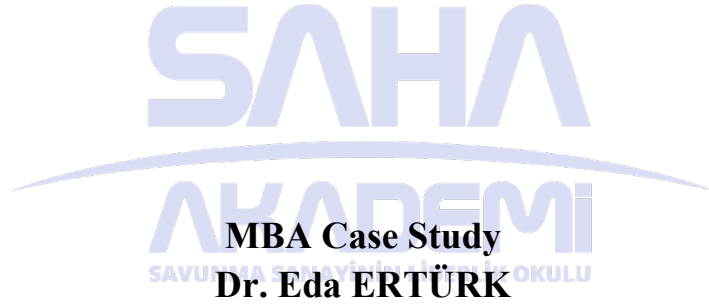


T.C
SAHA İSTANBUL & TÜBİTAK TÜSSİDE
SAHA AKADEMİ MBA YÖNETİCİ GELİŞTİRME PROGRAMI

**Su Altı Savaşlarında İnsansız Araçların ve Yapay Zekanın Rolü:
Geleceğin Savaş Alanına Bir Bakış**



Danışman
Dr. Uğur TARÇIN
İstanbul-2025

1. SAHA İstanbul Yönetim Kurulu kararıyla, 2024-2025 eğitim döneminden itibaren SAHA AKADEMİ MBA katılımcılarına “Araştırma Projesi” hazırlama yükümlülüğü getirilmiştir. Bu uygulama; katılımcıların sektörel bilgi, stratejik düşünme ve akademik üretkenlik yetkinliklerini geliştirmeyi hedeflerken, savunma sanayii ekosistemine bilimsel katkıyı artırmayı amaçlamaktadır. Bu girişim, Türk savunma sanayii ekosisteminde bilimsel katkıyı artırmaya yönelik önemli bir adımdır.

2. SAHA İstanbul-SAHA AKADEMİ tarafından yayımlanan bu çalışma, ilgili yazar tarafından özgün biçimde hazırlanmış ve beyan edilmiştir. Çalışmada yer alan görüşler yazara ait olup, SAHA İstanbul’un kurumsal görüşünü yansıtmamaktadır. İçerikte sunulan bilgi, yorum ve sonuçların doğruluğu sorumlu yazara aittir. SAHA AKADEMİ; benzerlik oran tespitini yapmıştır.

3. Bu çalışma, [Eda ERTÜRK] tarafından hazırlanmıştır. Araştırma Projesi danışman tarafından değerlendirilmiş ve sunumu [11 Mayıs 2025] tarihinde yeterli görülerek kabul edilmiştir.

Araştırma Projesi Sunum Jüri Üyeleri

Başkan	Dr. Uğur Tarçın (SAHA AKADEMİ Öğr.Görevlisi)	<i>e-imzalıdır</i>
Üye	Ayşe Çağın (SAHA AKADEMİ Yöneticisi)	<i>e-imzalıdır</i>
Üye	Muzaffer Ünsaldı (Kurumsal İletişim ve Marka Yöneticisi)	<i>e-imzalıdır</i>

(Formun aslı, imzalı olarak ilgili dosyada muhafaza edilmektedir.)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
HAZIRLAYAN BİLGİ.....	3
1. Vaka Özeti	3
2. Sorun Tanımı	3
3. Amaç	4
4. Vaka Arka Planı.....	5
5. Analiz Yöntemi.....	8
6. Çözüm Önerileri.....	8
7. Gerçekleştirilen Aşamalar veya Eylemler	8
8. Bulgular.....	9
9. Değerlendirme.....	10
10. Ek Bilgiler.....	13
11. Sonuç ve Tavsiyeler.....	14
12. Kaynakça.....	15



SU ALTI SAVAŞLARINDA İNSANSIZ ARAÇLARIN VE YAPAY ZEKANIN ROLÜ: GELECEĞİN SAVAŞ ALANINA BİR BAKIŞ

(CASE(VAKA)STUDY)

Dr. Eda ERTÜRK

ROKETSAN A.Ş.

eda.okutan@roketsan.com.tr

1. Vaka Özeti

Su altı savaşları, askeri stratejilerin ve taktiklerin deniz altındaki zorlu koşullarda uygulandığı, geleneksel deniz savaşlarının çok ötesine geçen bir alanı temsil etmektedir. İnsansız su altı araçları ve yapay zekadaki teknolojik gelişmeler, su altı savaşlarında önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Su altı savaşlarında insansız araçlar ve yapay zekanın kullanımının etkilerini inceleyen çalışmalar, bu teknolojilerin gelecekteki potansiyel etkileri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Rashid, Kausik, Sunny, & Bappy, 2023).

