

## Araştırma Makalesi

# Otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımının donatanlar açısından değerlendirilmesi

Ramazan Eyüp GERGİN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane, Türkiye

\*Correspondence: [gergin@gumushane.edu.tr](mailto:gergin@gumushane.edu.tr)

DOI: 10.51513/jitsa.1612848

**Özet:** Ticari deniz taşımacılığının gelişimine katkı sağlayan teknolojik değişimler işletmelerin maddi unsurlarının yanı sıra rekabet güçlerini de arttırmaktadır. Otonom deniz araçları teknolojisi ise son on yılda hızla gelişmektedir. Ancak, otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığı için uygulanabilirliği ve uygulama potansiyeli hala belirgin değildir. Bu araştırmanın temel amacı otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımına etki eden kriterlerin önem ağırlıklarının donatanların bakış açısıyla değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımını etkileyen kriterler literatür araştırması ile belirlenmiştir. Otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımını etkileyen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasında Sezgisel Bulanık SWARA (IF-SWARA) yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan uygulamanın sonuçlarına göre otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımını etkileyen en önemli kriterin 0,1913 önem ağırlığı ile İşletme Maliyetleri (ODA<sub>1</sub>) olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Otonom deniz araçları, sezgisel bulanık çkkv, ticari deniz taşımacılığı

## Evaluation of the using autonomous marine vehicles in the commercial maritime transportation from the point of view shipowners

**Abstract:** Technological changes contributing to development of the commercial maritime transport both affects the pecuniary elements of the enterprises and enhance the competitiveness. Technology of autonomous marine vehicles have been developing fastly in the last decade. But, the feasibility and application potential of the autonomous marine vehicles for commercial maritime transportation is not still clear. The main purpose of the research is to evaluate the criteria affecting the autonomous marine vehicles for using in the commercial maritime transportation point of view the shipowners. For the purpose, the criteria which affecting the autonomous marine vehicles for using in the commercial maritime transportation are determined with a literature search. Intuitionistic Fuzzy SWARA (IF-SWARA) method is utilized to importance weight of the criteria which affecting the autonomous marine vehicles for using in the commercial maritime transportation. According to the results of the application carried out, it was idetificationed that the most important criterion in regards to importance weight among the criteria which affecting the autonomous marine vehicles for using in the commercial maritime transportation was Operational Costs (ODA<sub>1</sub>) with 0.1913 importance weight.

**Keywords:** Autonomous marine vehicles, intuitionistic fuzzy mcdm, commercial maritime transportation

## 1. Giriş

Ticari deniz taşımacılığı gemi mürettebatı ve kıyı personeli tarafından yönetilerek işletilen çeşitli gemi türlerini kapsamaktadır. Teknoloji alanında meydana gelen değişimler ticari deniz taşımacılığı sektöründe faydalanılan gemi envanter listesi içerisinde otonom deniz araçlarının da bulunma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Otonom deniz araçları ileri sensör teknolojileri, otonom navigasyon sistemleri, makine izleme ve kontrol sistemleri ile uzaktan operasyon yeteneklerine sahip olan araçlardır (Kim vd., 2020).

Otonom deniz araçlarının araştırma ve geliştirme çalışmaları özellikle son on yılda hızla artarken, ticari deniz taşımacılığı alanında kullanımına yönelik girişimler sağlayacağı faydaya kıyasla çok yetersiz kalmaktadır. Otonom deniz araçlarının araştırma ve geliştirme çalışmaları Belçika, Güney Kore, Finlandiya, Norveç, Hollanda, Polonya, Çin ve Japonya gibi güçlü denizcilik kültürüne sahip olan ülkelerde hızla gerçekleştirilmektedir (Munim vd., 2022).

Otonom deniz araçları maliyet azaltımı, güvenlik arttırımı ve denizci eksikliği olmak üzere bu üç temel itici güç ekseninde şekillenmektedir (Munim, 2016). Bu üç temel itici güç açısından sağladığı katkılar nedeniyle otonom deniz araçlarının önemi her geçen gün daha fazla dikkat çekmektedir. Otonom deniz araçlarının üç temel itici güç için sağladığı faydaların yanı sıra sahip olduğu farklı avantajlarda bulunmaktadır. Otonom deniz araçlarının sağladığı diğer avantajlar ise emisyon salınımının azaltılması ve hizmet güvenilirliğinin arttırılmasıdır (Munim, 2019).

Otonom deniz araçlarının sağladığı bu avantajlar ise sürdürülebilir ticari deniz taşımacılığı açısından büyük bir katkı sağlamaktadır. Ayrıca daha küçük otonom deniz araçlarının kullanımı aracılığıyla gerçekleştirilebilecek olan intermodal taşımacılık ile karayolu taşımacılığı azaltılarak emisyon salınımı düşürülüp yeşil lojistik açısından katkı sağlanabilir ve enerji kaynaklarının kullanımında maliyet avantajı oluşturulabilir. Ayrıca otonom deniz araçlarının özellikle gelişmekte olan ülkeler ve nakliye faaliyetleri fazla olan yoğun nüfuslu bölgelerde kullanımı çeşitli iş kazalarının azalmasını da sağlayabilmektedir. Tüm bu katkılar göz önüne alındığında otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığının vazgeçilmez araçlarından biri olması beklenilmektedir. Fakat armatörler henüz ticari deniz taşımacılığında otonom deniz araçlarına pek ilgi duymamaktadır (Fonseca vd., 2021).

Bu çalışmada otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımına etki eden kriterlerin önem ağırlıkları donatanların bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Altı bölümde gerçekleştirilen çalışmanın bu bölümünün devamında otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalara ait olan literatür araştırması kısmına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada değerlendirilen kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan Sezgisel Bulanık SWARA (IF-SWARA) yönteminin teorik bilgileri aktarılmıştır. Dördüncü bölümde otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımına etki eden kriterlerin önem ağırlıklarının tespit edilmesine yönelik yapılan uygulamanın sonuçları sunulmuştur. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinin ardından gerçekleştirilen uygulama doğrultusunda elde edilen bilgiler tartışılmıştır. Son bölümde ise çalışmanın genel manada yorumlanıp gelecek çalışmalar için tavsiyelerin bulunduğu sonuç ve öneriler bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

## 2. Literatür araştırması

Çalışmanın bu bölümünde gerçekleştirilmiş olan literatür araştırması “otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş olan çalışmalar” ve “otonom deniz araçlarını etkileyen kriterler” olmak üzere iki alt başlıktan oluşmaktadır.

### 2.1. Otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalar

Otonom deniz araçları ile ilgili literatürde yapılmış olan çalışmalara, Emerald Insight, ProQuest, Science Direct, Google Scholar, Scopus, Springer Link, Taylor & Francis, Web of Science veri tabanları aracılığıyla ulaşılmıştır. Gerçekleştirilen literatür araştırması “Autonomous Shipping” “Autonomous Shipping Vehicles”, “Otonom Deniz” ve “Otonom Deniz Araçları” anahtar kelimelerinden faydalanılarak yapılmıştır. İlgili anahtar kelimeler yardımıyla gerçekleştirilen literatür araştırmasında 2024 yılına kadar yapılmış olan araştırmalara yer verilmiştir.

Güncel literatürde, otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Otonom deniz araçlarını kapsayan çalışmalar Tablo 1’de sunulmaktadır.

**Tablo 1.** Otonom deniz araçları ile ilgili çalışmalar

Yazar, Yıl	Çalışmanın Amacı
Burmeister vd., 2014	Munin perspektifinden otonom insansız ticaret gemilerinin ve e-Navigasyon uygulamasına olan katkısının incelenmesi.
Zhang vd., 2020	Otonom kargo gemileri için insan hatasının değerlendirmesini sağlayan olasılıksal bir modelin geliştirilmesi.
Fonseca vd., 2021	Otonom deniz araçlarının gelişiminin detaylı bir şekilde incelenerek bu araçların taşımacılıkta kullanımlarının değerlendirilmesi.
Inkinen vd., 2021	Uluslararası ticaret ve taşımacılığın yapıldığı limanlarda dijitalleşme faaliyetlerinin gelecekteki beklentilerinin belirlenmesi.
Ivanova vd., 2021	Otonom deniz nakliye araçlarının patentlenmesinin ana alanlarının araştırılması.
Kooij vd., 2021	İnsansız kargo gemisi konseptlerinin uygulanabilirliğinin ekonomik görev temelli analizi.
Liu vd., 2021	Deniz taşımacılığında otonom gemilerin kullanımıyla birlikte çevre kirlenici emisyonlarının potansiyel azalımının incelenmesi.
Shahbakhs vd., 2021	Endüstri 4.0 etkisiyle ortaya çıkan otonom deniz taşımacılığı teknolojisinin denizciler üstündeki etkilerinin araştırılması.
Tijan vd., 2021	Deniz taşımacılığı sektöründe dijital dönüşümün başarı faktörlerinin, engellerinin ve itici güçlerinin araştırılması.
Escorcia-Gutierrez vd., 2022	Otonom küçük gemilerin tespiti ve sınıflandırma modelinin geliştirilmesi.
Jovanovic vd., 2022	Otonom ro-ro yolcu gemilerinin uygulanabilirliğinin araştırılması.
Makkonen vd., 2022	Denizcilik sektöründe otonom nakliye dönüşümünün nasıl gerçekleştirilebileceğinin gösterilmesi için bir dijital çözüm sağlayıcının hizmetleştirme sürecinin örneklendirilmesi.
Wu vd., 2022	Deniz taşımacılığında insan ve örgütsel faktörlerin analiz edilerek mevcut zorlukların incelenmesi.
Dantas ve Theotokatos, 2023	Otonom nakliye geçiş kararlarının desteklenmesinde kullanılacak detaylı bir çerçevenin geliştirilmesi.
Fjortoft vd., 2023	Otonom ve sürdürülebilir bir nakliye sürecinde oluşabilecek olayların risklerin ve tehditlerin araştırılması.
Karetnikov vd., 2023	İnsansız gemilerde kullanılan emniyet yönetim sistemi adaptasyonunun, geleneksel emniyet yönetim sistemleriyle kıyaslanması.
Klein ve Wojtkiewicz, 2023	Sürdürülebilir hedeflere ulaşımın sağlanabilmesi için küçük limanların dijitalleştirilmesine yönelik süreçlerin incelenmesi.
Li ve Yang, 2023	Otomatik tanımlama sistemi verilerine dayalı olarak otonom deniz araçlarının gözetimsiz rota planlaması için genel bir çerçevenin geliştirilmesi.
Sar, 2023	Deniz taşımacılığında artan özerklik ışığında kurtarma ve yardım faaliyetlerinin değerlendirilmesi.
Xing ve Zhu, 2023	İnsansız deniz ticaret gemilerinin kullanımına yönelik olan yasal engellerin ve boşlukların incelenmesi.
Yalman vd., 2023	Otonom gemilerin avantajlarının, teknolojik altyapılarının ve gelecekteki potansiyellerinin incelenmesi.
Zis vd., 2023	Otonom deniz taşımacılığı için temel performans göstergelerine ait olan çerçevenin tasarımı ve uygulaması.
Ahmed vd., 2024	Kısa deniz taşımacılığı için otonom deniz gemilerinin geliştirilmesine ilişkin mevcut yasal ve düzenleyici çerçevelerdeki boşlukların giderilmesine yönelik önerilerin geliştirilmesi.
Chang vd., 2024	Otonom feribotların toplum tarafından kabulünün araştırılarak temel etkili boyutlar hakkında kullanıcıların görüşlerinin elde edilmesi.
Janmethakulwat ve Thanasopon, 2024	Armatörlerin dijital teknolojileri benimsenmesini etkileyen unsurların araştırılması.
Kurt ve Aymelek, 2024	Otonom kargo gemilerinin işletimi için limanlar ile birlikte çalışabilirlik ihtiyaçlarının incelenmesi.
Xing, 2024	Uluslararası yasa çerçevesinde gemi kaynaklı kirliliğe yönelik olarak deniz otonom araçlarının kullanımı.
Munim vd., 2025	Ticari deniz taşımacılığında olası otonom deniz araçları türlerinin kullanılabilirliğinin araştırılması.

