öncülüğünde, Türkiye’nin ve dünyanın önde gelen yazılım bilişim şirketleri, üniversiteler, askeri birimler, kamu ve özel sektör temsilcileri ve ilgili tüm paydaşların katılımıyla “Yerli Otonom Deniz Sistemlerinin Üretimi Yol Haritası” hazırlanmalıdır. |

**5. SONUÇ**

Bu çalışmada; “4.Sanayi Devrimi” veya kısaca “Endüstri 4.0” olarak adlandırılan küresel ölçekteki teknolojik dönüşüm sürecine paralel olarak dünya denizcilik sektöründe gelişen otonom gemi konseptleri ve teknolojileri, Ar-Ge çalışmaları, deniz ve çevre emniyeti ile güvenlik ve gemiadamı istihdamına yönelik olası etkileri ve Birleşmiş Milletler Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) Deniz Emniyeti Komitesi (MSC) tarafından yürütülen düzenleyici kapsam belirleme çalışmalarıyla ilgili literatür incelenmiş ve ayrıca alanında uzman profesyonellerin görüşleri alınarak otonom gemilerin Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne olası etkilerine ilişkin bir SWOT analizi gerçekleştirilmiş; Tablo 3’te yer alan zayıf ve güçlü yönler ile fırsatlar ve tehditler belirlenmiş ve buna bağlı olarak Tablo-4’teki gibi çeşitli strateji önerileri sunulmuştur. Esasen önerilen stratejilerin her biri gelecekte üzerinde çalışılması gereken alanları ve konuları da ifade etmektedir. Bu çalışma ile ortaya konulan güçlü ve zayıf yönler (içsel durum bileşenleri) ağırlıklı olarak Türk denizcilik ve gemi inşa sektörüne özgü iken, dışsal durum bileşenlerini içeren tehditler ile fırsatlar ağırlıklı olarak literatürdeki diğer çalışmalarla örtüşen küresel konulardır.

Bu çalışmanın yapıldığı sırada Türkiye’de bulunan veya Türk armatörü tarafından işletilen otonom özelliklere sahip bir gemi bulunmaması, yabancı ülkelerde üretilen/kullanılan otonom gemilerde kullanılan sistem ve teknolojilerin teknik detaylarına ve maliyetlerine ticari olarak gizli tutulmaları nedeniyle ulaşılamaması, ayrıca Türkiye’de şu anda otonom gemiler konusundaki gelişmeler hakkında yeterli düzeyde bilgiye sahip çok az sayıda alanında uzman profesyonel ile sınırlı sayıda bilimsel yayın bulunması bu çalışma için sınırlılık teşkil etmiştir.

Tabii ki bu çalışmanın geliştirilerek denizcilik sektörünün tüm paydaşlarını ve alt sektörlerini içerecek şekilde kapsamlı bir çalışmaya dönüştürülmesi, konunun derinlemesine analizi açısından faydalı olacaktır.

Sonuç itibariyle; otonom gemi teknolojisinin beraberinde gemilerin tasarımı, inşaatı, işletmesi ve sigortacılığı ile liman ve tersanecilik altyapısında ve iş süreçlerinde teknolojik dönüşümlere yol açacağı ve şimdiden bu dönüşüme hazırlıklı olunması için gecikmeksizin bir yol haritası belirlenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

**KAYNAKÇA**

Acar, E. ve Sey, Y. (2006). Teknolojik yenilik üzerine kalitatif bir araştırma deneyimi. *İtüdergisi Mimarlık, planlama, tasarım*, 5 (2): Kısım 1, 56.

Ahvenjärvi, S. (2016). The Human Element and Autonomous Ships. *The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 10 (3), 517-520.

Bulut, E. ve Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi.*ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 4 (7), 50-51.

Chyuan, C.J., (2018). *Impact of maritime autonomous surface ships (MASS) on VTS Operations*. World Maritime University Dissertations, Malmö-Sweden.

Deketelaere, P. (2017). *The Legal Challenges of Unmanned Vessels*, Master Dissertation, Universiteit Gent, Belgium.

DNVGL.(2019a).[https://www.dnvgl.com/technologyinnovation/revolt/ index.html](https://www.dnvgl.com/technologyinnovation/revolt/%20index.html), Erişim Tarihi: 01.01.2019.

DNVGL.(2019b).<https://www.dnvgl.com/maritime/autonomous-remotely-operated-ships/index.html>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Ece, J.N. (2018). Uluslararası Ticaretin Geleceği İnsansız Gemiler: GZFT Analizi ve Hukuki Boyutları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 279-302. ,

