



## Araştırma Makalesi • Research Article

## Gemi 4.0: Kavramsal İnceleme ve Gemi Kaptanlarının Görüşleri \*

## Ship 4.0: Conceptual Review and Opinions of Ship Captains

Murat Yorulmaz <sup>a</sup>, Mehmet Derici <sup>b,\*\*</sup><sup>a</sup> Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, 41500, Kocaeli/Türkiye.

ORCID: 0000-0002-5736-9146.

<sup>b</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı, 41500, Kocaeli/Türkiye.

ORCID:0000-0002-8239-9718.

## MAKALE BİLGİSİ

## Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 14 Şubat 2023

Düzeltilme tarihi: 20 Mart 2023

Kabul tarihi: 07 Nisan 2023

## Anahtar Kelimeler:

Gemi 4.0

Akıllı gemi

İnsansız gemi

Otonom gemi

Deniz ulaştırması

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received February 14, 2023

Received in revised form March 20, 2023

Accepted: April 07, 2023

## Keywords:

Ship 4.0

Smart ship

Unmanned ship

Autonomous ship

Maritime transportation

## ÖZ

Günümüzde Endüstri 4.0 uygulamalarının sanayide ve denizcilik sektöründe kullanımı yaygınlaşmaktadır. Endüstri 4.0'ın denizcilik sektöründeki karşılığı olan Gemi 4.0, uzaktan kontrol edilebilen, otonom, insansız gemilerin dönemi olacaktır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, Gemi 4.0 kavramını Endüstri 4.0 yaklaşımıyla açıklamak ve denizcilik literatüründe Gemi 4.0 ifadesini kavramsallaştırmak, gemi kaptanlarının Gemi 4.0 dönüşüm süreci hakkındaki görüşlerini değerlendirmek, Gemi 4.0'ın denizcilik sektörüne katkıları, gemi insanların sürece uyum sağlamakta yaşayabileceği zorlukları ortaya çıkarmaktır. Çalışmada, Gemi 4.0 dönüşümünün denizyolu ulaştırma sektörüne etkileri ve dönüşüme uyum sağlama konusunda yapılması gerekenler tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada gemi kaptanlarının Gemi 4.0 dönüşümüne ilişkin görüşlerini belirlemek için nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim deseni, veri toplama yöntemi olarak görüşme tekniği, veri analiz yöntemi olarak da içerik analizi ile doküman analizi kullanılmıştır. Araştırmada, Gemi 4.0 ile insan hatalarından kaynaklanan deniz kazalarının önleneyeceği, olası deniz kazalarında insan kayıplarının yaşanmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmanın özgünlüğü, Gemi 4.0 teriminin Endüstri 4.0 yaklaşımıyla kavramsallaştırılması ve literatüre kazandırılmasıdır.

## ABSTRACT

Municipalities that have become one of the most important service organizations with the influence of the Today, the use of Industry 4.0 applications in industry and the maritime sector is becoming widespread. Ship 4.0, the maritime counterpart of Industry 4.0, will be the era of remotely controlled, autonomous, unmanned ships. In this context, the aim of the study is to explain the concept of Ship 4.0 with the Industry 4.0 approach, to conceptualize the term Ship 4.0 in the maritime literature, to evaluate the views of the ship captains on the Ship 4.0 transformation process in line with their experiences, to comprehend the contributions of Ship 4.0 to the maritime sector, and to reveal that ship's people will be able to experience how to difficulties about adaptation to the process. In the study, the effects of Ship 4.0 transformation on the maritime transport sector and what needs to be done to adapt to the transformation were tried to be determined. In the research, phenomenology design, which is a qualitative research method, interview technique as data collection method, content analysis and document analysis as data analysis method were used to determine the views of ship captains on Ship 4.0 transformation. In the research, it has been concluded that with Ship 4.0, maritime accidents caused by human errors will be prevented and there will be no human losses in possible marine accidents. The originality of this study is that the term Ship 4.0 is conceptualized with the Industry 4.0 approach and brought to the literature.

## 1. Giriş

Dünyada sanayide kullanılan hammaddenin ve üretilen ticari emtianın %90'a yakın bir oranla denizyolu ile taşındığı düşünüldüğünde denizcilik sektörünün dünya ticareti açısından önemi yadsınamaz. Sanayi devriminden sonra hızla büyümeye başlayan dünya ticaret hacmi, zamanla denizyolu ulaştırmasının küresel boyutta gelişmesine, yüklerin okyanus ötesi yerlere taşınmasına yol açmıştır. Buhar makinesinin bulunması, tarım toplumundan sanayi

toplumuna geçilmesine sebep olmuş, önceleri el emeği ile olan üretim faaliyetleri, fabrikalardaki tezgâhlarda yapılmaya başlamıştır. Sanayi devrimiyle gelen seviye Endüstri 1.0 olarak tanımlanmış, bu dönemde kurulan fabrikalarda, üretim kapasiteleri ciddi anlamda artmıştır. Gemi 1.0 olarak tanımladığımız bu dönemde, sanayi devrimiyle başlayan teknolojik gelişmeler sonucunda, fabrikalarda üretilen ürünler denizyolu ile taşınmaya başlamış, sanayi devrimini yaşayan ülkelerde ciddi bir sermaye artışı görülmüştür. Öyle ki, günümüzde navlun fiyatlarının belirlenmesinde referans

\* Bu çalışma, 28-31 Ocak 2023 tarihleri arasında yapılan "2nd International Conference on Innovative Academic Studies" konferansında sunulan bildirinin geliştirilmiş ve genişletilmiş halidir.

\*\* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: mehmetderici@hotmail.com

e-ISSN: 2149-4622. © 2019 Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. TÜBİTAK ULAKBİM DergiPark ev sahipliğinde. Her hakkı saklıdır. [Hosting by TUBİTAK ULAKBİM JournalPark. All rights reserved.]

alınan Baltık Borsası 1744 yılında Londra'da kurulmuştur. Endüstri 2.0 dönemi, 1880'lerde fabrikalarda elektrik enerjisinin kullanılmaya başlanması ve seri üretim yönteminin uygulanması ile başlamıştır. Bu dönemde çelik işlenmiş, ulaşımda büyük gelişmeler görülmüştür. Bu gelişmelerin denizcilik sektörüne yansımaları Gemi 2.0 olarak tanımladığımız sürecin kapılarını açmış, çeliğin işlenmesi, cayro pusulanın, radarın bulunması önemli gelişmeler olmuştur. 2.Dünya savaşı ile Endüstri 3.0 dönemi başlamıştır. Endüstri 3.0, iletişim ve bilişim teknolojilerinin öne çıktığı bir dönem olmuştur. Enerji kaynakları çeşitlilik kazanmış, petrol ürünleri, doğalgaz, nükleer enerji reaktörleri sanayide hatta gemilerde kullanılmıştır. Gemi 3.0 dönemi, GPS'in, ECDIS'in ve entegre seyir sistemlerinin seyirde insan hatasını ortadan kaldırmaya yönelik kullanıldığı bir dönem olmuştur.

Endüstri 4.0'ın, büyük veri, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti ve yapay zekâ uygulamalarının sanayide de denizcilik sektöründe de kullanımını konuşulmaktadır. Endüstri 4.0'ın denizcilik sektöründeki karşılığı olan Gemi 4.0, uzaktan kontrol edilebilen gemiler, otonom gemiler ve insansız akıllı gemilerin dönemi olacaktır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, Gemi 4.0 kavramını Endüstri 4.0 yaklaşımıyla açıklamak ve literatürde Gemi 4.0 ifadesini kavramsallaştırmak, bununla birlikte Gemi 4.0 dönüşüm sürecine yönelik bir kavramsal inceleme yaparak, gemi kaptanlarının tecrübeleri doğrultusunda Gemi 4.0 hakkındaki görüşlerini almak, Gemi 4.0'ın denizcilik sektörüne katkılarını, gemi insanların süreci uyum sağlama konusunda ne gibi zorluklar yaşayabileceğini ortaya çıkarmaktır.

Çalışmada, ulusal ve uluslararası deniz hukukuna göre, gemi tanımının Gemi 4.0'ın çıktısı olan otonom gemileri kapsayıp kapsamadığı incelenmiş daha sonra denizcilik sektörünün Gemi 4.0 sürecinden nasıl etkileyeceği, Türk denizcilik sektörünün bu gelişmelere uyum sağlama potansiyeli konusunda gemilerde yönetici düzeyinde çalışmış/çalışan gemi insanların görüşleri, görüşme tekniği ile ele alınmıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim deseni, veri toplama yöntemi olarak açık uçlu soruların sorulduğu görüşme tekniği, veri analiz yöntemi olarak da içerik analizi ile doküman analizi kullanılmıştır. Çalışmada, Gemi 4.0 dönüşüm sürecinin denizyolu ulaştırma sektörüne neler getireceği, teknik, hukuksal, toplumsal, sosyal alanlarda sektörü nasıl etkileyeceği, dönüşüme uyum sağlama konusunda yapılması gerekenlerin neler olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Literatürde yer alan benzer çalışmalar incelendiğinde, gemilerde dijitalleşmeyi (Doğru ve Yorulmaz), akıllı gemilere gemi kaptanların bakış açısını inceleyen (Yorulmaz ve Karabulut), otonom gemiler ve insan unsurunu ele alan (Ahvenjärvi), ulusal ve uluslararası hukukta gemi tanımını inceleyen (Helvacı ve Muran), insansız gemileri Kanada hukuku bağlamında ele alan (Katsivela) çalışmalar bulunmakla birlikte, Gemi 4.0'ı kavramsallaştırmış ve Gemi 4.0 kavramını ele almış başkaca bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu yönüyle çalışmanın literatüre katkı yapması beklenmektedir. Gemi 4.0 teriminin, Endüstri 4.0 yaklaşımıyla kavramsallaştırılması ve literatüre kazandırılmış olması çalışmanın özgünlüğünü göstermektedir.

## 2. Kavramsal İnceleme ve Literatür Araştırması

### 2.1. Endüstri 4.0

Dünya ekonomik düzeni büyük değişimler geçirerek ve gelişerek geçmişten günümüze gelmiştir. Önemli değişimlerden bir tanesi, göçebe yaşam düzeninden yerleşik düzene geçilmesi ve tarımsal faaliyetlerde bulunulmaya başlanmasıdır. Uzun tarım dönemi olarak adlandırılan bu dönemde büyük teknolojik gelişmeler yaşanmamıştır. İnsanlar geçimini topraktan sağlamış, toprağı işleyen aletlerde büyük bir değişim gerçekleşmemiştir (Aksoy, 2017: 35). Yerleşik hayata geçilmiş olması ve toprağın aletler kullanılarak işlenmesi, daha sonraki çığır açan gelişmelere zemin hazırlaması bakımından önemlidir. Yerleşik düzene geçilmesi, tarımsal faaliyetlerde bulunulması, insanoğlunun bireysel olarak tüketebileceğinden fazlasını üretmeye başlaması, ticaretin boyutunu artırmış ve yaygınlaşmasını sağlamıştır.