Tablo 1’de sunulmuş olan bilgilere göre, otonom deniz araçları ile ilgili olarak gerçekleştirilmiş olan çalışmaların sayısının oldukça kısıtlı olduğu ve kısıtlı sayıdaki otonom deniz araçları çalışmalarının ise farklı alanları kapsayacak şekilde gerçekleştirildiği görülebilmektedir. Tablo 1’de yer alan otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalara ait detaylı bilgiler Tablo 2’de sunulmaktadır.

**Tablo 2.** Otonom deniz araçları çalışmalarının incelenmesi

Yazar	Çalışmanın Yöntemi	Dergi	Ülke/Bölge	Vaka Çalışması	Açıklayıcı Çalışma
Burmeister vd., 2014	İçerik Analizi	International Journal of e-Navigation and Maritime Economy	Genel		*
Zhang vd., 2020	Modelleme	Safety Science	Çin	*	
Fonseca vd., 2021	TechAdo Modeli	Transport Policy	Genel		*
Inkinen vd., 2021	Tartışma Atölyesi Yöntemi	Research in Transportation Business & Management	Finlandiya	*	
Ivanova vd., 2021	Döküman Analizi	Transportation Research Procedia	Genel		*
Kooij vd., 2021	Maliyet-Fayda Analizi	Ocean Engineering	Hollanda	*	
Liu vd., 2021	Bayes Çıkarımı	Atmospheric Environment	ABD/Almanya/Çin/Singapur/Japonya	*	
Shahbakhs vd., 2021	Literatür Araştırması	The Asian Journal of Shipping and Logistics	Genel		*
Tijan vd., 2021	Literatür Araştırması	Technological Forecasting & Social Change	Genel		*
Escorcia-Gutierrez vd., 2022	Akıllı Derin Öğrenme	Computers and Electrical Engineering	Genel	*	
Jovanovic vd., 2022	Temel Performans Gösterge Analizi	Ocean Engineering	Hırvatistan	*	
Makkonen vd., 2022	Tematik Analiz	Industrial Marketing Management	Genel	*	
Wu vd., 2022	Risk Analizi	Reliability Engineering and System Safety	Genel		*
Dantas ve Theotokatos, 2023	Modelleme	Ocean Engineering	Norveç	*	
Fjortoft vd., 2023	Papyon Analizi	Cleaner Logistics and Supply Chain	Norveç/Hollanda	*	
Karetnikov vd., 2023	Risk Analizi	Transportation Research Procedia	Genel	*	
Klein ve Wojtkiewicz, 2023	Spekülatif Tasarım Yöntemi/Tasarımsal Düşünme Yöntemi	Procedia Computer Science	Güney Baltık bölgesi		*
Li ve Yang, 2023	Makine Öğrenmesi	Transportation Research Part E	Genel		*
Sar, 2023	-	Marine Policy	Genel		*
Xing ve Zhu, 2023	İçerik Analizi	Marine Policy	Çin	*	
Yalman vd., 2023	-	Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora	Genel		*

**Tablo 2.** (Devamı)

Zis vd., 2023	Temel Performans Gösterge Analizi	Maritime Transport Research	Avrupa	*
Ahmed vd., 2024	İçerik Analizi	Marine Policy	Avrupa Birliği/Norveç	*
Chang vd., 2024	Yapısal Eşitlik Modeli	Transport Policy	Tayvan	*
Janmethakulwat ve Thanasopon, 2024	Kartopu Örneklemesi Yöntemi	The Asian Journal of Shipping and Logistics	Tayland	*
Kurt ve Aymelek, 2024	Çoklu Regresyon analizi	Transport Policy	Genel	*
Xing, 2024	İçerik Analizi	Marine Pollution Bulletin	Genel	*
Munim vd., 2025	Bayes En İyi-En Kötü Yöntemi	Marine Policy	Akdeniz/Baltık	*

Tablo 2’de yer alan bilgilere göre otonom deniz araçlarına yönelik olarak gerçekleştirilmiş olan araştırmalarda vaka çalışmasını bünyesinde bulunduran araştırmaların kapsamının Çin, Hollanda ve Norveç olduğu söylenebilmektedir. Bu durum Çin, Hollanda ve Norveç ülkelerinin geçmişten gelen ve günümüzde de devam ettirdikleri denizcilik kültürü ve yetenekleri ile doğrudan ilişkilidir.

Tablo 2’de sunulan bilgiler ekseninde, otonom deniz araçları ile ilgili yapılmış olan çalışmaların özellikle son 10 yıl içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların yayınlanmış olduğu dergilere ve yıllara ait haritası Tablo 3’te sunulmaktadır.

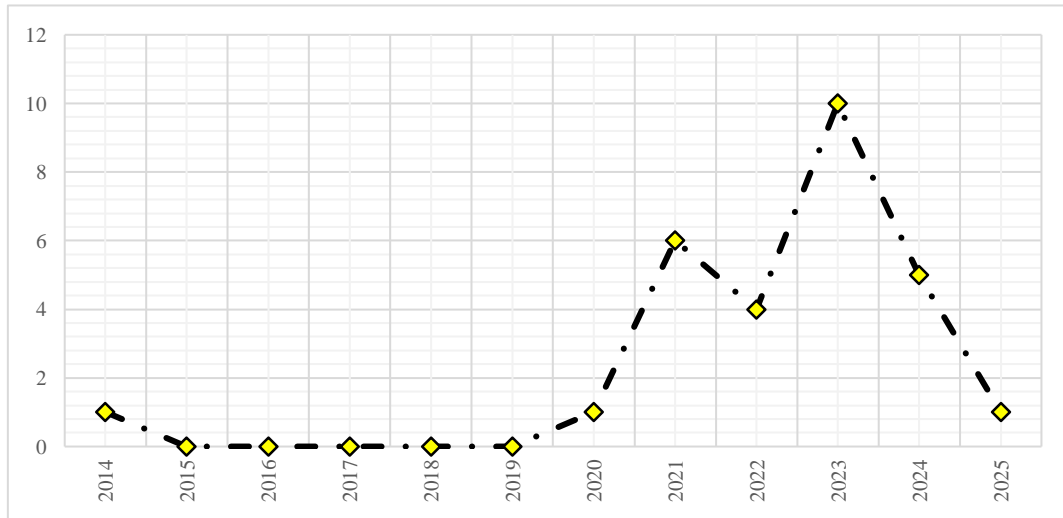
**Tablo 3.** Otonom deniz araçları çalışmalarının yayın haritası

