

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

ASİMETRİK SAVAŞ ORTAMININ ROBOTİK SİSTEMLERE ETKİSİ: TÜRK
SAVUNMA SANAYİİ İÇİN PAZAR FIRSATLARI VE STRATEJİK
KONUMLANDIRMA ANALİZİ



Giray UZUN

Danışman
Dr. Uğur TARÇIN
Ankara-2026

MBA: 2025-2026/053

(ANKARA)

1. SAHA İstanbul Yönetim Kurulu kararıyla, 2024-2025 eğitim döneminden itibaren SAHA AKADEMİ MBA katılımcılarına "Araştırma Projesi" hazırlama yükümlülüğü getirilmiştir. Katılımcıların sektörel bilgi, stratejik düşünme ve akademik üretkenlik yetkinliklerini geliştirmeyi hedefleyen bu uygulama, Türk savunma sanayii ekosistemine bilimsel katkı sağlamayı amaçlamaktadır.
2. Giray UZUN Araştırma Projesi Öneri Formu ile Ekteki çalışmayı planlamış Danışman tarafından 20 Ekim-7 Kasım/2025 tarihinde uygun görülmüştür.
3. 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.
4. Bu çalışma, Giray UZUN tarafından hazırlanmıştır. Araştırma Projesi danışman tarafından değerlendirilmiş ve sunumu 28 Haziran 2026 tarihinde aşağıdaki jüriye yeterli görülerek kabul edilmiştir.

Araştırma Projesi Sunum Jüri Üyeleri

Başkan	Dr. Uğur Tarçın (SAHA AKADEMİ Öğr.Görevlisi)	e-imzalıdır
Üye	İlker Özkan (Genel Sekreter Yrdc)	e-imzalıdır
Üye	Öykü Çubuk Zeka (SAHA İstanbul- Ankara)	e-imzalıdır

ÖZET	3
GİRİŞ.....	3
LİTERATÜR TARAMASI VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
Asimetrik Savaş ve Robotik Teknolojilerin Yükselişi.....	5
Millî Güç Unsurları ve Savunma Sanayiinin Stratejik Önemi.....	5
Savunma Sanayii Harcamaları ve İktisadi Büyüme (GSYİH) İlişkisi.....	6
TÜRK SAVUNMA SANAYİİNDE ROBOTİK SİSTEMLERİN TEKNOLOJİK ANALİZİ.....	6
İnsansız Hava Araçları (İHA/SİHA) ve Asimetrik Üstünlük.....	7
İnsansız Kara Araçlarında (İKA) İleri Navigasyon Algoritmaları ve Otonomi.....	8
İnsansız Deniz Araçları (İDA) ve Mavi Vatan Savunması.....	10
YAPAY ZEKÂ, SÜRÜ (SWARM) KONSEPTİ VE "ANLAMLI İNSAN KONTROLÜ"	11
KÜRESEL PAZAR, İHRACAT DİNAMİKLERİ VE STRATEJİK İŞ BİRLİKLERİ.....	11
Savunma Sanayii Harcamalarının Makroekonomik Etkisi ve Büyüme.....	12
Tekno-Diplomasi, TDT ve NATO ile Entegrasyon.....	12
Devletten Devlete Satış (DEDAS) Modeli.....	13
STRATEJİK KONUMLANDIRMA İÇİN SWOT ANALİZİ.....	13
Zayıf Yönler (Weaknesses).....	14
Güçlü Yönler (Strengths).....	14
Zayıf Yönler (Weaknesses).....	15
Fırsatlar (Opportunities).....	15
Tehditler (Threats).....	17
STRATEJİK YOL HARİTASI VE EYLEM ÖNERİLERİ.....	19
Ekosistem Entegrasyonu ve KOBİ'lerin Desteklenmesi.....	19
Tekno-Diplomasi ve Devletten Devlete Satış (DEDAS) Modeli.....	19
Müşterek Sürü Zekâsı ve Algoritmik Derinleşme.....	20
Etik Yapay Zekâ ve Test/Doğrulama (TEV&V) Altyapılarının Kurulması.....	20
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	20
KAYNAKÇA.....	23
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET.....	25

ASİMETRİK SAVAŞ ORTAMININ ROBOTİK SİSTEMLERE ETKİSİ: TÜRK SAVUNMA SANAYİİ İÇİN PAZAR FIRSATLARI VE STRATEJİK KONUMLANDIRMA ANALİZİ

The Impact of Asymmetric Warfare on Robotic Systems: Market Opportunities and Strategic Positioning for the Turkish Defense Industry

Giray UZUN

Havelsan

girayuzun@gmail.com

ÖZET

Bu araştırma projesi, asimetrik savaş ortamının yarattığı teknolojik ihtiyaçları ve bu dönüşümün Türk savunma sanayisine sunduğu stratejik pazar fırsatlarını incelemektedir. Devletler arası konvansiyonel savaşların yerini asimetrik ve hibrit tehditlerin almasıyla, askerî kayıpları önleyen, esneklik ve yüksek durumsal farkındalık sağlayan otonom robotik sistemlerin (İHA, İKA, İDA) önemi stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. Nitel araştırma metodolojisi, doküman analizi ve SWOT analizi kullanılan çalışmada, Türk savunma sanayisinin otonomi teknolojilerinde takipçi olmaktan çıkarak "oyun kurucu" bir konuma ulaştığı tespit edilmiştir. Gelişmiş navigasyon algoritmaları (SLAM, Hibrit Filtreler) ve "Müşterek Sürü" (TORAMAN Projesi) vizyonu ile desteklenen platformlar, uluslararası savunma doktrinlerinde Türkiye'ye asimetrik bir üstünlük sağlamaktadır.

Öte yandan, çalışmada incelenen ekonometrik analizler (VAR Modeli ve Granger Nedensellik), savunma sanayisi harcamaları ile GSYİH büyümesi arasında pozitif ve çift yönlü bir nedensellik olduğunu kanıtlamaktadır. 2024 yılı itibarıyla 15 milyar dolar ciroya ve 7,15 milyar dolar ihracata ulaşan sektör, sivil alanlara yönelik çift kullanımlı (dual-use) teknoloji transferiyle makroekonomide güçlü bir yayılma etkisi yaratmaktadır. SWOT analizi sonuçlarına göre; sahada kanıtlanmış (combat-proven) sistemler ve yüksek yerlilik oranı temel güçlü yönleri oluştururken, motor ve yarı iletken gibi kritik alt sistemlerdeki kısmi dışa bağımlılık bir zayıflık olarak öne çıkmaktadır. Çalışma sonucunda, sektörün küresel pazar payını koruyabilmesi için Devletten Devlete Satış (DEDAS) modelinin etkinleştirilmesi, "Anlamlı İnsan Kontrolü" temelinde etik yapay zekâya yatırım yapılması ve donanımdan yazılıma ("çelikten silikona") geçişin hızlandırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asimetrik Savaş, Türk Savunma Sanayii, Otonom Sistemler, Sürü Zekâsı, Tekno-Diplomasi, Makroekonomik Büyüme.

GİRİŞ

Uluslararası ilişkiler ve güvenlik alanlarındaki tehdit algısı, teknolojik gelişmeler ve jeopolitik bozulmalarla birlikte evrim geçirmiştir. Soğuk Savaş'tan sonra, uluslararası güvenlik mimarisi askeri tehditlerin ötesine geçmiştir. Devletler arası konvansiyonel savaşların yerini, artık asimetrik tehditler, terörizm, devlet dışı aktörler ve karmaşık bir yapı oluşturan hibrit savaş taktikleri almıştır (Tarçın, 2025, s. 944). Modern çatışma ortamı, konvansiyonel orduları yıpratıcı, düşük maliyetli ancak yüksek etkili tehditler, örneğin el yapımı patlayıcılar (EYP'ler) ortaya çıkarmıştır (Serper, 2016, s.1). Bu tehditler arasında, sivil ve askerler arasındaki sınırların bulanıklaştığı meskûn mahal çatışmaları da yer almaktadır. Bu son derece değişken ve karmaşık güvenlik ortamında, devletlerin hayatta kalmalarını güvence altına almak ve jeopolitik çıkarlarını savunmak için ulusal güç unsurlarını uygun stratejilerle ve koordineli bir şekilde kullanmaları hayati önem taşımaktadır (Tarçın, 2025, s. 944).