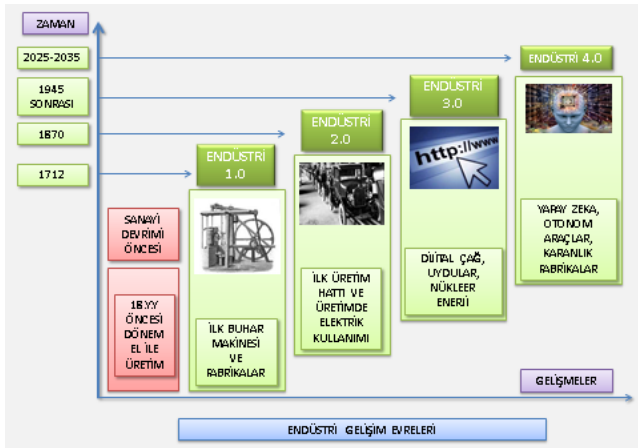
Bundan sonra, uzun tarım dönemine son veren ve dünya ekonomik düzeninde köklü bir değişim yaratan gelişme, 18.yüzyılda İngiltere'de başlamış olan sanayi devrimidir (Yıldız, 2018: 547). Sanayi devrimi ekonomik faaliyetlerin küresel boyut kazanmasının kapısını açan, üretimde ekonomik ve sosyal sistemi etkileyen köklü bir teknolojik değişim olmuştur (Akben ve Avşar, 2018:17). Buhar makinelerinin kullanılmasıyla başlayan ve halen devam etmekte olan bu sürecin ilk evresi birinci sanayi devrimi olarak adlandırılmıştır. Endüstri 1.0 olarak da adlandırılan bu dönem, 1712 yılında İngiltere'de buhar makinesinin bulunması ve ilk olarak 1765'de fabrikalarda kullanılmasıyla başlamıştır (Taş, 2018: 1820). Buhar makinesinin bulunması, uzun tarım dönemini bitirmiş, insanlık fabrikalarda üretilen ürünlerin yaşamı kolaylaştırdığı, teknoloji geliştikçe artan bir konforlu yaşam dönemine başlamıştır. Endüstri 1.0 ile birlikte, el emeğiyle üretimin yerini fabrikalardaki mekanik tezgahlar almış, üretimde ciddi bir artış kaydedilmiştir (Drath ve Horch, 2014: 56). Dolayısıyla Endüstri 1.0, insan ile makine etkileşiminin başladığı ilk evre olarak görülebilir.

Birinci sanayi devrimini, elektrik enerjisinin kullanılması ile başlayan ikinci sanayi devrimi takip etmiştir. İkinci sanayi devrimi Amerika'da 1880'lerde Cincinnati'deki mezbahalarda seri kesim yöntemi uygulamalarıyla başlamış ve Ford otomobil fabrikasında montaj hattının kurulmasıyla olgunlaşmıştır. İkinci sanayi devrimiyle, fabrikalarda elektrik enerjisi kullanılmış ve üretimde işbölümüne dayalı çalışma sistemi içerisinde seri üretim bantları yer almıştır (Drath ve Horch, 2014:56). Üretimdeki artış ve karlılık yeni yatırımların kapısını açmış, seri üretim bantlarında üretilerek tüketicilerin kullanımına sunulan ürünler çeşitlilik kazanmıştır. Toplumsal yaşamı daha konforlu hale getiren otomobil, beyaz eşya gibi ürünler insanların kullanımına sunulmuş, telgraf, telefon gibi iletişim olanakları gelişmiştir (Taş, 2018: 1821). Bu dönemde teknolojik açıdan bir devrim yaşanmış, çeliğin ucuz bir şekilde üretilmesi ile demiryollarının yanında diğer ulaşım imkanları da gelişmiş, hammaddeye daha kolay ulaşılabilmiş ve ürünlerin uzak pazarlara ulaştırılması imkanı doğmuştur (Özsoylu, 2017:42). Fabrikalarda üretilen ürünlerin, uzak pazarlara ulaştırılmasının toplumsal yaşam standartlarına ve ekonomik gelişime küresel düzeyde etkileri olmuştur.

2.Dünya savaşından sonra, analog üretim sistemlerinden dijital üretim sistemlerine geçilmesiyle üçüncü sanayi devrimi dönemi başlamış, bu döneme bilişim teknolojileri damgasını vurmuştur (Yıldız, 2018: 550). Endüstri 3.0 ya da “Dijital Çağ” olarak adlandırılan bu dönemde Almanya ve Japonya öne çıkan ülkeler olmuş, bilgisayar, mikro elektronik, nükleer enerji, lazer ve genetik alanlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır (Özsoylu, 2017: 43). Bu dönem, bilgiye ulaşma imkanlarının kolaylaştığı ve yaygınlaştığı, bilginin paylaşımının yarattığı faydanın üretim, pazarlama ve ürünlerin tüketiciye ulaştırılmasına kadar her alanda toplumda etkilerinin görüldüğü bir dönem olmuştur.

Günümüzde, Endüstri 4.0 olarak adlandırılan, akıllı fabrikaların üretimi gerçekleştireceği dördüncü sanayi devriminden bahsedilmektedir. İlk olarak 2011 yılında Almanya’da ortaya konan Endüstri 4.0 kavramının temelleri, 1980’li yıllarda ortaya çıkan küreselleşme kavramı sonucunda atılmaya başlanmıştır. Endüstri 4.0’ın temel unsuru olan karanlık fabrika düşüncesi ilk olarak Japonya’da 1980’li yıllarda ortaya çıkmıştır (Akben ve Avşar, 2018: 31-32). Otomatik imalat fikri, bu dönemde yüksek işçilik maliyetlerinden dolayı, içinde işçi olmayan, otomatize sistemlerle donatılmış fabrikalar hayaliyle ortaya atılmış ve başarısız bir girişim olarak kalmış; günümüzde ulaşılmış olan teknoloji seviyesinde konuşulan Endüstri 4.0 kavramı ve karanlık fabrika fikrinin temellerinin atıldığı yıllar olmuştur. O yıllarda karanlık fabrikaların gelişeceği ve dünya çapında yaygınlaşacağı düşüncesi hakimken, ucuz iş gücü nedeniyle üretimin gelişmekte olan ülkelere kaymasıyla gündemdeki yerini koruyamamıştır.

**Şekil 1.** Endüstri Gelişim Evreleri



(Kaynak: Yazarlar tarafından geliştirilmiştir)

Dördüncü sanayi devrimi “2011 Hannover Fuarı” etkinliği sırasında Almanya’nın tanınımı yaptığı ve stratejik bir hedef olarak ortaya koyduğu bir kavram olmuştur. Finlandiya, Amerika, Çin gibi ülkeler de bu konuya ilgi göstermektedirler. Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikaların sanayide yerini almasıyla, üretim sürecinin fiziksel altyapısı ile sanal dünyanın kazandırdığı anlık veri alışverişi imkanlarının eşgüdümlemesi mümkün olacaktır. Bu eşgüdümlemeyle, piyasada talep ve arz, anlık bir uyum döngüsü içerisinde gerçekleşecek, ürünlerin depolama ihtiyacı ve maliyeti azalacaktır (Wan ve Zhou, 2015: 136). Endüstri 4.0 süreci, üretim faktörlerinin uyumu, verimliliği,

öngörülebilirlik, sürdürülebilirlik ve maliyetlerdeki düşüşle artan karlılık ile küresel ekonomiye istikrar getirecektir.

Bu dönemde üretimde, daha çok yazılım ve bir biri ile konuşan akıllı sistemin söz sahibi olması beklenmektedir (Yıldız, 2018: 548). Makinelerin, nesnelerin iletişimi, sadece fabrikalarda değil, yaşamın her alanında mümkün olacaktır. Dijitalleşme ile artan bilgi ve iletişim teknolojilerindeki kabiliyetler, birçok farklı yapıdaki organizasyonun işbirliğini kolaylaştıracaktır (Feibert, Hansen, ve Jacobsen, 2017: 1352). Otomatize olmuş bu işbirliği işletmelere güç katacak, rekabet üstünlüğü en büyük kazanım olacaktır. Endüstri 4.0 ile elde edilmek istenen kazanımlar; üretim ve tedarik zincirinin otomatize bir şekilde uyumlaştırılması, ürün ve makinalar arasında iletişimi sağlamak, akıllı fabrikalarda nesnelerin interneti bağlantısı ile verimliliği en yüksek düzeye taşımaktır (Yıldız, 2018: 548). Bu kazanımlar, insanı fabrikada makinenin tamamlayıcı unsuru olmaktan çıkararak insana yakışır bir çalışma ortamı yaratacaktır. Bu dönemde, makinelerin veri ağları ile veriyi toplama, analiz etme ve doğru bilgiyi ortaya koyarak üretimde kaynakların etkin kullanımını başarması sayesinde üretimde maliyetlerin düşürülmesi sağlanacaktır. İşgücü maliyetlerinin yüksek olduğu ülkeler ile işgücü maliyetlerinin düşük olduğu ülkeler arasında birim üretim maliyetleri eşitlenecek, daha rekabetçi bir küresel piyasa oluşacaktır.

Endüstri 4.0 ile 3D yazıcılar, nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, sanal dünyada dolaşan tüm veriden yani büyük veriden ihtiyaç duyulan verinin elde edilmesi, artırılmış gerçeklik, yapay zekâ kavramları dünyanın gündeminde olacaktır. Endüstri 4.0 ile gelen ve birbirini tamamlayarak işlev kazanan bileşenler şunlardır:

**3 Boyutlu Yazıcılar;** üretimle ilgili hemen her sektörde sanal ortamda tasarlanan nesnelerin birçok farklı hammadenin işlenmesiyle daha kısa sürede modellemelerin yapılarak üretimini sağlayacaktır.

**Nesnelerin İnterneti;** nesnelerin insan bilgisayar etkileşimine ihtiyaç duymadan veri ağları üzerinden birbirleri ve büyük veri tabanı ile iletişim kurabilmelerini sağlayan bir iletişim ağı olacaktır.

**Akıllı Fabrikalar;** nesnelerin interneti, büyük veri, 3 boyutlu yazıcılar ve robotik sistemlerin bütünleştiği, insan faktörünün artık içerisinde yer almayacağı üretim tesisleri olacaktır (Şendoğdu, 2020: 167). Bu gelişmeler insanı değerli kılan, konforlu bir yaşamın kapılarını açtığı gibi, beraberinde işsizlik gibi bir takım sorunları da getirecektir.

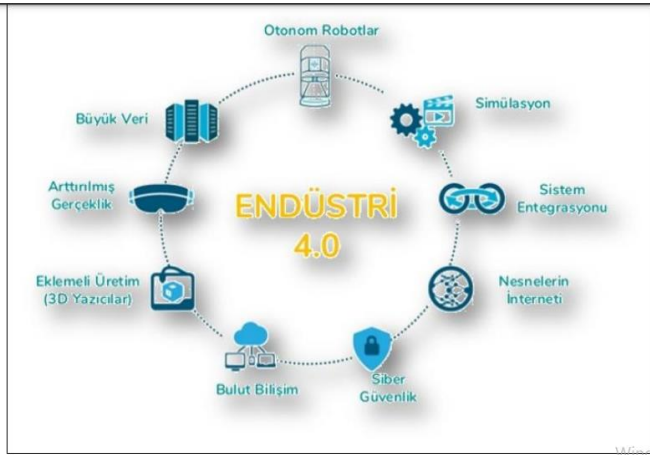
**Büyük Veri;** sanal dünyada çeşitli kaynaklardan üretilen, çeşitlilik içeren, hacmi hızlıca artan veridir. Büyük veri, ürün geliştirme için müşteri talebini tahmin etme, sistemlerdeki potansiyel sorunları önceden tahmin ederek, tahmine dayalı bakım uygulama, rekabet koşullarında müşteri deneyimi için veri toplama, makine öğrenimini sağlamak için makinelere veri aktarımını sağlama, gelecekteki talepleri tahmin etmek için üretimi, müşteri geri bildirimlerini ve iadeleri tahmin ederek operasyonel verimliliği artırmak, eğilimleri ve müşteri beklentilerini analiz ederek inovasyona yön vermek gibi imkanlar sunacaktır (Yip, 2020). Büyük veri, yapay zekânın ihtiyaç duyduğu, bilgiye dönüşecek verinin kaynağı olması bakımından öneme sahiptir.

*Artırılmış Gerçeklik*; sanal ortam ile fiziki ortamı bir araya getiren uygulamalardır. Artırılmış gerçeklik, ilk olarak savaş pilotlarının kaskına yerleştirilen saydam ekrana uçuş verilerinin yansıtılması ile uygulanmıştır. Günümüzde eğitim, reklamcılık, tıp, mühendislik gibi birçok alanda kullanılmaktadır (İçten ve Bal, 2017: 112). Artırılmış gerçeklik teknolojisi insan-makine etkileşimini anlık ve uzaktan uygulanabilir hale getirmiştir.