Bu vaka çalışmasında, insansız deniz araçlarının ve yapay zekanın su altı savaşlarında kullanımı, bu teknolojilerin gelecekteki potansiyel etkileri ve su altı enerji hatları ile su altı iletişim altyapılarına yönelik operasyonel etkileri incelenmektedir.

Su altı savaşlarında karşılaşılan zorluklar arasında, bu altyapıların güvenliğinin sağlanması ve saldırılara karşı korunması, insansız araçların bu görevlerdeki etkinliğini test etmektedir. Son yıllarda, insansız su altı araçları su altı enerji hatlarına yönelik sabotaj, kesintiye uğratma ve izleme görevlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yapay zeka, bu araçların otonom şekilde çalışabilmesine ve daha etkili kararlar alabilmesine olanak sağlamaktadır.

2. Sorun Tanımı

Su altı savaşları, oldukça zorlu bir ortamda gerçekleşir ve bir dizi teknik ve stratejik zorlukla karşılaşılır. Bu sorunlar su altı operasyonlarının etkinliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Su altı enerji hatları ve fiber optik iletişim hatları, stratejik askeri operasyonlar için kritik öneme sahiptir. Su altı savaşlarının başlıca sorunları şunlardır:

Görünürlük ve İletişim Zorlukları: Su altındaki iletişim, özellikle radyo ve elektromanyetik dalgalar ile sınırlıdır. Bu durum, insansız deniz araçlarının etkinliğini kısıtlar. Akustik iletişim ve optik sistemlerin geliştirilmesi, su altı enerji hatlarına yönelik saldırı tespiti ve hatların izlenmesi için kritik öneme sahiptir. Ancak, derinlik, ortam gürültüsü ve su altı koşulları bu iletişim yöntemlerinin verimliliğini sınırlamaktadır. Su altı savaşları, çevresel koşullar nedeniyle büyük bir zorluk oluşturur. İletişim sorunları ve görünürlük eksiklikleri, insansız araçların etkinliğini kısıtlayabilir (Bazzarello et al., 2023). Aynı zamanda, su altı enerji hatlarına yönelik tehditler artarken, bu hatların güvenliği ve korunması ön plana çıkmaktadır (Sharma, 2022).

Yüksek Tehdit Ortamı: Su altı enerji hatları ve fiber optik iletişim hatları gibi kritik altyapılar, askeri ve ticari amaçlarla büyük bir tehdit altındadır. Düşman tarafından yapılan sabotajlar, bu altyapıları büyük ölçüde kesintiye uğratabilir. Yapay zeka destekli insansız deniz araçları, su altı hatlarını izleyerek olası tehditleri önceden tespit etmelidir.

Hızlı ve Etkili Yanıt Zorunluluğu: Su altı tehditlerine anında müdahale edilmesi gereken durumlarda, insansız araçlar ve yapay zekanın devreye girmesi gerekir. Özellikle su altı iletişim hatlarına yönelik sabote edici operasyonlar, insanlı müdahalelerin yetersiz olduğu durumlarda bu teknolojilerin etkinliğini gösterir.

Yapay Zeka ve Otonom Sistemlerin Güvenilirliği: Su altındaki zorlu çevre koşullarında insansız araçların doğru şekilde çalışması, özellikle enerji hatları ve iletişim altyapılarının savunmasında önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Yapay zekanın, bu araçlarda kritik kararlar alabilmesi için sürekli gelişim ve test süreçlerine ihtiyaç vardır.

3. Amaç

Bu vaka çalışmasının amacı, su altı savaşlarında insansız araçlar ve yapay zekanın nasıl entegre edileceğini, bu teknolojilerin operasyonel verimlilik üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Aynı zamanda, su altı savaşlarında karşılaşılan zorlukların çözümü için bu teknolojilerin sağladığı faydaları ve olası riskleri incelemek hedeflenmektedir. Ayrıca, su altı savaşlarında insansız araçların ve yapay zekanın gelecekte nasıl bir rol oynayabileceği konusunda öngörülerde bulunmak amaçlanmaktadır.