Asimetrik tehditlerin en belirgin özelliklerinden biri, zayıf tarafın güçlü tarafa karşı geleneksel olmayan, maliyet etkin ancak yıkıcı yöntemler kullanmasıdır. Bu tür ortamlarda, güvenlik güçlerinin yaşadığı personel kayıpları sadece askeri operasyonları ve lojistik hatları engellemekle kalmaz, aynı zamanda kamuoyu ve siyasi otorite üzerinde de önemli bir baskı oluşturarak stratejik kararlarda değişikliklere yol açabilir (Serper, 2016, s. 1). Robotik ve otonom sistemlerin "kirli, tehlikeli ve sıkıcı" görevleri üstlenmesi, insanları savaş alanının en tehlikeli bölgelerinden uzaklaştırması, bu noktada bir tercih olmaktan ziyade stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. İnsansız Hava Araçları (İHA'lar), İnsansız Kara Araçları (İKA'lar) ve İnsansız Deniz Araçları (İDA'lar), güvenlik güçlerine asimetrik savaşta eşsiz esneklik, hız, asimetrik vuruş kabiliyeti ve artırılmış durumsal farkındalık sağlamaktadır.

Türkiye, eşsiz jeopolitik konumu ve uzun yıllardır hem sınırları içinde hem de dışında terörle mücadele etmesi nedeniyle bu askeri ve teknolojik dönüşümü en derinden yaşayan ülkelerden biridir. Son yirmi yılda dışa bağımlılığın azaltılması ve yerli üretim oranının artırılmasına yönelik devlet politikaları, Türkiye'yi sadece kendi ihtiyaçlarını karşılayan bir ülke değil, robotik ve özerklik alanlarında küresel bir oyuncu haline getirmiştir (Öztürk, 2022, s. 129). Türkiye'nin F-35 programı gibi uluslararası projelerden dışlanması veya Kanada ambargosu gibi örtülü ve açık ambargolara maruz kalması, yerli üretim ve öz yeterliliği zorunlu kılmış, bu kısıtlamalar ayrıntılı olarak bir bölgeye görerek millî savunma sanayiinin gelişimini hızlandırmıştır (Aksu, 2025, s. 520).

Bu araştırmanın temel amacı, asimetrik savaş ortamının robotik sistemlerin teknolojik gereksinimlerini nasıl dönüştürdüğünü analiz etmek, bu dönüşüm ile makro ekonomik büyüme

(GSYİH) arasındaki ilişkiyi incelemek ve Türk savunma sanayi firmalarının küresel rekabet avantajı elde etmek için benimsemesi gereken stratejik konumlandırmayı belirlemektir. Çalışmada, literatürdeki makroekonomik veriler, güvenlik doktrinleri ve sektörel stratejik planların derinlemesine incelenmesi için belge analizi tekniklerinden yararlanılarak nitel araştırma metodolojisi kullanılmıştır.

LİTERATÜR TARAMASI VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın kavramsal çerçevesi üç ana eksen etrafında oluşturulmuştur: Asimetrik Savaş ve Robotik Teknolojilerin Yükselişi, Millî Güç Unsurları ve Savunma Sanayiinin Stratejik Önemi ve Savunma Sanayii Harcamaları ve İktisadi Büyüme (GSYİH) İlişkisi

Asimetrik Savaş ve Robotik Teknolojilerin Yükselişi

21. yüzyılda, yapay zekâ, veri füzyonu ve otonomi yazılımlarıyla desteklenen akıllı sistemler, çoğunlukla silahlardan oluşan platformlardan daha önemlidir. Geleneksel savaş yöntemlerinin işe yaramadığı asimetrik çatışmalarda, İnsansız Hava Araçları (İHA'lar) devrim niteliğinde bir rol oynamaktadır. (Erdil 2021), İHA'ların riskli bölgelerde uzun süre kalabilme (uçuş süresi), insanlı uçaklara karşı dayanıklı güçlü hava savunma sistemlerine sahip bölgelere sızabilme ve potansiyel fedakarlıklara olanak tanıyan düşük maliyetlerinin, ordulara önemli taktik esneklik sağladığını vurgulanmaktadır. Türk İHA'larının, özellikle Suriye'deki Bahar Kalkanı Operasyonu ve İkinci Karabağ Savaşı sırasında, geleneksel zırhlı birlikler ve hava savunma sistemlerine karşı gösterdiği yıkıcı üstünlük, bu sistemlerin uluslararası askeri literatürde geleneksel doktrinleri etkisiz hale getiren bir "sihirli mermi" olarak nitelendirilmesine yol açmıştır (Erdil, 2021, s. 598). Sadece havada değil, karada da benzer bir özerkliğe ihtiyaç vardır. Kıvanç, Mungan, Atila ve Tosun (2019), insansız kara araçlarının (İKA) otonom sürüş yeteneği için donanım yapılarının ötesinde yazılım algoritmalarının (Eşzamanlı Konumlandırma ve Haritalama - SLAM, A* sezgisel yol bulma ve hibrit filtreler) gerekliliğini belirleyen bir çalışma yürütmüştür (Erdil, 2021, s.1959). GPS sinyallerinin karıştığı veya hiç mevcut olmadığı kapalı alanlarda ve kalabalık bölgelerde, İHA'lar sensör verilerini (Lidar, Ataletsel Ölçüm Birimleri) başarıyla işleyerek kendi kararlarını verebilirler. Bu, askeri personelin asimetrik tehditlere karşı hayatta kalma şansını en üst düzeye çıkarır.

Millî Güç Unsurları ve Savunma Sanayiinin Stratejik Önemi

Uluslararası ilişkiler literatüründe bir devletin hedeflerine ulaşma ve caydırıcılık kapasitesi, sıklıkla "Millî Güç" unsurlarıyla ilişkilendirilmektedir. Bu bağlamda Tarçın (2025), millî gücü salt askeri bir kapasite olarak görmekten ziyade; ekonomik, teknolojik ve psikososyal

faktörlerin senkronize bir şekilde yönetilmesi gereken bütüncül bir süreç olarak tanımlamaktadır (Tarçın, 2025, s. 944). Askeri güç, ulusal politika hedeflerine ulaşmak için stratejik bir tehdit veya saldırı unsuru olarak kullanılmaktadır. NATO ülkelerinin bile GSYİH'lerinin yüzde 2'sini (ve 2035'e kadar yüzde 5'ini) savunmaya harcamayı taahhüt ettiği günümüz dünyasında, güçlü bir ekonomi olmadan savunma politikalarının sürdürülebilir olması mümkün değildir (Tarçın, 2025, s. 955). Türkiye'nin bakanlığı ve jeopolitik gücü, onu hem Avrupa-Atlantik İttifakı (NATO) hem de Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) gibi nükleer oluşumlar içinde merkezi bir hedefe yönelik ve güçlü bir yerli savunma sanayisini beka meselesi haline getiriyor.

Savunma Sanayii Harcamaları ve İktisadi Büyüme (GSYİH) İlişkisi

Literatürde savunma harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin çeşitli teorik yaklaşımlar bulunmaktadır. Klasik teoriler, savunma harcamalarının diğer üretken sektörlerden kaynakları çektiğini ve böylece büyümeyi olumsuz etkilediğini savunmaktadır. Buna karşılık, Benoit Hipotezi, savunma harcamalarının istihdam yaratarak, altyapıyı geliştirerek ve sivil sektöre teknoloji transferini kolaylaştırarak (yayılma etkisi) büyümeyi olumlu yönde etkilediğini öne sürmektedir (Aksu, 2025, s. 511).