*Bulut Depolama*; işletmelerin sahip oldukları veriyi bulut depolama hizmeti sunan hizmet sağlayıcılarının veri tabanlarında depolamasıdır. Endüstri 4.0 sürecinde, imalat sanayiinde AR-GE aşamasında ana girdi bilgi olduğundan, bulut veri tabanı bilginin saklanması ve ihtiyaç duyulan bilginin temin edilmesinde, nesnelerin veri ağlarıyla iletişimde verinin temini konusunda işlevsel olacaktır.

*Yapay Zekâ*; kayıt altına aldığı bilgiyi yazılım tabanlı yorumlayarak, kendini geliştiren ve duruma göre hızlı reaksiyonlar üreten programlardır (Bulut ve Akçacı, 2017: 57). Yapay zekâ Endüstri 4.0'ın en önemli bileşenidir. Sadece akıllı fabrikaların değil, toplumsal yaşamın her alanında kullanılan eşyalar, yaşam alanları, otomobiller vb. yapay zekâ uygulamaları ile donatılmış olacaktır.

**Şekil 2.** Endüstri 4.0 Bileşenleri



(Kaynak: Esmer ve Alan, 2019: 469; Rüßmann vd., 2015: 2)

Endüstri 4.0 ile birlikte, dünyadaki kısıtlı kaynaklarla üretilen enerjinin üretiminde fosil yakıtlar yerini yenilenebilir kaynaklara bırakacak, bu durum çevresel sürdürülebilirliğe de önemli katkı sağlayacaktır. Ayrıca Endüstri 4.0 teknolojilerinin sanayide kullanımı ve bunun yarattığı nitelikli insan ihtiyacı, toplumları Toplum 5.0 "Akıllı Toplum" dönüşümüne zorunlu kılmaktadır. Bu gelişmelerle imalat sanayiinde kol gücü ile geçimini sağlayan insan profiline ihtiyaç kalmayacak, bu kesimin ihtiyaç duyulan nitelikler ile donatılması gerekliliği gündeme gelecektir (Kasa ve Arslan, 2020: 1813). Toplumsal bir dönüşümün kapılarını açacak olan Endüstri 4.0 teknolojisi, insanlığı etkileyen önemli bir değişim olacaktır.

Endüstri 4.0 altyapısı ve teknoloji seviyesi, insanlığa bilgiyi daha iyi ve hızlı kullanma imkanını sunarak, yeni buluşlara zemin oluşturduğu gibi, getirdiği yeniliklerle toplumsal ihtiyaçlara ve sorunlara hızlı ve doğru çözümler üretilmesini de mümkün kılar (Wyrwicka ve Mrugalska, 2018: 382). Üretim alanında, veri ağlarına entegre edilmiş

makinelere, büyük verinin içerisinde ihtiyaç duyulan veriyi alarak bunu üretim ile ilgili kararlarda kullanması, "karanlık fabrikalar" diye tanımlanan, insan unsurunu fabrikada işgücü olmaktan çıkaracak fabrikaların önünü açacaktır. Bu kapsamda ilk karanlık fabrika, Çin'de cep telefonu parçaları üreten bir fabrika olmuştur. Bu fabrikada robotik sistemlerin kullanılmasıyla hem daha önce 650 olan işçi sayısı 60 işçiye kadar azalmış, hem de hatalı üretim oranı yüzde 25'lerden yüzde 5'lere düşmüştür (Aksoy, 2017: 38). Karanlık fabrikalar, üretim, insan kaynakları, enerjide ciddi oranlarda tasarruf sağlayarak kaynakların etkin kullanımı imkanını getirmiştir.

## 2.2. Gemi Kavramı ve Teknolojik Gelişim Evreleri

Türk Ticaret Kanunu (TTK) madde 931(1)'e göre gemi; "Tahsis edildiği amaç, suda hareket etmesini gerektiren, yüzmeye özelliği bulunan ve pek küçük olmayan her araç, kendiliğinden hareket etmesi imkânı bulunmasa da, bu kanun bakımından gemi sayılır." şeklinde tarif edilmektedir. Buna göre, gemi tanımından, kullanılış amacı her hangi bir şekilde yüzmesini gerekli kılan, çok küçük teknelerin dışındaki büyüklüklere sahip her türlü araç anlaşılmaktadır ki, bu tanım gemiyi oldukça geniş bir çerçevede ele almaktadır.

4922 numaralı Denizde Can ve Mal Koruma Hakkında Kanun birinci bölüm, Madde 1'de gemi ve ticari geminin tanımları; "B) Gemi: Adı, tonlatosu ve kullanma amacı ne olursa olsun, denizde kürekte başka aletle yola çıkabilen her aracı, "C) Ticari Gemi: Menfaat sağlamak kastıyla denizde kullanılan her gemiyi" ifade etmektedir. Bu tanım da gemiyi geniş bir çerçevede ele almakta, kürekte başka aletle yola çıkabilen her araç gemi olarak tanımlanmaktadır.

1954 tarihinde yürürlüğe giren denizlerde petrol kirliliğinin önlenmesine yönelik uluslararası nitelikte sözleşme OILPOL (International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil), ve 1973/78' de yürürlüğe giren, denizlerin gemiler tarafından kirlenmesini önlemeye ilişkin uluslararası bir sözleşme olan MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) gemiyi "hidrofil botlar, hava yastıklı araçlar, denizaltılar, yüzer vasıtalar ve sabit veya yüzer platformlar dâhil, deniz çevresinde faaliyette bulunan her türlü tekne" şeklinde tanımlamışlardır. 1974 tarihinde yürürlüğe giren SOLAS (Safety of Life at Sea) da Bölüm 1, Kural 2 Tanımlar (f-j) maddelerinde, geminin herhangi bir tanımlı yapılmamış, gemiler; yolcu gemisi, yük gemisi, tanker, balıkçı gemisi ve nükleer gemi olarak sınıflandırılmakla yetinilmiştir.

1978 tarihli resmi gazete ile yayımlanmış olan Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğünde Kural 3'e göre tekne; "Tekne sözcüğü: Su üstünde kalkan seyreden ve deniz uçakları dahil, su üzerinde taşıma aracı olarak kullanılmakta olan veya kullanılmaya elverişli bulunan her türlü deniz aracını içine alır" şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadeye göre ticari maksatla kullanılan otonom veya insansız gemilerin tanımlanması ile ilgili bir sorun bulunmamaktadır.

1982 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (BMDHS), geminin personelinin geminin olmazsa olmaz unsuru olarak belirtmiştir. BMDHS'nin 94. Maddesinin (4b) ve (4c) bentleri, bayrak devletlerine bayrağı altındaki gemilerin uygun yeterliliklerde olan ve yeterli

sayıda personelle donatılmaları yükümlülüğünü getirmektedir (Bolat ve Koşaner, 2021: 350). BMDHS’de yapılan bu tanım, otonom gemilerin yasal statüsünün ne olacağı sorusunu akla getirmektedir. Burada otonom gemi ifadesinden, doğrudan insan eliyle yönlendirilmeyen; gemi dışındaki bir kontrol merkezinde bulunan insanlar tarafından yönetilen; üzerindeki sensörler ve sistemler sayesinde kendi kendini yönetebilen ya da üzerinde bulunan az sayıda mürettebatla geminin seyir emniyeti bakımından idaresine gerektiğinde müdahale edilebilecek şekilde yönlendirilebilen gemi; insansız gemiden, otonom gemi kavramını içine alan, mürettebatı olmaksızın uzaktan kontrol edilebilen ya da kendi kendini yönetebilen gemi anlaşılmalıdır. İnsansız geminin, tamamen mürettebatsız gemi olmadığı, gemide bulundurulmuş bakım personeli, yükün emniyeti, geminin güvenliği ile görevli az sayıda personelin olması veya gemide yolcu olarak bulunan insanların varlığının gemiyi insansız gemi olmaktan çıkarmayacağı bilinmelidir (Gözüyeşil, 2021: 197). Görüldüğü üzere insansız gemi ve otonom gemi arasındaki tanımlamalar birbirine oldukça yakın olup, insansız gemilerde seyir emniyeti ile ilgili personel bulunmamakta, bakım onarım, yolculuk vb. amaçlarla bulunabilmektedir. Otonom gemide seyir emniyeti ile ilgili personel, değişen derecelerdeki otonomi seviyelerinde geminin idaresine müdahalede bulunmak üzere gemi üzerinde veya gemi dışındaki bir sahil kontrol merkezinde bulunabilmekte veya bu gemiler tamamen insansız olabilmektedir.

IMO’nun 2018 yılında yaptığı kapsam belirleme çalışmasına göre; “Deniz Üstü Otonom Gemisi (MASS-Maritime Autonomous Surface Ship), değişen derecelerde insan etkileşiminden bağımsız olarak çalışabilen bir gemi” olarak tanımlanmıştır (IMO, 2018). IMO’nun tanımına göre, BMDHS’de belirtilen gemi tanımında “gemi personelinin geminin olmazsa olmaz unsuru” ifadesindeki personel, otonom gemilerde yerini sensörler, akıllı sistemler ve sahil kontrol merkezinde görevli personele bırakarak, otonom gemi tabirini de hukuki olarak gemi tanımının içerisine sokmaktadır.

Devletlerarası özel hukuk kurallarından olan ve Türkiye’nin 1955 yılında kabul ettiği Lahey-Visby Kuralları gemiyi “denizyoluyla mal taşımada kullanılan her türlü vasıta gemidir” şeklinde tanımlamıştır.

Lahey-Visby Kurallarının ekonomik ve teknik gelişmeler karşısında ihtiyacı karşılamadığı düşüncesiyle, Birleşmiş Milletler Milletlerarası Ticaret Hukuku Komisyonu (UNCITRAL) tarafından Hamburg Kuralları hazırlanmıştır. Türkiye’nin katılmadığı bu sözleşme, denizyolu taşımacılığında taşıyan ve taşıtanın sorumluluklarını Lahey-Visby Kurallarına göre daha uygun hale getirmeye yönelik olup, herhangi bir gemi tanımı içermemektedir.

Uluslararası hukukta en son belirlenmiş ve henüz yürürlüğe girmemiş olan Rotterdam Kurallarına (2019) göre gemi, kullanılış amacına göre tanımlanmış ve “denizyoluyla yüklerin taşınmasında kullanılan her tekne gemidir” şeklinde ifade edilmiştir. Ancak mevcut gemi tanımlamaları, otonom gemiyi tanımlama bakımından da yeterli gibi görünse de, deniz hukukunda içerik bakımından daha belirleyici bir akıllı gemi, uzaktan kontrollü gemi, otonom gemi tanımı yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Mürettebatlı bir gemiyle

insansız bir geminin karıştığı kazalarda gözcülerin kusurluluklarının belirlenmesinde hali hazırda geçerli olan hukuki tanımlamalara göre sorunlar yaşanacaktır (Helvacı ve Muran, 2022: 42). Otonom gemilerin tanımlanmasıyla ilgili olarak ulusal düzeydeki tanımlamalardan önce, uluslararası düzeyde tanımlamalara ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmektedir.

