

Yayın Geliş Tarihi:07.02.2025
Yayına Kabul Tarihi:14.04.2025
Online Yayın Tarihi: 30.06.2025
DOI: 10.18613/deudfd.1635191
Derleme Makale (Review Article)

Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt:17 Sayı:1 Yıl:2025 Sayfa:77-96
E-ISSN: 2458-9942

DENİZCİLİK EĞİTİMLERİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR ÜZERİNE DERLEME TÜRÜNDE LİTERATÜR TARAMASI

EMİN SERKAN ERDÖNMEZ¹
CENK ŞAKAR²

ÖZ

Denizcilerin eğitimi, seyir emniyetini artırmak, operasyonel verimliliği sağlamak ve çevreyi koruyarak uluslararası standartlara uyumlu ve bilinçli olarak denizcilik faaliyetlerini sürdürmek için hayati öneme sahiptir. Günümüzde, denizcilik eğitiminde kullanılan yöntemlerin standartları uluslararası çapta kabul görmüş ve halen kullanılmaktadırlar. Bununla birlikte, yeni teknolojilerin ortaya çıkışı ve rekabetçi koşulları gibi önemli bileşenler, eğitime doğrudan ve olumlu bir şekilde katkıda bulunabilir. Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zeka bu eğitsel teknolojilere örnektir. Denizcilik eğitim ve öğretiminde simülasyonların kullanımı, denizcilerin yeterliliklerini geliştirmeleri için olmazsa olmaz bir bileşendir. Sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve karma gerçeklik (MR) gibi ortaya çıkan yenilikçi teknolojiler ise, denizcilik simülasyonları için rekabetçi ortam oluşturmaktadır. Bu çalışmada derleme türünde literatür analizi yapılmıştır. Bu maksatla SCOPUS veri tabanı üzerinde “artırılmış”, “sanal”, “oyunlaştırma” ve “denizcilik eğitimi” anahtar kelimeleriyle tarama yapılmıştır. Bu şekilde denizcilik eğitimine AR, VR ve MR gibi teknolojilerinin ne şekilde entegre olduğu araştırılmıştır. Teknolojideki hızlı gelişmeler bu sistemlerin geleneksel yöntemlere kıyasla nispeten daha ucuz, daha sürükleyici, kompakt ve erişilebilir eğitim ve öğretim imkanı sağlayacaktır. Fakat denizcilik eğitimindeki standartlar uluslararası kurumlarca belirlenmektedir ve bu durum teknolojik dönüşümün önündeki en büyük engellerden biri olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Simülasyon, Oyunlaştırma, Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik, Denizcilik Eğitimi.*

¹**Sorumlu yazar:** Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, eminserkan.erdonmez@ogr.deu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3200-1561.

² Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, cenk.sakar@deu.edu.tr., ORCID: 0000-0001-5821-6312.

A LITERATURE REVIEW IN COMPILATION METHOD ON INNOVATIVE APPROACHES IN MARITIME EDUCATION

ABSTRACT

The training of seafarers is essential to enhance safety at sea, ensure operational efficiency, and maintain maritime activities by international standards and in an environmentally responsible manner. Today, the standards of methods used in maritime education and training are internationally recognized and still in use. However, important components such as the emergence of new technologies and competitive conditions can contribute directly and positively to education. Augmented reality, virtual reality, and artificial intelligence are examples of these educational technologies. The use of simulators in maritime education and training is an essential component for seafarers to improve their competencies. Emerging innovative technologies such as virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR) create a competitive environment for maritime simulators. In this study, a literature analysis in the form of a review was conducted. For this purpose, the SCOPUS database was searched with the keywords 'augmented', 'virtual', "gamification", and 'maritime education'. In this way, it has been investigated how technologies such as AR, VR, and MR are integrated into maritime education. Rapid developments in technology will enable these systems to provide relatively cheaper, more immersive, compact, and accessible education and training compared to traditional methods. However, the standards in maritime education are determined by international organizations, and this is seen as one of the biggest obstacles to technological transformation.

Keywords: *Simulator, Gamification, Augmented Reality, Virtual Reality, Maritime Education.*

1. GİRİŞ

Denizcilik sektörü, değişken operasyonel şartlar altında ekonomik, politik, sosyal ve uluslararası koşulların da etkisiyle, çok yönlü çalışma şartlarına sahiptir. Emniyetli bir seyir için en kritik unsurlardan birisi de denizcilerin kendileridir. Bu nedenle denizcilerin, karmaşık günlük operasyonları başarılı bir şekilde yönetebilmesi için uygun eğitim ve becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Dünya genelinde yüksek vasıflı denizci ve zabıtlara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. 2025 yılında zabıt açığının %18.3'e (yaklaşık 147.500 zabıt) ulaşması beklenmektedir (Arslan vd. 2024). Bu durum, etkili ve verimli denizcilik eğitimine olan ihtiyacın altını çizmektedir.

Denizde vardiya zabitlerinin en temel görevlerinden birisi, çatışma risklerine karşı önlemler almaktır. Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü (DÇÖT), gemilerin emniyetli seyir yapabilmelerini sağlamak için hazırlanmış uluslararası standartlarda kurallar bütünüdür. Gemilerin emniyetli seyir icra etmesi vardiya personeli için kritik önemdedir. Fakat kayda geçen deniz kazalarının %80'inden fazlası insan hatalarından kaynaklanmaktadır (Miyusov vd. 2022). Eğitim eksikliği başta olmak üzere birçok alt nedene dayanabilen insan hataları, öngörülen bir görevi yerine getirememeye veya yasaklanmış bir faaliyeti gerçekleştirme olarak tanımlanmakta ve ciddi yaralanmalara, mal kaybına ve ayrıca büyük çevresel felaketlere yol açabilen sonuçlar doğurmaktadır (Kim, 2020).