Türkiye'de yapılan ekonometrik analizler, savunma sanayine yapılan yatırımların ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Aksu'nun (2025) 1960-2024 yılları arasındaki verileri kullanarak yaptığı bir VAR modeli analizi, savunma sanayi harcamalarındaki bir birimlik artışın Ekonomik Büyüme Oranını 0,26 birim artırdığını ortaya koymuştur (Aksu, 2025, s. 542). ASELSAN, TUSAŞ ve ROKETSAN gibi önde gelen kuruluşlar aracılığıyla yürütülen araştırma ve geliştirme projeleri, sivil sektörlerle teknoloji aktarımı (çift kullanımlı teknolojiler) yoluyla ekonomide derin bir "yayılma etkisi" yaratmaktadır (Aksu, 2025, s. 543). Bu durum, Türkiye'nin uzun vadeli büyüme planlarının önemli bir parçası olan bilgi ve teknoloji yoğun üretim modeline geçişini doğrudan desteklemektedir. 2023 yılı itibarıyla savunma sanayinin cirosu 15 milyar dolar, ihracatı 5,5 milyar dolar ve sektörde 90.000'den fazla kişi istihdam edilecektir. Bu, sektörün sadece bir maliyet merkezi değil, aynı zamanda yüksek değerli bir üretim motoru olduğunu göstermektedir (Aksu, 2025, s. 516).

TÜRK SAVUNMA SANAYİİNDE ROBOTİK SİSTEMLERİN TEKNOLOJİK ANALİZİ

Küresel ölçekte değişen savaş kavramları, geleneksel, ağır ve pahalı platformların yerine, gruplar halinde hareket edebilen ve maliyet etkin, yüksek özerkliğe sahip ve asimetrik

ortamlarda hayatta kalma becerileri geliřtirmiş robotik sistemleri ön plana çıkarmıştır. Savunma sanayindeki proaktif stratejileriyle Türkiye, insansız sistemler alanında "takipçi" olmaktan ziyade "oyun kurucu" olmuştur (Tarçın, 2025a, s. 945). Bu bağlamda, İnsansız Hava Araçları (İHA), İnsansız Kara Araçları (İKA) ve İnsansız Deniz Araçlarının (İDA) teknolojik ilerlemesi ve asimetrik etkileri kapsamlı bir analizi gerektirmektedir.

İnsansız Hava Araçları (İHA/SİHA) ve Asimetrik Üstünlük

İnsansız Hava Araçları (İHA) ve Silahlı İnsansız Hava Araçları (SİHA), Türkiye'nin robotik sistemlerini küresel marka algısı ve "asimetrik üstünlük" vizyonunun temelini oluşturmaktadır. 2000'li yılların sonlarında terörizmle mücadele ve sınır güvenliğinin sağlanması için stratejik bir "göze" ihtiyaç duyulduğunun anlaşılmasıyla süreç hızlandı. 2010 yılında MALE (Orta İrtifa Uzun Süreli Dayanıklılık) sınıfı ANKA'nın gökyüzüne çıkmasıyla bu durum gerçeğe dönüřtü. Uzun bir teknolojik bilgi toplama sürecinin ardından ANKA platformu, iki motora sahip ve çok miktarda faydalı yük taşıyabilen AKSUNGUR sistemine dönüřtü. TUSAŞ ve Baykar gibi ana yükleniciler tarafından oluşturulan platformlar, her türlü hava koşulunda hedefleri bulup tanımlamalarına olanak tanıyan elektro-optik keşif kameraları (ASELFLIR ve CATS) ile donatılmıştır.

Şekil 1: Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. tarafından geliştirilen insansız hava aracı, ANKA (TUSAŞ, 2026).



Türk SİHA'sının (savaşta kanıtlanmış) operasyonel başarısı, Suriye, Libya ve Karabağ'daki çatışmalarda sınır ötesi operasyonlarda ortaya çıkmıştır. Türk insansız hava araçları, özellikle Bahar Kalkanı Harekâtı'nda, konvansiyonel bir güce karşı 'sürü' konseptiyle tarihte ilk kez

kullanılmış; bu süreçte hava savunma sistemleri ile 100'den fazla zırhlı aracın kısa bir sürede imha edildiği kaydedilmiştir (Erdil, 2021, s. 603). İkinci Karabağ Savaşı'nda Türk insansız hava araçları, düşmanın hava savunma ağlarını aşarak 1 milyar dolardan fazla değerde mühimmat ve zırhlı birliği imha etmiştir. Bu asimetrik etki, dünya çapındaki askeri doktrinlerde "savaşın doğasını değiştiren sihirli kurşun" olarak adlandırılmıştır (Erdil, 2021, s. 598).

Bugün itibarıyla Türkiye'nin İHA ve SİHA sistemleri tasarım ve yazılım açısından tamamen millileştirilmiş olup, genel millileştirme oranı çok yüksek değerlere ulaşmıştır. Geleceğin hava muharebe konsepti için jet motorlu, düşük radar kesitli KIZILELMA ve ANKA-3 insansız savaş uçakları geliştirildi. KIZILELMA'nın seri üretimine devam edilmesi, insanlı savaş uçakları (KAAN) ile insansız platformların birlikte görev icrasının gerçekleştirilmesi (İnsanlı-İnsansız Ekip) yeni nesil NATO savunma doktrinlerinde Türkiye'nin merkezlerinde bir rol alacağını kanıtlamaktadır.

Şekil 2: Baykar Teknoloji tarafından geliştirilen insansız hava aracı, Kızıl Elma (Baykar, 2024).



İnsansız Kara Araçlarında (İKA) İleri Navigasyon Algoritmaları ve Otonomi

Asimetrik savaşın başlıca unsurlarından biri, sivil yerleşim alanlarının (meskûn mahal) tahkimat amacıyla kullanılması, sokaklarda barikatlar kurulması ve el yapımı patlayıcıların (EYP) kullanılmasıdır (Serper, 2016, s. 1). Terör örgütlerinin benimsediği “şehir harbi” stratejisinde zırhlı personel taşıyıcıların hareket kabiliyetinin kısıtlanması askerî kayıp riskini

artırmaktadır. Bu bağlamda İnsansız Kara Araçları (İKA), Türkiye'nin yeni nesil muharebe konsepti çerçevesinde geliştirilen "dijital birlikler" olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemler, "kirli ve tehlikeli" görevlerde personel güvenliğini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

İnsansız kara araçlarının GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) sinyallerinin bozulduğu karmaşık arazilerde, mağaralarda veya elektronik harp ortamlarında bağımsız olarak çalışabilmesi, gelişmiş otonomi algoritmalarına dayanmaktadır. Otonom İKA'ların çevresel haritalandırma ve öz-konumlandırma yeteneklerini geliştirmek adına Eşzamanlı Konumlandırma ve Haritalama (SLAM) yöntemlerinin kullanım etkinliği incelenmiştir (Kıvanç ve ark., 2019, s. 1958). İKA'nın sahadaki engelleri algılayarak en iyi rotayı bulmasına yardımcı olmak için A* (A-Yıldız) sezgisel yol bulma algoritması kullanılır.

Sensörlerden gelen gürültülü verileri gerçek zamanlı olarak düzeltmek, araçlar için çok önemli bir mühendislik problemidir. Lidar, kamera ve Ataletsel Ölçüm Birimi (IMU) verilerini işlemek için tek filtreler yeterli olmadığından Hareketli Ortalama Filtresini (MAF), En Küçük Kareler (LMS) ve Basitleştirilmiş Kalman Filtreleri (SKF) ile birleştiren "Hibrit Filtre" yaklaşımları kullanılmaktadır (Kıvanç vd., 2019, s. 1963). Bu algoritmalar sayesinde İKA'lar engebeli ve engebeli arazilerin yanı sıra 60 dereceye kadar eğimlerde de kendi kendine hareket edebiliyor. FNSS tarafından M113 platformu üzerine kaydedilebilir, 4500 kg faydalı yük taşıyabilen ve otonomi kitiyle donatılmış "Gölge Süvari" ağır sınıf İKA ile ASELSAN tarafından bomba imha ve EYP müdahalesi için KAPLAN İKA ailesi, sektördeki başarılı uygulamalar arasında yer almaktadır (FNSS, 2024; Aselsan, 2021).