4. Vaka Arka Planı

Su altı savaşları, tarihsel olarak deniz kuvvetleri arasında stratejik bir üstünlük sağlamak amacıyla önemli bir alan olmuştur. Bu tür savaşlar, II. Dünya Savaşı'ndan itibaren denizaltıların kullanımının artmasıyla daha önemli hale gelmiştir. 21. yüzyılda ise insansız deniz araçları ve yapay zeka, denizaltı savunma stratejilerinde devrim yaratmaya başlamıştır (Rossiter, 2025).

İnsansız su altı araçları, su altı savaşlarında giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Bu araçlar, insanlı araçların giremeyeceği derinliklerde ve tehlikeli koşullarda çalışabilir, stratejik bilgiler toplayabilir ve kendilerine verilen operasyonel görevleri yerine getirebilir. İnsansız su altı araçları üç ana kategoriye ayrılabilir:

Keşif ve Gözetleme Araçları: Bu araçlar, düşman hatlarına sızmak, denizaltı altyapısını izlemek ve düşman hareketlerini tespit etmek için kullanılır.

Mayın Temizleme Araçları: Deniz mayınlarının etkisiz hale getirilmesinde kullanılır. Bu araçlar, deniz mayınlarının yerini tespit etmek ve etkisiz hale getirmek için gelişmiş sensörler ve yapay zeka destekli algoritmalar kullanır.

Silahlı Araçlar: Gelecekte insansız su altı araçları, düşman denizaltılarına ve diğer su altı hedeflerine saldırılar düzenlemek için de kullanılabilir.

Su altı teknolojileri, savunma ve güvenlik, araştırma ve keşif, enerji ve kaynak çıkarma, çevre ve iklim çalışmaları, denizcilik ve lojistik gibi görevlerde kullanıma sunulmuştur.

Su altı enerji hatları ve fiber optik iletişim hatları, kritik altyapılar olup askeri operasyonların devamlılığını sağlar. Bu hatlara yönelik saldırılar, düşmanın deniz kuvvetlerine zarar vermesinin yanı sıra, iletişim ve istihbarat akışını da kesintiye uğratabilir. Son yıllarda, gelişmiş sonar sistemleri ve otonom araçlar ile bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Yapay zekanın, su altı savaşlarında büyük bir devrim yaratması beklenmektedir. İnsansız su altı araçları, otonom olarak görevleri yerine getirebilmek için yapay zeka ile donatılabilir. Bu araçlar, aşağıdaki görevleri gerçekleştirmek için yapay zeka teknolojilerini kullanabilir:

Gerçek Zamanlı Verilerin İşlenmesi ve Karar Verme: Su altı ortamı, iletişim zorlukları, düşük görüş mesafesi ve zorlu çevresel koşullar gibi faktörlerden ötürü karmaşıktır. Yapay zeka, bu ortamda hızlı ve doğru kararlar alabilir.

Hedef Tespiti ve İzleme: Derin denizlerde, su altı araçları genellikle yüksek doğrulukla hedefleri tespit etmek zorundadır. Yapay zeka, radar, sonar, optik ve diğer sensörlerden gelen verileri analiz ederek hedefleri izleme ve tanıma yeteneği sağlar.

Görev Planlaması ve Optimizasyonu: Yapay zeka algoritmaları, görevlerin verimli bir şekilde planlanmasını sağlar. Bu, maliyetleri ve riskleri minimize ederken, su altı görevlerinin etkinliğini artırabilir.

Otonom İletişim ve Koordinasyon: Yapay zeka, farklı insansız araçların bir arada çalışmasını sağlayarak otonom görevler için bir ağ koordinasyonu oluşturabilir.

Su altı enerji hatları (özellikle denizaltı kabloları ve boru hatları) küresel enerji tedarik zincirinin önemli bir parçasıdır. Bu altyapılar, askeri çatışmalar ve operasyonlar için stratejik hedefler olabilir. İnsansız su altı araçları ve yapay zeka, bu altyapıları korumak, izlemek ve gerektiğinde hedef almak için kullanılabilir.

Enerji Hatlarının Korunması: Su altı enerji hatlarının korunması, özellikle denizaltı kabloları ve petrol/gaz boru hatları açısından kritik önem taşır. Otonom araçlar, bu hatların düzenli olarak izlenmesini ve bakımının yapılmasını sağlar.

Saldırılar ve Zarar Verme: İnsansız araçlar, düşman su altı altyapılarını hedef alabilir. Örneğin, su altı mayınları yerleştirebilir veya belirli denizaltı hatlarını sabote edebilirler.

