



İNSANSIZ HAVA, DENİZ VE SUALTI ARAÇLARI İÇİN OTONOM VE YARI OTONOM GEMİLER



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.



1. GİRİŞ

Denizler tarih boyunca ulaşımda, ekonomide ve savaşlarda büyük roller oynamıştır. Kıtaların keşifleri okyanusları aşan gemiler sayesinde yaşanmıştır. Denizler aynı zamanda ülkelerin önemli besin ve ticaret kaynağı hâline gelerek insanlık tarihinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Denizcilik ile ilgili teknolojiler geliştikçe ulaşım, balıkçılık ve ticari faaliyetlerin de artmasıyla denizlerin savunulması önem kazanan bir konu hâline gelmiştir. Denizlerde hâkimiyet sağlayan güçler, ulusların ve savaşların geleceğini belirleme kabiliyeti kazanmıştır.

Son yıllarda ortaya çıkan salgın hastalıklarla önemi artan ve gelişimi güçlenen otonom teknolojilerinin deniz araçlarına entegrasyonu ile denizcilik tarihinde yeni bir sayfa açılmıştır. Otonominin ticari gemilerde, yolcu gemilerinde ve askeri deniz araçlarında kullanımı benzersiz bir denizcilik tecrübesi yaratırken, diğer otonom araçlarla koordineli olarak çalışma özelliği göstermesi sürü drone'ların oluşmasında öncü olmuştur.

Otonom ve yarı otonom gemilerin denizciliğin ve denizlerin geleceğinde önemi gittikçe artmaktadır. Analizimizde otonominin gemiler ve bu gemilerin denizcilik üzerine etkilerini değerlendirirken, diğer otonom araçlarla koordineli çalışmaları ve drone üssü olarak kullanım alanları incelenecektir. Ayrıca otonom gemi pazarında yaşanan gelişmeler ve yatırımlar dikkate alınarak denizlerde otonominin geleceği ile ilgili öngörüler paylaşılacaktır.

2. OTONOM GEMİLER

Otonom gemiler her geçen gün denizlerde daha fazla tercih edilmektedir. Gelişen kontrol sistemleri, yapay zekâ uygulamaları ve değişen regülasyonlar sayesinde etki alanı genişleyen otonom ve yarı otonom gemiler, yeni teknolojilerin yardımıyla daha da hızla kabul görmektedir. Günümüzde küresel ölçekte kullanılan 1.000'den fazla otonom gemi bulunmaktadır. Bu gemiler 53'ten fazla organizasyonun kontrolünde çalışmaktadır. Çoğunlukla insanlı gemilerle yan yana çalışarak destek amaçlı kullanılan bu otonom gemilere tamamen bağımsız hareket eden yeni nesil gemiler de eklenmektedir^[1].

Dünyanın ilk otonom ticari kargo gemisi unvanına sahip ve Japonya'daki Orca AI şirketinin yapay zekâ yazılımı ile desteklenen 750 groston* ağırlığındaki Suzaku, 500 deniz mili uzunluğundaki seferini yüzlerce kez çarpışmadan kaçınarak gerçekleştirmiştir. Suzaku, seferi sırasında yüzde 99 oranında insan müdahalesine ihtiyaç duymamıştır. Bu gibi gelişmeler otonom gemilerin ticari kullanımlarını ve insan müdahalesinden tam bağımsız şekilde çalışmalarına yönelik bakış açılarını güçlendirmektedir^[2].

Otonom gemiler birkaç farklı sınıfta değerlendirilmektedir. Otonom özelliğine göre; Operatör Kontrollü, Otomatik, Yarı Otonom, Sınırlı Otonom ve Tam Otonom olarak sınıflandırılırken, insan katkısına göre; köprü üstünde sürekli mürettebatlı, köprü üstü insansız ama gemi mürettebatlı ve tamamen mürettebatsız olarak sınıflanabilmektedir^[3].

* Groston: Bir geminin kullanılan bölümlerinin ton birimi cinsinden karşılığı.

Mühendislik araştırma ve eğitim kuruluşu olan Lloyd Register Foundation'a göre de gemilerin otonomi seviyesi altı kategoride incelenebilmektedir^[4]:

- **1. Seviye: Düşük otomasyon** olarak adlandırılan ve bütün faaliyetlerin mürettebat tarafından yapıldığı, ancak sadece karar destek sistemi olarak hesaplamaların otonom olduğu bir sınıftır.
- **2. Seviye: Kısmi otomasyon** 1. seviyeye benzer bir şekilde çalışan, ancak gemide veya gemi dışında faaliyet gösteren otonom sistemleri tanımlamaktadır.
- **3. Seviye: Şartlı otomasyon** karar ve hareket tarzının insan gözetiminde ve otoritesinde, ancak otonom sistem tarafından yapılmasıdır.
- **4. Seviye: Yüksek otomasyon** karar ve hareket tarzı otonom olarak gerçekleşirken çok kritik durumlarda insan müdahalesine izin veren sistemleri tanımlamaktadır.
- **5. Seviye: Tam otomasyon** nadiren insan gözetimine ihtiyaç duyan otonom sistemleri tanımlamaktadır.
- **6. Seviye: İnsansız otomasyon** gemi ile ilgili bütün işlemler kesinlikle insan müdahalesi veya gözetimi olmaksızın otonom bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Deniz Otonom Suüstü Gemileri (Maritime Autonomous Surface Ships -MASS) adı ile de anılan ticari otonom gemilerin varlığı 2019'dan sonra artış göstermeye başlamıştır. 2019'da denemeleri başlayan Norveç üretimi MV Yara Birkeland'ın operasyonel sürece geçişi 2020 yılını bulmuştur. 2020 yılında ayrıca Japonya'da VN Rebel adı ile 80 m uzunluğunda bir ticari gemi uzaktan kontrolle test edilmiştir. 2021 yılında da Rusya 28 ayrı ticari seferde otonom navigasyon sistem testleri gerçekleştirmiştir^[5].

Otonom gemiler ve insansız deniz araçları kavram olarak birbirlerine benzediğinden genellikle karıştırılmaktadır. İnsansız deniz araçları operasyonel süreçte mürettebatı bulunmayan, ancak uzaktan kontrol edilebilen araçları kapsamaktadır. Otonom gemiler ise mürettebatlı veya mürettebatsız olarak bütün işlemleri ve seyir düzenini önceden programlı bir arayüz ile gerçekleştiren gemilerdir. Otonom gemilerin program yapısı bir operatör kontrolünde işleyebilir veya tam bağımsız şekilde çalışabilir. Bu noktada önemli olan, geminin faaliyetlerini gerçekleştiren kritik bir durum yaşanmadığı sürece insan müdahalesine ihtiyaç duyulmamasıdır. Yarı otonom gemiler ise bazı aşamalarda operatör müdahalesi alırken temel rota ve faaliyetlerde yazılım kontrollü hareket etmektedir^[6].

3. OTONOM GEMİLER NEDEN FAYDALIDIR?

Otonom gemilerin faydaları ilk olarak güvenlik aşamasında ortaya çıkmaktadır. Deniz kazalarının yüzde 75'i dikkat eksikliği veya yorgunluk kaynaklı insan hataları nedeniyle oluşmaktadır. Mürettebatsız bir gemi aldığı kararları istatistiksel veriler ve çevre gözlemi ile hızlı bir şekilde alabildiğinden kaza olasılıkları ciddi oranda düşmektedir^[7].

Küresel ölçekte yılda ortalama 3.000 civarı deniz kazası meydana gelmektedir. Bu kazaların şirketlere maliyeti ise 20 milyar doların üzerindedir. Otonom denizcilik teknolojileri gelecekte yaşanacak kazaları ciddi oranda azaltma ve hatta tamamen ortadan kaldırma olasılığı ile şirketlere ciddi bir tasarruf imkânı sunmaktadır^[8].