Gemi kazalarını önlemek amacıyla denizcilerin eğitimleri önemli bir yer tutar. Köprüüstündeki vardiya personelinin denizdeki durumsal farkındalığın artırılmasına yönelik birçok çalışma yürütülmektedir. Bu çalışmalar, simülatör tabanlı eğitimler, duygusal zeka geliştirme, sosyal beceri gelişimi ve stres yönetimi gibi klasik yöntemleri içerdiği gibi artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) uygulamaları ile diğer çeşitli yapay zeka uygulamalarını da içermektedir. Yenilikçi eğitim araçlarına örnek olarak biyometrik ve psikolojik izleme sistemleri, personelin stres ve yorgunluk seviyelerini değerlendirirken, yapay zeka destekli sistemler durumsal farkındalık ve karar desteği sağlar.

AR ve VR gibi teknolojilerin eğitim süreçlerinde oyunlaştırma ile entegre edilmesi, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve katılımını artırmak için yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Oyunlaştırma, geleneksel eğitim yöntemlerine kıyasla öğrencilerin daha interaktif bir öğrenme deneyimi yaşamasını sağlar. Örneğin, AR destekli bir uygulama ile öğrenciler, gemi manevralarını gerçek zamanlı olarak simüle edebilir ve anında geri bildirim alabilirler. Bu yöntem, öğrencilerin yalnızca teorik bilgiyi değil, aynı zamanda pratik becerileri de etkili bir şekilde geliştirmelerine olanak tanır. Ayrıca VR teknolojisi ile desteklenen oyunlaştırılmış senaryolar, öğrencilerin risk içermeyen sanal bir ortamda gerçek dünya problemlerini çözme yeteneklerini artırır. Bu tür yenilikçi yaklaşımlar öğrenmeyi teşvik ederek, öğrencilerin kavramsal bilgiyi daha iyi anlamalarına ve uygulamalı deneyim kazanmalarına yardımcı olmaktadır (Renganayagalu vd. 2022).

Bu makalenin amacı, denizcilik eğitimlerinde kullanılabilecek VR, AR ve MR teknolojilerinin olası etkilerini, avantajlarını, dezavantajlarını ve kısıtlamalarını incelemektir. Bu maksatla derleme türünde literatür çalışması yapılmış ve denizcilik eğitimindeki mevcut öğretim programları, kullanılan simülatörlerin durumu, AR, VR ve MR gibi yenilikçi

teknolojilerin öğretim programlarına entegrasyonu ve genel eğilimler derinlemesine analiz edilmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada geleneksel derleme türünde literatür analizi yapılmıştır. Denizcilik eğitimindeki gelişmeleri geniş bir çerçevede sunmak, hızlı ve kapsamlı bir özet sağlamak amacıyla tercih edilmiştir. Derleme çalışmalarının genel amacı, belli bir konudaki araştırma sorusuna yanıtlamayı amaçlayan, benzer yöntemlerle gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışmanın düzenli ve ayrıntılı bir şekilde analiz edilerek bir araya getirildiği bir inceleme türüdür (Çakmak, 2024). Genel olarak üç farklı yöntem ile derleme çalışmalarının yapıldığı görülmektedir.

Geleneksel derleme türünde belirli bir konuya ilişkin yayınlanmış iki veya daha fazla araştırma incelenerek, bu araştırmaların bulguları, sonuçları ve değerlendirmeleri bir araya getirilip sentezlenir. Genellikle alanında uzman kişiler tarafından yürütülen bu analizler, belirli bir yöntem izlenmeksizin farklı yollarla ve çeşitli kaynaklardan elde edilen bilgilerin derlenmesiyle oluşturulur. Bu nedenle, daha geniş bir perspektif sunmayı amaçlayan bir bilgi birikimini yansıtır (Karaçam, 2013).

Sistematiik derleme, belirli bir soruya yanıt bulmak veya bir probleme çözüm üretmek amacıyla, o konuya dair yayınlanmış tüm çalışmaların kapsamlı bir şekilde incelendiği bir yöntemdir. Bu süreçte, çeşitli dâhil etme ve dışlama kriterleri kullanılarak hangi çalışmaların derlemeye alınacağı belirlenir. Bu yöntem, konuya ilişkin en güvenilir ve kapsamlı bilgiye ulaşmayı hedefler (Higgins ve Green, 2011).

Meta-analiz türündeki derleme ise, sistematiik derlemelere dahil edilen araştırmaların bulgularını bir araya getirmek için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Bu yöntemde, belirli bir konu hakkında yapılmış ve birbirinden bağımsız olan birden fazla çalışmanın sonuçları birleştirilir ve bu bulgular üzerinde istatistiksel bir analiz gerçekleştirilir (Burns ve Grove, 2009).

Bu bağlamda taranacak veri tabanı olarak Scopus seçilmiştir. Literatür taraması için “oyunlaştırma”, “denizcilik eğitimi”, “artırılmış” ve “sanal” anahtar kelimeleri belirlenerek İngilizce olarak taratılmıştır. Scopus elektronik veri tabanı taramalarında belirlenen anahtar kelimelerin üçünün de aynı anda kullanıldığı sadece bir makale tespit edilmiştir. Müteakiben “augmented” ve “virtual” anahtar kelimeleri için “OR”

operatörü kullanılmış ve arama kapsamı genişletilmiştir (TITLE-ABS-KEY (augment* OR virtual*) OR TITLE-ABS-KEY (gamif*) AND TITLE-ABS-KEY (maritime AND education)). Tarama sonucunda toplam 147 sonuç elde edilmiştir. Bu sonuçlardan içeriği denizcilik eğitimi olmayan, editöre not, konferans notları gibi kriterlerle eleme yapılmış ne nihai olarak 22 adet araştırma makalesi elde edilmiştir.

