

SAHA AKADEMi DERGİSİ

SAHA
İSTANBUL
SAĞLIK, HAVACILIK VE UZAY KÜRELENEŞİ

SAHA ACADEMY JOURNAL
2026 - SAYI 2



SAHA AKADEMİ

Yayın Adı

SAHA Akademi Dergi

Yayın Türü

4 Aylık Yayın

Yayın Dili

Türkçe / İngilizce

İmtiyaz Sahibi

SAHA İstanbul

Baş Editör

Dr. Uğur TARÇIN

Yazı İşleri Müdürü

Muzaffer ÜNSALDI

Yayın Kurulu

Levent Kerim UÇA

Murad Mehmet ÇAKIR

İlker ÖZKAN

Ayşe ÇAĞIN ÜNSALDI

Sude GÜLENC

Grafik Tasarım

İbrahim Halil ARDA

Can GÖL

Adres:

Sanayi Mah. Teknopark Bulvarı, Teknopark
İstanbul, No: 1/9A, Üst Zemin Kat D:104-105
Pendik 34906 İstanbul – TÜRKİYE.

Tel: +90 216 999 70 17-18

E-posta iletisim@sahaakademi.com

Web: www.sahaakademi.com

Bu yayında yer alan yazı, fotoğraf, illüstrasyon ve tasarımların her hakkı saklıdır.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz. Yayında yer alan makale ve yazıların sorumluluğu yazarlarına aittir.

İÇİNDEKİLER

- 03** SAHA Akademi Dergisi Sunuş..... 3
- 04** Savunma Sanayiinde Milli Yetkinlik Hamlesi: 4
- 06** Üniversite—Sanayi Etkileşiminde Yeni Bir Paradigma: ODTÜ—SAHA İstanbul EMBA Programı 6
- 07** Millî Teknoloji Hamlesi'nin Gelişiminde İhtiyaçların Doğru Okunması..... 7
- 09** Yeni Nesil Savunma Ekosistemi: Türkiye'nin Yetenek, Teknoloji ve İş Birliği Mimarisini Birlikte İnşa Etmek..... 9
- 12** Su Altı Savaşlarında İnsansız Araçların ve Yapay Zekanın Rolü: Geleceğin Savaş Alanına Bir Bakış 12
- 19** Küresel Bir Sorun Olarak İklim Değişikliği ve Olumsuz Etkileri 19
- 26** Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme Süreçleri Savunma Sanayiinde Teknoloji Transferi ve Ar-Ge Merkezlerinin Etkinliğinin Arttırılması: Üniversite Sanayi İş Birlikleri 26
- 28** Savunma Sanayine Mal/Hizmet Üreten Küçük/Orta Ölçekli A Firmasının “Çift Kullanımlı Teknolojilerin” Üretimine Yönelik Dönüşüm Süreci: Zorluklar, Çözümler ve Stratejik Yönetim 28
- 30** Mini Sınıfı Tek Kullanımlık İnsansız Hava Aracı Sisteminin Yapısal ve Mekanik Elemanlarının 3D Baskı ve Katmanlı İmalatı..... 30
- 33** Gökbey Helikopteri: Türkiye'nin Havacılık Sanayisine Katkıları 33
- 35** Savunma Sanayinde Sanal Gerçeklik Teknolojileri ile Eğitim 35
- 37** Advanced Manufacturing of Composite Aerospace Structures via Automated Fiber Placement..... 37
- 39** Stratejide Yapay Zekâ 39
- NATO'nun Ortak Girişimlerle Mühimmat