Şekil 3: FNSS Savunma Sistemleri tarafından geliştirilen insansız kara aracı, Gölge Süvari (FNSS Savunma Sistemleri, t.y.).



İnsansız Deniz Araçları (İDA) ve Mavi Vatan Savunması

Su üstü ve su altı güvenliği kavramı, yüksek maliyetli, çok kişilik fırkateynlerin yerini düşük maliyetli, otonom ve sürü yeteneğine sahip İnsansız Yüzey Araçlarıyla (USV'ler) değiştiriyor. Türkiye, bu alanda sadece araç üretmiyor, ADVENT Savaş Yönetim Sistemi ve TimeMaster Millî Zaman Sunucusu (HAVELSAN) gibi sistemlerle bu platformların parçalarının konuşmasını sağlayan ileri yazılımlar geliştiren bir güç olarak öne çıkıyor.

İDA sektöründeki projeler hızla sonuç verdi. Türkiye'nin ilk silahlı insansız deniz aracı olan ULAQ SİDA, Katar'a ihraç edilerek bu alanda ilk küresel başarı elde edildi (Naval News, 2024). SEFİNE Tersanesi ve ASELSAN tarafından geliştirilen MARLIN SİDA, elektronik harp (EH) kabiliyetine sahip dünyanın ilk insansız su üstü aracıdır. NATO tatbikatlarına katılmış ve katı yakıtlı KUZGUN (KUZGUN-KY) füzelerini fırlatma yeteneği kazanmıştır (Türkiye Savunma Bakanlığı, 2022). Bununla birlikte, SANCAR SİDA istihbarat ve devriye görevlerinde, MİR İDA su altı savunmasında kullanılırken, SALVO SİDA ise Türk Deniz Kuvvetleri envanterine yeni eklenen 12,7 mm uzaktan kumandalı silah sistemi (TRAKON LITE) ile donatılmıştır.

Şekil 4: Havelsan tarafından geliştirilen insansız deniz aracı, Sancar (HAVELSAN, 2025).



YAPAY ZEKÂ, SÜRÜ (SWARM) KONSEPTİ VE "ANLAMLI İNSAN KONTROLÜ"

Gelecekte, savaş alanında tekil robotik platformların yerini "heterojen sürü" sistemleri alacak. Bu sistemler, farklı araç tiplerinin (hava, kara ve deniz) birbirleriyle iletişim kurmasına ve çevresel verileri işleyerek görevleri paylaşmasına olanak tanıyacak. Asimetrik savaşta sürü zekasının temel amacı, düşman radarlarını ve hava savunma sistemlerini aynı anda birçok farklı yönden gelen otonom hedeflerle doyurmaktır (SSB, 2024).

Bu bağlamda Türkiye, dünyada ilk kez İHA ve İDA sistemlerinin birlikte çalıştığı bir tatbikatı başarıyla gerçekleştirdi. Bayraktar TB2 İHA tarafından tespit edilen ve Albatros-S kamikaze İHA sürüsü tarafından yönlendirilen denizdeki bir hedefin imha edilmesi, farklı fiziksel ortamlardaki robotların asimetrik bir yıkıcı güç oluşturmak için birlikte çalışabileceğini göstermiştir (DefenceTurk, 2026). Bu başarıyı bir üst seviyeye taşımak için Savunma Sanayi Başkanlığı "Müşterek Sürü Yeteneği Kazanılması (TORAMAN)" Projesi'ni başlattı. TORAMAN projesi, İHA, İKA ve İDA'nın tek bir kontrol istasyonundan görevleri dinamik olarak paylaşarak tam otonom sürü zekasıyla hareket etmelerini sağlayacak devrim niteliğinde bir adımdır (SSB, 2024).

Karar alma süreçlerinde otonomi ve yapay zekanın artan önemi, derin etik ve yönetsel tartışmalara yol açmıştır. Modern askeri doktrinler, robotik platformları sadece basit "araçlar" olarak değil, askeri personelin karar alma yükünü hafifleten "takım arkadaşları" olarak

konumlandiran "İnsan-Makine Takım Çalışması" kavramına doğru evrilmektedir. Yapay zeka (YZ) tarafından desteklenen otonom sistemlerde, hedef tespiti ve tanımlaması algoritmalar tarafından gerçekleştirilir. Bununla birlikte, uluslararası hukuk ve etik ilkelere (orantılılık) göre, ateş etme kararı "Anlamlı İnsan Kontrolü" (insan-döngüde) altında kalmalıdır (SSB, 2024; FNSS, 2024). Bu güvenilirliği (güvenilir yapay zeka) sağlamak için, SSB bünyesinde Savunma Sanayi Yapay Zeka Yetenek Kümesi (SAYZEK) kurulmuştur. Otonom sistemlerin tahmin edilemeyen şekillerde davranmasını önlemek için "Test, Değerlendirme, Doğrulama ve Kabul (TEV&V)" süreçleri zorunlu hale getirilmiştir (SSB, 2024).

KÜRESEL PAZAR, İHRACAT DİNAMİKLERİ VE STRATEJİK İŞ BİRLİKLERİ

Asimetrik savaşın yarattığı karmaşık tehditler, küresel savunma harcamalarını geleneksel konvansiyonel sistemlerden teknoloji yoğun, insansız ve otonom sistemlere yönlendirmektedir. Küresel güç dengelerindeki değişim, artan bölgesel çatışmalar ve devlet dışı aktörlerin yükselişi, ülkeleri savunma harcamalarını artırmaya zorlamaktadır (Tarçın, 2025a, s. 944). NATO ülkelerinin Gayri Safi Yurtiçi Hasıllarının (GSYİH) en az %2'sini savunmaya ayırma hedefinin önümüzdeki dönemde bu oranın %5'e çıkarılmasına yönelik NATO kararları, uluslararası savunma pazarında önemli bir talep artışı yaratmaktadır (Tarçın, 2025b, s. 955). Bu dönüşüm sırasında, Türk savunma sanayisi, geliştirdiği yüksek teknoloji ve savaşta kendini kanıtlamış robotik sistemler sayesinde küresel tedarik zincirinde "oyun değiştirici" bir oyuncu haline gelmiştir.

Savunma Sanayii Harcamalarının Makroekonomik Etkisi ve Büyüme

Türk savunma sanayisinin son yıllarda kaydettiği ilerleme, sadece askeri gücün çarpanı olmakla kalmamış, aynı zamanda Türk ekonomisinin sürdürülebilir büyümesi için de kilit bir itici güç haline gelmiştir. Aksu'nun (2025) yaptığı ekonometrik analizlere göre, 2010 yılında 4,3 milyar dolar olan Türk savunma sanayisinin geliri, 2023 yılının sonunda yaklaşık 15,07 milyar dolara ulaşmıştır (Aksu, 2025, s. 517). Aynı dönemde sektör ihracatı 853 milyon dolardan 5,54 milyar dolara yükselmiş ve istihdam edilen nitelikli işçi sayısı yaklaşık 91.000'e çıkmıştır (Aksu, 2025, s. 517). 2024 yılının ilk 10 ayında ihracat rakamının %18 artarak 5,12 milyar dolara ulaşması, sektörün büyümesinin sürdürülebilir olduğunu göstermektedir (Aksu, 2025, s. 524).

İktisadi büyüme (GSYİH) ile savunma sanayii harcamaları arasındaki ilişki başarılı, bu yatırımların Türkiye ekonomisine uygunluğu bir katkı sunulmaktadır. Vektör Otoregresyon (VAR) ve Granger Nedensellik testleri kullanılarak yapılan analizler, savunma sanayii harcamaları ile GSYH (Savunma Harcamaları ↔ GSYİH) arasında çift yönlü ve pozitif bir

nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur (Aksu, 2025, s. 540). Savunma sanayine yapılan her birim yatırımın Keynesyen çarpan etkisi yoluyla milli geliri olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Aksu, 2025, s. 514). Ayrıca ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN, BAYKAR gibi savunma sanayisinin önde gelen firmalarının araştırma ve geliştirmeye harcadığı 2,6 milyar dolar, teknolojinin sivil sektörlere (havacılık, sağlık, ulaştırma, haberleşme) aktarılmasıyla ekonomide derin bir "yayılma etkisi" yaratıyor.