Araştırma sürecinde bahse konu seçilen makaleler incelenmiş ve denizcilik eğitimine AR, VR ve MR gibi teknolojilerin ne şekilde entegre olduğu araştırılmıştır. Özellikle geleneksel öğretim metotları ve simülasyonların bu teknolojiler karşısındaki durumu araştırılmıştır.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Erdönmez ve Şakar (2022), “maritime education” ve “gamification” anahtar kelimeleriyle son 5 yılda uluslararası alanda yazılmış makaleleri incelemiştir. Seçmiş oldukları makaleleri otomasyon halinde Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleri ile ön işlemeden geçirmiş ve konu modelleme (topic modeling) algoritması uygulamışlardır. Bu şekilde toplam 20 araştırma makalesinin 10’unda “vr”, “mr”, “ar”, “virtual” ve “reality” gibi birbirleriyle ilişkili kelimeler bulunmuştur. Yani seçilen anahtar kelimelere göre 20 makalenin yarısında konu olarak “vr”, “mr”, “ar”, “virtual” ve “reality” geçmektedir. Bu bağlamda AR, VR ve MR teknolojilerinin gün geçtikçe denizcilik eğitimine bütünlük sağlayacağı ve denizcilik eğitiminde kullanılan araçlara adapte olacağı değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmeler ışığında güncel bir literatür analizi yapılmış ve bu çalışmaya paralel bulgular elde edilmiştir. Bu bölümde ilgili literatürden bahsedilmektedir.

3.1.Eğitimde Oyunlaştırma

Öğrencilerin derslerine, sürdürülebilir bir şekilde, daha fazla motive olmasını sağlamak için çok sayıda araştırma yürütülmektedir. Oyunlaştırma teknikleri, çağdaş motivasyon araçlarından biridir. Oyunlaştırma yaklaşımı, eğitimi daha ilginç ve etkili hale getirmek için oyun öğelerini kullanma fikrini öne çıkarır. Oyun dışı bir ortamda oyun teknikleri ve mekanizmaları kullanılarak öğrenciler problem çözme sürecine dahil edilir. Bu süreç genellikle dijital araçlar vasıtasıyla yürütülmektedir (Markopoulos ve Luimula, 2020).

Dijital eğitim yöntemlerinin birçok avantajı vardır. Örneğin VR ve AR gibi eğitsel araçlar, denizci öğrencilere etkileşimli ve deneyimsel bir eğitim sağlar. Bu araçlar, öğrencilerin bir dizi senaryoyu gerçek gemi koşullarına benzer şekilde uygulayabilmelerine ve hatalarından ders çıkarabilmelerine olanak tanır. Ek olarak, zaman ve yer kısıtlamalarını ortadan kaldırarak herkesin her zaman ve her yerde öğrenebileceği fırsatları sağlar.

Oyunlaştırma yaklaşımı günümüzde çok sık kullanılan eğitim yaklaşımlarından birisidir. Oyun unsurlarının gerçek hayattaki eğitim senaryolarına entegre edilmesiyle öğrenme süreçleri daha eğlenceli ve ilgi çekici hale gelmektedir. Oyunlaştırılma tekniği ile işlenen derslerde, klasik yöntemlerle işlenen derslere nazaran, öğrencilerin ders etkinliklerine daha fazla katılım ve ilgi gösterdiği gözlemlenmiştir. Böylece öğrencilerin aktif katılımını teşvik eder ve öğrenme deneyimini zenginleştirir. Bu durum oyunlaştırma yönteminin, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha aktif bir şekilde dahil olmalarını sağladığını ve ders materyalleriyle etkileşimlerini artırdığını göstermektedir (Dewan vd. 2023).

Oyunlaştırmanın proje hazırlığı, analiz, fikir üretme, tasarım, uygulama, değerlendirme ve izleme olmak üzere yedi aşaması bulunmaktadır. Proje hazırlık sürecinde kullanıcı ihtiyaçlarına dayalı hedefler belirlemek ve motivasyon odaklı bir yaklaşım benimsemek önemlidir. Ayrıca analiz, fikir üretme ve tasarım aşamalarında oyun tasarımı ve psikolojik yetkinliklere sahip disiplinlerarası bir ekiple çalışılması önerilmektedir. Oyunlaştırmanın etkilerini değerlendirmek ve izlemek için önceden belirlenmiş ölçüm metriklerinin oluşturulması gerekmektedir (Christodoulou Raftis vd. 2024).

Oyunlaştırma olumlu etkilerinin yanında bazı riskleri de barındırmaktadır. İlk olarak liderlik tablosu kullanımı, üst sıralarda yer alamayan katılımcılar arasında motivasyon kaybı ve kopuşa neden olabilir. Bu da istenenin tam tersi bir etki yaratabilir. İkinci olarak oyun tasarımı aşırı karmaşık hale gelirse, oyunu öğrenmek için gereken çaba asıl öğrenme hedeflerini gölgeleyebilir ve katılımcıların amaçlanan hedeflere ulaşamamasına neden olabilir (Pruyn, 2024).

3.2.Denizcilik Eğitimlerinde Simülasyonlar

Geleneksel olarak denizcilik eğitimi, teorik sınıf eğitimlerinin ardından uygulamalı eğitimler ve denizde çalışarak tecrübe edinme şeklinde hayat boyu devam eder (Ali, 2006). Bu model halen devam etse

de, gelişmiş teknolojiler ve ileri denizcilik simülatörlerinin ortaya çıkışı, adayların gerçek bir gemiye adım atmadan önce denizcilik becerilerini pratik yapmalarına ve geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Simülatör tabanlı eğitimler, eğitmenlerin emniyet, ekonomik ve etik kısıtlamalar nedeniyle gerçek yaşam eğitimlerinde gerçekleştiremeyecekleri çeşitli ve tekrarlanabilir senaryolar yaratmasına imkan tanıyan, maliyet etkin ve güçlü bir çözümdür. İyi tasarlanmış bir simülasyon öğrenmeyi geliştirir, performansı artırır ve hataları azaltır.

Ayrıca, tehlikeli veya riskli durumların emniyetli bir ortamda simüle edilmesi, öğrencilerin gerçek dünyada karşılaştıkları senaryolara hazırlanmalarını mümkün kılar. Bu süreçte yapılan hatalar, gerçek sonuçlara yol açmadan öğrenim fırsatı sunar (Cwilewicz ve Tomczak, 2008).