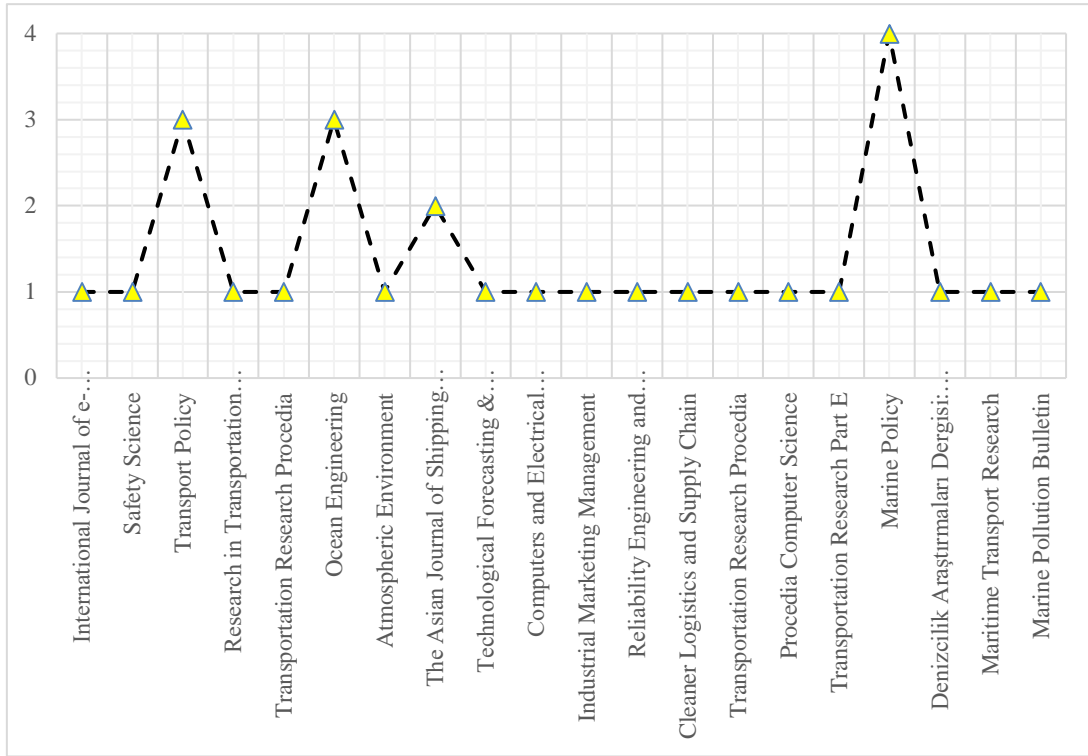
Dergi/Yıl	2014	2020	2021	2022	2023	2024	2025
International Journal of e-Navigation and Maritime Economy	Burmeister vd.	-	-	-	-	-	-
Safety Science	-	Zhang vd.	-	-	-	-	-
Transport Policy	-	-	-	-	Fonseca vd.	Chang vd.;Kurt ve Aymelek	-
Research in Transportation Business & Management	-	-	Inkinen vd.	-	-	-	-
Transportation Research Procedia	-	-	Ivanova vd.	-	-	-	-
Ocean Engineering	-	-	Kooij vd.	Jovanovic vd.	Dantas ve Theotokatos	-	-
Atmospheric Environment	-	-	Liu vd.	-	-	-	-
The Asian Journal of Shipping and Logistics	-	-	Shahbakhsh vd.	-	-	Janmethakulwat ve Thanasopon	-
Technological Forecasting & Social Change	-	-	Tijan vd.	-	-	-	-
Computers and Electrical Engineering	-	-	-	Escorcia-Gutierrez vd.	-	-	-
Industrial Marketing Management	-	-	-	Makkonen vd.	-	-	-
Reliability Engineering and System Safety	-	-	-	Wu vd.	-	-	-

**Tablo 3.** (Devamı)

Cleaner Logistics and Supply Chain	-	-	-	-	Fjortoft vd.	-	-
Transportation Research Procedia	-	-	-	-	Karetnikov vd.	-	-
Procedia Computer Science	-	-	-	-	Klein ve Wojtkiewicz	-	-
Transportation Research Part E	-	-	-	-	Li ve Yang	-	-
Marine Policy	-	-	-	-	Sar; Xing ve Zhu	Ahmed vd.	Munim vd.
Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora	-	-	-	-	Yalman vd.	-	-
Maritime Transport Research	-	-	-	-	Zis vd.	-	-
Marine Pollution Bulletin	-	-	-	-	-	Xing	-

Tablo 3'te sunulmuş olan yayın haritasına göre, otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş olan çalışmaların son on yılda hareketlendiği, 2015-2019 yılları arasında veri tabanlarında yayınlanmış bir çalışmanın olmadığı, son beş yıl içerisinde ise otonom deniz araçlarına olan ilginin çeşitli disiplinler içerisinde arttığı belirlenmiştir. Otonom deniz araçları ile ilgili yapılmış çalışmaların yıllara göre dağılımı ve dergilerdeki yayın sayıları Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir.

**Şekil 1.** Otonom deniz araçları çalışmalarının yıllara göre dağılımı



**Şekil 2.** Otonom deniz araçları çalışmalarının dergilere göre dağılımı

Şekil 1’de sunulan grafiğe göre 2023 yılında gerçekleştirilmiş olan otonom deniz araçları çalışmalarının sayısının artmasının, tüm çalışmalara oranının yaklaşık olarak %36’lık kısmını oluşturduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni, özellikle 2022 yılında Ukrayna-Rusya savaşının başlamasıyla insansız hava araçlarının (İHA) savaş sahasındaki etkisinin ve dünya genelinde artan savaş korkusunun otonom araçlar üzerine olan ilgiyi arttırması olarak değerlendirilebilmektedir.

Tablo 3 ve Şekil 2’de yer alan bilgilere göre, otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş olan çalışmaların 20 farklı dergide yer aldığı tespit edilmiştir. Otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmaların en fazla yayımlandığı dergiler yayın sayısının büyüklüğüne göre sırasıyla Marine Policy, Transport Policy ve Ocean Engineering olarak belirlenmiştir.

Genel olarak otonom deniz araçları ile ilgili literatür incelendiğinde, otonom deniz araçları çalışmalarının özellikle son on yılda gelişim gösterdiği, son beş yılda ise çalışmaların sayısında artış görüldüğü tespit edilmiştir. Otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmaların farklı bilim alanları kapsamında yapıldığı belirlenmiştir. İlgili çalışmaların yoğun olarak Çin, Hollanda ve Norveç gibi geçmişten günümüze kadar denizcilik kültürüne ve yeteneğine sahip olan ülkelerde yoğunluk gösterdiği saptanmıştır.

Yapılan çalışmaların yayımlandıkları dergiler incelendiğinde otonom deniz araçları ile ilgili çalışmaların en çok Marine Policy dergisinde yayımlandığı görülmüştür. Son olarak otonom deniz araçları ile ilgili çalışmaların uluslararası literatürde çok kısıtlı, ulusal literatürde ise yok denecek kadar az çalışma bulunduğu tespit edilmiştir. Bu durum üç tarafı denizlerle çevrili olan ve tarihinde denizcilik kültürü ve yeteneği olan Türkiye açısından literatürde doldurulması gereken bir boşluk olarak değerlendirilmiştir.

## 2.2. Otonom deniz araçları çalışmalarında kullanılmış olan kriterler

Otonom deniz araçlarına yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar, nitel ve nicel özelliklere sahip olan çok çeşitli ana/alt kriterler ve değişkenleri bünyesinde barındırması nedeniyle bir karar problemi olarak

tasarlanabilmektedir. Otonom deniz araçlarına yönelik olarak gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda ulaşılan çalışmalarda kullanılmış olan kriterler ve değişkenler Tablo 4'te gösterilmektedir.

**Tablo 4.** Otonom deniz araçları çalışmalarında kullanılmış olan kriterler/değişkenler

Yazar, Yıl	Ana Kriter/Ana Değişken	Alt Kriter/Alt Değişken	Alt Kriter/Alt Değişken
Zhang vd., 2020	*Algı aşaması	Bir kişinin birden fazla gemiyi izlemesinin ihmalkârlık olması	
		Yetersiz dikkat	
		Aşırı yorgunluk	
		Aşırı Bilgi yüklenmesi	
		Yetersiz sorumluluk duygusu	
		Düşük fiziksel ve ruhsal koşullar	
		Otomasyon kaynaklı rahavet	
	*Karar aşaması	Acil karar alma sürecinde uygunsuz tercih	
		Acil durum bertarafında deneyim eksikliği	
		Bilginin yetersiz anlaşılması	
		Hava, deniz koşulları ve benzeri konuların dikkate alınmaması	
	*Uygulama aşaması	Gemi algısının eksikliği	
		Durumsal farkındalığın eksikliği	
		Psikolojik farklılıklar	
		Koordinasyonsuz insan-makine etkileşimi	
Yetersiz eğitim			
Inkinen vd., 2021	*Yetkili işbirliği		
	*Lojistik merkezler ve pazar geliştirme		
	*Limanların toplumdaki etkisi		
	*Karbon nötrlüğü		
	*Teknolojik yörüngeler 3D baskı		
	*Yapay zeka ve büyük veri		
	*Blok zincir		
	*IoT ve sensör teknolojileri		
	*Robotik ve otomasyon		
	*Lazer ölçkleme		
	*Siber güvenlik		
Kooij vd., 2021	*İşletme maliyeti		
	*Periyodik bakım		
	*Seyahat masrafları		
	*Kargo elleçleme maliyeti		
	*Sermaye maliyeti		
Liu vd., 2021	*Benimseme belirsizliği		
	*Mevzuat belirsizliği		
	*Operasyonel belirsizlikler		
Escorcia-Gutierrez vd., 2022	*Sabit gövde		
	*Hareketli gövde		



**Tablo 4. (Devamı)**

Jovanovic vd., 2022	*Ana motor gücü	-	
	*Yardımcı motor gücü		
	*Tasarım hızı		
	*Yolcu kapasitesi		
	*Araç kapasitesi		
	*Seyahat süresi		
	*Rota uzunluğu		
	*Yıllık sefer sayısı		
	*Kullanım ömrü		
Makkonen vd., 2022	*Toplumsal düzey	-	
	*Paydaş sistem düzeyi		
	*Sistemdeki katılımcıların seviyesi		
Dantas ve Theotokatos, 2023	*Çevresel etkiler	Karbondiyoksit emisyon miktarı	
		Azotoksit emisyon miktarı	
	*Ekonomik etkiler	Sermaye harcaması	
		İşletme giderleri	
	Faaliyet harcamaları		
Fjortoft vd., 2023	*Etki kategorileri	İnsanlar	
		Gemi, ekipman ve altyapı	
		Çevre	
		İtibar	
		Hizmet kesintisi	
	*Tehdit kaynakları	Tehditlerin insan, örgütsel ve operasyonel kaynakları	Terminal çalışanları ve mürettebatı, dış hizmet sağlayıcıları, terminal çalışanları, operasyon merkezi
			İş birliği, düşük planlama kalitesi, taraflar/ BİT sistemleri arasında bilgi alışverişi, prosedürler
		Tehditlerin teknolojik kaynakları	İletişim, uzaktan operasyon, siber saldırılar
			Navigasyon ve dümen sistemi, coğrafi etiketleme, coğrafi sınırlama
			Gemiler, vinç, liman ekipmanları ve kaynakları
Dış tehdit kaynakları	Hava durumu, rotanın bazı kısımlarının kapalı olması (deniz ayağı, terminal, kapı, vb.), gelgit ve alçak su, grev, vb.		
	Diğer dış etkenler (örneğin, diğer gemi trafiği, inşaat çalışmaları)		