Mürettebatın olmadığı tam otonom gemilerin erzak ikmali veya liman ziyareti ihtiyacının olmaması daha yavaş hızlarda seyretmeleri ve düşük yakıt tüketimine imkân vermeleri ile bir avantaj sunmaktadır. Ayrıca otonom gemilerin ağırlıklı olarak elektrik enerjisi veya gaz/yakıt hücreleri ile hareket etmesi karbon emisyon değerlerinin düşük veya sıfır olmasında fayda sağlamaktadır.

Otonom gemiler denizcilerin komuta süreçlerini kardan yönetmesine izin verdiğinden sürekli denizlerde yaşayarak izole bir yaşam sürülmesi yerine daha sosyal bir yaşamın oluşması için olasılık sunmaktadır. Bu durum 2015'de yayımlanan Uluslararası Deniz Ticaret Odası (International Chamber of Shipping -ICS) ve Baltık ve Uluslararası Denizcilik Konseyi (Baltic and International Maritime Council -BIMCO) işgücü raporunda belirtilen, 2025 yılına kadar kıdemli denizciler için 150.000 istihdam açığı yaşanacağı öngörüsünün değişmesine imkân vermektedir^[7].

Otonom gemiler savaş alanında da denizcilerin güvenliği açısından önemli bir rol oynamaktadır. İnsansız otonom gemiler herhangi bir insan kaybı olmadan keşif, savunma veya taarruz görevlerini yerine getirebilmektedir. İnsansız otonom gemiler hava şartları konusunda da daha esnek hareket edebilmektedir. Mürettebatsız olmaları gizlilik açısından da daha küçük boyutlarda yapılabilirlerine imkân vermektedir. Gündüz ve gece durmaksızın çalışabilmeleri de bir diğer avantajlarıdır^[9].

4. OTONOM GEMİLERİN RİSKLERİ

Otonom gemiler için bilinen en büyük risklerden biri siber saldırı tehlikesidir. Otonom gemiler, özellikle yazılım ve donanım açısından standart gemiler kadar güvenli olmadığı sürece yeterli regülasyon düzenlemelerinin yapılması zordur. Bu durumun otonom gemilerin kabul edilme sürecini uzatacağı düşünülmektedir. Seferleri ve operasyonları bakımından bilgisayarlar ve robotik sistemlere bağımlı bir deniz aracının başarılı bir siber saldırıya maruz kalması durumunda gemide bu duruma engel olabilecek ve kontrolü ele alabilecek mürettebat olmaması akıllarda soru işaretleri oluşturmaktadır^[10].

Otonom veya mürettebatlı standart gemiler; Otomatik Tanımlama Sistemleri (Automatic Identification Systems -AIS), Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (Global Navigation Satellite Systems -GNSS) ve Elektronik Rota Görüntüleme ve Bilgi Sistemleri (Electronic Chart Display and Information Systems -ECDIS) gibi önemli teknolojiler yardımıyla güvenli bir seyir sürmektedir. Ancak bu sistemler önemli ölçüde zafiyet yaratabilen Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System -GPS) ve Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency -VHF) radyo iletişim teknolojilerine bağımlıdır. Otonom özelliği arttıkça gemilerin

seyir için ihtiyaç duydukları veri transferi de artmaktadır. Bu veri iletişimine dışarıdan yapılabilecek bir müdahale otonom gemiler için büyük bir risk yaratmaktadır^[11].

Otonom gemiler araştırmaları devam eden, gelişim gösteren ve bilinmezleri olan yeni bir alandır. Sürücüsüz kara taşıtları yeni yeni kabul görmüşken, denizlerde seferde olan gemilerin de kendi kendine hareket edebilmesini sağlayan teknolojiler geliştikçe kabul edilme süreçleri hızlanacaktır. Ancak siber güvenlik risklerine ilaveten iletişim sistemleri ile ilgili sorunların yaşanması da büyük bir risk teşkil etmektedir. Otonom gemi sistemleri büyük ölçüde iletişim teknolojilerine bağlıdır. Sensörler, kameralar, uydu sistemleri gibi teknolojilerin desteği ile faaliyetini sürdürebilen otonom sistemlerin iletişim sistemlerinde yaşanacak bir arıza ciddi karar hatalarına veya seyrin durmasına sebep olma potansiyelindedir.

Özellikle kargo gemilerinde kargoların güvenliği ile ilgili kararlar veya bir yangın durumunda nasıl müdahale edileceği de endişe yaratan konulardan bazılarıdır^[12].

Otonom gemiler ve bu gemileri destekleyen teknolojilere yapılacak yatırımlar da başka bir risk unsurudur. Gelecekte kabul olasılığı tam olarak belirlenemeyen sistemlere yönelik yürütülen birçok araştırma için yüklü miktarlarda yatırım yapılmaktadır. Bu yatırımların finansal anlamda olumlu dönüşler yaratıp yaratmayacağı ise öngörülemeyen riskli bir alan olarak değerlendirilmektedir^[13].

5. OTONOM GEMİLER DENİZCİLİĞİ NASIL ETKİLİYOR?

Otonom gemiler denizcilikte kökten değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişikliklerin en önemlilerinden biri maliyettir. Bir gemi seferinde maliyetlerin yüzde 30'unu mürettebat giderleri oluşturmaktadır. İnsansız veya otonom az mürettebatlı gemilerde bu maliyet ciddi oranda düşmektedir. Ayrıca mürettebat için ayrılan alanların azalması veya ortadan kalkmasıyla kargo kapasitesi ve yeni teknoloji ürünü sistemlere de yer açılabilir^[14].

Ağ Merkezli İstihbarat İle Denizde İnsansız Navigasyon (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks -MUNIN) aracılığıyla yapılan üç yıllık bir çalışma, 25 yıllık süreçte insansız bir geminin yakıt ve mürettebat masrafları açısından yedi milyon dolar tasarruf sağlayabileceğini göstermiştir^[13].

Otonom gemilerin sağlayacağı yüksek güvenlik ve can kayıplarını sıfıra indirme olasılığı da denizcilikte önemli bir dönüm noktası teşkil etmektedir. Savunma sanayii ve ticari kullanımlar dahil denizlerde hiç can kaybı yaşanmadan sefer ve operasyon yapılabilmesi çok önemli bir gelişmedir.

Otonom gemiler enerji tüketimi açısından da denizciliği değiştirme potansiyeli göstermektedir. Her yıl denizlerde kargo taşımacılığında 1,68 milyar ton kargo taşınmaktadır. Denizcilik faaliyetlerinin küresel emisyon değerlerinin yüzde 3'ünü oluşturduğu düşünüldüğünde daha hafif, enerji tasarruflu ve çok daha az yakıt ihtiyacı olan otonom gemilerin bu emisyon değerlerini ciddi anlamda düşürmesi muhtemeldir. Tamamen elektrikle

çalışabilen ve yakıt tüketimi sıfıra inen otonom gemilerin ise temiz bir gelecek için önemli bir rolü olacaktır^[14].

Ülkeler sadece açık denizlerde değil, sınırları içinde bulunan kanallarda ve göllerde de otonom gemilere yer vermeye hazırlanmaktadır. Belçika ve Hollanda kanallarda ve nehirlerde kullanılmak üzere insansız otonom veya uzaktan kontrollü gemilerin üretimi için çalışmalar yapmaktadır^[15].

Askerî açıdan bakıldığında otonom gemilerin güvenlik, savunma ve taarruz alanlarında da büyük değişiklikler yaratması beklenmektedir. Denizde mürettebatlı savaş gemilerine eşlik etmek için inşası planlanan orta ve büyük insansız deniz araçları, farklı görev ve pozisyonlarda bulunabileceklerdir. Orta büyüklükteki insansız deniz araçları tehditleri erken tespit etmek için filonun önünde seyrederek keşif görevini yaparken, büyük insansız deniz araçlarının ise taarruz özelliklerine sahip olması hedeflenmektedir^[15].