Su Altı İletişim Altyapısı: Yapay zeka destekli araçlar, su altı iletişim ağlarını kurabilir ve izleyebilir. Özellikle, iletişimin kesilmesi durumunda, bu araçlar hayati bilgiler toplamak ve iletmek için kullanılabilir.

Türkiye ve Dünya ülkelerinde bu teknolojilere son yıllarda daha fazla önem verilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri: ABD, deniz kuvvetlerinde insansız araçların kullanımına öncülük etmektedir. Unmanned Underwater Vehicles (UUV'ler) ve

Autonomous Underwater Vehicles (AUV'ler) ile yapılan operasyonlar deniz kuvvetlerinin stratejik operasyonlarında yer almaktadır.

Çin: Çin, teknolojik üstünlük sağlamak için su altı savaş teknolojilerine büyük yatırımlar yapmaktadır. UUV ve yapay zeka teknolojilerinin su altı savaşlarında önemli bir rol oynayacağına dair bir strateji geliştirmiştir. Çin, özellikle Güney Çin Denizi'nde etkinlik göstermektedir.

Rusya: Rusya, denizaltı savaşı konusunda uzun bir geçmişe sahiptir ve son yıllarda insansız araçlar ve yapay zeka tabanlı deniz araçlarını geliştirmek için çalışmalarını artırmıştır.

Birleşik Krallık: Birleşik Krallık, denizaltı savaş teknolojilerine odaklanan araştırmalar yaparak, su altı araçlarını geliştirme konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir.

Türkiye: Su altı savaşları alanında savunma sanayisinde büyük adımlar atmaktadır. Savunma Sanayi Ana Yüklenicileri yerli insansız deniz araçları ve bu araçlara entegre olacak mühimmatlar geliştirme odağına stratejik yol haritalarında yer vermektedir. Türk Deniz Kuvvetleri, denizaltı güvenliği, mayın temizliği ve keşif görevlerinde bu araçları kullanmak ve operasyonel etkinliklerini gün geçtikçe artırmayı amaçlamaktadır. Türkiye'nin Akdeniz'deki stratejik hedefleri doğrultusunda su altı teknolojilerinin geliştirilmesi önemli bir öncelik taşımaktadır. Bu araçların, özellikle doğalgaz ve petrol rezervlerinin bulunduğu bölgelerde kullanılmasının faydaları bilinmektedir. Bu alanda geliştirilen teknolojiler, Türkiye'nin stratejik su altı operasyonlarındaki etkinliğini artırmaktadır.

Türk Silahlı Kuvvetleri'nin su altı harp kabiliyetlerini artırmak amacıyla, yerli savunma sanayii kuruluşları çeşitli insansız su altı sistemleri (İSAS) geliştirmektedir. Bu bağlamda, STM tarafından geliştirilen DERİNGÖZ, keşif ve gözetleme görevlerini otonom şekilde yerine getiren mini bir insansız su altı aracıdır (STM, 2023). ARMELSAN ise mayın tarama ve denizaltı savunma harbi görevlerinde kullanılmak üzere MELİS-2071 gibi sonar sistemlerini hizmete sunmuştur (ARMELSAN, 2023). ASELSAN da denizaltı tespiti ve veri toplama işlevlerini gerçekleştiren insansız sistemler üzerinde çalışmakta ve bu sistemlerde yapay zekâ tabanlı karar destek teknolojilerini entegre etmektedir (ASELSAN, 2023).

5. Analiz Yöntemi

Bu vaka çalışmasında, nitel analiz yöntemi kullanılacaktır. Literatür taraması, mevcut askeri raporlar, su altı savaşları ile ilgili belgeler ve insansız deniz araçları kullanımı hakkında yapılan bilimsel araştırmalar incelenecektir. Ayrıca, su altı savaşlarında kullanılan insansız araçların ve yapay zekanın performansı üzerine yapılan analizler değerlendirilecektir. Bu veriler, insansız araçların ve yapay zekanın etkinliğini ölçmek ve gelecekteki kullanımlarını öngörmek için temel sağlayacaktır.

6. Çözüm Önerileri

Yapay Zeka Destekli Otonom Sistemler: İnsansız deniz araçlarının daha bağımsız şekilde hareket etmesi için gelişmiş yapay zeka algoritmaları kullanılabilir. Bu sistemler, su altı ortamında daha hızlı ve etkili kararlar alabilir (Bursuc, Munteanu, & Rus, 2024). İnsan müdahalesi gerekliliği ortadan kalkar.