Tekno-Diplomasi, TDT ve NATO ile Entegrasyon

Türkiye savunma sanayinin ihracattaki başarısı sadece ticari bir mesele değil; Türkiye'nin dış politikasını destekleyen, bölgesel nüfuzunu genişleten, müttefikleriyle bağlarını güçlendiren bir "Savunma Sanayi Diplomasisi" aracıdır. Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) üyesi ülkeler, bu diplomalarının en belirgin şekilde başlayan coğrafyalardır. Türkistan ve Kafkasya bölgesi, enerji nakil hatlarının ve ticaret yollarının merkezinde olmasına rağmen güç mücadeleleri ve hibrit tehditler gibi ciddi güvenlik sorunlarıyla karşı karşıyadır (Tarçın, 2025c, s. 244).

Türkiye'nin TDT ülkeleriyle (Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Türkmenistan) geliştirilen askeri işbirlikleri, robotik sistemlerin ihracatıyla yeni bir boyuta taşınmıştır. İkinci Karabağ Savaşı'nda Türk İHA'ları Azerbaycan'ın zaferinde büyük rol oynamış ve bu sistemlerin kabiliyetlerini tüm Türk dünyasına kanıtlamıştır (Tarçın, 2025c, s. 245). Artan ilgiyle birlikte Bayraktar TB2 ve ANKA sistemleri Kırgızistan ve Özbekistan'a ihraç edildi; Kazakistan'da ANKA İHA üretimi için ortak bir üretim üssü kurulmasına yönelik stratejik anlaşmalar imzalandı (Tarçın, 2025c, s. 247). ASELSAN ve Kazakistan Mühendislik, bölgede elektro-optik, aviyonik ve komuta kontrol sistemleri üretmek üzere KAE (Kazakistan ASELSAN Mühendislik) adlı ortak bir şirket kurdu (Tarçın, 2025c, s. 247).

Öte yandan Türkiye, NATO standartlarında ürettiği sistemleri hem ittifaka hem de Avrupa pazarına ihraç edebilmiştir. Sefine Tersanesi ve ASELSAN tarafından geliştirilen MARLIN SİDA, elektronik harp (EH) yeteneklerine sahip dünyanın ilk insansız yüzey aracıdır. NATO tatbikatlarına katılımı, Türk robotik platformlarının diğer ülkelerin platformları ile birlikte çalışabileceğini göstermiştir (Savunma Türkiye, 2022).

Devletten Devlete Satış (DEDAS) Modeli

Son derece rekabetçi uluslararası savunma pazarında, pazar payını korumak ve ihracat için finansman sağlamak amacıyla yenilikçi modellere ihtiyaç duyulmaktadır. Savunma Sanayi Başkanlığı'nın (SSB) 2024-2028 Sektörel Strateji Belgesine göre, "Hükümetten Hükümete Askeri Satışlar (DEDAS)" mekanizması hayata geçirilmektedir. Bu mekanizma, ABD'nin Yabancı Askeri Satışlar (FMS) modeline benzer şekilde kurulmuştur (SSB, 2024, s. 34). Bu

stratejik hamle, Türk şirketleri arasındaki yabancı ihalelerdeki yoğun rekabeti durdurmayı, büyük ve pahalı sözleşmeler (örneğin insansız hava aracı filoları ve IDA filoları) için hükümet garantisi sunmayı ve Türk Eximbank'ına benzer finansman kredileri yoluyla sınırlı satın alma gücüne sahip ülkeler için cazip ödeme koşulları yaratmayı amaçlamaktadır (SSB, 2024, s. 34; Ajans İnternet, 2026).

STRATEJİK KONUMLANDIRMA İÇİN SWOT ANALİZİ

Asimetrik harp ortamının robotik sistemlere yönelik gereksinimleri artırmasıyla birlikte Türkiye'nin sektörde elde ettiği konumu, 2024-2028 yılları hedefleri bağlamında bir SWOT (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler) analizi ile değerlendirilmiştir.

Tablo 1: SWOT Analizi ile değerlendirme Tablosu

Güçlü Yönler (Strengths) Sahada Kanıtlanmış Etkinlik Yüksek Yerlilik Oranı ve Özgün Yazılım Merkezi Koordinasyon ve Ekosistem Piramidi	Zayıf Yönler (Weaknesses) Kritik Alt Sistemlerde ve Motor Teknolojilerinde Kısmi Bağımlılık Nitelikli İnsan Kaynağını Koruma Zorluğu Büyük Ölçekli Yatırım Maliyetleri
Fırsatlar (Opportunities) Müşterek Sürü Doktrinin Öncüsü Olma Çift kullanımlı Teknolojiler TDT ve Küresel Pazardaki Boşluklar	Tehditler (Threats) Açık/Örtülü Ambargolar ve İhracat Lisansı Kısıtlamaları Asimetrik Tehditlere Karşı Hızla Gelişen Karşı-Tedbirler Sertleşen Küresel Rekabet

Güçlü Yönler (Strengths)

- **Sahada Kanıtlanmış (Combat-Proven) Etkinlik:** Türk savunma sanayisinin en önemli güçlü yönü, geliştirdiği otonom sistemlerin Suriye, Irak, Libya ve Karabağ gibi gerçek savaş alanlarında kendini kanıtlamış olmasıdır. Konvansiyonel sistemlere ve zırhlı birliklere karşı ilk kez "sürü" yapısında kullanıldıkları Bahar Kalkanı Operasyonu sırasında insansız hava araçlarının elektronik savaş unsurlarıyla entegrasyonu, uluslararası doktrinde onları konvansiyonel sistemleri çaresiz bırakan "sihirli mermi" olarak adlandırmaya yol açmıştır (Erdil, 2021, s. 603).
- **Yüksek Yerlilik Oranı ve Özgün Yazılım:** 2000'li yılların başlarındaki bağımlı yapı, uygulanan kararlı politikalar sonucunda %80'i aşan bir yerli oranına ulaşmıştır (Aksu, 2025, s. 525). SİHA platformları için yerli oran %93 gibi stratejik bir seviyeye ulaşmış olup, yazılım, tasarım ve özerklik algoritmalarının tamamı artık ulusal kaynaklarla kontrol edilebilmektedir.
- **Merkezî Koordinasyon ve Ekosistem Piramidi:** SSB'nin öncülüğünde geliştirilen Yetenek Envanteri (YETEN) ve Endüstriyel Yeterlilik Değerlendirme ve Destek Programı (EYDEP), büyük yüklenicileri (ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN, BAYKAR, vb.) KOBİ'ler ve yeni girişimlerle bir araya getiren güçlü bir endüstriyel ekosistem oluşturmuştur (SSB, 2024, s. 24). 2028 yılına kadar EYDEP sertifikasına sahip KOBİ sayısının 1300'e ve YETEN'e kayıtlı işletme sayısının 4200'e çıkarılması hedefi, ekosistemi güçlendirecektir (SSB, 2024, s. 25).

Zayıf Yönler (Weaknesses)

- **Kritik Alt Sistemlerde ve Motor Teknolojisinde Kısmi Bağımlılık:** Otonom sistemlerin (İHA, İKA, İDA) tasarımı ve üretimi yüksek düzeyde beceri gerektirse de, bu platformlara güç sağlayan motorlar ve şanzımanlar (güç aktarımı) için hala dış kaynaklara bağımlılık söz konusudur. Altay tankı (BATU), hafif zırhlı araçlar (UTKU), insansız hava araçları (PD-170) ve füze sistemleri (KTJ-3200) için projeler başlatılmış ve prototipler üretilmiş olsa da bu motorların seri üretimi ve tüm platformlara entegrasyonu için zamana ihtiyaç duyulması büyük bir zayıflıktır (SSB, 2024, s. 137).
- **Nitelikli İnsan Kaynağını Koruma Zorluğu:** Yapay zekâ, sürü algoritmaları ve gelişmiş navigasyon gerektiren projeler, çok özel alanlarda çok iyi olan mühendis ve programcılara ihtiyaç duyar. Sektördeki en büyük sorunlardan biri, yetenekli işçileri sektörde tutmak ve küresel teknoloji şirketlerine gitmelerine izin vermemektir (SSB, 2024, s. 116).
- **Büyük Ölçekli Yatırım Maliyetleri:** Bilişsel yeteneklere sahip robotik platformlar (KIZILELMA, ANKA-3) için test ve yeterlilik süreçlerinin ve TEV&V (Test, Değerlendirme, Doğrulama ve Geçerlilik) altyapısının kurulması son derece yüksek Ar-Ge maliyetlerine yol açmaktadır (SSB, 2024).