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2015). *IMODOCS MSC 95/INF.20 - Any Other Business-The IMO regulatory framework and its application to Marine Autonomous Systems-Submitted by the United Kingdom, International Association of Institutes of Navigation (IAIN) and IMarEST*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=92029>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2017a). *IMODOCS MSC 98/20/2 - Work Programme-Maritime Autonomous Surface Ships Proposal for a regulatory scoping exercise-Submitted by Denmark, Estonia, Finland, Japan, the Netherlands, Norway, the Republic of Korea, the United Kingdom and the United States*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=101921>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2017b). *IMODOCS MSC 98/20/13 - Work Programme - Maritime Autonomous Surface Ships Proposal for a regulatory scoping exercise - Comments on MSC 98/20/2 - Submitted by the International Transport Workers' Federation (ITF)*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=102800>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2017c). *IMODOCSMSC 98/23 - Report of the Maritime Safety Committee On Its Ninety-Eighth Session*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=104253>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2018a). *IMODOCS MSC 99/INF.5 - Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) - Nautilus Federation’s Report of a survey on what maritime professionals think about autonomous shipping - Submitted by IFSMA and ITF*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=108497>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2018b). *IMODOCS MSC 99/INF.16 - Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) - Presentation by Norway on 21 May 2018 on the "YARA Birkeland" development Submitted by Norway*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=109185>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2018c). *IMODOCS MSC 99/INF.13 - Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) - Establishing international test area "Jaakonmeri" for autonomous vessels Submitted by Finland*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=109182>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2018ç). *IMODOCS MSC 100/INF.10 - Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) - Results of technology assessment on Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) Submitted by Republic of Korea*. <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=112690>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2018d). *IMODOCS MSC 100/5 - Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) - Report of the Correspondence Group on MASS - Submitted by Finland.* <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=112543>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü). (2018e). *IMODOCS MSC 99/5 - Regulatory Scoping Exercise for the Use Of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) - Comments on the regulatory scoping exercise - Note by the Secretariat*, <https://docs.imo.org/Shared/Download.aspx?did=109090>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

JaloNen, R., Tuominen, R. and Wahlström, M. (2017). *Research Report on Safety of Unmanned Ships - Safe Shipping with Autonomous and Remote Controlled Ships.* Aalto University, Finland. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/28061/isbn9789526074801.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion (KIMST). (2018). *Technology Assessment: Autonomous Ships.* Repuclic ofKorea*.* <https://www.researchgate.net/publication/328090361_Technology_Assessment_-_Autonomous_Ships>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Kozanhan, M.K. (2019). Maritime Tanker Accidents and Their Impact on Marine Environment, *Scientific Bulletin of Naval Academy,* Vol. XXII 2019, pg. 324-342. DOI: 10.21279/1454-864X-19-I1-047 <http://www.anmb.ro/buletinstiintific/buletine/2019_Issue1/03_NTM/10.pdf>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Kurt, I. ve Önaçan, M.B.K. (2018). *“Endüstri 4.0 Kavramı ve Kattığı Değerlerin Silahlı Kuvvetlerde Günümüzde ve Gelecekte Kullanım Alanları”,* 9. Savunma Teknolojileri Kongresi (SAVTEK 2018), Ankara.

Marineinsight.com.(2019).<https://www.marineinsight.com/shipping-news/rolls-royce-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry/>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

MÜSİAD. (2018). *2017 Lojistik Sektör Raporu – Endüstri 4.0 ve Geleceğin Lojistiği.* Ankara.

Quinisio, B. (2018). *Development of a strategy for management of autonomous ships by coastal states.*World Maritime University Dissertations, Malmö-Sweden.

Rensburg, D. (2018). *The impact of autonomous ships on the containerised shipping interface of global supply chains- and networks: a literature examination of selected stakeholder perspectives*. World Maritime University Dissertations, Malmö-Sweden.

Rolls-royce.com.(2019).<https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Şenol, Y.E., Gökçek, V., Seyhan, A. (2017). Swot-Ahp Analysis of Autonomous Shipping. *IV.IMCOFE 2017*, Rome, 58-69.

Şahin, A.E. (2001). Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği ve Kullanımı, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 215-220.

Tirado, A.M.M., Brown, R., Banda, O.A.V. (2019). Risk and safety management of authonomous sytems: a literature review and initial proposals for the matirime industry. *Aalto University Science Technology*, 2010(1):26-30. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/37509/isbn9789526084992.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Uçar, D. ve Doğru, A. (2005). CBS Projelerinin Stratejik Planlaması ve SWOT Analizinin Yeri. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.* Ankara. <https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/P3K5_99_ek.pdf>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Usta, A. (2012). Bilimsel araştırmalarda yapısal etmenler ve evreler. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 102-103.

Wrobel, K. ve Krata, P. (2016). Towards the Development of a Risk Model for Unmanned Vessels Design and Operations. *TransNav*. 10(2), 270-273.

Yara.com.(2019).<https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/>, Erişim Tarihi: 01.01.2019.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayınevi.

Yılmaz, F. (2013). *Denizcilik ve Gemi İnşa Sektörü.* Ankara: Mattek Yayınevi – MersinDeniz Ticaret Odası Yayınları.

1. Yazışmadan sorumlu/başlıca yazar: Dr., Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ankara,[yilmazf58@gmail.com](mailto:yilmazf58@gmail.com) [↑](#footnote-ref-1)
2. Dr. Öğretim Üyesi, Milli Savunma Üniversitesi, Barbaros Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü, Tuzla-İstanbul,[KONACAN@dho.edu.tr](mailto:KONACAN@dho.edu.tr) [↑](#footnote-ref-2)