41	Tedarik Stratejisi	41
44	Defence Expenditure of NATO Countries; Before and After the War Between Ukraine and Russia	44
46	NATO Programlarına Türk Savunma Şirketlerinin Katılımı: DIANA ve NIF Gibi Programlara Katılım Fırsatları	46
48	Sanayideki Temel Problem: Nitelikli İş Gücü Eksikliği ve Eğitim Yetersizliği	48
50	Afrika'da Türk Savunma Sanayii: Siyasi, Ekonomik ve Stratejik İnceleme	50
53	Şoka Dayanıklı Patlayan Folyolu Başlatıcı Teklifi	53
55	Sanayi Üretiminde “Ara Eleman” Değil, “Ana Eleman” Yetkinliği ve Z Kuşağı Adaptasyonu ...	55
57	Askeri İnsansız Hava Araçlarının Sivil Faaliyetlerde Kullanımı	57
59	Savunma Sanayiinde Komponent ve PCB Tedariginde Gümrük ve Tedarik Zorlukları.....	59
61	İnsansız Savunma Teknolojileri için Birlikte Çalışabilirliğin (Interoperability) Artırılması.....	61
63	Savunma Sanayii için Çevik ve Güvenli Ürün Geliştirme Çerçevesi: MVP Odaklı Yaklaşım	63
65	Yüksek İrtifada Çalışabilen Yük Hücresi Veri Transfer Sistemi Ürün Geliştirme ve Seri Üretimi	65
67	Dikey Atım Fırlatma Sistemlerinin Deniz Platformlarında Önemi ve Stratejik Avantajları	67
69	Savunma Sanayii Projelerinde Proje Süreçlerinin İyileştirilmesi	69
71	Savunma Sanayiinde Tedarik Zinciri Güvenliği: Küresel Çip Krizi ve Kritik Malzeme Tedariki ...	71
73	Yerli ve Millî Projelerde Yerli Tasarım Programı Kullanımı	73
75	Türk Silahlı Kuvvetleri Helikopterlerinde AHSS Kullanımı: Çarpma ve Darbe Dayanımı	75

SAHA Akademi Dergisi Sunuş

Dr. Uğur TARÇIN

Baş Editör

SAHA Akademi Dergisi'nin ilk sayısına gösterilen yoğun ilgi ve değerli geri dönüşler için okuyucularımıza teşekkür ederiz. Aldığımız bu güçlü karşılık, savunma, havacılık, uzay ve yüksek teknoloji ekosistemi için nitelikli bilgi üretimine duyulan ihtiyacı teyit etmiştir.

Elinizdeki ikinci sayıda, Türk savunma sanayiinin teknik, stratejik, ekonomik ve yönetsel boyutlarını ele alan; güncel, uygulamaya dönük ve sektörün ihtiyaçlarına cevap veren çalışmalara yer verilmiştir.

18 Aralık 2025 tarihinde İstanbul'da gerçekleştirilen SAHA Akademi MBA Programı mezuniyet töreninde, katılımcıların programdan ve ürettikleri araştırma çalışmalarının yayımlanmasından duydukları memnuniyete bizzat şahit olmak, bu çabanın değerini bizim için daha da anlamlı kılmıştır. Bu çalışmaların dergimiz aracılığıyla daha geniş bir ekosisteme ulaşması, bilgi paylaşımı ve ortak aklın gelişimi açısından önemli bir kazanım olarak değerlendiriyoruz.

Türkiye'nin gelişen savunma sanayisine katkı sunma hedefiyle, SAHA Akademi Dergisi'ni sektör–akademi–kamu iş birliğini güçlendiren sürdürülebilir bir platform olarak geliştirmeyi sürdüreceğiz. Bu anlayışla hazırlanan ikinci sayının tüm paydaşlar için yol gösterici olmasını temenni ederiz.

Savunma Sanayiinde Milli Yetkinlik Hamlesi: Geleceğin İnşasında Stratejik Bir Paradigma Değişimi

Tam Bağımsız Savunma Sanayii Yolunda İnsan Kaynağı Dönüşümü

Prof. Dr. Hakan KARATAŞ

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, Başkan Yardımcısı

ÖZET

Dünyadaki jeopolitik gelişmeler ve güç odaklı belirsizlikler, savunma sanayiinin salt bir teknolojik üretim sahasının ötesinde stratejik bir insan kaynağı yönetim alanı olduğuna dikkat çekmiştir. Türkiye'nin "Tam Bağımsız Savunma Sanayii" hedefine giden yolda, tasarımdan üretime, küresel tedarikten yerelleşmeye uzanan dönüşümün merkezinde artık "Milli Yetkinlik Hamlesi" yer almaktadır. Bu makale, 6 Ağustos 2024 tarihli Savunma Sanayii İcra Komitesi (SSİK) kararıyla hayata geçirilen bu kapsamlı projenin felsefesini, stratejik çerçevesini, uygulama modellerini ve 2025 yılına ait somut çıktıları analiz etmektedir. Liseden üst düzey yöneticiliğe uzanan "Ölçek-Derinlik Modeli", dijital dönüşüm araçları ve küresel yetenek havuzuna yönelik yaklaşımla, hamlenin savunma ekosistemimizde yarattığı paradigma değişimi ve sürdürülebilir insan kaynağı vizyonu vurgulanmaktadır.