Otonom suüstü ve sualtı araçlarının dayanıklılığı ve güvenilirliği arttıkça kullanıldıkları operasyonlar ve görevler de evrilmektedir. Yeni teknoloji insansız araçlarla daha uzun menzilli ve güvenli hâle gelen operasyonlar büyük avantajlar sağlamaktadır. Gelişen teknolojilerin de yardımıyla çalışma alanlarını analiz edebilen ve değişen çevre şartlarına uyum sağlayabilen araçlar geçmişte insanların maruz kaldığı tehlikelerin üstesinden gelmek için kullanılmaktadır. İnsansız deniz araçlarının gelişmesiyle geleceğin askeri ve sivil operasyonlarının geçirdiği değişim "Çoklu Alan Operasyonları (Multi-Domain Operations -MDO)" konseptini de beraberinde getirmiştir. Deniz operasyonları bu yeni konseptte önemli bir rol oynamaktadır^[16].

6. OTONOM GEMİLERİN KULLANIM ALANLARI

Otonom gemilerin denizcilikte kullanım alanları çok geniştir. Her yeni teknoloji ile bu alanlar daha da gelişmektedir. Kısa deniz seferlerinde ticari yolcu ve yük taşımacılığı amaçlı kullanımın yanında kıyı şeridi ve liman güvenliğinde suüstü ve sualtında savunma amaçlı tercih edilen otonom gemiler, denizler dışında nehir ve kanallarda da kullanılabilir. Birbiriyle iletişim kurabilen otonom gemi filoları ve insansız diğer araçlar ile sürü konseptiyle hareket eden insansız deniz araçları sivil sektörlerde ve savunma sanayiinde tercih edilmektedir^[17].

Özellikle yeni nesil drone teknolojilerine ev sahipliği yapabilen ana gemi statüsündeki otonom gemilerin geleceğin çoklu operasyon uygulamalarında sağlayacağı faydalar sınırsızdır. Otonom olarak faaliyet gösteren bir ana gemiden hareket edebilen hava, amfibi, suüstü ve sualtı drone'larının sürü şeklinde hareket ederek keşif, araştırma, savunma ve taarruz amacıyla kullanılabilmesi denizcilik tarihinde benzeri görülmemiş bir değişime imkân vermiştir. Bu araçlar hava, kara ve deniz olarak her alanda insan güvenliğini ön planda tutan yeni çoklu alan operasyonları konseptini desteklemektedir^[18].

7. OTONOM GEMİLER İÇİN REGÜLASYONLAR

Otonom gemiler ve denizcilik faaliyetleri için oluşturulmuş özel regülasyonlar bulunmamakla beraber Uluslararası Denizcilik Organizasyonu (International Maritime Organization –IMO) yeni nesil gemiler için oluşturulacak regülasyonlar hakkında çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalar içinde Uzaktan Kontrol İstasyonu Regülasyonu, Denizcilerin Uzaktan Operator Yeterlilikleri, Denizcilik İçin Uluslararası Denizde Can Güvenliği (Safety of Life at Sea -SOLAS) ekipman gereklilikleri ve bölgesel özel regülasyonlar bulunmaktadır. Yakın gelecekte insansız otonom gemiler için de regülasyon çalışmalarına başlanacağı bilinmektedir^[19].

Denizcilik Güvenlik Komitesi (Maritime Safety Committee -MSC) IMO regülasyon çalışmalarını güçlendirmek amacıyla bir yol haritası hazırlamıştır. Bu yol haritası, ilk aşama olarak 2024'ün ikinci yarısında kabul edilmek üzere, zorunlu olmayan bir regülasyon şeklinde kullanım amacına dayalı bir yapı oluşturulmasını hedeflemektedir. Bu regülasyondan zaman içinde elde edilecek tecrübeler ışığında da, 2028 yılında daha kapsamlı bir çalışma ile otonom gemiler ile ilgili yeni regülasyonların oluşturulabileceği düşünülmektedir^[20].

Ancak mevcut regülasyonlar otonom gemilerin kullanım şekilleriyle ilgili sorun yaratabilmektedir. Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (United Nations Convention on the Law of the Sea -UNCLOS) her geminin yeterlilik kriterlerine sahip bir kaptan ve subayları olan mürettebatı olmasını şart koşmaktadır. Safety of Life at Sea (SOLAS), International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) ve Paris MoU (Memorandum of Understanding on Port State Control) gibi regülasyonlar da kaptanın mutlak olarak gemide bulunmasını şart koşmaktadır.

Ayrıca gemilerin sigortalanabilmesi için Denizcilik Sigortaları 1906'nın 39'uncu bölümüne göre, her geminin asgari olarak her anlamda denizcilğe uygun olması istenmektedir.

Bu ve benzeri mevcut regülasyonların yeni nesil otonom gemilerin kullanımı arttıkça gelişmesi ve değişmesi kaçınılmazdır^[10].

8. ÜLKELERİN OTONOM GEMİ ÇALIŞMALARI

Otonom gemiler denizciliği uluslararası ve ulusal sular da kökten değiştirmeye hazırlanırken, deniz sınırı olsun veya olmasın birçok ülke otonom ve insansız gemi teknolojileri üzerine çalışmalar yapmaktadır.

8.1 ABD

ABD insansız ve otonom gemilere ciddi yatırımlar yapan ülkelerden biridir. ABD donanması mevcut savaş gemileri ve uçak gemilerine eşlik edecek otonom gemiler

ve küçük deniz araçları üzerine çalışmalar yapmaktadır. Tam anlamıyla insansız olmasa da otonom olarak sevir gerçekleştirecek olan destek gemilerinin 2030 yılına kadar donanmanın büyük çoğunluğunu oluşturması beklenmektedir.

Deniz Avcısı (Sea Hunter) bu anlamda geliştirilen ilk gemilerden biridir. ABD donanması insansız gemileri üç kategori altında toplamıştır. Bunlar Büyük İnsansız Suüstü Aracı (Large Unmanned Surface Vehicle -LUSV), Orta İnsansız Yüzey Aracı (Medium Unmanned Surface Vehicle -MUSV) ve Ekstra Büyük İnsansız Sualtı Aracı (Extra-Large Unmanned Undersea Vehicle -XLUUV) olarak adlandırılmaktadır^[21].

ABD'li Metal Shark firması, kendi tasarımı olan uzun menzilli insansız yüzey aracı prototiplerini donanmanın kullanımına sunarak savunma sanayiinde insansız ve otonom gemilerin önem kazandığını göstermiştir. Metal Shark'a göre uzun menzilli insansız suüstü araçları uzak mesafelere otonom şekilde sefer gerçekleştirerek mühimmat ikmali veya mürettebat taşıma kapasitesine sahiptir.

ABD donanma yetkilileri büyük insansız deniz araçlarının yanında orta insansız deniz araçlarına da artan yatırımlar yapılması gerektiğini bildirmektedir^[22].

ABD donanması 2021 yılının Eylül ayında insansız bir savaş gemisinden fırlattığı test füzeleriyle geleceğin otonom gemilerinin askeri kullanımına ne kadar önem verildiğini göstermiştir. Yapılan testlerde yapay zekâ destekli drone gemilerinden oluşan filoların deniz savaşlarında daha aktif rol alacağı gösterilmektedir. Bu testler donanmanın otonom gemi programı çerçevesinde büyük önem taşımaktadır. Program ile 21 robot geminin inşası ve önümüzdeki yıllarda donanma hizmetine sunulması planlanmaktadır^[23].