Yukarıda belirtilen avantajlarına karşın simülatörler bazı dezavantajlara da sahiptir. Karmaşık denizcilik sistemleri ve prosedürlerinin simülatörlere aktarılırken fazla basitleştirilmesi ya da kodlamadaki eksiklikler simülatörlerin göze çarpan en büyük dezavantajlarından (Kim vd. 2021). Ayrıca üretim ve bakım maliyetleri bir diğer önemli husustur. Yasal olarak sıkı kurallara tabi olmaları da kurulum ve işletme maliyetlerine etki etmektedir. Ancak, simülatörlerin avantajları genellikle bu dezavantajların üzerinde görülmektedir.

Denizcilerin eğitiminde simülatörlerin kullanımı, denizcilerin yeterliliklerini geliştirmek için olmazsa olmaz bir bileşendir. Denizcilik eğitiminde kullanılan tüm simülatörler STCW - Gemiadamlarının Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Standartları Hakkında Uluslararası Sözleşmesi (Standards of Training, Certification and Watchkeeping Convention) Sözleşmesi Kural I/12, A-I/12 ve B-I/12’de belirtilen şartları sağlayarak, ilgili eğitimler için uluslararası kabul görmüş klas kuruluşları tarafından düzenlenmiş uygunluk belgesine sahip olmalıdırlar (Tusher vd. 2024). Bu kapsamda hem köprüüstü hem de makine simülatörleri için gerekli olan asgari şartlar ve teknik detaylar açıkça belirtilmiştir. Onaylanmamış simülatörlerle yapılan eğitimler kabul edilmemektedir.

Denizcileri eğitmek, yetiştirmek ve belgelendirmek amacıyla üniversitelerin yanı sıra, eğitim merkezleri ve kâr amacı güden şirketler gibi akredite edilmiş eğitim kurumları faaliyetlerini sürdürmektedirler. Bu eğitim kurumları, işletim ve sürdürülebilirlik için gelişmiş bir insan, ekipman ve finansman altyapısı gerektirir. Mesleki gelişim, tazeleme eğitimleri ve geçerli sertifikaların korunması gibi nedenlerle, denizcilerin kariyerleri boyunca bu kurumlara gitmesi ve simülatörleri kullanması

gerekmektedir (Kumar ve Rajini, 2024). Fakat denizde çalışmak, doğası gereği dağınık ve izole olduğundan, denizcileri geleneksel eğitim tesislerinde eğitim alması, armatörler için maliyetli olabilir.

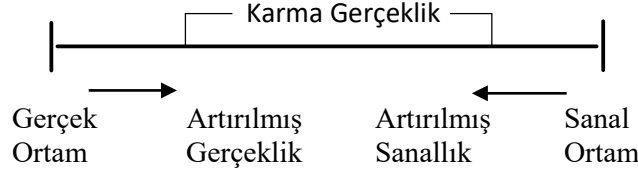
3.3. Denizcilik Eğitiminde Alternatif Yaklaşımlar

Günümüzde yüksek teknoloji ürünlerinin sayısı ve kalitesi artmakta iken, aynı doğrultuda bu ürünlerin maliyetleri azalmaktadır. Böylece yeni teknolojilerin yaygın eğitim ve öğretim yöntemlerine entegre edilmesi giderek daha uygulanabilir hale gelmektedir. Bu durum, öğrenciler ve öğretmenler için eğitim deneyimini geliştirmek adına yeni fırsatlar sunmaktadır. Geleneksel denizcilik endüstrisi, denizcilerin eğitimi konusunda kapsamlı bir düzenleyici yasal çerçeve geliştirmiştir.

Ancak denizcilik eğitim yöntem ve usulleri, gelişen teknoloji ve operasyonel taleplerin değişmesiyle birlikte evrilmektedir. Tıpkı kişisel bilgisayarlar ve internetin yaygınlaşması, uzaktan eğitim ve iletişim için yeni fırsatlar sunarak bilgi alışverişi konusunda yeni imkanlar yaratması gibi; VR, AR ve MR sistemleri de yaygın eğitim simülatörlerine alternatif bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır (Kazura vd. 2024). Bu teknolojiler nispeten uygun maliyetli, esnek ve taşınabilir olup, bireylerin eğitim kurumlarından bağımsız olarak eğitimine olanak sağlar.

Aynı zamanda bireyselleştirilmiş eğitim sağlayarak öğrencilerin öğrenme hızına ve ihtiyaçlarına uyum sağlar, performanslarını ölçüp geri bildirim verebilir. Bu teknolojiler, takım çalışması için sanal ortamda iş birliği yapmaya olanak tanımaktadırlar. Geleneksel eğitim yöntemlerine kıyasla daha fazla katılım ve öğrenim kolaylığı sağlarken, soyut ve karmaşık bilgilerin somutlaştırılmasına da olanak tanır (Dewan vd. 2023).

Literatürde genel olarak kabul gören taksonomiye göre Milgram'ın Sanal Süreklilik Diyagramı şekil-1'de betimlenmiştir (Milgram ve Kishino, 1994). Bu süreklilik diyagramı, gerçek dünyadan tamamen sanal bir ortama kadar uzanmaktadır. Sürekliliğin arasında Karma Gerçeklik (MR) olarak adlandırılan bir bölge bulunmaktadır. Karma Gerçeklik, sürekliliğin gerçek ortam ucuna yakın olan Artırılmış Gerçeklik (AR) ve sanal ortam ucuna yakın olan Artırılmış Sanallık (AV) unsurlarından oluşur.



Şekil 1: Sanal Süreklilik Diyagramı

Kaynak: Milgram ve Kishino, 1994.

Sanal gerçeklikte öncelikle bilgisayar tarafından oluşturulmuş üç boyutlu grafiksel ortamlar oluşturulmaktadır. Daha sonra kullanıcılar başa takılan bir ekran kullanarak bu üç boyutlu ortamların içinde çeşitli senaryolara istinaden aksiyon almaktadırlar (Bačnar vd. 2024). Bu başlıklar (Head Mounted Display- HMD), stereoskopik bir görüş sağlar ve kullanıcının gözlerini tamamen kapatır. Öğrencilerin öğretime daha çok odaklanmasına ve bilişsel, psikomotor ve duyuşsal becerilerini geliştirmesine katkı sağlamaktadır (Hjellvik ve Mallam, 2024).