Ulusal hukuka bakıldığında da; geminin yola elverişli sayılabilmesi için, üzerinde yeterli sayıda ve uygun nitelikte personel olması gerekmektedir. TTK m. 932/f. 2’de yola elverişlilik, “denize elverişli bir geminin teşkilatı, yüklenme durumu, yakıtı, kumanyası, gemi adamlarının yeterliliği ve sayısı bakımından, yapacağı yolculuğun tamamıyla anormal olanlar dışındaki tehlikelere karşı koyabilmek için gereken niteliklere sahip olması” şeklinde tanımlanmıştır (Yetiş-Şamlı, 2013: 481). TTK’nun bu maddesine göre, geminin yola elverişli sayılabilmesi için uygun sayı ve niteliklere sahip personelinin olması gerekecektir. Bu durum, sigortacılık hizmetlerini de etkileyecektir. P&I Kulüpleri Birliğinin yöneticileri, daha birkaç yıl önce mevcut hukuka göre insansız gemilerin, gemide uygun nitelikli personelin yerine getirmesi gereken gözcülük sorumluluğunu tam anlamıyla yerine getiremeyeceğinden bu gemilerin sigortalanamayacağını ifade etmiş olsalar da; günümüzde otonom tekneler, otonom yolcu gemileri, otonom kargo gemilerini kapsayan bir sorumluluk sigortasını uygulamaya başlamış bulunmaktadır. (Shipowners, 2023). Kanun maddesinde ifade edilen elverişlilik şartlarının nispi yani göreceli nitelikte olması, belirlenen kıstasların teknolojik gelişmeler sonucunda oluşan koşullara göre yorumlanabileceğini veya teknolojik gelişmeler sebebiyle yapılacak düzenlemeleri kolaylaştıracak bir zemine sahip olduğunu göstermektedir (Şamlı, 2020: 305). Mevcut hukuki duruma göre, otonom gemilerin kullanımıyla ilgili netleştirilmesi gereken konular olsa da, bu nispi temeldeki otonom gemilerin kullanımı açısından, uygun bir zemin sağlamaktadır.

IMO’nun 2018 yılında yaptığı düzenleyici kapsam belirleme çalışmasında MASS’ların bir seyir esnasında birden fazla otonomi seviyesinde kullanılabileceği belirtilmiştir. Çalışmada belirtilen otonomi seviyeleri;

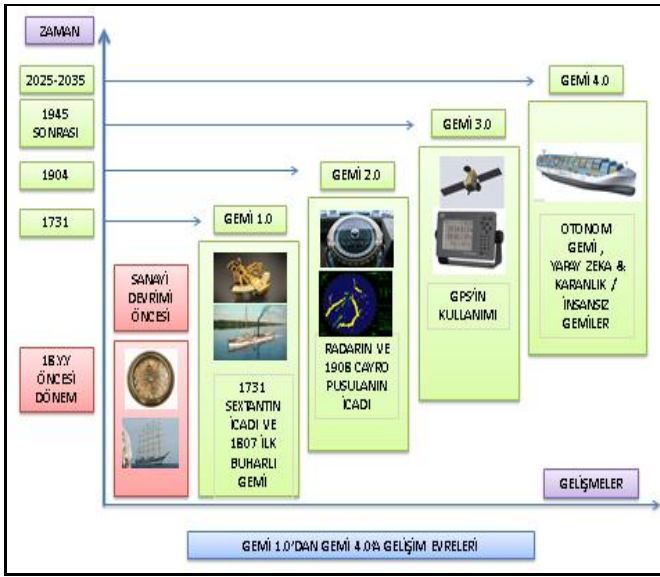
*Birinci seviye*, Otomatik İşlem ve Karar Destek Sistemlerine Sahip Gemiler: Gemi insanları gemideki sistemleri ve gemi fonksiyonlarını yönetmek üzere gemide bulunmaktadır.

*İkinci seviye*, Gemi insanları ile Uzaktan Kontrol Edilen Gemiler: Gemi, sahildeki bir kontrol merkezinden kontrol edilir. Ancak gemide personel bulunmaktadır.

*Üçüncü seviye*, Gemide Gemi İnsanı Olmayan, Uzaktan Kontrol Edilen Gemiler: Gemi, sahildeki bir kontrol merkezinden kontrol edilir. Gemide personel bulunmamaktadır.

*Dördüncü seviye*, Tam Otonom Gemi: Gemi işletim sistemi, seyirle ilgili tüm kararları kendi kendine alabilme kabiliyetine sahiptir (IMO, 2018).

Hukuki açıdan gemi tanımlarına bakıldığında; BMDHS’de bahsi geçen, “uygun sayıda personelle donatılma” şartı dışında, diğer bütün tanımlamalar otonom gemilerin hukuki olarak gemi tanımının içerisinde kabul edildiğini göstermektedir.

**Şekil 3.** Gemi 1.0'dan Gemi 4.0'a Gelişim Evreleri

(Kaynak: Yazarlar tarafından geliştirilmiştir)

Şekil 3'te görüldüğü gibi, denizyolu ulaştırmasında, otonom gemilerin, veri ağlarının ve yapay zekânın gündemde olduğu bugünlere gelinceye kadar, önemli buluşlar gerçekleşmiş ve bu gelişmeler dünya ticareti üzerinde küresel düzeyde hissedilmiştir.

Denizcilik alanında çığır açan ilk önemli buluş, manyetik pusula olmuştur. 1911 yılında bulunan Cayro pusuladan önce kullanılmakta olan manyetik pusula, 12.yy.da Arap yarımadasında kullanılmıştır. Manyetik pusula bulunmadan önce denizciler, kıyılardan uzaklaşmadan seyir yapmışlar, yönlerini yıldızlara bakarak bulmaya çalışmışlardır. 12.yy.da manyetik pusulanın bulunması ile açık denizlerde seyir yapılabilmıştır. 1729 yılında kronometrenin, 1731 yılında Sextant'ın bulunması da denizciliğin gelişmesinde önemli buluşlar olmuştur (Aktuğ, 2015: 91-121). Denizciler optik bir alet olan Sextant ile, gök cisimlerinden yararlanarak, buldukları yerin enlem ve boylamını belirlemeye çalışmışlardır.

**Şekil 4.** Sextant

(Kaynak: The British Museum, 1920)

Buhar gücüyle çalışan makinenin bulunması ile başlamış ve Endüstri 1.0 olarak adlandırılmış olan birinci sanayi devriminin denizcilik sektörüne etkisi, ilk buharlı gemi olan Clermont isimli yolcu gemisinin 1807 yılında ABD'de hizmete girmesiyle başlayan buharlı gemilerin kullanımı

olmuştur. Bu gelişme ile, buharlı gemiler yelkenli gemilerin yerini almış, hammadde ve mamuller uzak mesafelere taşınabilmiş ve bu durum dünya ekonomisinin gelişmesi yönünde önemli etkiler yaratmıştır.

1900'lerin başlarında sanayide elektriğin kullanımı ve seri üretim bantlarının keşfi ile başlayan Endüstri 2.0 süreci, sanayide seri üretim uygulamaları ile daha fazla hammaddenin üretim alanlarına taşınması ve bu üretim alanlarında üretilen daha fazla ürünün tüketicilere ulaştırılması ihtiyacı, denizcilik sektöründe de bir dönüşüm yaratmış, gemilerde petrol ve dizel makineler kullanılmış, çeliğin işlenmesi ile daha dayanıklı gemiler inşa edilmiş ve dünya ticareti daha da gelişmiştir. Endüstri 2.0 döneminde denizcilik alanındaki önemli buluşlardan biri de 1911 yılında bulunmuş olan Cayro pusula olmuştur. Cayro pusulasının bulunması, denizcileri manyetik pusuladaki sapmalar ve bu sapmaları düzeltmek için gerekli olan hesaplamalardan kurtarmıştır.

Endüstri 3.0 denizcilik sektöründe seyir emniyetini artırmaya katkı sağlayan teknolojik gelişmeleri getirmiş, radar, GPS, VDR, AIS, ECDIS, GMDSS (Küresel Denizde Tehlike ve Emniyet Sistemi), EPIRB, SART, uydu haberleşme imkanları, otomatik makine kontrol sistemleri kullanılmıştır. Birbirinden bağımsız çalışan birçok seyir yardımcısı Entegre Köprüüstü Sistemleri (EKS) tarafından birleştirilerek, vardiya personelinin seyir yeteneğini, geminin seyir emniyetini artırmaktadır. EKS üzerinde seyir yardımcılardan gelen bilgiler birleştirilerek görüntülenmektedir (Özcan, 2020: 5). EKS, seyir güvenliğine katkı sunduğu gibi, sensör verilerine ve makine fonksiyonlarına ulaşım imkanı da sunduğundan, köprüüstünde görev alan personelin işlerini de kolaylaştırmakta, gemi yönetimini daha verimli hale getirmektedir.

**Şekil 5.** Entegre Köprüüstü Sistemi

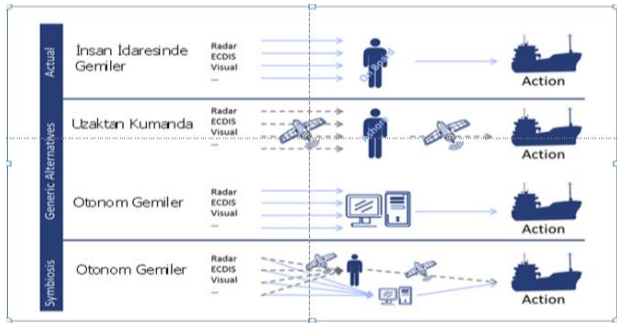
(Kaynak: Özcan, 2020: 3)

Günümüzde daha büyük kapasiteli gemiler ile daha uzak mesafelere yükler taşınmakta, seyir sürelerinin uzamasıyla, gemicilerin üzerindeki yorgunluk, denizlerde gemi trafiğindeki yoğunluk artmakta, bu da deniz kazalarının gerçekleşme riskini arttırmaktadır. Bu noktada entegre seyir sistemleri seyir emniyetine katkı sağlamakla birlikte, bu sistemleri kullanan insan unsuru, hata yapma potansiyeli taşımaktadır. Araştırmalar ilginç bir şekilde göstermektedir ki; gemilerde seyir emniyetini artırması amacıyla bulunması zorunlu ECDIS gibi teknolojik sistemlere rağmen, deniz kazalarında artış görülmektedir (Nicholson, 2013: 790). Entegre seyir sistemleri ile donatılmış olan gemilerin idaresinde durumsal farkındalık artmış, seyir emniyeti ile

ilgili personelin yorgunluğu azalmış olmasına rağmen denizcileri seyir emniyeti konusunda hataya düşüren koşulların nasıl oluştuğu merak konusudur. Yu Eun Won tarafından, Güney Kore’de 2000-2004 yılları arasında yaşanan deniz kazalarını kapsayan bir çalışma, kazaların %90 oranında, gözcünün dikkatsizliği, Çatışmayı Önleme Tüzüğü kurallarına uyulmaması ve geminin yanlış elleçlenmesi gibi sebeplerle insan hatası kaynaklı meydana geldiğini ortaya koymuştur (Pense, 2018: 2-3). Bu durumun, insan faktörünün sistemleri kullanan ve seyir ile ilgili kararlar alan unsur olması sebebiyle, dümende yapay zekânın olduğu tam otonom sistemlere geçilene kadar devam edeceği düşünülebilir.

Nikola Tesla’nın 1898 yılında ilk defa uzaktan radyo kontrollü maket bir tekneyi yüzdürmesi, otonom gemilerle ilgili ilk çalışma sayılabilir (Wikipedia, 2022). Ancak kavramsal olarak otonom gemiler ilk defa 1970’lerde Rolf Schonknecht’in yazdığı “Geleceğin Gemileri ve Gemiciler” kitabında ifade edilmiştir. Rolf Schonknecht kitabında, gemilerin bilgisayar desteğiyle karadaki bir sahil istasyonundan yönlendirileceğini öngörmüştür.