Gelişmiş İletişim Teknolojileri: Su altı iletişimini iyileştirecek yeni teknolojiler, örneğin akustik iletişim veya optik sistemler, geliştirilerek operasyonel verimlilik artırılabilir (Naval News, 2024). Daha hızlı veri iletimi ve daha güvenilir bir iletişim ağı tesis edilmiş olur.

7. Gerçekleştirilen Aşamalar veya Eylemler

İnsansız Deniz Araçlarının Test Edilmesi: İnsansız deniz araçlarının test edilmesi, bu araçların otonom hareket kabiliyetlerinin değerlendirilmesi açısından önemlidir (Bazzarello et al., 2023). Deniz kuvvetleri tarafından çeşitli insansız deniz araçları su altı görevlerinde test edilmektedir. Bu testler, araçların otonom hareket kabiliyeti ve su altındaki tespit yeteneklerini değerlendirmeyi hedeflemektedir.

Yapay Zeka Algoritmalarının Geliştirilmesi: Yapay zeka algoritmalarının denizaltı hedeflerinin otomatik olarak tanımlanması üzerine geliştirilmiş olması, bu araçların etkinliğini artırmaktadır (Hörster, 2024). Yapay zeka algoritmaları, denizaltılar ve diğer hedeflerin otomatik olarak tanımlanması için geliştirilmektedir. Bu algoritmaların doğruluğu ve güvenilirliği, su altı koşullarında test edilmektedir.

8. Bulgular

Su altı savaşlarında insansız araçlar ve yapay zekanın kullanımı, savaşın şekli üzerinde derin etkiler yaratabilir:

Düşman Savunmalarını Aşma: İnsansız deniz araçlarının kullanımı, düşman savunmalarını aşmada stratejik avantajlar sağlamaktadır (Sharma, 2022). İnsansız araçlar, düşman radarları ve sonarları tarafından tespit edilmeden görevlerini yerine getirebilir, bu da gizlilik ve güvenlik avantajı sağlar.

Hız ve Etkinlik: Yapay zeka ve otonom sistemler, görevlerin hızla ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlar (Layton, 2021). Bu da stratejik avantaj sağlayabilir.

İnsan Kaybı ve Risklerin Azaltılması: İnsanlı ekiplerin maruz kaldığı riskleri azaltmak için insansız araçlar kullanılabilir. Bu, özellikle yüksek tehlikeli su altı ortamlarında önemlidir.

Yeni Savaş Stratejileri ve Doktrinler: Su altı savaşları, daha önce düşünülmemiş stratejik alanlar ve taktikler geliştirebilir. İnsansız araçların ve yapay zekanın bir arada kullanımı, yeni savaş doktrinlerine yol açabilir.

Su altı savaşlarında insansız araçlar ve yapay zekanın kullanımı, bazı teknolojik zorluklar ve etik sorunları da beraberinde getirebilecektir. Bunlar:

İletişim Zorlukları: Su altı ortamında iletişim sınırlıdır. Bu, otonom araçların etkinliğini sınırlayabilir. Yapay zekanın bu zorluğu aşması için gelişmiş teknikler ve iletişim altyapıları gereklidir.

Etik Sorunlar: İnsanlı ekiplerin yerini alabilecek insansız araçların savaş alanındaki rolü, etik açıdan tartışmalı olabilir. Otonom saldırıların kontrolü, sivil altyapılara zarar verme riski gibi sorunlar da gündeme gelebilir.

Gelişen Teknolojilere Karşı Savunma: İnsansız araçlar ve yapay zeka gelişmeye devam ettikçe, bu teknolojilere karşı savunma stratejilerinin de gelişmesi gerekecektir.

İnsansız araçların ve yapay zekanın operasyonel verimliliği önemli ölçüde artırdığı değerlendirilmektedir. Ancak, bazı durumlarda su altındaki zorlu koşullar nedeniyle iletişim sorunları yaşanması olası olarak değerlendirilmekte, algoritmaların güvenilirliği konusu tartışılmaktadır. Bu sorunların çözülmesi için daha fazla AR-GE çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

9. Değerlendirme

Su Altı Savaşlarında İnsansız Araçlar Pazarı Değerlendirmesi

Son yıllarda su altı savaşlarında insansız araçlar, deniz güvenliği ve askeri operasyonlarda giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Bu araçlar, askeri stratejilerdeki değişikliklerle paralel olarak daha fazla ilgi görmekte ve gelişmiş teknolojilerle donatılmaktadır. Su altı insansız araçlar pazarının büyümesi, artan savunma harcamaları, jeopolitik gerilimler ve askeri uygulamalardaki yenilikçi gereksinimlerden kaynaklanmaktadır.