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya üzerine bilgi katmanları eklenmesidir. AR, çevredeki gerçek dünya ortamına, bilgisayar tarafından oluşturulan iki veya üç boyutlu grafik, video ve ses gibi katmanların eklenmesiyle oluşturulur. Gerçek ortama kamera veya benzer araçlarla bakılmakta ve ilgili eklentiler görülmektedir. VR'ın aksine, kullanıcılar AR kullanırken gerçek dünyada olan bitenlerin farkındadır.

Karma gerçeklik teknolojisi ise gerçek ve sanal dünyaları birleştirerek fiziksel ve dijital nesnelerin bir arada bulunduğu ve gerçek zamanlı olarak etkileşimde bulunduğu hibrit sentetik ortamlar oluşturmaktadır.

3.4. AR, VR ve MR Araçlarının Denizcilik Eğitime Entegrasyonu

VR, AR ve MR gibi ortaya çıkan yenilikçi teknolojiler, denizcilik simülörleri için rekabetçi bir ortam oluşturmaktadır. Bu sistemler sınıf ortamları ve simülörler gibi geleneksel eğitim araçlarına kıyasla nispeten daha ucuz, daha sürükleyici, kompakt ve erişilebilirlerdir. Denizcilik eğitimlerinde VR, AR ve MR teknolojilerinin benimsenmesi ve yaygınlaşması yeni fırsatlar ve paradigmlar sunmaktadır (Lukas, 2010).

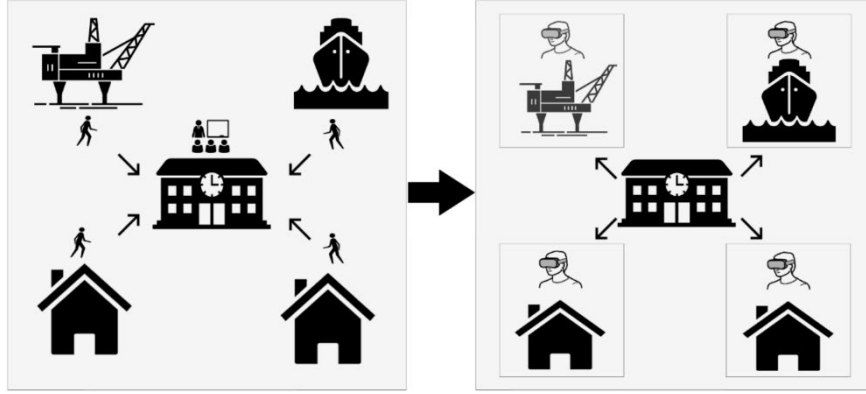
Denizcilik eğitimi, simülörler gibi araçlar başta olmak üzere, uzun zamandır teknolojik odaklı bir alan olmuştur. VR, AR ve MR

teknolojilerinin entegrasyonu, mevcut eğitim yöntemlerini ve simülator teknolojilerini tamamlayabilir, aynı zamanda pedagojik çerçeve içerisinde yeni ve farklı eğitim fırsatları yaratabilir (Hjellvik ve Mallam, 2023). Ancak, VR, AR ve MR özellikle geleneksel denizcilik simülatorlerini üreten ve işleten firmalar tarafından yıkıcı bir teknoloji olarak algılanabilir. Denizcilik simülatorlerinin geliştirilmesi, pazarlanması, işletilmesi ve bakımı yüksek maliyetlidir ve bu alana yapılan büyük yatırımlar işletmeler için hayati öneme sahiptir.

Buna rağmen, bu yeni teknolojiler, denizcilik eğitime potansiyel olarak değerli bir katkı olarak görülmelidir. Eğitimde yeni yöntemler sunulması, daha iyi öğrenme sonuçlarına, artırılmış eğitim fırsatlarına ve daha iyi eğitilmiş çalışanlara katkıda bulunabilir. Yeni nesil teknolojilerin eğitim ve öğretim araçları olarak etkilerini araştırarak giderek büyüyen bir araştırma alanı bulunmaktadır. Bu araştırmalar genel olarak, kullanıcı motivasyonda artış, bireysel ve bağımsız olarak eğitim imkanı gibi olumlu sonuçlar göstermektedir (Molina Vargas vd. 2020).

AR, VR ve MR gibi yenilikçi teknolojiler, gerçekçi simülasyonlar ve oyunlaştırma yoluyla öğrencilerin dikkatini çekerek öğrenmeyi daha motive edici hale getirirler (Chae vd. 2021). Özellikle uygulamalı öğrenme gerektiren konularda, öğrencilerin teorik bilgiyi deneyimleyerek kavramalarına olanak tanır. Karmaşık kavramları görselleştirme yeteneği, öğrenilen bilginin daha iyi anlaşılmasını ve kalıcılığını sağlar.

Bu teknolojiler, denizcilik simülatorü ve ekipman üreticileri için yeni bir pazar alanı da açmaktadır. Yüksek maliyetli simülatorler (örneğin, köprüüstü veya makine dairesi kurulumları), genellikle daha yüksek kâr marjlarına ve yaşam döngüsü boyunca (kurulum, bakım ve güncelleme maliyetleri dahil) daha fazla gelir potansiyeline sahiptir. Ancak, kişisel AR, VR ve MR cihazlarının donanım ve yazılım sistemlerinin birim başına daha düşük fiyatlandırması olsa da, sektör genelinde daha yüksek sayıda bireysel kullanıcı ve daha yüksek sayıda toplam pazar hacmi sağlayabilir (Aylward vd. 2021).



Şekil 2: Merkezi Eğitim ve Her Yerde Her Zaman Eğitim Konsepti
Kaynak: Mallam vd. 2019.