**Tablo 4. (Devamı)**

Xing ve Zhu, 2023	*Hukuki durum	-	
	*Emniyet ve güvenlik		
	*Denize elverişlilik ve mürettebat		
	*Kirliliğin önlenmesi		
	*Yükümlülükler		
	*Sigortalama		
Zis vd., 2023	*Ekonomik	Maliyet	Sermaye giderleri
			Operasyon giderleri
			Bakım maliyetleri
			Liman ücretleri
			Yakıt maliyeti
		Zaman	Yükleme/boşaltma süresi
			Seyir zamanı
			Bekleme zamanı
			Dakiklik oranı
	Toparlanma süresi		
	Kargo elleçleme süresi		
	Diğer	Enerji tüketimi	
		Taşınan kargo	
	*Çevresel	Emisyon	CO <sub>2</sub>
			NOX
			SOX
			PM
			Atık
			Gürültü
		Işık	
		Diğer	Kargo birimi başına terminal alanı
Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı			
*Sosyal	Kaza oranı		
	Ölüm oranı		
	Yangın olayları		
	Suç		
	Çalışma koşulları		
	İstihdam		
	Gelir miktarı		
	İşe gidiş geliş süresi		
	Eğitim		
	Trafik		
	Şikayetler		

**Tablo 4. (Devamı)**

Chang vd., 2024	*Algılanan değer	Otonom deniz araçlarının kullanım deneyimi ile geleneksel deniz araçlarının kullanım deneyiminin farklı olması.
		Otonom deniz araçlarının daha nitelikli bir hizmet kalitesi sunması.
		Otonom deniz araçlarının kullanımının değerli ve özel bir deneyim sağlaması.
		Otonom deniz araçları ile yapılan faaliyetlerin daha konforlu olması.
	*Algılanan maliyet ve zaman tasarrufu	Otonom deniz araçlarının ücretlerinin geleneksel deniz araçlarına göre nispeten daha az olması gerektiğinin düşünülmesi.
		Otonom deniz araçları ile gerçekleştirilen faaliyetlerde uygun fiyatın önemli bir husus olması.
		Otonom deniz araçlarının kullanımı ile seyahat zamanının geleneksel deniz araçlarına kıyasla daha kısa olduğunun düşünülmesi.
	*Algılanan kalite	Otonom deniz araçları hizmetlerinin beklenen varış süresi, konum gibi bilgilerinin daha doğru sunulması.
		Otonom deniz araçlarının daha iyi bir hizmet sağladığının düşünülmesi.
		Otonom deniz araçlarının yüksek eğitimli profesyonel ekipler aracılığıyla yönetilmesi.
	*Algılanan risk	Arızalar sebebiyle otonom deniz araçlarının hizmetlerinin aksayabilme olasılığının varlığı.
		Otonom deniz araçlarının hizmetlerinin siber güvenlik sorunlarından etkilenme olasılığı.
		Otonom deniz araçlarının yetersiz enerji seviyeleri sebebiyle faaliyetler esnasında durma ihtimali.
		Otonom deniz araçlarının daha fazla yatırım maliyetleri nedeniyle geleneksel deniz araçlarına oranla daha az miktarda olması.
	*Otonom deniz araçlarının kullanılma isteği	Otonom deniz araçlarının kullanım ücretleri geleneksel deniz araçlarının ücretleri ile eşit olması durumunda otonom deniz araçlarının kullanımı artar.
Otonom deniz araçlarının faaliyet süresi geleneksel deniz araçlarının faaliyet süresi ile aynı olması durumunda, geleneksel deniz araçları yerine otonom deniz araçları tercih edilirdi.		
Gelecekteki faaliyetlerim için otonom bir deniz aracı kullanmak isterim.		
Xing, 2024	*En yüksek tonaj miktarı	-
	*Gemi uzunluk tipi	-
	*Yakıt türü	-
Munim vd., 2025	*İşletme maliyetleri	-
	*Sermaye maliyetleri	-
	*Net bugünkü değer	-
	*Uzaktan operasyon merkezi altyapısı	-
	*Gelişmiş navigasyon çarpışma önleme ve karaya oturma önleme sistemi	-
	*Siber güvenlik riski	-
	*Teknik müdahale hizmetleri	-

**Tablo 4.** (Devamı)

*Kurallara ve düzenlemelere uyum	-
*Denizde ve limanda çevresel faydalar	-

Çalışmada gerçekleştirilmiş olan literatür araştırması doğrultusunda Tablo 4; Otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda ekonomik-maliyet temelli kriterler/değişkenler ile çevresel kriterler/değişkenlerin yoğun olarak kullanıldığını göstermektedir.

### 3. Sezgisel bulanık çok kriterli karar verme yöntemi

Çalışmanın bu bölümünde, uygulamada kullanılan yöntemlere ait olan teorik bilgiler “sezgisel bulanık kümeler” ve “sezgisel bulanık swara yöntemi” başlıkları altında aktarılmıştır.

#### 3.1. Sezgisel bulanık kümeler

**Tanım 1** (Atanassov, 1989):  $X$  değeri boş olmayan bir küme olduğu ve bir fonksiyon olduğu varsayıldığında;

$$f_A: X \rightarrow [0,1] \times [0,1]; x \mapsto (\mu_A(x), v_A(x)) \quad (1)$$

$0 \leq \mu_A(x) + v_A(x) \leq 1$  aralığında  $A = \{x, \mu_A(x), v_A(x) | x \in X\}$  olarak gösterilen  $f_A$  boş olmayan küme olan  $X$  değerinin sezgisel bulanık kümesini belirlemektedir. Burada  $\mu_A(x)$  değeri üyelik fonksiyonunu,  $A$  değeri  $x$ 'in sezgisel bulanık kümelere üyelik derecesini ve  $v_A(x)$  ise üye olmama fonksiyonunu temsil etmektedir.  $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - v_A(x)$  eşitliğinde  $\pi_A(x)$  değeri ise tereddüt veya belirsizlik derecesini ifade etmektedir. Bu nedenle, sezgisel bulanık sayılar  $(\mu_x, v_x, \pi_x)$  olarak da gösterilebilmektedir. Bu çalışmada, sezgisel bulanık sayıların diğer bir gösterimi olan  $(\mu_x, v_x)$  şeklinde ifade edilmektedir.

**Tanım 2** (Xu, 2007): Sezgisel bulanık sayılar  $\alpha = (\mu, v)$  için, puan fonksiyonu ve doğruluk fonksiyonu aşağıda gösterilen eşitlik (2) ve eşitlik (3) şeklinde tanımlanmaktadır:

$$S(\alpha) = \mu - v \quad (2)$$

$$H(\alpha) = \mu + v \quad (3)$$

$$S(\alpha) \in [-1,1]; H(\alpha) \in [0,1].$$

**Tanım 3** (Xu vd., 2015): İyileştirilmiş puan fonksiyonu ve doğruluk fonksiyonu eşitlik (4) ve eşitlik (5) şeklinde tanımlanmaktadır:

$$S^*(\alpha) = \frac{S(\alpha)+1}{2} \quad (4)$$

$$H^* = \frac{\mu+v}{2} \quad (5)$$

$$S^*(\alpha) \in [0,1]; H^*(\alpha) \in [0,1].$$

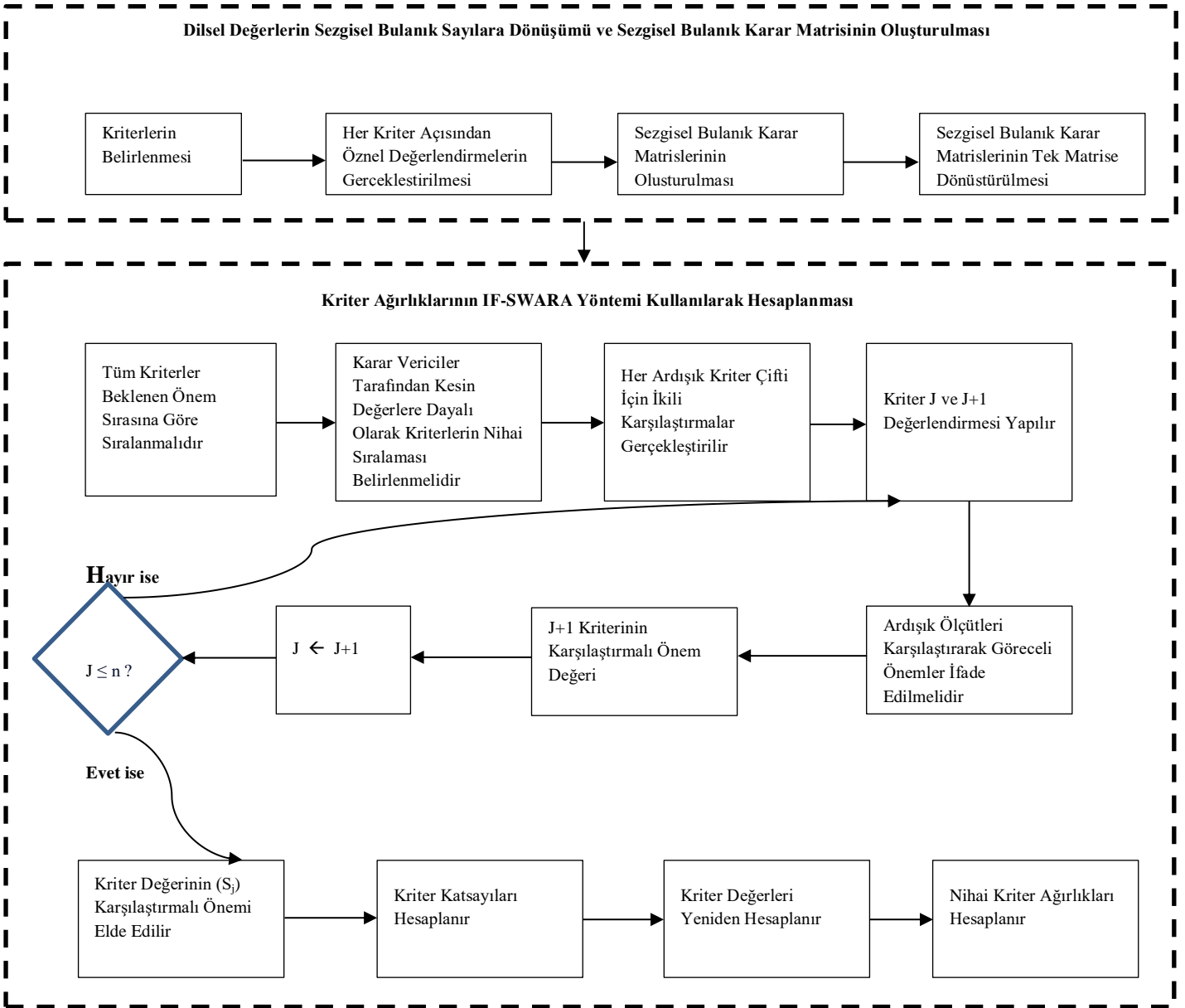
**Tanım 4:**  $\alpha_j = (\mu_j, v_j) (j = 1, 2, \dots, n)$  eşitliği  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$  eşitliğine karşılık gelen ağırlık vektörleri için sezgisel bulanık sayı dizisi olarak ifade edilmekte olup  $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1, \omega_j \in [0,1]$ 'dir. Bu durumda sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama (IFWA) operatörü aşağıda gösterilen eşitlik (6) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$IFWA_\omega = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \bigoplus_{j=1}^n \omega_j \alpha_j = \left(1 - \prod_{j=1}^n (1 - \mu_j)^{\omega_j}, \prod_{j=1}^n v_j^{\omega_j}\right) \quad (6)$$

#### 3.2. Sezgisel bulanık swara (IF-SWARA) yöntemi

The Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) yöntemi, Kersulienė tarafından geliştirilmiş olan kriter ağırlıklarını hesaplayabilmek için güncel bir çok kriterli karar verme yöntemidir (Liu, 2018; Kersulienė vd., 2010). Bu çalışmada sezgisel bulanık swara (IF-SWARA) yöntemi kullanılmıştır. IF-SWARA yönteminin çalışma prosedürü Şekil 3'te gösterilmektedir.

Amaç: ÇKKV Problem Çözümü (Kriterler)



Şekil 3. IF-SWARA yönteminin uygulama prosedürü

SWARA yöntemi sezgisel bulanık küme teorisi ile bütünleştirilerek sezgisel bulanık swara yöntemi oluşturulmuştur. Sezgisel bulanık swara yönteminin adımları aşağıda gösterilmektedir (Ziquan vd., 2021):

**Adım 1:** Her karar verici, her göstergenin göreceli önemini, karşılık gelen sezgisel bulanık sayıya göre ifade etmektedir. Ardından eşitlik (6) ve karar vericilerin ağırlık değerleri kullanılarak sezgisel bulanık ağırlıklı aritmetik ortalama operatörü ( $IFWA_{\omega}$ ) değeri elde edilir.  $IFWA_{\omega}$  değerinin elde edilmesinden sonra eşitlik (4) ve eşitlik (5) aracılığıyla her kriterin puan fonksiyon değeri ( $S^*(C_j)$ ) hesaplanır. Her kriterin puan fonksiyonu değerine göre kriterler azalan önem sırası ile sıralanır.

**Adım 2:** Karşılaştırmalı önem değerleri hesaplanır. Bu adımda karar vericiler ikinci kriterden başlayıp j kriterinin j+1 kriterine göre olan önemini belirtmektedir. Karşılaştırmalı önem değerlerinin hesaplanmasında kullanılan eşitlik (7) aşağıda gösterilmektedir.

$$s_j = S^*(C_{j-1}) - S^*(C_j) \quad (7)$$

**Adım 3:** Karşılaştırma katsayısı ( $k_j$ ) hesaplanır.  $k_j$  katsayısı aşağıdaki eşitlik (8) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (8)$$

**Adım 4:** Kriter ağırlıkları hesaplanır. Yeniden hesaplanan ağırlık değerleri ( $p_j$ ) eşitlik (9) aracılığıyla hesaplanmaktadır:

$$p_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{k_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (9)$$

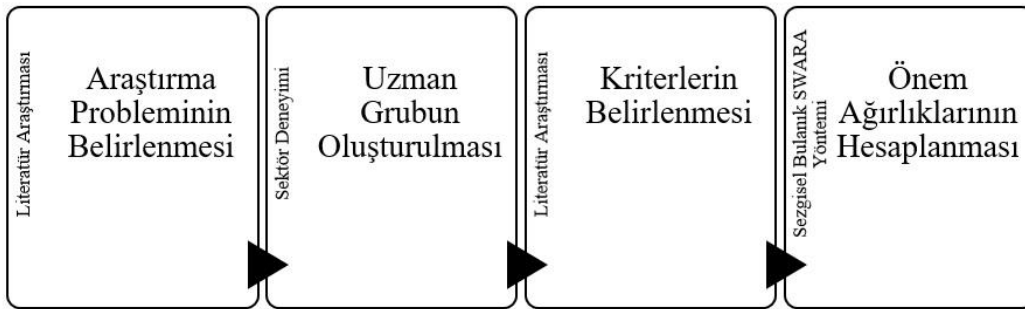
**Adım 5:** Kriterlerin nihai ağırlıkları ( $w_j$ ) hesaplanır. Kriterlerin nihai ağırlıkları eşitlik (10) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$w_j = \frac{p_j}{\sum_{j=1}^n p_j} \quad (10)$$

#### 4. Uygulama

Günümüzde teknoloji alanında meydana gelen gelişmeler tüm alanlara etki etmekle kalmayıp aynı zamanda farklı alanlara da entegre edilerek kullanılmaktadır. Teknoloji alanında meydana gelen gelişmelerin etki ettiği sektörlerden biri de ticari deniz taşımacılığı sektörüdür. Ticari deniz taşımacılığının ülkelerin sürdürülebilir hem ekonomik hem de çevresel hedeflerini sağlamasında sahip olduğu pozisyon düşünüldüğünde otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığı içerisindeki yerinin değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca ticari deniz taşımacılığının dünya ekonomisindeki ve sosyal yaşamdaki yeri düşünüldüğünde kullanılan deniz araçları gündelik hayatın devamının sağlanmasında önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum ise otonom deniz araçlarına yönelik gerçekleştirilmiş araştırmaların önemini her geçen gün arttırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımına etki eden kriterlerin önem ağırlıklarının donatanların bakış açısıyla değerlendirilmesidir. Bu amaç çerçevesinde otonom deniz araçlarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler belirlenerek, donatanların açısından ticari deniz taşımacılığında otonom deniz araçlarının kullanımında etkili olan kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmaktadır. Çalışmada kullanılan kriterlerin önem ağırlıkları Sezgisel Bulanık SWARA yöntemi aracılığıyla belirlenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmı dört adımda tasarlanmıştır. Çalışmada belirlenen amaç doğrultusunda yapılan uygulamanın metodolojik akışı Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. Uygulama akış adımları

##### 4.1. Araştırma probleminin belirlenmesi

Araştırma problemi gerçekleştirilmiş olan literatür araştırmasından elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir. Araştırmada, otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımının donatanların bakış açısıyla değerlendirilmesinde yararlanılmış olan kriterlerin önem ağırlıklarının tespiti araştırmanın problemi olarak belirlenmiştir.

##### 4.2. Uzman grubun oluşturulması

Çalışmanın amacı ve araştırma probleminin yapısına göre görüşleri ve tecrübeleri kullanılacak olan uzman grup, Türk Ticaret Kanununun 946. Maddesi uyarınca “Donatan” sıfatına haiz olmuş iş insanlarından oluşmaktadır. Çalışmada görüşlerinden ve tecrübelerinden faydalanılacak olan uzman grupta yer alan donatanlara ait bilgiler Tablo 5’te sunulmaktadır.

**Tablo 5.** Uzman grupta bulunan donatanlara ait bilgiler

İş İnsanı	Görev/Unvan	Sahip Olunan Gemi Sayısı	Şirketin Faaliyet Süresi
D <sub>1</sub>	Donatan	9	>13 Yıl
D <sub>2</sub>	Donatan	12	>46 Yıl
D <sub>3</sub>	Donatan	7	>39 Yıl
D <sub>4</sub>	Donatan	6	>44 Yıl
D <sub>5</sub>	Donatan	6	>13 Yıl
D <sub>6</sub>	Donatan	20	>6 Yıl
D <sub>7</sub>	Donatan	17	>57 Yıl

### 4.3. Kriterlerin belirlenmesi

Çalışmada yapılan literatür araştırmasından elde edilen bilgiler doğrultusunda 14 farklı çalışmada otonom deniz araçları ile ilgili kriterler/değişkenler kullanıldığı tespit edilmiştir. İlgili çalışmalarda toplam 66 ana, 91 alt kriter/değişken olmak üzere toplamda 157 kriter/değişkene ulaşılabilmektedir. Gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda araştırmanın desenine uygun olan kriterlerin Munim vd., (2025) tarafından gerçekleştirilmiş olan çalışmada yer alan kriterler olduğu, uzman grup ile yapılan görüşmeler sonucunda kararlaştırılmıştır. İlgili kriterler Tablo 6'da sunulmaktadır.