ABD donanmasının hayalet filo deneysel programında kullanılan iki insansız gemiden biri olan USV Ranger denizden havaya füze sistemleriyle donatılmıştır. Modüler sistem yapısıyla operasyonel ihtiyaçlar çerçevesinde yapısı değiştirilebilen USV Ranger, mevcutta testleri gerçekleştiren SM-6 füze fırlatma sistemleriyle donanma güvenliği için kritik bir rol oynayacaktır^[24].

ABD'de araştırma amaçlı otonom gemi çalışmaları da yapılmaktadır. ABD'li IBM ve ProMare işbirliği ile araştırma görevlerinde kullanılacak Mayflower otonom gemisi türünün ilk örneği olarak orijinal Mayflower gemisini anmak amacıyla çıkacağı transatlantik seferinde iklim değişikliği kaynaklı okyanus verilerini kaydetmeyi hedeflemiştir. Geminin devrim niteliğinde olan akıllı otomasyon, karar alma ve bilgi işlem kapasitesi ile birleşen yapay zekâ yazılımı denizcilikle ilgili verimlilik, güvenlik ve maliyet tasarrufu araştırmalarına destek sağlamak amacıyla tasarlanmıştır^[25].

Mayflower otonom gemisinin ilk sefer denemesinde karşılaştığı teknik sorunlar geminin sefere başladığı limana dönmesi ve sefer denemesinin iptal edilmesiyle sonuçlanmıştır^[26].

Sorunların giderilmesinin ardından tekrar sefere çıkan Mayflower otonom gemisi, başarılı bir şekilde Atlantik Okyanusu'nu geçerek 30 Haziran 2022'de ilk sefer denemesini tamamlamıştır^[27].

8.2 Çin

Çin ticari ve savunma amaçlı otonom gemilere yatırım yapan diğer bir ülkedir. Daha önce yapılan insansız suüstü savunma deniz araçları, liman koruma ve kontrol gemileri ile birlikte dikkat çeken Çin'in son çalışması olan otonom drone ana gemisi çok yönlü kullanım özelliği ile önem kazanmıştır. Toplamda 50 adet denizaltı, hava ve kara drone'larından oluşan karma bir filo taşıyabilen Zhu Hai Yun, 90 m uzunluğunda bir gemidir. Kalabalık limanlara bir kontrol yardımı ile girmesi planlanan gemi yarı otonom özelliğe sahiptir^[18].

Taşınan drone'ların tek bir ana gemiden kontrol edilmesi drone sürüsü çalışmalarının da ne kadar önem kazandığının bir göstergesidir. Yapay zekânın farklı bir hâli olan kolektif zekâ çalışmalarına da destek sağlayacak otonom geminin özellikle Pasifik Okyanusu'nda hem oşinografik araştırma hem de donanma operasyonlarında fark yaratacağı düşünülmektedir^{[28],[29]}.

Taşıdığı drone'lar ile sürü davranışını kontrol edebilen ve çok çeşitli alanlarda kullanım imkânı olan yarı otonom geminin yeni nesil deniz araçlarının öncüsü olacağı düşünülmektedir^[30].

Çin geçmişte çalışmalarını yürüttüğü ve ABD'nin Deniz Avcısı insansız suüstü gemisiyle benzerliği dikkat çeken 200 tonluk otonom savunma gemisinin de deniz testlerine başlamıştır. Deniz durumu 5 zorlu ve deniz durumu 6 çok zorlu deniz şartlarında faaliyet gösterme kapasitesine sahip geminin keşif, gözlem, denizaltı avlama, uçak ve gemi savar füze sistemleriyle donatıldığı bilinmektedir^[31].

JARI insansız suüstü aracı, Çin'in geliştirdiği bir diğer insansız deniz savunma aracı olarak ilgi görmüştür. İlk olarak 2019 yılında tanıtılan JARI, 42 knot hızla 500 deniz mili menzile sahiptir. JARI'nin keşif, gözlem, mayın temizleme, denizaltı avlama ve iletişim genişletme görevlerinde kullanılması planlanmıştır^[32].

Çin, savunma sanayii dışında ticari alanda da otonom gemilere yatırım yapmaktadır. Zhi Fei adlı elektrikli kargo gemisi uzun süren deniz testleri sonrası Nisan 2022'de seferlerine başlamıştır. En fazla 12 knot hızla sefer gerçekleştirebilen otonom gemi, üç farklı modda kullanılabilir. İnsanlı sefer, uzaktan kontrol ve insansız sefer modlarına sahip otonom gemi 5G, uydu ve diğer çoklu ağ sistemleri ile donatılmıştır^[33].

8.3 İngiltere

İngiltere özellikle araştırma çalışmalarında kullanılacak otonom gemi ve teknolojilerine yatırım yapmaktadır. Birleşik Krallık Denizcilik Otonom Sistemleri Düzenleyici Çalışma Grubu (Maritime UK Autonomous Systems Regulatory Working Group -MASRWG) ilk olarak 2017'de başlattığı yasal düzenleme çalışmalarına devam etmektedir. Bu doğrultuda özellikle otonom navigasyon sistemleri ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır^[34].

İngiltere merkezli Rolls-Royce'un 2025 yılına kadar uluslararası sularda ve 2030 yılına kadar da okyanuslarda uzaktan komuta ile kontrol edilebilen otonom gemi sistemleri tasarladığı bilinmektedir^[14].

Rolls-Royce ve Sea Machines Robotics otonom gemi ve teknolojileri araştırmalarında mtu NautIQ adı verilen otomasyon ve uzaktan kontrol sistemlerini geliştirmek amacıyla 2021 yılında birlikte çalışmaya başlamıştır. Çalışmaların 2030 yılına kadar devam etmesi planlanmıştır. Ortaklaşa çalışmalar özellikle yarı otonom gemi kontrol sistemleri üzerine yoğunlaşmaktadır^[35].

İngiltere Savunma Bakanlığı, özellikle deniz robot teknolojisinde önemli bir yer edinmiş olan Sonardyne ile otonom suüstü araçları için navigasyon sistemleri geliştirmektedir. 12 m uzunluğundaki SEA-KIT X sınıfı suüstü İnsansız Deniz Aracı (İDA) ile yapılan çalışmalar hâlihazırda sualtı İDA'larda kullanılan sensörler yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Çalışmalarda kullanılan SPRINT-Nav Hibrid İç Navigasyon sistemi gerçek zamanlı GPS verileriyle test edilmektedir^{[36],[37]}.

Madfox İDA, 13 m uzunluğunda yüksek hızlar için tasarlanmış gövdesiyle uzaktan kontrollü kullanım imkânına sahiptir. Madfox, testlerinde MAPLE otonom komuta kontrol sistemi desteğiyle bazı görevleri otonom olarak yapabildiğini de kanıtlamıştır. Özellikle savaş gemilerine destek ve koruma görevleri için ideal yapıda olan Madfox güvenli iletişim teknolojileri de kullanılmaktadır^{[37],[38]}.

Fransız Thales firmasıyla L3Harris'in ortak yürütülen çalışmaları neticesinde ortaya çıkan 12 m uzunluğunda suüstü İDA ise taşıdığı donanım ve küçük tip otonom sistemlerle dikkat çekmektedir. Thales'in T-SAS sonar dubası ve SAAB'ın Uzaktan Kontrollü Aracı'nı (ROV) taşıyan İDA çok alanlı kullanıma imkân vermektedir^[39].

8.4 Norveç

Dünyanın ilk otonom tam elektrikli kargo gemisi unvanına sahip olan Yara Birkeland, 2022 yılında Norveç'te seferlerine başlamıştır. Mürettebatsız çalışabilme özelliği ile hayalet gemi olarak da adlandırılan Yara Birkeland sıfır karbon emisyonları ile çevre dostu bir gemidir. İsviçre üretimi Lityum İyon (Li-ion) pillerle donatılmış otonom gemi radar sistemleri, kızılötesi kameralar, otomotivde kullanılan görüntü kameraları ve yeni birçok teknoloji ile donatılmıştır^[40].