Ekonomik açıdan bakıldığında, bu mobil teknolojiler, denizcilerin kariyerleri boyunca eğitimle ilgili doğrudan ve dolaylı harcamalarını azaltabilir. Bu harcamalar arasında seyahat masrafları ve fazla mesai ücretleri yer almaktadır. Simülasyon sistemlerinin satın alınması, işletilmesi ve bakımına yönelik genel maliyetler önemli bir ekonomik sermaye gerektirir. VR, AR ve MR sistemleri kullanıcıların gemide, seyahat ederken veya evde eğitim almasına olanak sağlayarak eğitim kurumlarında geçirilen süreyi azaltabilir. Ayrıca her yerde, her zaman eğitim konsepti ile yaşam boyu öğrenmeyi her zaman ve her yerde erişilebilir kılmaktadırlar.

AR, VR ve MR gibi mobil eğitim çözümlerinin geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde, öğretmenlerin rolü ve öğrencilerle etkileşim biçimi de değişecektir. Göz takip cihazları, kalp atış hızı monitörleri, ivmeölçerler ve otomatik performans değerlendirme gibi entegre izleme sensörleri ile alınan veriler kullanıcıların eğitimlerini daha nesnel bir şekilde değerlendirilmesi ve geri bildirim sağlanmasını mümkün kılabilir. Ayrıca, kullanıcıların geçmiş performanslarına ve bireysel eğitim gereksinimlerine göre senaryolar kişiselleştirilerek daha iyi bir eğitim sunulabilir.

Bu teknolojiler, geleneksel eğitim ve öğretim araçlarını tamamlayıcı veya pekiştirici bir araç olarak uygulanmak üzere tasarlanmaktadır. Öğrenci yetkinliklerinin geliştirilmesinde deneyimli öğretmenlerin rolü ve değeri dışlanamaz. VR, AR, MR, yapay zeka, makine öğrenimi gibi yeni teknolojiler ve eğitim çözümleri, geleneksel eğitim yöntemlerine bir tehdit ya da onların yerine geçen bir unsur olarak değil, genel sisteme bir destek olarak görülmelidir. Nihayetinde, konu uzmanlarının ve deneyimli öğretmenlerin sahip olduğu bilgi ve deneyim, öğrenci eğitiminde temel unsurlardan birini oluşturmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Literatür taraması sonucu elde edilen 22 makale Tablo 1’de sunulmuştur. Çalışmalara genel olarak bakıldığında 12 tanesinde nicel ve 10 tanesinde nitel araştırma yöntemlerinin tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaların 11 tanesi son iki yıla tarihlenmektedir. Bu durum nispeten yeni bir teknoloji olan AR, VR ve MR teknolojilerinin kullanım alanlarının denizcilik eğitimi alanında istenilen seviyeye gelmediğini fakat son yıllarda bu teknolojilere ait çalışmaların yoğunlaştığına işaret etmektedir.

Tablo 1: Literatür Çalışmasında Kullanılan Kaynaklar

Yayın Adı	Yazar	Yayın Tarihi	Araştırma Türü
Training Transfer Validity of Virtual Reality Simulator Assessment	Hjellvik ve Mallam	2024	Görgül
Application Prospect of Cloud Model in the Development of New Marine Simulator	Li vd.	2024	Teorik
An Evaluation of Maritime Simulators from Technical, Instructional, And Organizational Perspectives: A Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Approach	Tusher vd	2023	Görgül
Enhancing Maritime Education and Training (MET) through Virtual and Augmented Reality: A Voyage into Immersive Learning	Kazura vd.	2024	Görgül
Research And Innovation of the “Ship Navigation Radar” Course Based on the Four-In-One Approach in Engineering Education Accreditation	Jingjing vd.	2024	Teorik
Improvement Of Ship Operational Safety as A Result of the Application of Virtual Reality Engine Room Simulators	Cwilewicz ve Tomczak	2008	Teorik
Exploring the Perceived Ease of Use of an Immersive VR Engine Room Simulator Among Maritime Students: A Segmentation Approach	Bacnar vd.	2024	Görgül
Reimaging Maritime Education and Training Using Latest Technologies	Kumar ve Rajini	2024	Görgül
The Impact and Importance of Serious Games in Maritime Education: An Empirical Application	Raftis vd.	2024	Görgül
Virtual And Augmented Reality for the Maritime Sector – Applications and Requirements	Lukas	2010	Teorik
A Study on the Analysis of the Effects of Passenger Ship Abandonment Training Using VR	Chae vd.	2021	Görgül

Yayın Adı	Yazar	Yayın Tarihi	Araştırma Türü
Augmented Reality Model Framework for Maritime Education to Alleviate the Factors Affecting Learning Experience	Balcita ve Palaoag	2020	Görgül
Immersive Safe Oceans Technology: Developing Virtual Onboard Training Episodes for Maritime Safety	Markopoulos ve Luimula	2020	Teorik
Augmented Reality for Future Research Opportunities and Challenges in the Shipbuilding Industry: A Literature Review	Vargas vd.	2020	Teorik
Maritime Education and Training in the COVID-19 Era and Beyond	Renganayaga vd.	2022	Teorik
Research of Marine Engine Room 3-D Visual Simulation System for the Training of Marine Engineers	Shen vd.	2017	Görgül
Integrating Motivated Goal Achievement in Maritime Simulator Training	Hjellvik ve Mallam	2023	Görgül
The Continuum of Simulator-Based Maritime Training and Education	Kim vd.	2021	Teorik
The Effectiveness of Immersive Learning in Maritime Education and Training	Miyusov vd.	2022	Görgül
The Use of Digital Games in Academic Maritime Education: A Theoretical Framework and Practical Applications	Pruyn	2023	Görgül
Immersive and Non-Immersive Simulators for the Education and Training in Maritime Domain—A Review	Dewan vd.	2023	Teorik
Using Operational Scenarios in a Virtual Reality Enhanced Design Process	Aylward vd.	2021	Teorik

Denizcilik eğitimi sektöründeki teknolojik dönüşümün yarattığı yeni ihtiyaçlara yanıt verebilmelidir. Akademik olarak AR, VR ve MR gibi teknolojilerin yakın gelecekte denizcilik eğitiminde daha sık kullanılacağı öngörülmektedir. Bu çalışmaların denizcilik sektöründeki uygulamalara da ön ayak olacağı değerlendirilmektedir.