Stratejik Bir Zorunluluk Olarak Milli Yetkinlik

Savunma sanayiimiz, dünyada referans gösterilen platformlar üreten küresel bir güce dönüşmüştür. Ancak bu başarıyı kalıcı kılmak için salt ürün geliştirmek değil, bu ürünleri tasarlayacak, üretecek ve geleceğe taşıyacak "yetkinlik mimarisini" inşa etmektir. 6 Ağustos 2024 tarihli SSİK kararıyla, Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip Erdoğan liderliğinde hayata geçirilen Milli Yetkinlik Hamlesi; insan kaynağını edilmeyen bir unsurdan, sektörün vizyonunu şekillendiren 'dönüştürücü bir aktöre' yükselten köklü bir paradigma değişimidir. Bilgiyi davranışa, davranışı ise kalıcı kurumsal kabiliyete dönüştüren sistematik yapının nihai ufkı; Türkiye Yüzyılı'nın güvenlik hedeflerini besleyecek özgün, derinlikli ve dirençli bir insan sermayesi inşa etmektir.

Neden "Hamle" ve Neden "Milli"? Projenin Felsefi Çerçevesi

MYH, savunma sanayiimizin insan kaynağı yönetiminde statik bir yaklaşımdan dinamik bir ekosisteme geçişi simgeleyen köklü bir paradigma değişimidir. Bu dönüşüm, stratejik derinliğini üç temel felsefeden alır:

1. Evrensel yönetim ilkelerini, Türk iş yapış kültürüne ve stratejik önceliklerimize uyarlayarak tam bağımsızlığa hizmet eden özgün bir model inşa etmek için: **Milli**,
2. Yeteneği soyut bir potansiyel olmaktan çıkarıp, sahada ölçülebilir performansa ve somut üretim çıktısına dönüştürmek için: **Yetkinlik**,
3. Mevcut başarıyı korumakla, geleceğin ihtiyaçlarını karşılayacak proaktif ve stratejik bir sıçrama gerçekleştirmek için: **Hamle**.



Dört temel stratejik eksen üzerine inşa edilmiştir: İnsan Kaynakları Araştırması, Yetkinlik Geliştirme, Etkileşim ve Teknolojik Entegrasyon. Bu bütünlük yapı, eğitimin ötesinde; veriye dayalı kararları, insan odaklı tasarımı ve teknoloji destekli süreçleri merkezine alan köklü bir zihniyet ve sistem dönüşümünü temsil etmektedir.

Liseden Liderliğe: Bütünlük "Ölçek ve Derinlik" Mimarisi

Projenin en özgün yanı, yetenek yönetimini parçalı bir yapıdan kurtarıp, lise sıralarından başlayıp üst düzey yönetici kadrolarına kadar uzanan yaşayan bir "Ölçek-Derinlik Ekosistemi"ne dönüştürmesidir.

Milli Eğitim Bakanlığı iş birliğiyle Haziran 2025'te hayata geçirilen "ELMAS" (Etkileşim-Liderlik-Mükemmeliyet-Akılcılık-Sürdürülebilirlik) programı ve "Savunma Liseleri", sanayi ile eğitim arasında kalıcı köprüler kurmaktadır.

Öğrenciler, sektörel dinamikleri lise sıralarında deneyimleyerek teknik vizyonlarını bir kariyer yolculuğuna dönüştürmektedir. Lisede atılan temel, üniversite düzeyinde YÖK protokolüyle sunulan "Savunma Sanayii 101-102, 401-402" kodlu zorunlu/seçmeli hibrit dersler yaklaşık 4000 öğrenciye sunulmuştur.

Bu süreç, Kapsül Yaz Okulları, Kamp ve Kampüs programları ile 67 binden fazla öğrenci, sektör liderleri ile bir araya getirilmiştir. Böylelikle teorik bilgi, firmalarda gerçekleştirilen pratik projelerle harmanlanarak sahada sınanmış kurumsal yetkinliği sağlamıştır.