8.5 Fransa

Fransa, Çin'in yeni tanıttığı drone'lara ana gemi görevi sağlayan otonom gemisine benzer bir tasarımı 2016 yılında tanıtmıştır. Espadon adlı otonom gemi özellikle mayın tespit ve temizleme görevleri için otonom sualtı araçlarına ana gemi görevini üstlenmektedir^[41].

Fransız Savunma Tedarik Ajansının (Direction générale de l'armement -DGA) çalışmaları insansız suüstü ve sualtı araçlarıyla mayın tespiti için Espadon'un (Kılıçbalığı) ana gemi görevi ile taşıyıcı ve toplayıcı olmasını hedeflemektedir. Fransız donanması 2020 yılında mayın avlama gemilerinin değişimine başlamıştır^[42].

8.6 Rusya

Rusya, 2020 yılında, ticari alanda otonom gemilere geçişin sağlanması için ciddi adımlar atmıştır. Rus teknoloji şirketi olan Kronshtadt Technologies bazı kargo

ve yolcu gemilerinin navigasyon sistemlerini otonom hâle getirmek için çalışmalar başlatmıştır. Çalışmalar kapsamında SeaEnergy firmasına ait U-Tip çoklu kullanım kargo gemilerinde otonom navigasyon sistemleri testlerine başlanmıştır. Ancak otonom navigasyon sistemlerinin yasal kullanımı için RINA Denizcilik ve Belgelendirme şirketi sınıflamalarına göre onay alınması gerekmektedir^[43].

Kronshtadt'ın yaptığı çalışmalar 2021 yılında Rusya Denizcilik Sicili tarafından ilk onayını almıştır. Deneme yapılan gemilere a-Nav teknik ekipmanlarının kurulmasına başlayan firma çalışmalarına hızla devam etmektedir^[44].

Bir diğer taraftan Sredne-Nevsky tersanelerinde inşa edilen ilk otonom navigasyonlu katamaran olan Pioneer-M sefer testlerine 2021 yılında başlamıştır. Araştırma gemisi olan Pioneer-M, Sivastopol Üniversitesi araştırmaları için inşa edilmiştir^[45].

Rusya'nın torpido taşıyabilen denizaltı avcısı otonom gemi çalışmaları yürüttüğü de bilinmektedir. Mürettebatlı otonom veya karadan komutalı özellikleri olmaları planlanan geminin 14 m uzunluğunda olması, iki adet 533 mm elektrik motorlu torpido taşıması ve 35 knot hızla seyretmesi planlanmaktadır^[46].

Rusya'nın daha önce de nükleer kapasiteye sahip Poseidon insansız sualtı aracı için çalışmalar yürüttüğü bilinmektedir. 2018'de testleri başlayan Poseidon insansız sualtı aracının 2027 yılında donanmaya katılması planlanmaktadır^[47].

8.7 Japonya

Japonya tam otonom uzun menzilli gemi operasyonlarına yatırım yapmaktadır. MEGURI2040 adı verilen program kapsamında beşinci sefer testlerini gerçekleştiren Japonya, 30'dan fazla firma ve 60 organizasyon ile ortaklaşa çalışmalar yürütmektedir. Sefer testlerinde yanaşma, manevra, liman giriş ve terk aşamalarında kargo gemileri ve feribotlar kullanılmaktadır. 2022 yılında yapılan son testte bir kıyı şeridi kargo gemisi dört gün süreyle yoğun trafikli bir sefer hattında test edilmiştir^[48].

Japon Nippon Vakfı, Mitsui Lines ve Japon demiryolu inşaat şirketlerinden oluşan konsorsiyum da otonom kargo konteyner gemilerinin test seferlerine başlamıştır. Testlerine ilk olarak başlanan ve 95 m uzunluğunda olan Mikage, Ocak ayında seferini başarıyla tamamlamıştır. Mikage sefer sonunda bağlama halatlarını taşıyan hava drone'ları ile rıhtıma yanaşarak rıhtım görevlileri yardımıyla bağlama işlemini de yapabilmektedir. Konsorsiyumun ikinci test gemisi olan Suzaku da benzer şekilde test seferinde başarılı olmuştur^[49].

Japonya mevcut yerel kargo gemilerinin en az yarısının 2040 yılına kadar otonom hâle gelmesini planlamaktadır. Nippon Vakfı ile desteklenen çalışmaların geleceğin otonom gemi filolarına örnek teşkil etmesi hedeflenmektedir. Japonya otonom gemilerle ilgili koyduğu hedefi hem çevre etkileri hem de özellikle genç nüfusun azalması ve düşük doğum oranları ile yeni işgücü yaratacak bir kuşağın gelişmemesi nedeniyle oluşturmuştur.

Japonya'da yerel olarak faaliyet gösteren gemilerde çalışan mürettebatın yarısından fazlası 50 yaşın üstündedir. Gelecekte gemilerde çalışacak tecrübeli mürettebat sıkıntıları yaşanabileceği öngörülerek otonom teknolojiler ile bu açığın kapatılması planlanmaktadır^[50].

8.8 Hollanda

Hollanda'da, Amsterdam'da bulunan kanallarda kullanılmak üzere Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) aracılığıyla geliştirilen otonom gemi projesi olan RoBoat üzerinde çalışılmaktadır. Kanal trafiğini hafifletmeyi ve daha emniyetli hâle getirmeyi amaçlayan proje için çalışmalar devam etmektedir^[1].

8.9 Güney Kore

Güney Kore firması olan Hyundai'nin yan kuruluşu Avikus Prismic Courage adlı otonom navigasyon sistemli bir gemi uzun mesafe test seferini tamamlamıştır. Otonom gemi dünyası için önemli bir adım olan bu çalışmada 1 Mayıs 2022'de Meksika Körfezi'ndeki Freeport'dan yola çıkan gemi, Avikus'un yapay zekâ destekli sistemi olan HiNAS ile Güney Kore'nin batısındaki Chungcheong eyaletinin Boryeong LNG terminaline ulaşmıştır. HiNAS 19.884 km'lik seferi ile 2. Seviye otonom sistemlerini test etmiştir. Diğer gemilerle etkileşimi, hava durumu, farklı dalga yükseklikleri gibi etmenleri dikkate alarak hesaplamalar yapan yapay zekâ sistemi ile desteklenen geminin sefer testleri yakıt verimliliğinin yüzde 7 arttığını ve karbon emisyonlarının yüzde 5 azaldığını göstermiştir^[51].

HiNAS 2.0'ın gemilerde otonom navigasyon ve çevre izleme ile güvenliği de artırması hedeflenmektedir. HiNAS 2.0 teknolojisinin 2022 yılı sonuna doğru ticari kullanıma açılması hedeflenmiştir^[52].

Güney Kore merkezli olan Samsung da otonom gemi araştırmalarına yatırım yapmaktadır. Samsung Ağır Sanayi Grubu, 2021 yılında otonom olarak sefer gerçekleştirebilen test gemilerinin gelişmiş aşama testlerine 2025 yılına kadar geçeceğini duyurmuştur. Testlerin ilk aşamasında iki geminin birbirini tanıması ve çarpışmaması, ikinci aşamasında çevrede bulunan objelerin tanımlanması ve çarpışma risklerinin hesaplanarak optimal bir rota oluşturulması, üçüncü ve gelişmiş aşamada ise en az mürettebatla kıydan asgari uzakta kontrol yapılarak sefer gerçekleştirilmesi planlanmıştır^[53].

8.10 Kuzey Kore

Kuzey Kore de Daewoo Gemi İnşa ve Deniz Mühendisliği (Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering -DSME) ile yaptığı bir anlaşmayla akıllı otonom gemiler geliştirmeyi hedeflemektedir. Öncelikle yeni teknolojiler üzerinde çalışmalar başlatacak olan araştırma ekibi güvenliği ve verimliliği artıracak akıllı gemi sistemleri tasarlayacaktır^[54].