Fırsatlar (Opportunities)



- **Müşterek Sürü (Joint Swarm) Doktrininin Öncüsü Olma:** Geleceğin savaş alanı, tek sistemler yerine, havada, karada ve denizde birbirleriyle iletişim kurabilen otonom sürü sistemlerine dayanacaktır. Türkiye'nin ortak projesi Müşterek Sürü Yeteneği Kazanılması (TORAMAN), İHA, İKA ve İDA'yı ortak bir yer kontrol istasyonu aracılığıyla entegre etmeyi amaçlayarak Türkiye'ye dünya pazarında benzersiz bir teknolojik tekel (oyun yaratıcısı) olma şansı vermektedir (SSB, 2024, s. 192).
- **Çift Kullanımlı (Dual-Use) Teknolojiler:** Savunma sanayisi için geliştirilen LIDAR, elektro-optik sensörler, iletişim ağları (Dar Bant/Geniş Bant) ve SLAM (Eşzamanlı Konumlandırma ve Haritalama) algoritmaları, afet yönetimi, tarım, otomotiv ve sivil denizcilik faaliyetleri gibi alanlara entegre edilerek büyük bir ticari sivil pazar yaratma potansiyeline sahiptir (Aksu, 2025, s. 543).
- **TDT ve Küresel Pazarlardaki Boşluklar:** Ortadoğu, Afrika ve Asya-Pasifik bölgelerinde son yıllarda artan bölgesel gerilimler, zayıf devlet altyapıları ve karmaşık güvenlik dinamikleri; gelişmiş orduları doğrudan hedef alan çatışmalar dışında da sürekli olarak düşük ve orta yoğunluklu krizlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu durum, geleneksel ağır silah sistemlerine erişimi sınırlayan siyasi yaptırım riskini artırırken, NATO standartlarında ama maliyet-etkin çözümler talep eden bir açık yaratmaktadır. Türkiye, jeopolitik konumu, savunma sanayisindeki entegrasyon yetenekleri ve NATO ile mevcut teknik uyumu sayesinde, bu boşluğu doldurma potansiyeline sahiptir (Tarçın, 2025c).

Tehditler (Threats)

- **Açık/Örtülü Ambargolar ve İhracat Lisansı Kısıtlamaları:** Gelişmiş yarı iletkenler (çipler), özel havacılık aletimleri ve belirli sensörler (örneğin, Kanada'nın geçmişte kullandığı kamera ambargoları), platformlar çok yerel olsa bile teslimatları durdurabilecek tehditlerdir. İhracat yaparken üçüncü ülkelerin lisanslama kurallarına takılıp kalırsanız, bu stratejik bir risk olup iş kaybına yol açabilir (Benova Consulting, 2024; Aksu, 2025).
- **Asimetrik Tehditlere Karşı Hızla Gelişen Karşı-Tedbirler:** Türk robot sistemlerinin asimetrik vuruş gücü, rakip ülkeleri Elektronik Harp (EW), Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) sinyal bozucuları ve Anti-Drone/Anti-Swarm sistemlerine agresif bir şekilde yatırım yapmaya zorladı. Bu durum, Türk platformlarının siber güvenlik, anti-parazit ve otonom konum belirleme işlemlerini durmaksızın güncellemesini aralıksız bir yarış doğurmaktadır (SSB, 2024, s. 166).
- **Sertleşen Küresel Rekabet:** İnsansız hava araçları (İHA) pazarında dünya genelinde rekabet giderek sertleşmektedir. Çin menşeli üreticilerin sunduğu düşük maliyetli ve kitlesel üretim kapasiteli platformlar, özellikle bütçe kısıtlı kullanıcılar için cazip bir seçenek oluşturmaktadır; bu durum Türkiye menşeli sistemler için fiyat baskısı yaratmaktadır. Öte yandan Güney Kore ve İsrail gibi ülkeler, gelişmiş sensör entegrasyonları, yapay zeka destekli otonomi, uzun uçuş süreleri ve diplomatik-savunma paketleriyle agresif pazar genişletme stratejileri uygulamaktadır. Bu aktörlerin birlikte yarattığı rekabet ortamı, Türkiye'nin potansiyel müşterileri üzerinde doğrudan bir tehdit teşkil etmekle kalmayıp, aynı zamanda pazar payı kazanmayı zorlaştıran birkaç yapısal sorunu doğurmaktadır (Aksu, 2025, s. 511).

STRATEJİK YOL HARİTASI VE EYLEM ÖNERİLERİ

Asimetrik savaş ortamının getirdiği teknolojik zorunlulukları kalıcı bir küresel pazar üstünlüğüne çevirmek için Türk savunma sanayii firmalarının ve kamu otoritesinin eşgüdüm içerisinde uygulaması gereken stratejik eylem planı aşağıda dört temel eksenle formüle edilmiştir:

Ekosistem Entegrasyonu ve KOBİ'lerin Desteklenmesi

Uzun vadeli dayanıklılık ve sürdürülebilirlik, yalnızca ana yüklenicilerin (ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN, vb.) değil, aynı zamanda yenilikçi, çevik ve teknoloji odaklı (aşağıdan yukarıya) girişimlerin ve KOBİ'lerin tedarik zincirine güçlü bir şekilde entegre edilmesine bağlıdır. Bu bağlamda, Savunma Sanayi Başkanlığı (SSB), KOBİ'lerin ana yüklenicilerle anında eşleştirilmesini sağlayacak şekilde Yetenek Envanteri (YETEN) uygulamasını yapay zeka destekli YETEN 2.0 sürümüne geçirmelidir (Savunma Sanayi Başkanlığı [SSB], 2024, s. 92). Amaç, 2028 yılına kadar Endüstriyel Yetkinlik Değerlendirme ve Destek Programı (EYDEP) sertifikasına sahip şirket sayısını 1.300'e çıkarmaktır. Bunu başarmak için tedarik piramidinin tabanı güçlendirilmelidir (SSB, 2024, s. 100). Ayrıca, özel sektörde başarılı olmuş küçük işletmelerin savunma sanayine uyum sağlamalarına yardımcı olmak için, onlara yönelik teşvik ve mentorluk desteğinin sayısı artırılmalıdır.

Tekno-Diplomasi ve Devletten Devlete Satış (DEDAS) Modeli

Savunma sanayi ihracatının sürdürülebilir bir dış politika aracına (tekno-diplomasi) dönüştürülmesi kritik bir stratejidir. Müşteri ülkelerin büyük ölçekli ihracat projeleri (drone filoları ve insansız hava araçları gibi) için ihtiyaç duydukları güvenilirliği alabilmeleri için ABD'nin FMS (Foreign Military Sales) modelini temel alan "Devletten Devlete Askeri Satış (DEDAŞ)" mekanizmasının bir an önce devreye alınması gerekmektedir (SSB, 2024, s. 115). Bu model, Türk firmalarının uluslararası ihalelerde yıkıcı rekabete erişimini önleyecek ve devlet garantisi sunarak pazar ödemesini kalıcı hale getirecektir. Ayrıca satın alma gücü sınırlı olan Afrika ve Asya ülkelerine Türk Eximbank aracılığıyla özel savunma sanayii ihracat kredileri verilmelidir.