Pazar Büyüklüğü ve Büyüme Oranı

2022'de 3.51 milyar USD olarak tahmin edilen pazarın, 2023'te 3.79 milyar USD'ye ulaşması ve 2032 yılına kadar 7.5 milyar USD'ye çıkması bekleniyor. Bu büyüme, yıllık %7,87 bileşik büyüme oranıyla gerçekleşmesi öngörülen önemli bir gelişimi göstermektedir. Pazarın gelecekteki büyüme beklentileri, teknolojik yenilikler ve artan stratejik savunma harcamalarından güç alacak gibi görünmektedir.

Pazar Sürücülerinin Detaylı Analizi

- **Savunma Harcamalarındaki Artış ve Deniz Güvenliği İnisiyatifleri:** Artan jeopolitik gerilimler ve bölgesel güvenlik tehditleri, ülkelerin denizaltı savaş yeteneklerini artırmalarını zorunlu hale getirmektedir. Denizaltı tehditleri (örneğin denizaltılar ve deniz mayınları) ve bu tehditlere karşı savunma ihtiyacı, insansız su altı araçlarının kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Savunma bütçelerinin büyümesi, bu araçlara olan talebi artırmaktadır.
- **Otonom Sistemlerdeki Teknolojik Gelişmeler:** Yapay zeka, makine öğrenimi ve gelişmiş sensör teknolojilerindeki ilerlemeler, su altı araçlarının etkinliğini artırmıştır. Bu teknolojiler, araçların otonom operasyon yeteneklerini geliştirirken, daha verimli veri toplama ve analiz yapmalarına olanak tanımaktadır.
- **Okyanografik Araştırma ve Çevresel İzleme Talebi:** Okyanus ekosistemleri, iklim değişikliği ve doğal kaynak keşfi üzerine yapılan araştırmalar da bu pazarı şekillendiren önemli bir faktördür. Su altı zırhlı insansız araçlar, çevresel izleme ve bilimsel araştırmalarda kullanılmak üzere önemli araçlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu araçlar, uzun süreli veri toplama, okyanografik keşifler ve deniz ekosistemlerinin izlenmesinde kilit bir rol oynamaktadır.

Pazar Uygulama Segmentleri

- **Savunma Uygulamaları:** Bu segment, pazarın en büyük payına sahiptir. 2023 yılında 1.2 milyar USD değerinde olan bu segmentin, 2032'ye kadar 2.4 milyar USD'ye ulaşması beklenmektedir. Askeri operasyonlarda su altı araçlarının kullanımı, istihbarat toplama, keşif, tatbikatlar ve denizaltı savaşlarında kritik bir yer tutmaktadır.
- **Araştırma Uygulamaları:** Bu segment, okyanografik ve deniz bilimleri araştırmaları için oldukça önemlidir. 2023'te 0.9 milyar USD olan bu segmentin 2032'de 1.8 milyar USD'ye çıkması bekleniyor. Bu araçlar, çevresel izleme ve okyanus bilimleri araştırmalarında yüksek çözünürlüklü veri toplama amacıyla kullanılmaktadır.
- **Ticari Keşif:** 2023'te 1.0 milyar USD olan bu pazarın, 2032'ye kadar 2.0 milyar USD'ye çıkması öngörülüyor. Mineral keşfi, deniz altı kaynaklarının araştırılması ve petrol/gaz endüstrisindeki keşifler gibi ticari uygulamalar bu segmentin büyümesini desteklemektedir.

Teknolojik Yenilikler ve Gelişmeler

- **Tahrik Sistemi Teknolojileri:** Elektrikli tahrik sistemleri, çevre dostu ve düşük gürültü seviyeleri ile önemli bir gelişim göstermektedir. Hibrid tahrik sistemleri, uzun menzil ve esneklik sağlamak için popüler hale gelmiştir. Ayrıca, güneş enerjisiyle çalışan sistemler ve turbin motorları gibi yenilikçi enerji kaynakları, verimliliği artırmaktadır.
- **Yük Kapasitesi:** Araçların hafif, orta ve ağır yük kapasitesine sahip olması, farklı operasyonel ihtiyaçlara göre özelleştirilmiş çözümler sunmaktadır. Bu, araçların sadece savunma alanında değil, aynı zamanda ticari ve çevresel izleme gibi farklı alanlarda da etkin olmasını sağlamaktadır.
- **Derinlik Kapasitesi:** Sığ su, derin su ve çok derin su operasyonları, farklı görevler için uyarlanabilirlik sağlar. Derin su ve çok derin su operasyonları, özellikle savunma ve araştırma alanlarında büyük önem taşımaktadır.