Profesyonel Derinleşme ve Ortak Akıl Kültürü

Sektör profesyonelleri için kurgulanan bu yapı, teknik yetkinlikleri liderlik vizyonu ile birleştiren bütüncül bir gelişim mimarisidir. “Teknik Okullar” bünyesinde 11 kritik teknoloji alanında 3.200’ü aşkın mühendisimizin uzmanlığı derinleştirilirken; lider ve yöneticilerimiz “Grand Strateji” ve “Uluslararası İş Geliştirme” programlarıyla küresel rekabetin gerektirdiği ticari zeka ve stratejik öngörüyle donatılmaktadır. Rekabetin ötesinde bir “iş birliği kültürü” inşa etmeyi hedefleyen bu yapı; HR-X, Defence EN-X ve Yetenek Yönetimi Zirvesi ile kurumlar arası sinerjiyi kurumsallaştırmaktadır. Kurumsal Akademiler Birliği ve İnsan Yönetimi Olgunluk Modeli ile sektör standartları uluslararası normlara taşınmaktadır. Sektörün bilimsel hafızası hakemli dergi JDSI ile kayıt altına alınırken; “Akademi Bülten”, “Akademi Mercek” ve “Akademi Rapor” çalışmalarıyla güncel bilgi akışı sağlanmakta ve ekosisteme derinlemesine stratejik analizler sunulmaktadır. Yıl boyunca 752 farklı eğitim programı ve 76.238 katılımcıyla ulaşılan 329.873 adam/saatlik hacim, MYH’nin etki alanını ve sürdürülebilirliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Dijital Dönüşüm: Veriye Dayalı Yetenek Mimarisi

Savunma sanayiinin dijitalleşme vizyonu, İnsan Kaynakları süreçlerine tam entegre edilerek; “tahmine” dayalı geleneksel yönetimden, “veriye” dayalı bir yetenek mimarisine evrilmiştir.

Savunma Kariyer: Yapay zeka ve e-Devlet (YÖKSİS, SGK) entegrasyonu ile “beyana dayalı” özgeçmiş devrini kapatan platform; 250.000’i aşkın nitelikli adayın yer aldığı doğrulanmış ve yetkinlik bazlı dijital profil dönemini başlatmıştır. 200’den fazla üniversite temsilcisiyle “ortak akıl” çerçevesinde tasarlanan “Kariyer Merkezi Modülü” ise üniversite-sektör işbirliğini sistemsel ve sürdürülebilir bir zemine oturtmuştur.

Savunma Gelişim: Eğitimi zaman ve mekândan bağımsız demokratikleştiren platform, 2025 yılında 67.977 kullanıcıya ulaşmıştır. İstihbarata karşı koyma eğitiminden stratejik yönetime uzanan içerik yelpazesıyla, sektör için uçtan uca bir dijital gelişim koridoru açılmıştır.

Sektörün stratejik çıktılarının ve entelektüel sermayesinin toplandığı www.milliyetkinlikhamlesi.com.tr, yaşayan bir bilgi üssü olarak faaliyete geçerken; Akademi’nin vizyonuna ssa.gov.tr adresi üzerinden erişim sağlanmaktadır.

Küresel Vizyon: Beyin Göçünden Beyin Gücüne

MYH, ulusal sınırları aşarak küresel bir yetenek diplomasine dönüşmüştür. Hollanda, İngiltere ve Almanya dahil 6 merkezde düzenlenen “Teknoloji ve Yetkinlik Buluşmaları”, yurt dışındaki Türk yetenek havuzuna doğrudan kapı aralamıştır. “Beyin Göçünden Beyin Gücüne” vizyonu ile analiz edilen saha tecrübeleri ise stratejik bir yol haritasına dönüştürülmüş; “Savunma Kariyer: Beyin Göçünden Beyin Gücüne Modülü” ile tersine beyin göçü, somut ve yaşayan bir sisteme kavuşturulmuştur.