8.11 Belçika

Belçika'nın 1.000 km'den fazla uzunluğa sahip kanallarında ve nehirlerinde kullanılacak Flemish Akıllı Gemi programı yeni projelerden biridir. Flemish programı aslında kıyı şeridinde uzaktan komuta edilen gemilerin

kullanımına bir süredir imkân vermektedir. Ancak yeni çalışmalarla bu kullanım alanının genişletilerek daha az mürettebatla daha güvenli gemi seferleri yapılması planlanmaktadır^[1].

8.12 Türkiye

Türkiye’de otonom gemi araştırmalarında önemli çalışmalar yapılmaktadır. Sivil sektör ve savunma sanayii çerçevesinde yürütülen çalışmalar üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz için kritik öneme sahiptir.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) bünyesinde yürütülen otonom gemi teknolojisi çalışmaları öncü niteliktedir. 4,5 m uzunluğunda olan test aracı ile yapılan çalışmaların askeri ve sivil alana destek sağlaması hedeflenmektedir. Araştırmacılar özellikle İstanbul ve Çanakkale Boğazı gibi dar geçitlerde insan hatasının engellenmesi için otonom navigasyon sistemlerinin büyük fayda sağlayacağını düşünmektedir^[55].

Türkiye’nin önemli römorkör ve hizmet botu üreticilerinden biri olan UZMAR Tersaneleri de otonom gemiler üzerine çalışmalar yapmaktadır. Tersane yetkilileri inşası devam eden 14 gemi olduğunu ve yeni teknoloji otonom navigasyon sistemlerinin Ar-Ge çalışmaları da tamamlandığında Avrupa ve Türkiye’de önemli farklar yatacağını belirtmektedir^[56]. Türkiye’de savunma amaçlı insansız deniz araçları çalışmaları da bulunmaktadır.

ULAQ, ARES Tersanesi ve METEKSAN SAVUNMA işbirliği ile ortaya çıkmış ilk yerli silahlı insansız deniz aracıdır. Kısa menzilli otonom silahlı bu araç, UMTAS tanksavar füzelerinin kullanıldığı tamamen yerli tasarım bir deniz aracıdır. Dört adet lazer güdümlü Cirit anti-tank/anti-personel füzelerini de taşıyabilen ULAQ, iki adet L-UMTAS füzesi taşıma kapasitesine de sahiptir^[57].

Türkiye’nin önde gelen savunma firmalarından biri olan STM Savunma Teknolojileri, Mühendislik ve Ticaret A.Ş. (STM) de çeşitli İDA konseptleri üzerinde çalışmalar yapmaktadır. İDA’lar için özellikle üç konsept üzerinde odaklanılmıştır. Silahlı versiyon olan ilk konseptin asimetrik tehdit yaratan hızlı, uzun menzilli ve vuruş gücüne sahip, aynı zamanda arama-kurtarma ve istihbarat toplayabilme özelliklerine sahip bir Silahlı İnsansız Deniz Aracı (SİDA) platformu olması öngörülmektedir. İkinci konsept olan Mayın Avlama İDA’sı mayın avlama harekâtı için sualtı tedbir ve silahları taşıyan bir platformdur. Üçüncü konsept olan yangın söndürme İDA’sı ise yangına dayanıklı A60 çelikten imal edilecek, köpük sistemiyle yangın söndürme kabiliyetlerine sahip, yaklaşık 30 deniz mili hızla yangın bölgesine intikal edebilecek bir İDA platformudur.

İDA’ların ilk etapta Türk Deniz Kuvvetlerinin harekât ihtiyaçları göz önüne alınarak, savaş gemisi veya destek gemisi gibi suüstü platformları üzerinde konuşlanması ve/veya sahilde operasyona hazır olarak bulunması ve Türkiye karasuları ile uluslararası sularda seyir yapacak şekilde bir harekât ortamına sahip olması öngörülmektedir^[15].

Türk savunma sanayii şirketlerinden ASELSAN ise tasarladığı Albatros-S insansız deniz araçları ile sürü operasyonları için çalışmalar yapmaktadır. 7 m uzunluğunda 40 knot hıza ulaşabilen ve 200 deniz mili menzile sahip Albatros-S mühimmat taşıma kapasitesine sahiptir^[58].

Türk savunma sanayii, güvenlik güçlerinin Mavi Vatan savunmasında etkinliğinin artırılması amacıyla yeni ürünler geliştirmeyi sürdürmektedir. Yonca Onuk Tersanesi ve HAVELSAN ortak çalışması olan Sancar SİDA bunlardan biridir. Keşif ve gözetleme, suüstü harbi, mayına karşı tedbir görevlerinin insansız olarak icra edilebilmesi amacıyla geliştirilen Sancar SİDA, insan hayatı için riskli görevlerde insansız kullanım konsepti ile bu riski minimize edecek, üzerindeki faydalı yüklerle birçok görevin daha tasarruflu bir şekilde yürütülmesine imkân sağlayacaktır^[59].

9. OTONOM GEMİ PAZARI VE OTONOM GEMİLERİN GELECEĞİ

Otonom teknolojiler ve otonom gemi araştırmaları geliştikçe otonom gemi pazarında da hızlı yükselişler gözlemlenmektedir. 2020 yılında 85,84 milyar dolar olan otonom gemi pazarının 2030 yılına kadar 165,61 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. Yüzde 6,8’lik yıllık artış yaşanması beklenen pazar değerlerinin yeni otonom veya yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle artması muhtemeldir.

Otonom gemi pazarı, gemilerin otonomluk seviyesi, yakıt tipi, gemi tipi, kullanım ve üretim bölgesine göre ayrılmaktadır.

Ulusal ve uluslararası şirketler verimlilik, kârlılık ve güvenlik açısından büyük avantaj sunan otonom gemilerle yakından ilgilenmekte ve otonom gemi pazarında çok sayıda şirket faaliyet göstermektedir. Bu şirketlerden bazıları Honeywell International, Kongsberg Gruppen, Marine Technologies, Mitsui O.S.K. Lines, Northrop Grumman ve Rolls-Royce’dur^[60].

Önümüzdeki birkaç yıl içinde sivil ve askeri alanda tam olarak faaliyete geçmesi planlanan yüzlerce otonom gemi araştırması denizlerin geleceğinin şimdiden değiştiğinin habercisidir. Daha az mürettebatla veya mürettebatsız, çevre dostu ve verimli otonom gemilerin çok uzak olmayan gelecekte denizlerde hâkimiyet kurması beklenmektedir^[49].

Otonom gemilerin artmasıyla birlikte sivil yolcu taşımacılığı veya kargo taşımacılığında talep edilen ücretlerin de düşmesi beklenmektedir. Daha ekonomik yolculuklar ve kargo maliyetleri denizciliği bugün olduğundan daha da aktif hâle getirebilir. Yapay zekâ, 5G ve IoT gibi teknolojilerle birlikte otonomi de denizciliği kökten değiştirmeyi vadetmektedir^[61].

10. SONUÇ

Otonom gemiler artan bir hızla gelişmekte, denize kıyaslı olmayan ülkeler dahi kanal ve nehirlerinde kullanmak üzere ekonomik, güvenli ve çevre dostu bu teknolojiyi benimsemektedir. Sivil denizcilikte çalışanların güvenliği artarken ticari maliyetler düşmekte, askeri alanda ise deniz operasyonlarında çok daha başarılı harekât kabiliyeti elde edilmektedir.