Günümüz denizcilik operasyonları hem karmaşık hem de değişken koşullarda gerçekleşmekte, bu durum nitelikli ve yetkin denizcilerin önemini artırmaktadır. Mevcut simülasyonlar gerçekçi öğeleri ile yüksek doğrulukta deniz şartları sunabilmekte iken, erişilebilirlik ve kişiselleştirme konularında eksiklikleri bulunmaktadır.

VR, AR ve MR gibi yeni teknolojiler esnek ve kişiselleştirilmiş çözümler sunması nedeniyle denizcilik eğitimi için büyük fırsatlar oluşturmaktadır. Bu teknolojiler, mevcut simülasyonların yerini tamamen almasa da, özellikle maliyet ve erişim açısından önemli bir tamamlayıcı unsur olabilir. Ancak, bu teknolojilerin denizcilik eğitimi alanına

entegrasyonunda teknik zorluklar ve yasal uyum süreci gibi sorunların da ele alınması gereklidir.

Yenilikçi teknolojilerin ve inovasyonların denizcilik eğitime entegrasyonu, öğrenme yöntemlerini dönüştürme ve öğrencilerin eğitim süreçlerine daha motive edici bir şekilde dahil olmasını sağlama potansiyeline sahiptir. Özellikle denizcilik gibi uygulamalı eğitim gerektiren alanlarda bu teknolojiler, öğrenim kalitesini artırabilir ve daha yetkin profesyonellerin yetişmesini sağlayabilir. Bu nedenle, mevcut eğitim yaklaşımları sürekli güncellenmeli ve inovasyonların önü açılmalıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

VR, AR ve MR teknolojilerinin yaygınlaşması, geniş yelpazede yeni uygulama ve fırsatlar sunmaktadır. Bu teknolojiler, denizcilik eğitiminde heyecan verici yeni olanaklar oluşturma potansiyeline sahiptir. Ancak, bu teknolojiler, denizcilik eğitiminde yeni fırsatlar oluştursa da, genel olarak eğitim sistemine nasıl olarak entegre olacağı ve pedagojik çerçevesinin belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle, eğitim müfredatlarının geniş kapsamına nasıl entegre edilebileceği, zayıf yönleri ve sınırlamaları ve geleneksel yöntemler ve teknolojilerle karşılaştırıldığında etkinlikleri gibi pek çok temel soruya hala yanıt aranmaktadır.

AR, VR ve MR teknolojilerinin nispeten yeni olması ve eğitim sektörüne nasıl entegre edileceği ile ilgili sorular olmasına rağmen uzun vadede faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Bu teknolojilerin kişisel cihazlara aktarımı ile nispeten uygun maliyetli, esnek, taşınabilir ve dengeli eğitim alternatifleri ortaya çıkacaktır. Bu durum simülatörleri tamamlayıcı bir eğitim aracı olarak kullanılabilecek olup, devrimsel bir seçenek sunarak endüstride yeni ticari alanlar ve pratik uygulamaların kapılarını aralamaktadır. Bu yüzden, yenilikçi yaklaşımların denizcilik eğitiminde yaygınlaştırılması kritik bir gerekliliktir.

Ancak bu teknolojilerin denizcilik eğitiminde güçlü yönlerini ve sınırlamalarını daha iyi anlamak amacıyla birçok konunun ele alınması ve araştırılması gerekmektedir. Kanıta dayalı araştırmalar, bu yeni teknolojilerin denizcilik eğitimindeki uygulamalarını inceleyerek ve entegrasyonlarını sağlayarak katkıda bulunabilir.

Sektörün yenilikçi çözümleri benimsemesi ve teknolojik dönüşüme uyum sağlaması, yalnızca denizcilik operasyonlarının güvenliğini

artırmakla kalmayacak, aynı zamanda denizcilerin kariyer gelişimine de katkıda bulunacaktır.

YAZAR KATKISI

KATKI ORANI	AÇIKLAMA	KATKIDA BULUNANLAR
Fikir	Araştırma fikrini geliştirmek ve hipotez oluşturmak	Yazar 1 ve Yazar 2
Literatür Taraması	Araştırmanın literatür taramasını gerçekleştirmek	Yazar 1 ve Yazar 2
Araştırma Tasarımı	Araştırmanın yöntemini ve ölçekleri belirlemek	Yazar 1 ve Yazar 2
Veri toplama ve editleme	Veriyi toplama, editleme ve analiz etmek	Yazar 1 ve Yazar 2
Tartışma ve sonuçlar	Bulguların tartışılması ve sonuçların yazımı	Yazar 1 ve Yazar 2

Çıkar Çatışması

Çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Finansal Destek

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

KAYNAKÇA

Ali, A. (2006). *Role and importance of the simulator instructor*, Yüksek Lisans Tezi, World Maritime University, İsveç.

Arslan, T., Dinçer, M. F., Mollaoğlu, M. ve Bucak, U. (2024). Analysing seafarer selection criteria in the context of talent management: Implications for Turkish seafarer market. *Case Studies on Transport Policy*, 15, 101134.

Aylward, K., Dahlman, J., Nordby, K. ve Lundh, M. (2021). Using Operational Scenarios in a Virtual Reality Enhanced Design Process. *Education Sciences*, 11(8), 448.

Bačnar, D., Barić, D. ve Ogrizović, D. (2024). Exploring the Perceived Ease of Use of an Immersive VR Engine Room Simulator among Maritime Students: A Segmentation Approach. *Applied Sciences*, 14(18), 8208.

Burns, N. ve Grove, S. (2009). *The practice of nursing research: Appraisal, synthesis and generation of evidence*, St. Louis: Saunders Elsevier.

Chae, C. J., Kim, D. ve Lee, H.-T. (2021). A Study on the Analysis of the Effects of Passenger Ship Abandonment Training Using VR. *Applied Sciences*, 11(13), 5919.

Christodoulou Raftis, C., Van Hassel, E. ve Nanway Boukani, L. (2024). The impact and importance of serious games in maritime education: An empirical application. *Maritime Policy ve Management*, 1-20.