**Tablo 6.** Çalışmada kullanılan kriterler

Notasyon	Kriter Adı	Kriter Açıklaması
ODA <sub>1</sub>	İşletme Maliyetleri	Depolama, personel ücretleri, bakım ve onarım ile sigortalama ile ilgili maliyetleri kapsamaktadır. Otomasyon seviyesinin artmasıyla birlikte işletme maliyetlerinin düşecek olması durumu işletmeler açısından ciddi tasarruflar sağlamaktadır.
ODA <sub>2</sub>	Sermaye Maliyetleri	Gemi satın alım işlemlerinde yatırım maliyeti, borç ya da faiz ödemelerini kapsamaktadır. Sermaye maliyetlerinin gelişmiş teknoloji ihtiyaçları ile teknik arıza ya da kesintiler durumunda olası risklerin azaltılması ya da ortadan kaldırılması için yedek sistemlerin bulundurulma gerekliliği nedeniyle sermaye maliyetlerinin otonom deniz araçlarında geleneksel araçlara göre daha fazla olması muhtemeldir.
ODA <sub>3</sub>	Net Bugünkü Değer	Bir gemi yatırımının gelecekteki nakit akışlarının tahmini bugünkü değeri ile paranın zaman değeri kıyaslanmalıdır. Pozitif net bugünkü değer, otonom deniz araçlarının benimsemesinin gelecekte finansal faydalar sağlayacağını göstermektedir.
ODA <sub>4</sub>	Uzaktan Operasyon Merkezi Altyapısı	Hem denizde hem de kıyıda olmak üzere, kalifiye bir operatörün en az bir gemiyi uzaktan yönetebileceği kontrol merkezi altyapısı kurulmalıdır. Bu sayede gemilerdeki mürettebat ihtiyaçları azaltılarak operasyonel verimlilikte artış sağlanır.
ODA <sub>5</sub>	Gelişmiş Navigasyon Çarpışma Önleme ve Karaya Oturma Önleme Sistemi	Gelişmiş radar ve sensör sistemleri aracılığıyla artırılmış güvenlik sağlanır. İlgili sistemler aracılığıyla karaya oturma ve çarpışma riski azaltılarak gecikmeler ve olası kazalar önlenmektedir.
ODA <sub>6</sub>	Siber Güvenlik Riski	Siber korsanlar tarafından gemi kontrolünü ve operasyonlarını ele geçirmesi durumunda oluşabilecek olan operasyonel tehlikeleri kapsamaktadır. Siber saldırılar mali kayıplara ve operasyonel kesintilere neden olabilmektedir.
ODA <sub>7</sub>	Teknik Müdahale Hizmetleri	Otonom deniz araçları onarım hizmetleri ve teknik personel müdahalesi için oluşabilecek maliyetler ve operasyonel duruş süresiyle karşı karşıya kalabilir. Otonom deniz araçlarının sefer esnasında oluşabilecek bir mekanik sorunla karşılaşması durumunda, teknik personel müdahalesinden kaynaklanan duraksamaların süresini ve maliyetlerini içermektedir.

**Tablo 6.** (Devamı)

ODA <sub>8</sub>	Kurallara Düzenlemelere Uyum	ve	Uluslararası ve bölgesel kuruluşların kılavuzluk, liman kontrolü, emisyon ve salınımları gibi çeşitli alanlarındaki tüm ilgili düzenlemelere uyulmasını ifade etmektedir. Kurallara ve düzenlemelere uyum gösterilmemesi durumunda yasal işlem, para cezaları ve operasyonel gecikmeler meydana gelebilir.
ODA <sub>9</sub>	Denizde ve Limanda Çevresel Faydalar		Otonom deniz araçları sayesinde denizde ve limanlarda emisyon salınımları, kirlilik ve gürültü seviyesinde azalma sağlanabilmektedir. Çevresel faydalar, azaltılmış vergiler ve emisyon kredileri aracılığıyla işletmelere maliyet tasarrufları sağlayarak şirket itibarını yükseltebilmektedir.

**Kaynak:** Munim vd., 2025.

#### 4.4. Otonom deniz araçları kriterlerinin önem ağırlıklarının hesaplanması

Literatür araştırması doğrultusunda elde edilen otonom deniz araçları kriterlerinin sahip oldukları önem ağırlıkları Sezgisel Bulanık SWARA yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. İlgili kriterlere ait olan önem ağırlıkları, deniz taşımacılığı sektöründe en düşük altı en yüksek elli yedi yıldan fazladır faaliyette bulunup en az altı en fazla yirmi gemisi bulunan köklü şirketlere sahip yedi Donatandan oluşturulmuş olan uzman grupla yapılan görüşmeler sonucunda ulaşılan verilerin kullanılmasıyla elde edilmiştir.

Uzman grupta yer alan ve ilgili yöntemde karar vericiler olarak nitelendirilen Donatanlar gerçekleştirdikleri ikili karşılaştırmalarda Tablo 7’de sunulan ölçekten yararlanmışlardır. Donatanların yaptıkları ikili karşılaştırmalarla elde edilen verilere ait bilgiler Tablo 8’de sunulmaktadır.

**Tablo 7.** Kriterlerin önemini derecelendirmek için kullanılan dilbilimsel terimler

Dilsel Terimler	Sezgisel Bulanık Sayılar
Son Derece Önemli (EI)	(0,90 ; 0,05)
Çok Önemli (VI)	(0,80 ; 0,15)
Önemli (I)	(0,65 ; 0,30)
Orta (M)	(0,50 ; 0,45)
Önemsiz (U)	(0,35 ; 0,60)
Çok Önemsiz (VU)	(0,20 ; 0,75)
Kesinlikle Önemsiz (EU)	(0,10 ; 0,90)

**Kaynak:** Ziquan vd., 2021.

**Tablo 8.** Donatanların değerlendirmeleri

	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>
ODA <sub>1</sub>	VI	I	VI	VI	VI	VI	VI
ODA <sub>2</sub>	I	M	M	I	VI	I	M
ODA <sub>3</sub>	I	VI	I	I	I	VI	I
ODA <sub>4</sub>	M	U	M	VI	M	EI	I
ODA <sub>5</sub>	VI	VI	EI	I	I	I	I
ODA <sub>6</sub>	I	I	VI	EI	M	I	I
ODA <sub>7</sub>	M	M	I	M	M	M	I
ODA <sub>8</sub>	M	M	M	I	I	M	EI
ODA <sub>9</sub>	I	I	I	I	M	VI	VI

Donatanlar tarafından yapılan değerlendirmeler sonucunda elde edilen bilgiler sezgisel bulanık sayılara dönüştürülerek Tablo 9’da sunulmuştur. Çalışmada her bir donatanın önem ağırlığı eşit olarak kabul edilmiştir.



**Tablo 9.** Donatan değerlendirilmelerinin sezgise bulanık sayı karşılıkları

	<b>D<sub>1</sub></b>	<b>D<sub>2</sub></b>	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>D<sub>4</sub></b>	<b>D<sub>5</sub></b>	<b>D<sub>6</sub></b>	<b>D<sub>7</sub></b>
<b>ODA<sub>1</sub></b>	(0,80;0,15)	(0,65;0,30)	(0,80;0,15)	(0,80;0,15)	(0,80;0,15)	(0,80;0,15)	(0,80;0,15)
<b>ODA<sub>2</sub></b>	(0,65;0,30)	(0,50;0,45)	(0,50;0,45)	(0,65;0,30)	(0,80;0,15)	(0,65;0,30)	(0,50;0,45)
<b>ODA<sub>3</sub></b>	(0,65;0,30)	(0,80;0,15)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,80;0,15)	(0,65;0,30)
<b>ODA<sub>4</sub></b>	(0,50;0,45)	(0,35;0,60)	(0,50;0,45)	(0,80;0,15)	(0,50;0,45)	(0,90;0,05)	(0,65;0,30)
<b>ODA<sub>5</sub></b>	(0,80;0,15)	(0,80;0,15)	(0,90;0,05)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)
<b>ODA<sub>6</sub></b>	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,80;0,15)	(0,90;0,05)	(0,50;0,45)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)
<b>ODA<sub>7</sub></b>	(0,50;0,45)	(0,50;0,45)	(0,65;0,30)	(0,50;0,45)	(0,50;0,45)	(0,50;0,45)	(0,65;0,30)
<b>ODA<sub>8</sub></b>	(0,50;0,45)	(0,50;0,45)	(0,50;0,45)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,50;0,45)	(0,90;0,05)
<b>ODA<sub>9</sub></b>	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,65;0,30)	(0,50;0,45)	(0,80;0,15)	(0,80;0,15)

Tablo 10’da donatanların birleştirilmiş sezgisel bulanık sayı değerleri ve puan fonksiyon değerleri gösterilmektedir.

**Tablo 10.** Birleştirilmiş sezgisel bulanık sayı ve puan fonksiyon değerleri

	<b>Birleştirilmiş Sezgisel Bulanık Sayılar</b>		<b>Puan Fonksiyon Değerleri S*(C<sub>j</sub>)</b>
<b>ODA<sub>1</sub></b>	0,7834	0,1656	0,8089
<b>ODA<sub>2</sub></b>	0,6235	0,3233	0,6501
<b>ODA<sub>3</sub></b>	0,7017	0,2461	0,7278
<b>ODA<sub>4</sub></b>	0,6561	0,2763	0,6899
<b>ODA<sub>5</sub></b>	0,7506	0,1905	0,7800
<b>ODA<sub>6</sub></b>	0,7157	0,2229	0,7464
<b>ODA<sub>7</sub></b>	0,5484	0,4008	0,5738
<b>ODA<sub>8</sub></b>	0,6412	0,2928	0,6742
<b>ODA<sub>9</sub></b>	0,6861	0,2608	0,7127

Her kriter için puan fonksiyon değerlerinin belirlenmesinin ardından kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesi için yöntemin adımları uygulanarak Tablo 11’deki bilgiler elde edilmiştir.