#### Şekil 6. Günümüzden Geleceğe Gemilerin Teknolojik Dönüşümü



(Kaynak: Alan, 2018)

Gemi 4.0 dönüşümünde planlanan gelişmeler tıpkı Rolf Schonknecht’in hayal ettiği gibi ilk aşamada, gemideki seyrüsefer, güverte ve makine sistemlerinin karada kurulacak olan Sahil Karar Destek Merkezi ile veri ağları kullanılarak uzaktan erişilebilmesi ve kontrol edilebilmesidir. Bu otonomi seviyesi, IMO’nun belirlemiş olduğu 1.ve 2. otonomi seviyeleri olup, kaptanın geminin seyir emniyetinden sorumlu olduğu ve gerektiğinde müdahalede bulunduğu bir yapıdır.

İkinci aşamada, 3.ve 4. otonomi seviyeleri uygulanacak; sorumluluklar, yasal yükümlülükler ile ilgili ulusal ve uluslararası hukuki düzenlemeler tamamlanacak, sistemlerin, sensörlerin zayıflıkları giderilecek, yapay zekâ tam otonomi seviyesinde kullanılabilir ve gemiler insansızlaşacaktır. Bu sürecin tahminen 2035 yılında tamamlanacağı düşünülmektedir (Rolls-Royce Marine, 2016). Denizyolu ulaştırma sektörü bu düzeye geldiğinde gemiler, üzerinde insan bulunmayan, “karanlık gemi” diye de ifade ettiğimiz akıllı araçlara dönüşecektir. Nesnelerin interneti olarak tanımlanan teknolojik seviye, gemilerin hem uzaktan takip ve kontrol edilebilirliğini mümkün kılacak, hem de bu gemiler deniz kazalarını ortadan kaldıracak şekilde birbirleri ile anlık veri alışverişi sağlayacaktır. Artırılmış gerçeklik uygulamaları, otonom gemilerin uzaktan takibi ve kontrolünde Sahil Karar Destek Merkezleri ve kılavuzluk

hizmeti veren kurumlar tarafından, otonom gemilerin liman, boğaz, kanallardan geçişlerinde ve eğitim kurumlarında kullanılacaktır. Bu düzeyde, tamamlanmış olması gereken hukuki düzenlemelerden başka, gemicilerin yeni çalışma koşullarına uygun bir eğitim sistemine de ihtiyaç duyulacaktır. Denizcilik sektörü piyasasını oluşturan birçok unsur, bu dönüşüme ayak uydurmak zorunda kalacak, eğitim kurumları Sahil Operasyon Merkezlerinde simülasyonlar üzerinde sanal gerçeklik uygulamalarını kullanarak gemileri kontrol edecek kaptanlar ve denizciler yetiştirecektir. Gemi 4.0 sürecine geçişle birlikte teknolojik dönüşümden öncelikle etkilenecek diğer kuruluşlar; limanlar, brokerlik hizmeti veren firmalar, acenteler, forvarder firmaları, kılavuzluk hizmeti veren kuruluşlar sayılabilir.

#### Şekil 7. Uydular Veri Ağları ve Gemi 4.0



(Kaynak: Bilimin sesi, 2017)

Son zamanlarda, dünyada insansız gemilerle ilgili, üzerinde çalışılan birçok proje vardır. İnsansız gemi projeleri, teknik anlamda Gemi 4.0 dünyasının kapılarını aralayacak olan önemli çalışmalardır. Bu projeler arasında öne çıkanlar şunlardır:

#### MUNIN Projesi: (Veri Ağları İle İnsansız Seyir)

MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) projesi Avrupa Birliği tarafından finanse edilmiş ve 2015 yılında tamamlanmış bir projedir. Proje ile, denizyolu ulaştırmasında otonom ticari gemilerin kullanılmasına yönelik olarak gemideki otonom seyir sistemleri, makine izleme ve kontrol sistemleri ve sensörlere sahil kontrol merkezinden kumanda edilecek şekilde teknik alt yapı ve personel görevlendirmeleri belirlenmeye çalışılmıştır (Bolat ve Koşaner, 2021: 345). MUNIN projesi teknik alt yapının ve sistemin işletilmesi için önemli olan personel kadrolarının belirlenmesi yönünde yapılan çalışmalar arasında önem kazanmıştır. Bu projeye insansız gemilerin kabiliyetlerinin emniyetli seyir yapabilmeleri için yeterli olacağı ve hali hazırda belirlenmiş olan hukuki yapının otonom gemileri de kapsayacak şekilde düzenlenebilmesinde ciddi bir sorun yaşanmayacağı sonucuna varılmıştır (Gözüyeşil, 2021: 204). MUNIN projesi, sürprizlerle dolu denizlerde, insansız gemilerin karşılaşılabileceği sorunların aşılabileceğini göstermesi bakımından önemli olmuştur.

#### Yara Birkeland Projesi:

Norveç’in Yara International firması, sıfır emisyonlu, batarya ile çalışan, uzaktan kontrollü bir gemi üzerinde çalışmış ve gemi 2020 yılında tersaneden çıkarılarak firmaya

teslim edilmiştir. Gemi, 80 m. boyunda, maksimum hızı 10 Kts, optimum hızı 6 Kts olan 120 TEU bir konteyner gemisidir. Dünyanın ilk tamamen elektrikli otonom gemisi olan Yara Birkeland, Yara firmasının fabrikasında ürettiği amonyum ve diğer kimyasal maddeleri 30 deniz mili gibi kısa bir seyir mesafesinde limanlara taşımaktadır (Yorulmaz ve Karabulut, 2021: 42; Hertzberg, 2023). Yara Birkeland projesi, deniz ulaştırmasında kullanılan, hayata geçirilmiş bir proje olması bakımından önem kazanmaktadır.

#### *Revolt Projesi:*

Alman-Norveç kökenli bir firma olan DNV-GL firmasının projesi, Revolt isimli 100TEU konteyner gemisi, 6 Kts optimum süratle ana limandan tali limanlara kısa mesafeli yük taşımada kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Batarya ile çalışan Revolt, 100 deniz millik bir seyir mesafesinde hizmet verecektir. Benzeri bir dizel makineye sahip gemiyle kıyaslandığında, 30 yıllık kullanım ömründe 34 milyon dolar daha karlı olacağı hesaplanmıştır (Doğru ve Yorulmaz, 2021: 1093). Bu proje fosil yakıtlı tahrik sistemlerine göre kârlılığı, gelişmiş navigasyon sistemi sayesinde tam otonom özellikte olması bakımından önemlidir.

#### *Jin Dou Yun Projesi:*

Çin'in teknoloji şirketi Yunzhou Tech, Wuhan Teknoloji Üniversitesi ve Çin Sınıflandırma Ajansı(CCS) işbirliğiyle üretilen Çin'in ilk otonom kargo gemisinin deneme seyrini 2019 yılında gerçekleştirmiştir (Si, 2019; Bolat ve Koşaner, 2021: 346). Ayrıca Çin, Aralık 2019 yılında, dünyanın en büyük, Asya'nın ilk otonom deniz gemi test sahası olan Wanshan test sahasını CCS tarafından sertifikalandırarak kullanmaya başlamıştır (Ocean Alfa, 2019).

#### *Suzaku Projesi:*

Japonya'da yürütülen Tam Otonom Gemi Programı kapsamında, Suzaku adında 85 m. boyunda bir konteyner gemisi inşa edilmiştir. Suzaku, 26 Şubat 2022'de, yoğun gemi trafiğinin olduğu Tokyo Körfezi ile Ise Körfezi arasında gerçekleştirilen testte, 426 deniz mili mesafenin büyük bir bölümünü otonom olarak başarıyla gerçekleştirmiştir. Gece ve gündüz 360° görüş kabiliyeti olan kameralarla donatılmış olan gemi, 40 saat süren testlerde 107 kaçınma manevrası gerçekleştirmiş, otonom seyir ile manevra, yanaşma ve seyir operasyonları test edilmiştir (Canpolat, 2022). Bu proje, bir otonom geminin yoğun gemi trafiğinin bulunduğu deniz alanında başarı ile limana ulaşabilmesi ile önemlidir.

#### *Prism Courage Otonom Seyir Sistemi İle Okyanus Geçişi Denemesi:*

1 Mayıs 2022'de Meksika körfezindeki Freeport limanından ayrılan Prism Courage isimli, 299 m boyundaki bir LNG tankeri, okyanusu geçerek Güney Kore'nin batısındaki Boryeong LNG terminaline ulaşmıştır. Yolculuğu esnasında 2.seviye otonom teknolojisini kullanan gemi, kat ettiği 10.756 deniz millik mesafenin yaklaşık yarısını tamamen otonom bir şekilde gerçekleştirmiştir. Geminin otonom navigasyon sistemi sayesinde yakıt verimliliği %7 artmış, emisyonlar %5 azalmıştır (Değirmenci, 2022). Tam otonom gemi projelerinde öne çıkan yakıt verimliliği ve karlılık, fosil

yakıtlı tahrik sistemine sahip olan bu projede de öne çıkmaktadır.

#### 2.3. Literatür Araştırması

Literatür incelendiğinde, Ahvenjärvi (2016) tarafından yapılan çalışmada, otonom gemiler ve insan faktörü ele alınmış, otonom gemilere uzaktan kontrol merkezlerinden kumanda eden personelin rolünün, gemiye köprüüstünden kumanda eden personelin rolü ile birbirine benzer olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca insan faktörünün otonom gemiler söz konusu olduğunda da; otonom gemilerin seyir sistemleri yazılımlarının hazırlanmasında görev alan insan faktörü etkisinin, denizde karşılaşılabilecek her durumun tanımlanabilmesinin zorluğundan başlayarak, uzaktan kontrollü gemilerin kontrol merkezlerindeki personelin olası hatalarına kadar, her zaman etkisini sürdüreceği öne sürülmüştür. Buna rağmen insan unsurunun deniz kazalarını önlemede beklenmeyen durumlara cevap verebilme kabiliyeti açısından avantajlı olabileceği değerlendirilmiş, ancak deniz kazalarının çoğunun insan hatası kaynaklı gerçekleştiği göz önüne alındığında da, sensörler aracılığıyla uzaktan kumanda edilen insansız gemiler ya da tam otonomiye sahip gemilerin, insanlı gemilerle kıyaslandığında insan hatalarını en aza indirmede ve seyir emniyetini sağlamada başarılı olacağı sonucuna varılmıştır. Otonom gemilerin en önemli zayıflığının beklenmeyen durumlarda doğru reaksiyonu gösterememek olabileceği değerlendirilmiştir.

Katsivela (2018), çalışmasında insansız gemileri Kanada hukuku bağlamında ele almış, insansız deniz araçları ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda yasal çerçevenin belirlenmesine ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. İnsansız deniz araçlarının yola elverişliliği ile ilgili olarak, gemide uygun sayıda ve yeterlilikte asgari personel bulundurma yükümlülüğünün aynı şekilde devam edebileceği, ancak bu yükümlülüğün gemi üzerinde bulundurma şeklinde değil, sahil kontrol merkezinde ve gemide ihtiyaç duyulandan daha az sayıda yetkin personel bulundurulması için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Katsivela (2018), kaptan ve kılavuz kaptan görevleri ve yeterlilik standartlarının da insansız gemilere göre yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini değerlendirmiştir.