Genç nüfus sorunu yaşayan ülkeler tecrübeli mürettebatın yerine robotik ve otonom sistemleri koymayı düşünürken çok fazla deniz trafiği olan ülkeler de kaza risklerini en aza indirmek amacıyla bu teknolojiyi benimsemektedir. Ancak otonom gemiler için en büyük engel, henüz oluşturulmamış olan regülasyonlardır. Mevcut ulusal ve uluslararası regülasyonlar insansız veya kendi

kendine hareket eden gemiler için standartları ve kuralları net bir şekilde belirleyemediğinden otonom gemi seferleri tam anlamıyla başlayamamıştır. Test aşamaları devam eden otonom gemiler kendilerini kanıtladıkça uluslararası regülasyonların otonom denizcilik için şekillenmesi ve ulusal ölçüğe indirgenmesi denizciliğin kökten değişmesini sağlayabilir.

Denizlerdeki ticari seferler, araştırma görevleri, askeri operasyonlar, tam otonom veya uzaktan kontrol sistemleri sayesinde benzeri görülmemiş bir değişim yaşayarak çevre dostu, verimli, ekonomik ve daha güvenli hâle gelebilir. Otonom gemiler ve teknolojileri her anlamda geleceğin vazgeçilmezi hâline gelme yolunda hızla ilerlemektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Richard Dougherty, Jack; (2021), "Autonomous Vessels are Becoming a Commercial Reality", *The Maritime Executive*, (24 Eylül 2021), <https://www.maritime-executive.com/editorials/autonomous-vessels-are-becoming-a-commercial-reality>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [2] *electrek*, (2022), "Autonomous cargo ship completes 500 mile voyage, avoiding hundreds of collisions", (13 Mayıs 2022), <https://electrek.co/2022/05/13/autonomous-cargo-ship-completes-500-mile-voyage-avoiding-hundreds-of-collisions/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [3] Hoem, Åsa; (2018), "Autonomous Ship Operation Types", *Research Gate*, (Haziran 2018), https://www.researchgate.net/figure/List-of-autonomous-ship-operation-types_tbl1_328042940. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [4] *Hellenic Shipping News*, (2020), "The Good, the Bad and the Ugly: Unmanned Ships", (28 Ocak 2020), <https://www.hellenicshippingnews.com/the-good-the-bad-and-the-ugly-unmanned-ships/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [5] *Wikipedia*, "Autonomous cargo ship", https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_cargo_ship. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [6] *Ship Owners Club*, (2017), "Unmanned and autonomous vessels – the legal implications from a P&I perspective", (7 Aralık 2017), <https://www.shipownersclub.com/unmanned-autonomous-vessels-legal-implications-pi-perspective/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [7] *MFAME*, (2021), "Otonom Nakliyenin Temel Avantajları", (9 Şubat 2021), <https://mfame.guru/how-autonomous-shipping-can-change-the-maritime-industry/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [8] *Innovation News Network*, (2020), "The benefits of autonomous shipping technologies", (19 Ağustos 2020), <https://www.innovation-newsnetwork.com/the-benefits-of-autonomous-shipping-technologies/6531/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [9] *Embention*, (2015), "USV (Unmanned Surface Vehicle), applications and advantages", (18 Eylül 2015), <https://www.embention.com/news/usv-unmanned-surface-vehicle-applications-and-advantages/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [10] *Safety4Sea*, (2019), "Issues surrounding autonomous shipping", (9 Ağustos 2019), <https://safety4sea.com/issues-surrounding-autonomous-shipping/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [11] Mahbub Tusher, Hasan; (2022), "Cyber security risk assessment in autonomous shipping", *Springer*, (26 Ocak 2022), <https://link.springer.com/article/10.1057/s41278-022-00214-0>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [12] *If-Insurance*, "Autonomous ships - Fact or fiction?" <https://www.if-insurance.com/large-enterprises/insight/risk-consulting-magazine/risk-consulting-2017-1/autonomous-ships-fact-or-fiction>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [13] *Safety4Sea*, (2018), "Key advantages and disadvantages of ship autonomy", (21 Eylül 2018), <https://safety4sea.com/key-advantages-and-disadvantages-of-ship-autonomy/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [14] Huff, Shelby; (2021), "Three ways that autonomy is affecting the maritime and offshore service industry", *Work Boat*, (19 Ocak 2021), <https://www.workboat.com/3-ways-that-autonomy-is-impacting-the-maritime-and-offshore-services-industry>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [15] *STM*, "Otonomi | Suüstü Platformlar", <https://www.stm.com.tr/inovasyon/otonomi-suustu-platformlar>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [16] *STM ThinkTech*, (2021), "İNSANSIZ DENİZ ARAÇLARININ GELECEĞİ VE KULLANIM KONSEPTLERİ I - Askeri, Ticari ve Sivil Alanlarda İnsansız Deniz Araçları", (22 Mart 2021), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/insansiz-deniz-araclarinin-gelecegi-ve-kullanim-konseptleri-i-askeri-ticari-ve-sivil-alanlarda-insansiz-deniz-araclari>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [17] Ventikos, Nikolaos; (2021), "Autonomous Ships: Key applications and future considerations", (24 Kasım 2021), *Safety4Sea*, <https://safety4sea.com/autonomous-ships-key-applications-and-future-considerations/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [18] Zhyla, Nadiya; (2022), "China showed an unmanned ship with drones on board", *Mezha*, (25 Mayıs 2022), <https://mezha.media/en/2022/05/25/china-showed-an-unmanned-ship-with-drones-on-board/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [19] Whiteford, Sarah; (2021), "How do autonomous vessels work?", *OneStep Power Solution*, (12 Kasım 2021), <https://www.onestep-power.com/post/autonomous-vessels>
- [20] *International Maritime Organization*, "Autonomous shipping", <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [21] Brimelow, Benjamin; (2022), "US Navy aircraft carriers may soon be fighting alongside unmanned ships and pilotless aircraft", *Business Insider*, (1 Nisan 2022), <https://www.businessinsider.com/navy-aircraft-carriers-may-soon-fight-alongside-drone-ships-aircraft-2022-4>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [22] Eckstein, Megan; (2019), "What's new in Navy and Marine Corps unmanned boats", *Defense News*, (Mayıs 2019), <https://www.defensenews.com/naval/2022/05/19/whats-new-in-navy-and-marine-corps-unmanned-boats/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [23] Verma, Pranshu; (2022), "The military wants 'robot ships' to replace sailors in battle", *Washington Post*, (14 Nisan 2022), <https://www.washingtonpost.com/technology/2022/04/14/navy-robot-ships/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [24] Archus, Dorian; (2021), "U.S. Navy deploys SM-6 missile on USV Ranger for tests", *Naval Post*, (4 Eylül 2021), <https://navalpost.com/u-s-navy-deploys-sm-6-missile-on-usv-ranger/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)