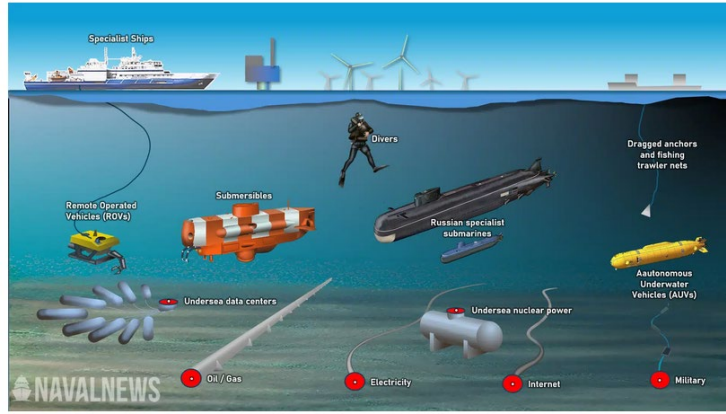
Bölgesel Pazar Dinamikleri

- **Kuzey Amerika:** 2023'te 1.2 milyar USD değerinde olan bu pazar, gelişmiş savunma bütçeleri ve yüksek teknolojik altyapı ile lider konumda.
- **Avrupa:** 1.0 milyar USD'lik bir pazar büyüklüğüne sahip olan Avrupa, deniz güvenliği ve çevresel izleme alanında önemli yatırımlar yapmaktadır.
- **Asya-Pasifik (APAC):** Bu bölge, hızla gelişen pazarlarla dikkat çekmektedir ve deniz keşifleri ile bölgesel güvenlik tehditleri, Asya-Pasifik pazarının büyümesine yol açmaktadır.

Özet olarak su altı zırhlı insansız araçlar pazarı, askeri uygulamaların yanı sıra çevresel izleme, ticari keşif ve okyanografik araştırmalar gibi farklı alanlarda büyümeye devam etmektedir. Teknolojik gelişmeler, yeni nesil tahrik ve sensör sistemleri, bu araçların çok daha geniş bir yelpazede uygulanabilirliğini sağlamaktadır. Gelecekteki büyüme, savunma harcamalarındaki artış, çevresel izleme ihtiyaçları ve denizaltı keşfi için artan talep ile daha da hızlanacaktır.

Vaka çalışmasından elde edilen sonuçlar, insansız araçlar ve yapay zekanın su altı savaşlarının geleceğini büyük ölçüde şekillendirecek teknolojiler olduğunu ortaya koymaktadır. Bu araçlar, askeri operasyonlarda stratejik avantajlar sağlarken, aynı zamanda su altı altyapılarının korunması ve sabotajı gibi konularda önemli rol oynamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin getirdiği yeni zorluklar ve etik sorunlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu teknolojilerin güvenli ve etkin kullanımı için daha fazla test ve geliştirme sürecine ihtiyaç vardır. Gelecekte, daha sofistike yapay zeka ve iletişim teknolojilerinin entegrasyonu ile su altı operasyonlarında devrim yaratılabileceği değerlendirilmektedir.

10. Ek Bilgiler



Şekil 1. Su Altı Savaşları

Tablo 1. Su Altı İletişim Sistemlerinin Karşılaştırılması

İletişim Yöntemi	Avantajları	Dezavantajları	Kullanım Alanları
Akustik İletişim	Uzun menzil, derin denizlerde kullanılabilir	Düşük veri aktarım hızı, ortam gürültüsü etkisi	Denizaltı iletişimi, UUV iletişimi
Optik İletişim	Yüksek veri iletimi, hızlı iletişim	Yalnızca kısa mesafelerde etkili, çevresel engeller	Kısa mesafeli iletişim, keşif görevleri
Elektromanyetik İletişim	Yüksek güvenlik, hassas veri iletimi	Düşük menzil, sinyal kaybı yaşanabilir	Sualtı kablo hatları, yeraltı kablo iletişimi