Doğru ve Yorulmaz (2020) tarafından yapılan çalışmada, gemilerdeki dijitalleşme süreci incelenmiş ve dijitalleşmenin insan hatası kaynaklı deniz kazalarını azaltmaya katkıda bulunacağı sonucuna varılmıştır. Yorulmaz ve Karabulut (2021) tarafından yapılan çalışmada, akıllı gemiler ve gemi kaptanlarının akıllı gemilere bakış açısı ve akıllı gemilerin denizyolu ulaştırmasına etkileri değerlendirilmiştir. Gemi kaptanlarının görüşlerine göre, akıllı gemilerin çatma, karaya oturma gibi kazaları azaltacağı, yükün zarar görmesi, batma gibi kazaları arttıracığı, yönetici düzeyindeki gemi insanları istihdam imkanı bulurken, diğer gemiciler açısından istihdam sorunu olacağı sonuçları elde edilmiştir. Helvacı ve Muran (2022) tarafından yapılan çalışmada, ulusal ve uluslararası hukukta gemi tanımları incelenmiş, bu tanımların otonom gemileri de kapsadığı, ancak ihtilaf durumlarında otonomi seviyelerine göre yükümlülüklerin açıkça belirlenmesine ihtiyaç olduğu, bu kapsamda mevcut gemi tanımının otonom



gemiler ve otonomi düzeyleri düşünülerek yeniden yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### 3. Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada, gemi kaptanlığı yapan/yapmış gemi insanlarının ve denizcilik işletmelerinde çalışan sektörle ilgili teknolojik gelişmelere hâkim kişilerin deneyimleri doğrultusunda, Gemi 4.0 dönüşüm sürecine ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmak için nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim deseni, veri toplama tekniği olarak katılımcılara açık uçlu soruların sorulduğu görüşme tekniği, veri analiz yöntemi olarak da içerik analizi ile doküman analizi kullanılmıştır. Bu çalışma için etik kurul izni, Kocaeli Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'nun 27/12/2022 tarih ve 2022/12 no lu toplantısında alınan 15 sıra sayılı numaralı kararı ile alınmıştır.

Olgu bilim, öznel deneyime önem veren, bireylerin kişisel deneyimlerini, onların soruna bakış açısını tanımlayıp yorumlayarak değerlendirmeyi amaçlayan bir araştırma yöntemidir. Görüşme tekniği, nitel araştırma yöntemlerinde sıklıkla kullanılan, katılımcıların konuya bakış açısını, kişisel düşüncelerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bir veri toplama yöntemidir. İçerik analizi, araştırmanın özüne ilişkin anlam, tema ve düşünceleri belirleyerek yorumlamak gayesi ile verilerin sistematik olarak incelenmesidir. Doküman analizi, basılı ve elektronik ortamdaki yazılı belgeleri sistematik olarak inceleyerek değerlendirmekte kullanılan bir nitel analiz yöntemidir.

### 4. Bulgular

Çalışmaya gönüllü olarak katılan uzmanların Tablo 1'deki bilgileri incelendiğinde, katılımcıların çoğunluğunun eğitim durumunun lisans düzeyinde, bir katılımcı (K2) doktora düzeyinde, bir katılımcının ön lisans eğitim düzeyinde oldukları görülmektedir. Katılımcıların mesleklerindeki pozisyonlarına bakıldığında; denizcilik tecrübesine sahip dört katılımcının denizci eğitmeni olarak (K2, K3, K5, K9), sektördeki teknolojik gelişmeler ve operasyonlar konusunda bilgi ve tecrübeye sahip olan (K10), İstanbul ilinde faaliyetlerini yürüten bir denizcilik şirketinde atanmış kişi (DPA-Designated Person Ashore)/Şirket Güvenlik Zabiti (CSO-Company Security Officer) pozisyonunda, diğer katılımcılar ise Kaptan ve 1.Zabit pozisyonunda çalışmaktadır.

**Tablo 1.** Katılımcı Bilgileri

Katılımcı	Denizcilik Tecrübesi (Yıl)	Mevcut İşi	Eğitim Durumu
K1	4	Kaptan	Lisans
K2	4	Öğretim Görevlisi	Doktora
K3	40	Denizcilik Eğt. Kurumu Eğitmen	Lisans
K4	15	Kaptan	Lisans
K5	45	Denizcilik Eğt. Kurumu Eğitmen	Lisans
K6	4	Kaptan	Lisans
K7	15	Kaptan	Ön Lisans

K8	12	Kaptan	Lisans
K9	35	Denizcilik Eğt. Kurumu Eğitmen	Lisans
K10	15	Denizcilik Şirketi DPA/CSO	Lisans

Denizyolu ulaştırma sektörü açısından Gemi 4.0 süreci ve denizyolu ulaştırma sektörünü bu sürece götüren teknolojik gelişmeler hakkında, Türkiye'de faaliyet gösteren denizcilik firmalarında çalışan yönetici düzeyindeki gemi insanlarının görüşlerini ortaya çıkarmak üzere hazırlanan açık uçlu sorular, 10 katılımcıya görüşme yöntemiyle sorulmuştur.

Araştırmada elde edilen bulgular; temalar, alt temalar, kodlar ve frekanslar olarak belirlenmiştir.

*SORU 1: Teknolojik gelişmelerin denizcilik sektörüne gelecekte nasıl bir değişim getireceğini düşünüyorsunuz?*

**Tablo 2.** Teknolojik Gelişmelerin Denizcilik Sektörünün Geleceğine Etkisi Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F	
Teknolojik gelişmelerin denizcilik sektörünün geleceğine etkisi	Olumlu algı	İş yükünün azalması	4	
		Seyir emniyeti ile ilgili olarak personel hatalarının azalması	5	
		<b>TOPLAM</b>	9	
	Olumsuz algı	İstihdamın azalması	2	
		Personelin denizci yeteneklerinin azalması	2	
		<b>TOPLAM</b>	4	
			<b>GENEL TOPLAM</b>	13

Tablo 2'de görüldüğü gibi katılımcılara yöneltilen; "Teknolojik gelişmelerin denizcilik sektörüne gelecekte nasıl bir değişim getireceğini düşünüyorsunuz?" sorusuna verilen cevaplara göre; olumlu algı ve olumsuz algı olarak iki alt tema belirlenmiş, katılımcıların teknolojik gelişmelerin denizcilik sektörüne getireceği değişimi çoğunlukla olumlu algıladıkları, en fazla *seyir emniyeti ile ilgili olarak personel hatalarının azalmasını* ve *gemi insanları üzerindeki iş yükünün azalmasını* sağlayacağını düşündükleri ortaya çıkmıştır.

*SORU 2: Mesleğinizle ilgili olarak teknolojik yeniliklere uyum sağlamakta zorlandığınızı düşünüyor musunuz? Nasıl?*

**Tablo 3.** Katılımcıların Teknolojik Yeniliklere Uyum Sağlayabilme Durumu Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F
Katılımcıların teknolojik yeniliklere uyum sağlayabilme durumu	Uyum	STCW eğitimlerinin uyumu kolaylaştırması	8
		Teknolojik yeniliklerin yaşamın her alanında var olması sebebiyle oluşan yatkınlık	1
		<b>TOPLAM</b>	9
	Uyumsuzluk	Yeterli seviyede yabancı dil bilmeme sebebiyle bazen uyum sorunu	1
		<b>TOPLAM</b>	1
		<b>GENEL TOPLAM</b>	10

“Mesleğinizle ilgili olarak teknolojik yeniliklere uyum sağlamakta zorlandığınızı düşünüyor musunuz? Nasıl?” sorusuna verdikleri cevaplara göre; uyum ve uyumsuzluk olarak iki alt tema belirlenmiş, katılımcıların büyük çoğunluğu uyum sorunu yaşamadığını, bir katılımcı yeterli seviyede yabancı dil bilmediği için teknolojik yeniliklere uyum sağlamakta zorlandığını ifade etmiştir.

**SORU 3: Gemilerin dijital sistemlere sahip olmasının, kullanıcıların sistemlere ünsiyet sağlaması açısından sorun yarattığını düşünüyor musunuz?**

**Tablo 4.** Gemi İnsanlarının Dijital Sistemlere Ünsiyet Sağlama Durumu Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F
Gemi insanların dijital sistemlere ünsiyet sağlama durumu	Herkes ünsiyet sağlar	Dijital sistemler kullanıcıların işini kolaylaştırdığı için ünsiyet sağlanmaktadır	6
		Hızlı bir adaptasyon söz konusudur	1
	<b>TOPLAM</b>		7
	Bazıları ünsiyet sağlamada zorlanır	Zorlananlar olsa da genel olarak ünsiyet sağlanmaktadır	2
		Kendini geliştiremeyenler zorlanmaktadır ve sektörde varlıklarını sürdürememektedir	1
<b>TOPLAM</b>		3	
<b>GENEL TOPLAM</b>			10

“Gemilerin dijital sistemlere sahip olmasının, kullanıcıların sistemlere ünsiyet sağlaması açısından sorun yarattığını düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplara göre; herkes ünsiyet sağlar ve bazıları ünsiyet sağlamada zorlanır olarak iki alt tema belirlenmiş, katılımcıların çoğunlukla kendileri dışındaki diğer kullanıcıların da sistemlere ünsiyet sağlayabildiğini düşündüğü ortaya çıkmıştır.

**SORU 4: Elektronik seyir teknolojilerinin geminizin seyir emniyetine katkısı olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl?**

**Tablo 5.** Elektronik Seyir Teknolojilerinin Gemilerin Seyir Emniyetine Katkı Durumu Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F
Elektronik seyir teknolojilerinin gemilerin seyir emniyetine katkı durumu	Olumlu yönde katkı	Seyir emniyetini artırması	8
		Seyir emniyetini artırıcı etkisinin olması ancak sistemleri kullanan insan faktörünün bilgi ve becerilerinin seyir emniyeti konusunda daha belirleyici olması	1
		<b>TOPLAM</b>	9
	Olumsuz yönde katkı	Elektronik seyir sistemlerinin denizcilerin işlerini kolaylaştırmasıyla seyir konularına ünsiyetinin azalması	1
		<b>TOPLAM</b>	1
<b>GENEL TOPLAM</b>			10

“Elektronik seyir teknolojilerinin geminizin seyir emniyetine katkısı olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl?” sorusuna verdikleri cevaplara göre; olumlu yönde katkı ve olumsuz yönde katkı olarak iki alt tema belirlenmiş; katılımcıların çoğunluğunun Elektronik Seyir Teknolojilerinin gemilerin seyir emniyetine olumlu yönde katkısı olduğunu düşündüğü anlaşılmıştır.

**SORU 5: Gelecekte otonom gemilerin kullanımının yaygınlaşmasının yaratacağı durumlar sizce neler olur?**

**Tablo 6.** Otonom Gemilerin Yaygınlaşmasının Yaratacağı Durum Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F
Otonom gemilerin yaygınlaşmasının yaratacağı durum	Seyir emniyeti ve güvenliği	Deniz kazalarının artması	4
		Korsanlık faaliyetlerinin artması	3
		Denizde oluşan arızaların giderilmesi sorunu	1
		Gemi trafik hizmetlerinin otonom gemilere göre düzenlenmesi ihtiyacı	1
		<b>TOPLAM</b>	9
	Yönetim fonksiyonu ve İnsan kaynakları	İşsizliğin artması	3
		Eğitim standartlarının yenilenmesi gerekliliği	1
		İşletme maliyetlerinde düşüş ve artan karlılık	1
		<b>TOPLAM</b>	5
		<b>GENEL TOPLAM</b>	14

“Gelecekte otonom gemilerin kullanımının yaygınlaşmasının yaratacağı durumlar sizce neler olur?” sorusuna verdikleri cevaplara göre; Seyir emniyeti ve güvenliği ve Yönetim fonksiyonu ve İnsan kaynakları alt temaları belirlenmiş, seyir emniyeti ve güvenliği alt teması ile ilgili olarak en fazla deniz kazalarının artması ve korsanlık faaliyetlerinin artmasının beklendiği ortaya çıkmıştır.