Müşterek Sürü Zekâsı ve Algoritmik Derinleşme

Geleceğin savaş alanı, bağımsız hareket edebilen tek platformlar yerine, birbirleriyle iletişim kurabilen, hedefleri algılayabilen ve birbirleriyle bilgi paylaşabilen otonom sürülere dayanacaktır. Bu doğrultuda, SSB tarafından başlatılan "Müşterek Sürü Yeteneği Kazanılması (TORAMAN)" Projesi hızlandırılmalı ve hava (İHA), kara (İKA) ve deniz (İDA) unsurlarının tek bir kontrol istasyonundan yönetilebildiği entegre mimariler operasyonel hale getirilmelidir (SSB, 2024, s. 305). Kapalı alanlarda ve elektronik savaş altında İKA'nın özerkliğini sağlamak için, Eşzamanlı Konumlandırma ve Haritalama (SLAM) ve Hibrit Filtre (MAF, LMS, SKF) algoritmaları yerli akademik işbirlikleriyle daha da geliştirilmelidir (Kıvanç vd., 2019, s. 1963). "Çelikten silikona" dönüşüm stratejisini benimseyerek donanımdan ziyade yazılım mimarilerine yatırım yapılması gerekmektedir.

Etik Yapay Zekâ ve Test/Doğrulama (TEV&V) Altyapılarının Kurulması

"Anlamlı İnsan Kontrolü" ilkesi, yapay zeka destekli otonom sistemlerin (silahlı İKA ve İDA'lar) uluslararası hukukta kabul edilmesi ve hedef pazarların ordularına güvenilir bir şekilde entegre edilebilmesi için tasarımların merkezinde yer almalıdır. Sistemlerin tahmin edilemeyecek şekilde hareket etmesini önlemek ve "kara kutu" sorunlarını çözmek için Savunma Sanayii Yapay Zeka Yetenek Kümelemesi (SAYZEK) yönetimi altında Test, Değerlendirme, Doğrulama ve Doğrulama (TEV&V) laboratuvarları kurulmalıdır (SSB, 2024, s. 288).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Soğuk Savaş'tan bu yana uluslararası güvenlik mimarisi çok değişti. Devletler arası konvansiyonel savaşlar yerine artık asimetrik tehditler, terörizm, vekalet savaşları ve devlet dışı aktörler var. Bu yeni nesil çatışmalarda, cephe hatlarının daha az belirgin hale geldiği, siviller ve askerler arasındaki çizginin çizilmesinin zorlaştığı ve kentsel çatışmaların (ev yapımı patlayıcılar, tünel ve barikat savaşları ile) daha yaygın hale geldiği açıktır. Bu öngörülemeyen savaş alanı, konvansiyonel orduların zırhlı birliklerinin hareketliliğini sınırlarken, personel kaybı riskini ve bunun sonucunda ortaya çıkan siyasi baskıları en üst düzeye çıkarmıştır. İnsanları savaş alanının en tehlikeli, "kirli ve tehlikeli" bölgelerinden uzaklaştıran, kayıpları sıfıra indiren ve esnek, verileri hızlı işleyen ve yüksek durumsal farkındalık sağlayan otonom

robotik sistemler, modern güvenlik doktrininin merkezine yerleşmiştir. Güçlü bir devlet iradesiyle savunma sanayiini millîleştirme vizyonunu başarılı bir şekilde uygulamıştır.

Araştırmanın bulguları, Türk savunma sanayisinin, başta İHA/SİHA teknolojileri olmak üzere platform üretiminde, geleneksel askeri teorilere meydan okuyan, "savaşla kanıtlanmış" bir başarı elde ettiğini gösteriyor. Erbil ve Kandil'de nokta operasyonlarıyla başlayan, İkinci Karabağ Savaşı'nda 100'den fazla zırhlı araç ve Suriye'deki hava savunma sisteminin (Bahar Kalkanı Harekâtı) imhasına kadar uzanan süreç, Türk robot sistemlerinin asimetrik yıkıcı gücünü gösteriyor. Amerikan Forbes dergisinin ve diğer dünya medyasının "sihirli mermi" olarak adlandırdığı Türk SİHA'sı, yüksek bütçeli konvansiyonel hava savunma ağıları üzerinde "asimetrik üstünlük" kurdu. Bu başarı, Türkiye'nin uluslararası arenada yalnızca bölgesel bir güç değil, küresel bir silah tedarikçisi ve oyun kurucu bir aktör haline dönüştürülmüştür. Sektör, 2024 yılı itibarıyla 15 milyar dolarlık ciroya, 7,15 milyar dolarlık ihracat hacmine ve 91.000 kişiye nitelikli istihdam düzeyine ulaşmıştır. Sadece askeri güç çarpanı olmakla kalmamıştır. Ekonometrik analizler (VAR Modeli ve Granger Nedensellik Testleri), savunma sanayii harcamaları ile ekonomik büyüme (GSYİH) arasında pozitif ve olumlu (çift yönlü) bir nedensellik olduğunu kanıtlamaktadır. Sektör, Türkiye'nin bilgi ve teknoloji yoğun üretime geçişinde bir inovasyon motoru görevi görerek, geliştirilen sistemlerin sivil havacılık, ulaştırma ve sağlık hizmetlerine aktarılması yoluyla güçlü bir "yayılma ve çift kullanım etkisi" yaratmaktadır.

Bugün Türk savunma sanayii, "Gölge Süvari", "KAPLAN", "ULAQ", "SANCAR" ve "MARLİN" gibi projelerle İHA'ların kara (İKA) ve deniz (İDA) platformlarındaki başarısını dijital birimlere taşıyarak Mavi Vatan'ın ve sınırların güvenliğini dijital birimlere devretme yolunda ilerlemektedir. Bayraktar TB2 SİHA ve Albatros-S kamikaze İDA filosunun dünyada ilk kez denizde hedefi birlikte imha edebilmesi (Ortak Harekat), bu entegrasyonun ne kadar ilerlediğini gösteriyor. Ancak küresel pazarda mevcut rekabet avantajının korunması ve ihracatta kesinti yaşanmaması, yerli motor, yarı iletken (çip) sistem, elektro-optik kamera, ALTAY tankı, BATU zırhlı aracı, PD-170 drone gibi platformlara yönelik gelişmiş zırh bileşenlerinin üretiminde dışa bağımlılığın tamamen ortadan kaldırılmasına bağlı.

Sonuç olarak; Türk savunma sanayii, donanım ve platform parçalarının değişimi; yazılım, yapay zeka, GPS'den bağımsız otonom navigasyon (SLAM programları) ve Müşterek Sürü Zekâsı (TORAMAN Projesi) ihraç edilen bir teknoloji üssü ("çelikten silikona" dönüşüm) olarak konumlanmalıdır. ABD'deki FMS sistemine benzer ve devlet tarafından desteklenen

DEDAS (Devletler Arası Satış) modeli ve Türk Eximbank'ın esnek finansman ve kredi yöntemleri, ihracat stratejisi için gereklidir. "Anlamlı İnsan Kontrolü" ve "İnsan-Makine İşbirliği"ni temel ilkeler olarak benimseyen ve YETEN ile EYDEP gibi inovasyonun temelini oluşturan mekanizmalara sahip bir Türk savunma sanayisi, Türkiye'nin 21. yüzyılın karmaşık güç dengeleri içinde stratejik konumunu güçlendirme potansiyeline sahiptir. Bu kapasitenin Türkiye'nin NATO içinde kilit bir müttefik olarak konumunu pekiştirmesine, Türk Devletleri Teşkilatı (TDT) aracılığıyla bölgesel etkisini artırmasına ve küresel savunma pazarında stratejik konumunu güçlendirmesine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.