- [25] IBM, "Yapay zeka ve otomasyon ile otonom navigasyonun sınırlarını zorlamak", <https://www.ibm.com/tr-tr/cloud/automation/mayf-lower-autonomous-ship>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [26] Kahn, Jeremy; (2022), "Why we need R2-D2 if we want autonomous ships, factories, and more", *Fortune*, (17 Mayıs 2022), <https://fortune.com/2022/05/17/r2d2-ai-autonomous-ships-malfunction-mayf-lower-repair/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [27] Mas400, "It's time for the Mayflower Autonomous Ship", <https://mas400.com/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [28] France 24, (2022), "China's drone carrier hints at 'swarm' ambitions for Pacific", (8 Haziran 2022), <https://www.france24.com/en/live-news/20220608-china-s-drone-carrier-hints-at-swarm-ambitions-for-pacific>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [29] Blain, Loz; (2022), "China launches an autonomous mothership full of autonomous drones", *New Atlas*, (23 Mayıs 2022), <https://newatlas.com/marine/china-autonomous-mothership/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [30] Baycan, Gökberk; (2022), "İnsansız hava araçları için otonom gemi suya iniyor!", *Shift Delete.com*, (25 Mayıs 2022), <https://shiftdelete-net.cdn.ampproject.org/c/s/shiftdelete.net/insansiz-hava-arac-lari-icin-otonom-gemi-suya-iniyor/amp>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [31] Xuanzun, Liu; (2022), "China's stealth drone ship wraps up 1st autonomous sea trial", *Global Times*, (9 Haziran 2022), <https://www.globaltimes.cn/page/202206/1267719.shtml>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [32] *Global Security*, "JARI USV", <https://www.globalsecurity.org/military/world/china/jari.htm>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [33] *Maritime-Executive*, (2022), "China Launches its First Autonomous Container Ship Service", (25 Nisan 2022), <https://maritime-executive.com/article/china-reports-first-autonomous-containership-entere-d-service>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [34] *Maritime UK*, (2020), "News: Maritime UK launches new guidance on autonomous vessels", (24 Kasım 2020), <https://www.maritimeuk.org/media-centre/news/news-maritime-uk-launches-new-guidance-autonomous-vessels/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [35] *Rolls-Royce*, (2021), "Rolls-Royce and Sea Machines sign partnership to cooperate on smart ship and autonomous ship control solutions", (22 Eylül 2021), <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2021/22-09-2021-rr-and-sea-machines-sign-partnership-to-co-operate-on-smart-ship-and-autonomous-ship.aspx>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [36] *STM ThinkTech*, (2021), "İNSANSIZ DENİZ ARAÇLARININ GELECEĞİ VE KULLANIM KONSEPTLERİ III- İDA'ların Mevcut Durumu ve Küresel İDA Pazarının Gelişimi", (30 Haziran 2021), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/insansiz-deniz-arac-larinin-gelecegi-ve-kullanim-konseptleri-iii-idalarin-mevcut-durumu-ve-kuresel-ida-pazarinin-gelism-i>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [37] Manaranche, Martin; (2020), "Sonardyne Tests Navigation Systems For Autonomous Surface Vehicles For UK MoD", *Naval News*, (27 Mayıs 2020), <https://www.navalnews.com/naval-news/2020/05/sonardyne-tests-navigation-systems-for-autonomous-surface-vehicles-for-uk-mod/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [38] Archus, Dorian; (2021), "Royal Navy commissions Madfox Unmanned Surface Vessel", *Naval Post*, (27 Mart 2021), <https://navalpost.com/royal-navy-commissions-madfox-usv/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [39] *Norco*, "UNMANNED SURFACE VEHICLE", <https://www.norco.co.uk/project/unmanned-surface-vehicle/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [40] Youd, Frankie; (2022), "Crewless cargo: the world's first autonomous electric cargo ship", *Ship Technology*, (24 Şubat 2022), <https://www.ship-technology.com/analysis/crewless-cargo-the-worlds-first-autonomous-electric-cargo-ship/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [41] *Euromarfor*, (2016), "AUVS LAUNCHED FROM UNMANNED VESSELS WITHIN FRENCH MINE WARFARE PROGRAM", (8 Eylül 2016), <https://www.euromarfor.org/article/10/305>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [42] *Navy Recognition*, (2012), "French Procurement Agency experimenting naval drones as the future of anti-mine warfare", (31 Ekim 2012), http://www.navyrecognition.com/index.php?option=com_content&view=article&id=731. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [43] *Offshore Energy*, (2020), "Russia starts creating commercial fleet of autonomous vessels", (11 Aralık 2020), <https://www.offshore-energy.biz/russia-starts-creating-commercial-fleet-of-autonomous-vessels/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [44] Jallal, Craig; (2021), "Russian autonomous ship navigation system granted AiP", *Rivieramm*, (4 Şubat 2021), <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/russian-autonomous-ship-navigation-granted-aip-by-rs-class-63292>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [45] *Seanews*, (2021), "Russia's First Autonomous Vessel Launched", <https://seanews.ru/en/2021/10/07/en-russia-s-first-autonomous-vessel-launched/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [46] SINGH BISHT, INDER; (2022), "Russian Navy Developing Unmanned Submarine Hunter", *The Defense Post*, (20 Ocak 2022), <https://www.thedefensepost.com/2022/01/20/russian-navy-unmanned-submarine-hunter/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [47] *Military Today*, "Poseidon", <http://www.military-today.com/navy/poseidon.htm>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [48] *Maritime-Executive*, (2022), "Japan Demonstrates Long Distance Autonomous Ship Operations", (15 Mart 2022), <https://www.maritime-executive.com/article/japan-demonstrates-long-distance-autonomous-ship-operations>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [49] Rivero, Nicolas; (2022), "Japan is home to the world's first autonomous container ships", *Quartz*, (12 Şubat 2022), <https://qz.com/2126751/japan-is-home-to-the-worlds-first-autonomous-container-ships/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [50] Bates Ramirez, Vanessa; (2022), "Japan Wants to Make Half Its Cargo Ships Autonomous by 2040", *Singularity Hub*, (23 Şubat 2022), <https://singularityhub.com/2022/02/23/japan-wants-to-make-half-its-cargo-ships-autonomous-by-2040/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [51] *Chip*, (2022), "Kendi kendine okyanusu geçen ilk otonom gemi: Prism Courage", (6 Haziran 2022), https://www.chip.com.tr/haber/kendi-kendine-okyanusu-gecen-gemi_151509.html. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [52] GILBOY, JAMES; (2022), "Hyundai Cargo Ship in the Pacific Just Made the First Autonomous Long Haul", *The Drive*, (7 Haziran 2022), <https://www.thedrive.com/tech/hyundai-cargo-ship-in-the-pacific-just-made-the-first-autonomous-long-haul>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [53] Nam, Jeong-min; (2021), "Samsung aims to unveil autonomous ships in 2022", *Ked Global*, (17 Ekim 2021), <https://www.kedglobal.com/shipping-shipbuilding/newsView/ked202110170002>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [54] *Ship Technology*, (2022), "KR and DSME team up on autonomous ship technology", (7 Haziran 2022), <https://www.ship-technology.com/news/kr-dsme-autonomous-ship-technology/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [55] İTÜ, (2021), "Üniversitemizde Otonom Gemi Teknolojisine Yönelik İlk Adımlar", (9 Ağustos 2021), <https://haberler.itu.edu.tr/haber-detay/2021/08/09/universitemizde-otonom-gemi-teknolojisine-yonelik-ilk-adimlar>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [56] *NETA Haber*, "UZMAR, OTONOM GEMİ İÇİN GÜN SAYIYOR", <https://www.netahaber.com/uzmar-otonom-gemi-icin-gun-sayiyor/>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [57] *The Maritime Executive*, (2021), "Turkey's First Indigenous Armed USV 'ULAQ' Launched", (12 Şubat 2021), <https://maritime-executive.com/features/turkey-s-first-indigenous-armed-usv-ulaq-launched>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [58] *Daily Sabah*, (2021), "Turkey readies unmanned surface vessels for herd mission", <https://www.dailysabah.com/business/defense/turkey-readies-unmanned-surface-vessels-for-herd-mission>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [59] Berat Tahan, Yunus; (2022), "Mavi Vatan savunmasına yeni güç geliyor: Sancar SİDA", *Defence Turk*, (8 Haziran 2022), <https://www.defenceturk.net/mavi-vatan-savunmasına-yeni-guc-geliyor-sancar-sida>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [60] *Allied Market Research*, (2020), "Autonomous Ships Market by Level of Autonomy", (Aralık 2020), <https://www.alliedmarketresearch.com/autonomous-ships-market>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)
- [61] *Phys*, (2021), "How will seafarers fare once automated ships take over? Scientists predict the future", (25 Ocak 2021), <https://phys.org/news/2021-01-seafarers-fare-automated-ships-scientists.html>. (Erişim Tarihi: 9 Ağustos 2022)



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