**SORU 6: Otonom gemilerin kullanımı ve yaygınlaşmasının sektörde istihdama bir etkisi olur mu? Nasıl?**

**Tablo 7.** Otonom Gemilerin Kullanımı Ve Yaygınlaşmasının İstihdama Etkisi Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F	
Otonom gemilerin kullanımı ve yaygınlaşmasının istihdama etkisi	İstihdamda azalma olması	Yönetici düzeyindeki gemi insanları	8	
		Yönetici düzeyinde olmayan gemi insanları	10	
		Kara tesislerinde çalışan sektör çalışanları	1	
	<b>TOPLAM</b>	19		
	İstihdamda artış olması	Yönetici düzeyindeki gemi insanları	2	
		Yönetici düzeyinde olmayan gemi insanları	-	
		Kara tesislerinde çalışan sektör çalışanları	1	
	<b>TOPLAM</b>	3		
	<b>GENEL TOPLAM</b>			22

“Otonom gemilerin kullanımı ve yaygınlaşmasının sektörde istihdamda bir etkisi olur mu? Nasıl?” sorusuna verdikleri cevaplara göre istihdamda azalma olması ve istihdamda artış olması alt temaları belirlenmiş; katılımcıların tamamı, yönetici düzeyinde olmayan gemi insanlarının istihdamında azalma olacağını belirtmiştir. Katılımcıların çoğunluğu (n:8) yönetici düzeyindeki gemi insanlarının istihdamında azalış olacağını, bir kısmının (n:2) kendini geliştiren yönetici düzeyindeki gemi insanlarının sektörde iş bulmakta zorlanmayacağını düşündükleri, bir katılımcı da kara tesislerinde çalışan sektör çalışanlarının istihdamında artış olacağını düşündüğünü ifade etmiştir. Genel anlamda istihdamda düşüş olacağı düşüncesinin hakim olduğu ortaya çıkmıştır.

*SORU 7: Türk denizcilik sektörünün, dijitalleşme, nesnelerin interneti, otonom gemiler gibi gelişmeleri beraberinde getiren Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama, bu konuda dünyadaki gelişmeleri takip edebilme potansiyeli hakkında ne düşünüyorsunuz?*

**Tablo 8.** Türk Denizcilik Sektörünün Endüstri 4.0 Teknolojik Dönüşümünü Takip Edebilme Potansiyeli Teması

TEMA	ALT TEMA	KODLAR	F
Türk denizcilik sektörünün Endüstri 4.0 teknolojik dönüşümünü takip edebilme potansiyeli	Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama potansiyeline sahip	Sektör bütünüyle uyum sağlamakta zorlanmaz Bu konuda farkındalığı ve ileriye dönük planları olan firmalar uyum sağlar	5 1
	<b>TOPLAM</b>		6
	Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama potansiyeline sahip değil	Türk deniz ulaştırma filosu, büyüklüğü, gemilerin yaşı gibi konularda arzu edilenin gerisinde olduğundan teknolojik gelişmeleri takip edemez Bu konularda yeterli farkındalık olmadığından gelişmeleri takip etme potansiyeli yoktur.	2
<b>TOPLAM</b>			4
<b>GENEL TOPLAM</b>			10

“Türk denizcilik sektörünün, dijitalleşme, nesnelerin interneti, otonom gemiler gibi gelişmeleri beraberinde getiren Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama potansiyeline sahip ve Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama potansiyeline sahip değil alt temaları belirlenmiş; katılımcıların çoğunun (n:6) Türk denizcilik sektörünün Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama potansiyeline sahip olduğunu düşündüğü ortaya çıkmıştır. Belirlenen kodlara bakıldığında, Endüstri 4.0 sürecine uyum sağlama potansiyeline sahip olmadığını düşünen katılımcıların bu konuda Türk deniz ulaştırma filosu, büyüklüğü, gemilerin yaşı gibi konularda arzu edilenin gerisinde olduğundan (n:2) ve Türk deniz ulaştırma sektöründe Endüstri 4.0 teknolojik dönüşümü ile ilgili yeterli

farkındalık olmadığından (n:2) sürece uyum sağlayamayacağına inandıkları ortaya çıkmıştır.

## 5. Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmada, sanayide buhar makinesinin bulunması ile başlayan, Endüstri 1.0 olarak tanımlanmış olan ve teknolojinin gelişmeye devam etmesiyle günümüzde Endüstri 4.0’a doğru ilerleyen gelişim süreci, Endüstri 4.0 sürecinin bileşenleri ve sanayi üzerinde yaratacağı dönüşüm ele alınmıştır. Bu gelişmelerin denizcilik sektörüne yansımalarını anlamak amacıyla, sanayi devrimi ile başlayan Gemi 1.0’dan itibaren günümüze kadar geçen süreç incelenmiştir. Ayrıca, sektör çalışanı yönetici düzeyindeki denizcilerle yapılan görüşmeler ile teknolojik gelişmelere hali hazırda uyum sağlama becerileri ve yakın gelecekte otonom gemilerin yaygınlaşması ile yaşanacak olan Gemi 4.0 sürecinin sektör üzerindeki etkilerinin neler olabileceği konusunda düşünceleri alınarak değerlendirilmiştir.

Endüstri 4.0 sürecinde sanayide akıllı fabrikalar, robotik sistemlerin, veri ağlarıyla, nesnelerin otomatize bir şekilde birbirleriyle ve bulut veri tabanlarıyla veri alışverişinde bulunacak, tüketici tercihlerini yapay zekâ uygulamaları ile anında değerlendirip üretim hattında uygulayarak, insan gücüne ihtiyaç olmaksızın üretim gerçekleştireceklerdir. Bu düzeyde bir üretim hem maliyetleri düşürecek, hem zaman tasarrufu sağlayacak, hem stoklama giderleri ve alanlarından tasarruf sağlayacak, hem de üretilen mamullerdeki hata oranını çok aza indirecektir. Bu süreç, toplumda da bir dönüşümü zorunlu kılmaktadır. Fabrikalarda beden gücüyle geçimini sağlayan, makinelerin tamamlayıcı unsuru olarak onları kullanan insan Endüstri 4.0 sürecinin gereklerine uyum sağlamak zorunda kalacaklar, bazı meslekler yok olacak, bazıları da dönüşüm geçirecektir. İnsanların üretim ya da hizmet sektöründe akıllı sistemleri programlayan, kontrol eden, yönlendiren, bilgi teknolojilerini kullanabilen yeteneklere sahip olmaları gerekecek, işsizlik, çağın gereklerine adapte olamayanlar için söz konusu olacaktır. Endüstri 4.0, toplumu Toplum 5.0’a yani nitelikli toplum dönüşümüne zorunlu kılmaktadır. Bu dönüşümden hiç şüphesiz, deniz ulaştırma sektörü de etkilenecektir. Otonom gemilerin hukuki anlamda tanımlanması ihtiyacı, gemilerin geçireceği teknolojik dönüşüm, bu dönüşümün istihdama etkileri, otonom gemilerin deniz kazalarını ne düzeyde etkileyeceği, insansız gemiler ile mürettebatlı gemilerin karıştığı kazalarda gözcülük sorumluluklarının nasıl belirleneceği, kazalara sebep olan insan ve sistem hatalarının sorumluluklarının kimlere yükleneceği, açıklığa kavuşması gereken konular olacaktır.

Denizcilik sektöründe Gemi 4.0 dönüşümü akıllı gemi, karanlık gemi, otonom gemi gibi kavramları beraberinde getirmektedir. Gemiler, IMO’nun belirlemiş olduğu otonomi seviyelerinde iki aşamalı bir otonomi gelişim süreci yaşayacaktır. İlk aşamada, insanlı veya insansız gemiler Sahil Karar Destek Merkezlerinden, artırılmış gerçeklik uygulamaları ile uzaktan idare edilebilecektir. İkinci aşama gerçekleştiğinde ise gelişmiş sensörler ve yapay zekâ ile donatılmış akıllı gemiler tam otonomi seviyesinde denizlerde yüzecek, Sahil Operasyon Merkezinden takip edilen insansız araçlara dönüşecektir. İnsansızlaşmış karanlık gemiler, denizde birbirleriyle otomatize bir şekilde iletişim halinde

seyredecek, bu da çoğunlukla insan faktörüne bağlı olarak gerçekleşen deniz kazalarının önüne geçecektir. Karanlık gemilerde yaşam yerleri, köprüüstü gibi mahallerden tasarruf söz konusu olduğundan, yük taşımak için daha fazla hacim alanı oluşacaktır.

Bütün bunlar olurken ulusal ve uluslararası hukuki düzenlemelerin yapılmasına ve yükümlülüklerin net bir şekilde tanımlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Üzerinde insan olmayan karanlık gemilere kılavuzluk hizmetinin nasıl verileceği konusu tartışılmalı, yasal mevzuata uygun yöntemler belirlenmelidir ya da yasal mevzuat, belirlenmiş olan yöntemlere uygun olacak şekilde düzenlenmelidir.

Uluslararası ve ulusal hukukta belirlenmiş olan mevcut gemi tanımları ve bu tanımların otonom gemileri kapsayıp kapsamadığına bakıldığında; otonom gemilerin bu tanımların kapsamına girdiği, ancak ihtilaf durumlarında otonomi seviyelerine göre yükümlülüklerin açıkça belirlenmesine ihtiyaç olduğu, bu kapsamda mevcut gemi tanımının otonom gemiler ve otonomi düzeyleri düşünülerek yeniden yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Çalışma kapsamında denizcilik sektöründe yönetici düzeyinde çalışan gemi insanların deneyimleri doğrultusunda Gemi 4.0 dönüşüm süreci hakkındaki görüşleri, görüşme tekniği uygulanarak alınmıştır. Yapılan görüşmelerde, gelecekte teknolojik gelişmelerin seyir emniyeti ile ilgili olarak personel hatalarını azaltacağını ve personelin üzerindeki iş yükünü hafifleteceğini düşündükleri, yönetici düzeyindeki gemi insanların teknolojik gelişmelere uyum sağlama konusunda zorluk yaşamadıkları, bu teknolojilerin seyir emniyetine katkıları olduğunu düşündükleri ortaya konmuştur. Bu konu ile ilgili yapılmış olan akademik çalışmalar da göstermektedir ki, gemilerde deniz kazalarını en aza indirmeye amacıyla bulunan elektronik seyir yardımcı sistemlerine rağmen, karar verme konumunda olan insan faktörü hatalı kararlar alabilmektedir. Elektronik seyir sistemlerinin kullanıcıların denizci yeteneklerinin azalmasına sebep olabileceği düşüncesi, yapılan görüşmelerde dikkati çeken bir değerlendirme olmuştur. Çalışmamızda ortaya çıkan, elektronik seyir sistemlerinin seyir emniyetine olumlu katkısı olduğu düşüncesi hakim olmakla beraber, iki katılımcı tarafından (K2 ve K4) ifade edilen, bu sistemlerin insanların işini kolaylaştırdığı, fakat bunun onların denizci yeteneklerini körelttiği düşüncesi göz ardı edilmemelidir. Kaynağında, karar verici olarak insan faktörünün varlığı olan bu sorun, uzaktan kontrol edilen otonom gemilerde de devam edeceğinden, teknolojik seviye, yapay zekâ ile seyir yapan tam otonom gemilerin dümene geçeceği, insanın karar verici değil, takip eden/denetleyen, sorun algılandığında müdahale eden rolünü aldığı döneme gelene kadar devam edecektir.

Katılımcılar, otonom gemilerin denizlerde görülmeye başlaması ile birlikte ağırlıklı olarak, işsizliğin, kazaların ve korsanlığın artacağını düşünmektedirler. Görüşmelerde, insansız gemilerin denizcilik sektöründe istihdam sorunu yaratabileceği düşüncesi görüşmecilerin tamamı tarafından paylaşılmış; kendini geliştirerek sürece adapte olabilen denizcilerin iş bulmakta zorluk çekmeyeceği düşüncesi (n:2) ifade edilmiştir. Katılımcıların yarısından fazlası (n:6) Türk denizcilik sektörünün Gemi 4.0 dönüşümüne uyum sağlayabilme potansiyelinin olduğu düşüncesine sahip

olmakla birlikte, K4 ve K10 tarafından, Türkiye’de bazı denizcilik şirketlerinin Gemi 4.0 sürecine adapte olmakta zorluk yaşayacağı, vizyon sahibi, geleceğe dönük planları olan şirketlerin ise uyum sağlayabileceği değerlendirilmiştir.