Cwilewicz, R. ve Tomczak, L. (2008). Improvement of ship operational safety as a result of the application of virtual reality engine room simulators. *Risk Analysis* VI(I), 535-544.

Çakmak, Z. (2024). Sistematik Literatür Derleme Metodolojisi Üzerine Bir Çalışma: Araştırmacılar İçin Kapsamlı Bir Rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 1-33.

Dewan, M. H., Godina, R., Chowdhury, M. R. K., Noor, C. W. M., Wan Nik, W. M. N. ve Man, M. (2023). Immersive and Non-Immersive Simulators for the Education and Training in Maritime Domain—A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(1), 147.

Erdönmez, E. S., ve Şakar, C. (2022). *Denizcilik Eğitiminde Oyunlaştırma Metodolojisinin Kullanımı Üzerine Doğal Dil İşleme (NLP) Teknikleriyle Bir Literatür Taraması Örneği*. VI. International ICONTECH Symposium on Innovative Surveys in Positive Sciences, Rijeka, Hırvatistan,

Higgins, J.P.T. ve Green, S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions: C. Version 5.1.0*. UK: The Cochrane Collaboration.

Hjellvik, S. ve Mallam, S. (2023). Integrating motivated goal achievement in maritime simulator training. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 22(2), 209-240.

Hjellvik, S. ve Mallam, S. (2024). Training transfer validity of virtual reality simulator assessment. *Virtual Reality*, 28(4), 165.

Karaçam, Z. (2013). *Sistemik Derleme Metodolojisi: Sistemik Derleme Hazırlamak İçin Bir Rehber*. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 6(1), 26-33

Kazura, M. R., Suhrab, M. I. R. ve Noor, C. W. M. (2024) Enhancing Maritime Education and Training (MET) through Virtual and Augmented Reality: A Voyage into Immersive Learning. *Journal Of Maritime Research*, XXI (II), 339–348.

Kim, D. H. (2020). Human factors influencing the ship operator's perceived risk in the last moment of collision encounter. *Reliability Engineering ve System Safety*, 203, 107078.

Kim, T., Sharma, A., Bustgaard, M., Gyldensten, W. C., Nymoen, O. K., Tusher, H. M. ve Nazir, S. (2021). The continuum of simulator-based maritime training and education. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 20(2), 135-150.

Kumar, N. ve Rajini, G. (2024). Reimaging maritime education and training using latest technologies. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 3, 895.

Lukas, U. F. V. (2010). Virtual and augmented reality for the maritime sector – applications and requirements. *IFAC Proceedings Volumes*, 43(20), 196-200.

Mallam, S. C., Nazir, S. ve Renganayagalu, S. K. (2019). Rethinking Maritime Education, Training, and Operations in the Digital Era: Applications for Emerging Immersive Technologies. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(12), 428.

Markopoulos, E. ve Luimula, M. (2020). Immersive Safe Oceans Technology: Developing Virtual Onboard Training Episodes for Maritime Safety. *Future Internet*, 12(5), 80.

Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

Miyusov, M. V., Nikolaieva, L. L. ve Smolets, V. V. (2022). The Future Perspectives of Immersive Learning in Maritime Education and Training. *Transactions on Maritime Science*, 11(2).

Molina Vargas, D. G., Vijayan, K. K. ve Mork, O. J. (2020). Augmented Reality for Future Research Opportunities and Challenges in the Shipbuilding Industry: A Literature Review. *Procedia Manufacturing*, 45, 497-503.

Pruyn, J. (2024). The use of digital games in academic maritime education: A theoretical framework and practical applications. *Maritime Policy ve Management*, 51(4), 558-571.

Renganayagalu, S. K., Mallam, S. ve Hernes, M. (2022). Maritime Education and Training in the COVID-19 Era and Beyond. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 16(1), 59-69.

Tusher, H. M., Munim, Z. H. ve Nazir, S. (2024). An evaluation of maritime simulators from technical, instructional, and organizational perspectives: A hybrid multi-criteria decision-making approach. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 23(2), 165-194.

EXTENDED SUMMARY

A LITERATURE REVIEW IN COMPILATION METHOD ON INNOVATIVE APPROACHES IN MARITIME EDUCATION

The maritime industry operates under complex and variable conditions, making the competence of seafarers critical for safe navigation. By 2025, a global officer shortage of 18.3% (around 147,500 officers) is expected, underscoring the need for effective maritime education. Over 80% of maritime accidents are caused by human errors, often due to insufficient training. To address this, innovative technologies like augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) are being integrated into maritime education with gamification, alongside traditional methods such as simulators.

Gamification enhances student engagement by incorporating game elements into learning. Tools like VR and AR provide interactive, experiential training, allowing students to practice real-world scenarios in a safe environment. However, challenges like demotivation from leaderboards and overly complex designs must be managed.

Traditional simulators offer realistic maritime conditions and are essential for skill development. Simulators also require compliance with international standards like the STCW Convention. However, they are costly and lack personalization.

Innovative Technologies such as AR, VR, and MR provide cost-effective, flexible, and portable training solutions. They complement traditional teaching methods by offering personalized learning, performance tracking, and immersive experiences. For example, VR creates fully immersive environments, while AR overlays digital information into the real world. MR combines both, enabling real-time interaction between physical and virtual elements.

While AR, VR, and MR offer significant benefits, their integration into maritime education faces challenges, including technical limitations, regulatory compliance, and resistance from traditional simulator manufacturers. However, they are seen as valuable tools to enhance learning outcomes and provide lifelong learning opportunities.

A review of 22 studies shows growing interest in AR, VR, and MR in maritime education, with most research published in the last two years. These technologies are not yet widely adopted but hold potential to transform maritime training by improving accessibility, engagement, and practical skill development.

AR, VR, and MR technologies present exciting opportunities for maritime education, offering flexible and cost-effective training alternatives. While they may not replace traditional simulators, they can complement them, particularly in personalized and remote learning. Further research is needed to address integration challenges and maximize their potential. The adoption of these innovations will enhance maritime safety and support the professional development of seafarers.