KAYNAKÇA

- Aksu, L. (2025). Türk Savunma Sanayi ile İktisadi Büyüme Arasındaki İlişkilerin Analizi. *International Journal of Sociology and Economics*, 5(10), 505-553. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17068656>
- BeNova Consulting. (2024). *The Global Defense Market in an Era of Transformation: The Rise of the Turkish Defense Industry*. BeNova Defence.
- Erdil, B. (2021). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ile Bu Araçların Türkiye'nin Yurtdışı Operasyonlarındaki Yeri ve Önemi. *Bölgesel Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 581-607.
- Kıvanç, Ö. C., Mungan, T. E., Atila, B., & Tosun, G. (2019). İnsansız kara aracı geliştirmeye bütünlük bir yaklaşım: Tasarım, analiz, uygulama ve öneriler. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 1957-1973. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.571644>
- Öztürk, H. T. (2022). Türk Savunma Sanayisinde Ar-Ge ve Yenilik Sistemleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 20(01), 129-137.
- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2024). *2024-2028 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı*. T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. <https://www.ssb.gov.tr>
- Serper, E. (2016). *Terörle Mücadele Kapsamında İnsansız Kara Araçlarının Kullanımı*. TASAM (Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi).
- Tarçın, U. (2025a). Karmaşık Tehditler Karşısında Türkiye'nin Millî Güç ve Strateji Kullanımı. *TESAM Akademi Dergisi*, 12(2), 941-971. <https://doi.org/10.30626/tesamakademi.1688234>
- Tarçın, U. (2025b). Strategic Outlook for Advancing Türkiye's Defense Industry. *Journal of Turkic Studies*, 1(1), 1-25. <https://doi.org/10.30520/tjsosci.1828225>
- Tarçın, U. (2025c). Türk Devletleri Teşkilatında Askeri İşbirliği: Stratejik Bir Perspektif. *Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü (MUTAD)*, e244-267.
- TUSAŞ. (2026). ANKA - Operatif stratejik İHA sistemleri. Erişim adresi: <https://www.tusas.com/urunler/iha/operatif-stratejik-iha-sistemleri/anka>
- FNSS Savunma Sistemleri. (t.y.). *Gölge Süvari fotoğrafları* [Fotoğraf]. Erişim adresi: <https://www.fnss.com.tr/tr/urunler/golge-suvari-insansiz-kara-araci/golge-suvari-fotografilar>

Baykar. (2024, 25 Eylül). *Bayraktar KIZILELMA'nın üretim prototipi ilk uçuş testini başarıyla tamamladı* [Fotoğraf]. <https://baykartech.com/tr/press/bayraktar-kizilelmanin-uretim-prototipi-ilk-ucus-testini-basariyla-tamamladi/>

HAVELSAN. (2025, 22 Eylül). *SANCAR SİDA "Mavi Vatanı" korumaya hazır* [Fotoğraf]. <https://www.havelsan.com/tr/haberler/sancar-sida-mavi-vatani-korumaya-hazir>



GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Uluslararası sistemde güvenlik ve tehdit algısı, Soğuk Savaş'tan bu yana derin bir evrim geçirmiştir; devletlerin doğrudan karşı karşıya geldiği konvansiyonel savaşların yerini, sınırları bulanıklaşmış asimetrik ve hibrit çatışmalar almıştır. Günümüz savaş doktrinlerinde, "kırsal şehir savaşları" (meskûn mahal operasyonları) ve devlet dışı aktörler tarafından sivil alanlarda yaygın olarak kullanılan doğaçlama patlayıcı cihazlar (EYP), konvansiyonel askeri birliklerin hareketliliğini büyük ölçüde sınırlamıştır. Bu durum, düzenli ordularda yaşanabilecek can kayıplarının önüne geçmekte, sürekli ve kesintisiz (ISR) sağlamak ve hedefleri mutlak bir dengeyle etkisiz hale getirebilmek adına otonom robotik sistemler, belirsiz bir denge haline getirmiştir.

Bu araştırma projesinin temel amacı, asimetrik savaşın teknolojik ihtiyaçlarının nasıl değiştiğini ve bu değişimin Türk savunma sanayisi için ne gibi küresel pazar fırsatları yarattığını ortaya çıkarmaktır. Çalışmada, SSB Sektörel Strateji Belgesi, SASAD performans raporları ve akademik ekonometrik analizlere bakmak için belge analizi gibi nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca içerik ve SWOT analizi de yapılmıştır. Araştırma, otonomi teknolojileri, makro ekonomik büyüme ilişkisi ve uluslararası ilişkiler disiplininin "millî güç unsurları" kavramsal çerçevesine oturtulmuştur.

Araştırmanın teknolojik analiz bulguları, Türkiye'nin insansız sistemler alanında "takipçi" olmaktan ziyade "oyun değiştirici" bir konuma ulaştığını göstermektedir. Türk İHA'larının ve İHA sistemlerinin (Bayraktar TB2, ANKA, AKINCI) Bahar Kalkanı Operasyonu ve Karabağ Savaşı'ndaki operasyonel başarıları, literatürde konvansiyonel silah sistemlerini çaresiz bırakan "sihirli bir mermi" olarak tanımlanmıştır. Havada yakalanan bu başarı ivmesi şimdi karaya (IKA) ve denize (IDA) aktarılıyor. İnsansız kara araçlarının GPS sinyalinin yoksun kapalı alanlarda çalışmasını sağlamak için, Lidar, Radar ve IMU verilerini entegre eden SLAM algoritmaları ve Hibrit Filtre (MAF, SKF, LMS) sistemleri kullanılıyor. Geleceğin savaş alanı, tek platformlardan "Ortak Sürü" konseptine doğru kayıyor. SSB liderliğinde yürütülen TORAMAN projesi ve yapay zekanın MARLİN, ULAQ, SALVO gibi IDA sistemlerine entegrasyonu, farklı fiziksel ortamlardaki robotların ortak bir ağ üzerinden hedef paylaşımına olanak sağlayacak. Bu noktada etik ve güvenilir bir operasyon için "Anlamlı İnsan Kontrolü"nü içeren İnsan-Makine Takım Çalışması modeli oldukça önemlidir.

Küresel pazara ve ekonomik etkilere bakıldığında savunma harcamalarındaki artış eğiliminin genel makro ekonomiyi beslediği ortaya çıktı. Vektör Otoregresyon (VAR) ve Granger

Nedensellik analizleri, Türkiye'de 1960-2024 yılları arasında savunma sanayii yatırımları ile Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) büyümesi arasında çift yönlü ve pozitif bir nedensellik olduğunu kanıtlamıştır. 2024 yılına gelindiğinde, savunma sanayinin geliri 15 milyar doları aşarken, ihracat 7,15 milyar doları geçti ve küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) de sektöre dahil olarak, endüstri içinde yüksek teknolojiye odaklanan önemli bir "yayılma etkisi" yarattı. Bu çift kullanımlı teknolojiler, sivil havacılık, ulaşım ve tarım gibi sivil sektörlerde de katma değer üretimini artırıyor.

SWOT analizine göre, Türk savunma sanayinin yerli içerik oranı %80'in üzerinde (%93 insansız hava araçları için), savaş alanında kanıtlanmış sistemleri ve esnek bir KOBİ/Startup ekosistemi (YETEN ve EYDEP tarafından destekleniyor) bulunmaktadır. Bunlar en büyük güçlü yönleridir. Ancak, motorlara (turbofanlar/turbomiller), yarı iletkenlere (çipler) ve gelişmiş malzemelere (zırh seramikleri) olan devam eden kısmi bağımlılık, hem açık hem de gizli ambargo tehditlerini barındırabilir.

Sonuç olarak, Türk savunma sanayii elde ettiği asimetric düzeyde sürdürülebilirlik için stratejik bir evrim geçirmelidir. Bu evrimin yol haritası, ana yüklenicilerin ve KOBİ'lerin Ar-Ge süreçlerine tam entegrasyonuna, Devlet-Devlet Satışları (DEDAS) gibi devlet garantili ihracat ve finansman mekanizmalarının uygulanmasına ve motor alt sistem bağımsızlığının hızla tamamlanmasına dayanmaktadır. Yapay zeka ve otonomi teknolojilerine odaklanan bu dönüşüm, Türkiye'nin 21. yüzyıl güvenlik mimarisinde "bölgesel lider ve küresel güç" konumunu sağlamlaştıracaktır.