**Tablo 11.** Sezgisel bulanık swara yöntemi ile elde edilen ağırlık değerleri

<b>Kriterler</b>	<b>S*(C<sub>j</sub>)</b>	<b>S<sub>j</sub></b>	<b>k<sub>j</sub></b>	<b>q<sub>j</sub></b>	<b>w<sub>j</sub></b>
<b>ODA<sub>1</sub></b>	0,8089	-	1,0000	1,0000	0,1913
<b>ODA<sub>5</sub></b>	0,7800	0,1500	1,1500	0,8696	0,1663
<b>ODA<sub>6</sub></b>	0,7464	0,0500	1,0500	0,8282	0,1584
<b>ODA<sub>3</sub></b>	0,7278	0,2500	1,2500	0,6625	0,1267
<b>ODA<sub>9</sub></b>	0,7127	0,2000	1,2000	0,5521	0,1056
<b>ODA<sub>4</sub></b>	0,6899	0,3500	1,3500	0,4090	0,0782
<b>ODA<sub>8</sub></b>	0,6742	0,1000	1,1000	0,3718	0,0711

**Tablo 11.** (Devamı)

<b>ODA<sub>2</sub></b>	0,6501	0,3000	1,3000	0,2860	0,0547
<b>ODA<sub>7</sub></b>	0,5738	0,1500	1,1500	0,2487	0,0476

Tablo 11'deki bilgiler, donatanlar için ODA<sub>1</sub> (0,1913) kriterinin otonom deniz araçları açısından en önemli kriter olarak görüldüğünü, ODA<sub>7</sub> (0,0476) kriterinin ise önem açısından en az değere sahip kriter olarak düşünüldüğünü göstermektedir.

## 5. Tartışma

Çalışmanın bulguları, otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımını etkileyen kriterler içerisinde İşletme Maliyetleri (ODA<sub>1</sub>) kriterinin 0,1913 önem ağırlığıyla çalışmada kullanılan kriterler arasında ilk sırada yer aldığını göstermektedir. İşletme Maliyetleri kriterini ise Gelişmiş Navigasyon Çarpışma Önleme ve Karaya Oturma Önleme Sistemi (ODA<sub>5</sub>) ile Siber Güvenlik Riski (ODA<sub>6</sub>) kriterlerinin sırasıyla 0,1663 ve 0,1584 önem ağırlık puanlarıyla izlediği tespit edilmiştir. Teknik Müdahale (ODA<sub>7</sub>) kriteri ise mevcut kriterler içerisinde 0,0476 önem ağırlık puanıyla son sırada yer almıştır.

Bu çalışmanın bulguları, otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığı sektöründe kullanımında ve sektörle entegrasyonunu sağlamaya yönelik olarak çeşitli politikaların geliştirilebilmesine imkan sağlamaktadır. Otonom deniz araçlarının kullanımını etkileyen en önemli kriterlerin İşletme Maliyetleri (ODA<sub>1</sub>), Gelişmiş Navigasyon Çarpışma Önleme ve Karaya Oturma Önleme Sistemi (ODA<sub>5</sub>) ve Siber Güvenlik Riski (ODA<sub>6</sub>) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ilgili kurum ve kuruluşların mevcut durumu geliştirmek için bu alanlarda inovasyon ve teşvik çalışmalarını gerçekleştirerek araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerini hızlandırmaları gerektiğini göstermektedir. Ayrıca kamu-özel sektör işbirlikleri ile dünya genelindeki uygulamalar yakından incelenerek yapılacak yatırımlar ile mevcut durum iyileştirilmelidir.

Ekonomik açıdan yorumlanabilecek olan İşletme Maliyetleri (ODA<sub>1</sub>) ve Sermaye Maliyetleri (ODA<sub>2</sub>) kriterleri önem ağırlıkları açısından farklı noktalarda yer almaktadır. İşletme Maliyetleri (ODA<sub>1</sub>) 0,1913 önem ağırlığı ile dokuz kriter arasında ilk sırada yer alırken, Sermaye Maliyetleri (ODA<sub>2</sub>) kriteri ise 0,0547 önem ağırlığıyla sekizinci sırada yer almaktadır. Bu durum otonom deniz araçlarının donatanlar açısından işletme maliyetlerini düşürerek rekabet avantajı sağlayacak olması ile açıklanabilirken, sermaye maliyetlerinin en az öneme sahip olan kriterlerden biri olması ise otonom deniz araçlarının donatanlara sağlayacağı avantajlara kıyasla yapılacak olan yatırımın karşılığının alınabileceği düşüncesidir.

Siber Güvenlik Riski (ODA<sub>6</sub>) donatanlar tarafından önemli görülen en önemli kriterlerden biri olarak belirlenmiştir. Bu durum aynı zamanda donatanlar tarafından ilgili kriterin bir tehdit olarak görülmesi şeklinde de okunabilmektedir. Çünkü otonom deniz araçlarının dijital sistemlere daha fazla bağımlı olmaları, bu araçların siber tehditlere karşı daha kırılgan bir hale dönüşmesine neden olmaktadır. İlgili kriter ile ilgili endişelerin giderilebilmesi ve operasyonların güvence altına alınması için mevcut ve güncel tehditlerin tespit edilebileceği sistemler de dahil olmak üzere güçlü siber güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak olan sistemlerde yer alan protokollerin güncellemelerinin düzenli olarak gerçekleştirilip siber güvenlik uzmanlarıyla işbirliklerinin yapılması otonom deniz araçlarının dayanıklılığını arttıracaktır.

Donatanlarla yapılan görüşmelerde ise otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında benimsenebilmesi için kamu, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve ilgili diğer tüm kurum ve kuruluşlarında yürütülecek süreçlerde aktif olarak katılımlarının gerekliliği vurgulanmıştır. Bu gerekliliğin nedeni olarak ilgili tüm paydaşların politika geliştirme çalışmalarına dâhil edilmesinin otonom deniz araçlarının sosyal anlamda kabulü ve ticari deniz taşımacılığında kullanımını için etkili bir yol olduğunun düşünülmesidir.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Son on yılda otonom deniz araçlarının kullanımı literatürde yer bulmaya başlamıştır. Otonom deniz araçlarının kullanım alanları ise çeşitli alanları kapsamaktadır. Otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımı ise gelecekte ticari deniz taşımacılığının vazgeçilmez bir unsuru haline dönüşeceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada amaç otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımına etki eden kriterlerin önem ağırlıklarının donatanların bakış açısıyla değerlendirilmesidir. Çalışmada yer alan kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması için gerçekleştirilen uygulama dört adımda yürütülmüştür. Birinci adımda literatür araştırması yapılarak çalışmanın araştırma problemi belirlenmiştir. İkinci adımda uygulamada kullanılacak olan kriterlerin saptanabilmesi için literatürde bulunan otonom deniz araçları ile ilgili çalışmalar titiz bir biçimde incelenmiştir. Üçüncü adımda çalışmada görüş ve tecrübelerinden bilgilenecek olan uzman grup, Türk Ticaret Kanununun 946. Maddesi uyarınca “Donatan” sıfatına haiz olmuş iş insanlarından oluşturulmuştur. Dördüncü adımda, uygulamanın ikinci adımında çalışmada kullanılmak üzere saptanan kriterlere ait olan önem ağırlıkları Sezgisel Bulanık SWARA yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımı birden fazla nitel ve nicel kriteri doğasında bulduran ve yapısı gereği ilgili spesifik bilgilere sahip olunması gerekliliğinden dolayı uzman görüşleri ekseninde değerlendirilmesi gereken bir çok kriterli karar verme problemidir. Ayrıca ilgili konunun bünyesinde yer alan belirsizlik ve karmaşıklık dolayısıyla mevcut problemin çözümü de zorlaşmaktadır. Bu bilgiler ekseninde çalışmada bulunan kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması için hem nitel ve nicel kriterlerin bir arada değerlendirilmesine fırsat sağlayan hem de problemin doğasında bulunan belirsizliklere çözüm getirebilen Sezgisel Bulanık ÇKKV tekniği (Sezgisel Bulanık SWARA) kullanılmıştır.

Mevcut çalışmanın, otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığı faaliyetlerinde kullanımını etkileyen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanmasında Sezgisel Bulanık SWARA yöntemini kullanan ilk çalışma olması, ilgili çalışmayı mevcut literatürde bulunan diğer çalışmalardan ayıran özellik olarak gösterilebilmektedir. Ayrıca, otonom deniz araçlarının ticari deniz taşımacılığında kullanımını donatanlar açısından değerlendirmeye yönelik daha önce bir çalışmanın yapılmamış olması, bu çalışmanın mevcut literatüre gerçekleştirdiği katkı bağlamında önemini göstermektedir.

Otonom deniz araçları ile ilgili gerçekleştirilen literatür araştırması ekseninde ulaşılan çalışmalarda kullanılmış olan kriterler incelendiğinde, mevcut çalışmanın sonuçlarının Munim vd. (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan kriterlerin önem ağırlıkları açısından sahip oldukları sıralamaları önem ağırlıklarına göre sırasıyla İşletme Maliyetleri, Gelişmiş Navigasyon Çarpışma Önleme ve Karaya Oturma Önleme Sistemi ile Siber Güvenlik Riski olarak belirlenmiştir. Munim vd. (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise kriterlerin önem ağırlıkları açısından sıralaması önem ağırlıklarına göre sırasıyla Gelişmiş Navigasyon Çarpışma Önleme ve Karaya Oturma Önleme Sistemi, Siber Güvenlik Riski ve Teknik Müdahale Hizmetleri olarak belirlenmiştir. Bu bilgi ekseninde, her iki çalışmada da aynı kriterlerin en önemli ilk üç kriter içerisinde yer alması çalışmada kullanılan kriterlerin hesaplanan önem derecelerinin literatür ile olan paralellliğini göstermektedir.