Günümüzde hali hazırda Gemi 3.0 süreci içerisinde ve Gemi 4.0 sürecine hazırlanmakta olan deniz ulaştırma sektörü, teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme uygulamalarıyla deniz kazalarını en aza indirmeye, personel, yakıt maliyetlerinden tasarruf sağlayarak işletme maliyetlerini düşürmeyi amaçlamaktadır. Gemilerde dijitalleşme çalışmaları, personel, yakıt maliyetleri açısından tasarruf sağlamakta; çoğunluğu insan hatalarından kaynaklanan deniz kazalarını önlemede aynı etkili sonucu göstermemektedir. Gemi 4.0 süreciyle otonom gemilerin denizlere hakim olmasıyla, yapay zekâ, gemilerin kumandasını insanın elinden alacak, deniz kazaları dikkate değer bir şekilde azalacaktır. Geleneksel anlamda denizcilik şekil değiştirecek, denizciler gemilerde değil, sahilde bulunan kontrol merkezinde artırılmış gerçeklik uygulamalarını kullanan, otonom gemi operasyonlarını takip ve kontrol eden kişiler olacaktır. Bu durum denizcilerin işsiz kalacağını düşündürse de, kendini geliştiren, yeniliklere uyum sağlayan denizcilere yeni çalışma koşullarında iş imkanı sağlayacaktır. Bu bakımdan deniz ulaştırma sektörüne denizciler yetiştiren eğitim kurumlarının Gemi 4.0 teknolojisine uygun nitelikte, bilişim sistemlerini kullanabilen, denizci yeteneklere sahip denizcilerin yetişmesi için gerekli kadro ve eğitim alt yapısını kapsayan dönüşümü geçirmesi gerekmektedir. Hukuksal açıdan bakıldığında otonom gemilerin daha açık bir şekilde tanımlanarak, sektörde yer alan unsurların sorumluluklarının neler olduğu, uluslararası hukuk yazınında belirlenmesi gerekmektedir. Armatörlerin, acentelerin, brokerlik hizmeti veren firmaların, sahil kontrol merkezlerinde görev yapacak olan personelin, kılavuzluk hizmeti veren kuruluşların, sigortacılık firmalarının, kısaca sektörde faaliyet gösteren tüm unsurların hukuki sorumluluklarının yeniden ve otonom gemi kavramı ile ilgili karşılaşılabilecek sorunlar iyi düşünülerek değerlendirilmesi ve hukuki çerçevenin bu bağlamda ortaya konması gerektiği değerlendirilmektedir.

Gemi 4.0 süreci teknoloji, eğitim, hukuk, yönetim, sosyal yönleriyle denizyolu ulaştırma sektörünü derinden etkileyecek bir dönüşüm sürecidir. Sektörün bu sürece uyum sağlayabilmesi, dünyadaki gelişmeleri takip edebilmesi, hatta bir adım öne geçebilmesi için yeniliklere zamanında, gereken yatırımların yapılması, bunun için sektörde uzun vadeli bir gelecek vizyonu oluşması gerekmektedir. Gemi 4.0 gibi önemli bir dönüşümün yaşanıyor olması, üniversite-sektör diyalogunu daha da önemli kılmaktadır. Sektörün Gemi 4.0 dinamiklerine uyum sağlayabilmesi, rekabet kabiliyetini sürdürülebilirliği ve varlığını devam ettirebilmesi için devlet erkinin planlayıcı, yönlendirici, destekleyici, denetleyici, koruyucu yaklaşımlarına ihtiyaç duyduğu, böyle büyük bir dönüşüm sürecinin dünya ticaret yolları üzerinde oldukça önemli konumda olan ülkemiz için, denizyolu ulaştırmasında deniz ulaştırma filomuzla, akıllı limanlarımızla, iyi yetişmiş denizcilerimizle hak ettiğimiz seviyeyi yakalamak bakımından bir fırsat olarak görülmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

Çalışmanın en önemli kısıtı, katılımcıların sadece Türk gemi insanlarından oluşması ve Gemi 4.0 sürecinde siber güvenlik

konusuna değinilmemiş olmasıdır. İleriki çalışmalarda örneklemin büyütülmesi amacıyla farklı veri toplama teknikleri kullanılarak daha fazla sayıda ve farklı milletlerden gemi insanına ulaşılması, Gemi 4.0 süreci ile ilişkili olan ve bu çalışmada değinilmeyen siber güvenlik konusunun incelenmesi araştırmacılara önerilebilir.

## Kaynakça

- Ahvenjärvi, S. (2016). The Human Element and Autonomous Ships. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 10(3).
- Akben, İ., & Avşar, İ. İ. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 26-37.
- Aksoy, S. (2017). Değişen Teknolojiler ve Endüstri4.0: Endüstri 4.0'ı Anlamaya Dair Bir Giriş. *SAV Katkı*, 34-44.
- Aktuğ, Ş. (2015). *Art Of Celestial Navigation*. İstanbul: Piri Reis Üniversitesi Yayınları.
- Alan, A. (2018). *İnsansız Gemiler ve Deniz Taşımacılığının Geleceği*. <https://www.ihracat.co/2018/07/insansiz-gemiler-ve-deniz.html>, (Erişim: 19.10.2022)
- Bilimin sesi, (2017). *GPS nedir? Görsel* <https://www.biliminsesi.com/gps-nedir/>, (Erişim: 20.10.2022)
- Bolat, F., & Koşaner, Ö. (2021). İnsansız Gemilerin Güncel Statüleri. *European Journal of Science and Technology*, 341-358. <https://doi.org/10.31590/ejosat.870875>
- Bulut, E., & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM International Refereed Journal*, 7.
- Canpolat, R. (2022). *Otonom Konteyner Gemisi Suzaku, 790 Km'lik Güzergahi Başarıyla Tamamladı*. <https://www.denizhaber.net/otonom-konteyner-gemisi-suzaku-790-kmlik-guzergahi-basariyla-tamamladi-haber-108705.htm>, (Erişim: 20.10.2022)
- Değirmenci, T. (2022). *Kendi Kendine Okyanusu Gecen İlk Otonom Gemi: Prism Courage*. <https://www.virahaber.com/kendi-kendine-okyanusu-gecen-ilk-otonom-gemi-prism-courage-64718h.htm>, (Erişim: 20.10.2022)
- Doğru, M., & Yorulmaz, M. (2021). Gemilerde Dijitalleşme: Önemi ve Etkileri. *Journal of International Social Research*, 14(77), 1085-1096. <https://doi.org/10.17719/jisr.11511>
- Drath, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]. *IEEE industrial electronics magazine*, 8(2), 56-58.
- Esmer, Y., & Alan, M. A. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde İnovasyon. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(18), 465-478.
- Feibert, D. C., Hansen, M. S., & Jacobsen, P. (2017). An Integrated Process and Digitalization Perspective on the Shipping Supply Chain—A Literature Review. *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1352-1356. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290113>
- Gözüyeşil, F. (2021). Denizde Çatışmanın Önlenmesine Dair Uluslararası Kurallar Bağlamında İnsansız ve Otonom Gemilerde İyi Gemicilik İlkesi ve Gözcülük Görevi. *Adalet Dergisi*, (66), 193-225.
- Helvacı, S. & Muran, H. (2022). Müretteatsız Gemilerin Elverişliliği. *Piri Reis Üniversitesi Deniz Hukuku Dergisi*, 31-104.
- Hertzenberg, B. (2023). *MV Yara Birkeland*. <https://www.yara.com/news-and-media/media-library/press-kits/yara-birkeland-press-kit>, (Erişim: 31.01.2023)
- İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım Ve Teknoloji*, 111-136.
- Kasa, H., & Arslan, G. (2020). Endüstri 4.0 Kapsamında Teorik Bir Analiz: Türkiye Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 1810-1826. <https://doi.org/10.17755/esosder.665849>
- Katsivela, M. (2018). The Effect of Unmanned Vessels on Canadian Law: Some Basic Legal Concepts. *MarSafeLaw Journal*, 47-62.
- Nicholson, M. (2013). Computer Safety For Modern Bridge Systems. *Journal of Navigation*, 66. <https://doi.org/10.1017/S0373463313000180>
- Ocean Alpha Group Ltd., (2019). *The World's Largest, Asia's First-Unmanned Marine Test Sit Officially Opened*. [https://www.oceanalpha.com/news\\_list/the-worlds-largest-asias-first-unmanned-marine-test-site-officially-opened](https://www.oceanalpha.com/news_list/the-worlds-largest-asias-first-unmanned-marine-test-site-officially-opened), (Erişim: 20.10.2022)
- Özcan, S. (2020). *Denizcilik Sektöründe Entegre Platform Kontrol ve İzleme Sistemlerinin Teknoloji Kabul Modeli ile İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 41-64.
- Pense, C. (2018). Deniz Kazalarında İnsan Faktörü ve Bir Çözüm Olarak E-seyir. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi 1(2)*, 72-86.
- Rolls-Royce Marine, (2016). *Autonomous Ships the Next Step*. <https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/%20customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf>, (Erişim: 31.01.2023)
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- The British Museum, (1920). *Sextant Görsel*. [https://www.britishmuseum.org/collection/object/H\\_1920-1110-1](https://www.britishmuseum.org/collection/object/H_1920-1110-1), (Erişim: 31.01.2023)
- Si, K. (2019). *China's First Autonomous Cargo Ship Makes Maiden Voyage*. <https://www.seatrade-maritime.com/technology/chinas-first-autonomous-cargo-ship-makes-maiden-voyage>, (Erişim: 07.12.2022)
- Shipowners, (2023). *Liability Insurance for Owners and Operators of Maritime Autonomous Vessels*. <https://www.shipownersclub.com/insurance/autonomous/>, (Erişim: 14.02.2023)

- Şamlı, K. Y. (2020). COVID-19 Pandemisinin Taşıyanın Sorumluluğu ve Navlun Alacağı Üzerindeki Etkileri. *Istanbul Hukuk Mecmuası*, 78(2), 299-331.
- Şendoğdu, A., A., (2020), Endüstri 4.0 Devriminde Robotik Kaynaklar Yönetimi Bağlamında İnsan Kaynakları Yönetiminde Yeni Açılımların Kaçınılmazlığı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(1), 168-184. DOI: 10.16951/atauniiibd.631617
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü Sanayi Devrimi'nin (Endüstri 4.0) Çalışma Hayatına ve İstihdama Muhtemel Etkileri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 1817-1836. <https://doi.org/10.26466/opus.479123>
- Wan, J., Cai, H., & Zhou, K. (2015, January). Industrie 4.0: Enabling Technologies. In *Proceedings of 2015 International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things*, 135-140.
- Wikipedia (2023). *Nikola Tesla*. [https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nikola\\_Tesla&ol did=29130752](https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nikola_Tesla&ol did=29130752), (Erişim: 02.02.2023)
- Wyrwicka, M. K., & Mrugalska, B. (2018). "Industry 4.0"—Towards Opportunities and Challenges of Implementation. *DEStech Transactions on Engineering and Technology Research*, 382-387. (icpr). <https://doi.org/10.12783/dtetr/icpr2017/17640>
- Yetiş-Şamlı, K. (2013). Lahey-Lahey/Visby, Hamburg ve Rotterdam Kuralları'nda Sefere Elverişlilik. *Journal of Istanbul University Law Faculty*, 71(2), 479-496.
- Yıldız, T. (2017). Yaklaşan Dördüncü Endüstri Devrimi ve Türkiye'deki Mevcut Durum. *İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü*, 1-18.
- Yip, W. (2020). *Top Big Data Analytics Use Cases*. <https://www.oracle.com/tr/big-data/2020/top-22-use-cases-for-big-data.pdf>, (Erişim: 19.10.2022)
- Yorulmaz, M., & Karabulut, K. (2021). Deniz Taşımacılığında Akıllı Gemiler: Gemi Kaptanlarının Bakış Açısı. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 40-54. <https://doi.org/10.38009/ekimad.871776>