Tablo 2. İnsansız Deniz Araçlarının Kullanım Alanları ve Görevleri

Görev	Araç Tipi	Kullanım Alanı	Teknolojik Gereksinimler
Keşif ve İstihbarat	İnsansız Deniz Araçları (UUV)	Düşman hareketlerinin izlenmesi ve istihbarat toplama	Yüksek çözünürlüklü sonar, akustik veri iletimi
Mayın Temizleme	Otonom Mayın Temizleme Aracı	Su altındaki mayınların tespiti ve temizlenmesi	Otonom yönlendirme, tehlike algılama sensörleri
Enerji ve Haberleşme Hatlarına Müdahale	Su Altı Robotları	Su altı enerji hatları ve iletişim altyapılarına müdahale	Fiber optik kablo kesme, veri iletimi
Düşman Takibi	İnsansız Deniz Araçları	Düşman denizaltılarının ve gemilerinin takibi	Derin sonar, hız ve yön algılama

Tablo 3. Yapay Zeka ve Otonom Sistemlerin Su Altı Operasyonlarındaki Etkinliği

Operasyon Aşaması	Yapay Zeka Kullanımı	Avantajlar
Hedef Tanıma	Görüntü işleme ve nesne tanıma algoritmaları	Hedeflerin hızlı ve doğru tanımlanması
Tehdit Analizi	Durum analizi ve tehdit değerlendirme	Su altındaki tehditlere anında yanıt verebilme
Otonom Hareket	Yapay zeka tabanlı Rotalama ve engel tanıma	Araçların bağımsız hareket edebilmesi, düşük riskli operasyonlar
Veri İşleme	Yapay zeka destekli veri analizi	Büyük veri kümelerinin hızlı işlenmesi ve anlamlı sonuçların elde edilmesi

11. Sonuç ve Tavsiyeler

Su altı savaşları, teknolojik ilerlemeler ile daha etkin hale gelmektedir. İnsansız araçlar ve yapay zeka bu alanda önemli bir potansiyele sahiptir. Gelecekte, bu teknolojilerin güvenli ve etkin kullanımı için sürekli gelişim ve deneme süreçlerine odaklanılmalıdır. Kurumlar, bu teknolojilere yatırım yaparak, operasyonel kapasitelerini artırabilirler.



12. Kaynakça

1. Rashid, A. B., Kausik, A. K., Sunny, A. A. H., & Bappy, M. H. (2023). Artificial intelligence in the military: An overview of the capabilities, applications, and challenges. *International Journal of Intelligent Systems*, 2023(4), 1-31.
2. Layton, P. (2021). *Fighting artificial intelligence battles: Operational concepts for future AI-enabled wars*. Network.
3. Scipanov, L. V. (2024). *Doctrinal considerations about the seabed warfare*.
4. Bazzarello, C., Costanzi, R., Pollini, L., Stifani, C. A. M., et al. (2023). Underwater surveillance with maritime unmanned systems: Usage of artificial intelligence against the threat of mines.
5. Bashfield, S. (2024). Defending seabed lines of communication. *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*.
6. Bursuc, A., Munteanu, C., & Rus, S. (2024). Overview on sea drones evolution and their use in modern warfare. *Land Forces Academy Review*.
7. Rossiter, A. (2025). Cable risk and resilience in the age of uncrewed undersea vehicles (UUVs). *Marine Policy*.
8. Sharma, S. (2022). Global developments in sea-based unmanned crafts. *Journal of Defence Studies*.
9. Hörster, T. (2024). The impact of unmanned vehicles on the transformation of the naval battlespace in the Baltic Sea region.
10. Naval Technology. (n.d.). Seabed warfare is a real and present threat. *Naval Technology*.
11. Naval News. (2024, February). Cable attack: New undersea threat is starting to reshape naval wars. *Naval News*.
12. https://www.marketresearchfuture.com/reports/armored-unmanned-underwater-vehicle-market-3851?utm_term=&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2893753364&hsa_cam=20513279457&hsa_grp=153141660637&hsa_ad=672796300975&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-2188716109182&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1
13. ARMELSAN. (2023). *Denizalti savunma harbi sonarı MELİS-2071*.
<https://armelsan.com/urunler/denizalti-savunma-harbi-sonari>

14. ASELSAN. (2023). *ASELSAN teknolojisi derin denizlerde.*

<https://www.aselsan.com/tr/duyurular/detay/122/aselsan-teknolojisi-derin-denizlerde>

15. STM. (2023). *STM'nin insansız otonom su altı aracı geliştirme çalışmaları.*

<https://www.stm.com.tr/tr/blog/stmnin-insansiz-otonom-su-alti-araci-gelistirme-calismalari>