Çalışmada yararlanılmış olan bilgiler, Türk Ticaret Kanununun 946. Maddesi uyarınca “Donatan” sıfatına haiz olmuş iş insanlarından oluşan yedi donatandan elde edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada gerçekleştirilen uygulamanın sonuçları uzman grupta yer alan yedi donatanın görüş ve tecrübelerine dayanıyor olması çalışmanın ilk kısıtını oluşturmaktadır. Ayrıca Sezgisel Bulanık SWARA yönteminin sahip olduğu öznellikten kaynaklı, çalışmaya farklı kriterlerin eklenmesi veya çalışmada faydalanılan kriterlerden herhangi birinin eksilmesi halinde çalışmanın mevcut sonuçlarının değişim göstermesi durumu mevcut çalışmanın diğer bir kısıtı olarak ifade edilebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan kriterler Munim vd. (2025) tarafından gerçekleştirilmiş olan çalışmadan elde edilmiştir. Ticari deniz taşımacılığı süreçlerinde yer almış sektör temsilcileri ile otonom deniz araçlarının geliştirilmesinde faaliyetlerde bulunmuş uzmanların bir araya getirilerek sahip oldukları fikirleri doğrultusunda fikir birliğinin sağlanmasına imkan sunacak grup karar verme yöntemleriyle (Nominal Grup Tekniği, Delphi Tekniği vb.) çalışmada kullanılan kriterler geliştirilerek otonom deniz araçları ile ilgili literatüre katkı sağlanabilir. Ayrıca, ÇKKV yöntemlerinin farklı teknikleri kullanılarak elde edilen sonuçlar ile bu çalışmanın sonuçları kıyaslanabilir. Son olarak farklı ÇKKV yaklaşımları ile otonom deniz araçlarında ticari deniz taşımacılığını etkileyen kriterlerin arasındaki mevcut ilişkiler belirlenerek duyarlılık analizi gerçekleştirilebilir.

### **Araştırmaların Katkı Oranı Beyanı**

Çalışmadaki katkıların tümü yazara aittir.

### **Destek ve teşekkür beyanı**

Çalışma kapsamında herhangi bir destek alınmamıştır.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Çalışma kapsamında herhangi bir kişi veya kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Kaynakça**

**Ahmed, Y.A., Theotokatos, G., Maslov, I., Wenersberg, L.A.L. & Nesheim, D.A. (2024).** Regulatory and legal frameworks recommendations for short sea shipping maritime autonomous surface ships. *Marine policy*, 166, 1-17.

**Atanassov, K.T. (1989).** More on intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*, 33(1), 37-45.

**Burmeister, H.C., Bruhn, W., Rodseth, O.J. & Porathe, T. (2014).** Autonomous unmanned merchant vessel and its contribution towards the e-navigation implementation: The MUNIN perspective. *International journal of e-navigation and maritime economy*, 1, 1-13.

**Chang, C.H., Lin, C.C., Yang, Z. & Kontovas, C. (2024).** Evaluating the social acceptance of autonomous ferries: An observation from passengers' boarding willingness. *Transport policy*, 159, 83-94.

**Dantas, J.L.D. & Theotokatos, G. (2023).** A framework for the economic-environmental feasibility assessment of short-sea shipping autonomous vessels. *Ocean engineering*, 279, 1-20.

**Escorcia-Gutierrez, J., Gamarra, M., Beleno, K., Soto, C. & Mansour, R.F. (2022).** Intelligent deep learning-enabled autonomous small ship detection and classification model. *Computers and electrical engineering*, 100, 1-13.

**Fjortoft, K., Parvasi, S.P., Nesheim, D.A., Wennerberg, L.A.L., Morkrid, O.E. & Psaraftis, H.N. (2023).** Assessing the resilience of sustainable autonomous shipping: New methodology, challenges, opportunities. *Cleaner logistics and supply chain*, 9, 1-16.

**Fonseca, T., Lagdami, K. & Schröder-Hinrichs, J.U. (2021).** Assessing innovation in transport: An application of the technology adoption (TechAdo) model to maritime autonomous surface ships (MASS), *Transport policy*, 114, 182-195.

**Inkinen, T., Helminen, R. & Saarikoski, J. (2021).** Technological trajectories and scenarios in seaport digitalization. *Research in transportation business & management*, 41, 1-11.

**Ivanova, A., Butsanets, A., Breskich, V. & Zhilkina, T. (2021).** Autonomous shipping Means: the main areas of patenting research and development results. *Transportation research procedia*, 54, 793-801.

**Janmethakulwat, A. & Thanasopon, B. (2024).** Digital technology adoption and institutionalization in Thai maritime industry: An exploratory study of the Thai shipowners. *The Asian journal of shipping and logistics*, 40(3), 157-166.

- Jovanovic, I., Vladimir, N., Percic, M. & Korican, M. (2022).** The feasibility of autonomous low-emission ro-ro passenger shipping in the Adriatic Sea. *Ocean engineering*, 247, 1-12.
- Karetnikov, V.V., Butsanets, A.A. & Danilov, O.O. (2023).** Features of the development of a navigation safety system for unmanned port tugs based on the risk assessment method. *Transportation research procedia*, 68, 357-362.
- Kersuliene, V., Zavadskas, E. K. & Turskis, Z. (2010).** Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
- Kim, M., Joung, T.H., Jeong, B. & Park, H.S. (2020).** Autonomous shipping and its impact on regulations, technologies, and industries. *Journal of international maritime safety, environmental affairs, and shipping*, 4(2), 17-25.
- Klein, M. & Wojtkiewicz, M.S. (2023).** Digitalization of small ports as a step in achieving sustainable goals. *Procedia computer science*, 225, 3381-3387.
- Kooij, C., Kana, A.A. & Hekkenberg, R.G. (2021).** A task-based analysis of the economic viability of low-manned and unmanned cargo ship concepts. *Ocean engineering*, 242, 1-11.
- Kurt, I. & Aymelek, M. (2024).** Operational adaptation of ports with maritime autonomous surface ships. *Transport policy*, 145, 1-10.
- Li, H. & Yang, Z. (2023).** Incorporation of AIS data-based machine learning into unsupervised route planning for maritime autonomous surface ships. *Transportation research part e: Logistics and transportation review*, 176, 1-32.
- Liu, C. (2018).** Supplier selection evaluation of shipbuilding enterprises based on entropy weight and multi-attribute decision making. *Proceedings of the fifth international forum on decision sciences*, 255-268.
- Liu, J., Law, A.W.K. & Duru, O. (2021).** Abatement of atmospheric pollutant emissions with autonomous shipping in maritime transportation using bayesian probabilistic forecasting. *Atmospheric environment*, 261, 1-10.
- Makkonen, H., Davies, S.N., Saarni, J. & Huikkola, T. (2022).** A contextual account of digital servitization through autonomous solutions: Aligning a digital servitization process and a maritime service ecosystem transformation to autonomous shipping. *Industrial marketing management*, 102, 546-563.
- Munim, Z.H. (2019).** Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models. *Supply chain forum: An international journal*, 20(4), 266–279.
- Munim, Z.H., Notteboom, T., Haralambides, H. & Schoyen, H. (2025).** Key determinants for the commercial feasibility of maritime autonomous surface ships (MASS). *Marine policy*, 172, 1-13.
- Munim, Z.H., Saha, R., Schoyen, H., Ng, A.K.Y & Notteboom, T.E. (2022).** Autonomous ships for container shipping in the Arctic routes. *Journal of marine science and technology*, 27, 320-334.
- MUNIN (2016).** About Munin-Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks. Erişim: 25 Aralık, 2024, <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/>.
- Sar, A.B. (2023).** Considerations on assistance and rescue at sea in the light of the increasing autonomy in shipping. *Marine policy*, 153, 1-11.
- Shahbakhsh, M., Emad, G.R. & Cahoon, S. (2021).** Industrial revolutions and transition of the maritime industry: The case of seafarer's role in autonomous shipping. *The Asian journal of shipping and logistics*, 38(1), 10-18.
- Tijan, E., Jovic, M., Aksentijevic, S. & Pucihar, A. (2021).** Digital transformation in the maritime transport sector. *Technological forecasting and social change*, 170, 1-15.

**Wu, B., Yip, T.L., Yan, X. & Soares, C.G. (2022).** Review of techniques and challenges of human and organizational factors analysis in maritime transportation. *Reliability engineering & system safety*, 219, 1-12.

**Xing, W. & Zhu, L. (2023).** Exploring legal gaps and barriers to the use of unmanned merchant ships in China. *Marine policy*, 153, 1-12.

**Xing, W. (2024).** Contemplating maritime autonomous surface ships (MASS) under the international law on ship-source pollution. *Marine pollution bulletin*, 207, 1-15.

**Xu, G.L., Wan, S.P. & Xie, X.L. (2015).** A selection method based on MAGDM with interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Mathematical problems in engineering*, 2015, 1-13.

**Xu, Z. (2007).** Methods for aggregating interval-valued intuitionistic fuzzy information and their application to decision making. *Control and decision*, 22(2), 215-219.

**Yalman, S. C., Tıkız, İ., & Bamyacı, M. (2023).** Deniz taşımacılığında dönüm noktası: Otonom gemilerin geleceği. *Denizcilik araştırmaları dergisi: Amfora*, 2(3), 32-39.

**Zhang, M., Zhang, D., Yao, H. & Zhang, K. (2020).** A probabilistic model of human error assessment for autonomous cargo ships focusing on human-autonomy collaboration. *Safety science*, 130, 1-12.

**Ziquan, X., Jiaqi, Y., Naseem, M.H., Zuquan, X. & Xueheng, L. (2021).** Supplier selection of shipbuilding enterprises based on intuitionistic fuzzy multicriteria decision. *Mathematical problems in engineering*, 2021, 1-11.

**Zis, T.P.V., Psaraftis, H.N. & Vilanova, M.R. (2023).** Design and application of a key performance indicator (KPI) framework for autonomous shipping in Europe. *Maritime transport research*, 5, 1-17.