Sayıların Ötesinde, Stratejik Bir Yetkinlik Tahkimatı

“Küresel belirsizlikleri tarihi bir ‘eşik atlama’ fırsatına dönüştürme iradesi; tasarımdan küresel ihracata uzanan dört boyutlu bir dönüşümü zorunlu kılmıştır. Bu dönüşümün stratejik kilit taşı ise ‘yetenek yönetiminden yetenek mobilitesine’ geçiştir. 12. Kalkınma Planı’nda öngörülen savunma sanayii insan kaynağının 85.000’den 158.000’e çıkarılması hedefi; bizim için salt bir istihdam artışı değil, stratejik bir “yetkinlik tahkimatı”dır. Sektörümüzün DNA’sında var olan ve projelerimizi başarıya ulaştıran “tamamlama kültürü”, Milli Yetkinlik Hamlesi ile insan kaynakları yönetimine de uyarlanmıştır. Bu hamle; yapısal verimsizlikleri ortadan kaldıran, gelişimi dijitalle demokratikleştiren ve rekabeti ‘tamamlayıcı ortak akla’ dönüştüren stratejik bir büyüme yönetimidir. MYH insan kıymetimizi stratejik bir akla dönüştüren köklü bir zihniyet devrimidir. Türkiye Yüzyılı’nın tam bağımsızlık ideali, teknolojiye değil, onu geliştiren ‘İNSANA’ yapılan bu yatırımla yükselecektir.



KAYNAKÇA

- Savunma Sanayii İcra Komitesi (SSİK) Kararı, 6 Ağustos 2024.
- Milli Yetkinlik Hamlesi, Savunma Sanayii Başkanlığı.
- “ELMAS Programı Uygulama Kılavuzu”, Milli Eğitim Bakanlığı & SSB, 2025.
- “Savunma Sanayii 101-402 Ders Müfredatları”, Yükseköğretim Kurulu (YÖK), 2024.
- Journal of Defence and Security Industries (JDSI), İlk Sayı, 2025.



Üniversite–Sanayi Etkileşiminde Yeni Bir Paradigma: ODTÜ–SAHA İstanbul EMBA Programı

Prof. Dr. Ahmet YOZGATLIGİL

ODTÜ Rektörü

katılımcılar, program süresince aktif iş yaşamlarını sürdürürken, yönetim bilgilerini doğrudan uygulamayla ilişkilendiren bir öğrenme deneyimi yaşamaktadır. Akademik bilgi ile sahadaki karar alma süreçlerinin aynı zeminde buluşması, teori ile pratiğin eş zamanlı olarak sınandığı özgün bir eğitim ortamı yaratmaktadır. ODTÜ kampüsünün sanayi yöneticileri için bir düşünme, etkileşim ve ortak akıl üretim alanına dönüşmesi, bu yaklaşımın en somut çıktılarından biridir.

Bu güçlü akademik ve uygulamalı birikim, bugün yeni bir safhaya taşınmıştır. ODTÜ İşletme Bölümü'nün yıllar içinde oluşturduğu EMBA deneyimi, SAHA İstanbul ile kurulan iş birliği sayesinde, savunma, havacılık ve uzay ekosisteminin ihtiyaçlarına doğrudan temas eden yenilikçi bir üniversite–sanayi ortaklığı modeline dönüşmüştür. Bu iş birliği, geçmişte edinilen deneyimin doğal bir devamı olduğu kadar, insan kaynağı geliştirme alanında atılmış stratejik bir adımdır.

Altı yıldır başarıyla sürdürülen SAHA MBA Programı, yedinci döneminde ODTÜ'nün de katılımıyla yeni bir yapıya kavuşmuştur. Bu kapsamda program, SAHA MBA Yönetici Geliştirme Programı (Sertifika Programı) ve EMBA ODTÜ Yöneticiler İçin Tezsiz Yüksek Lisans (Diploma Programı) olmak üzere, içerik ve süre açısından birbirini tamamlayan iki paralel yapı halinde yürütülmektedir. “Milli Teknoloji Hamlesi” ve “Milli Yetkinlik Hamlesi” çerçevesinde şekillenen bu model, savunma, havacılık ve uzay alanlarında faaliyet gösteren firmaların yönetici ve yönetici adaylarını, uluslararası standartlarda ve sektörel ihtiyaçlara odaklanan özgün bir eğitim yaklaşımıyla buluşturmaktadır.

ODTÜ Yöneticiler İçin Tezsiz Yüksek Lisans Programı, 19 ders, 30 kredi ve toplam 390 saatlik eğitimden oluşmaktadır. Müfredatın yaklaşık yüzde 20'si savunma ve havacılık odaklı içeriklerden beslenen program, sektör liderleri ve deneyimli profesyoneller tarafından yürütülen eğitimler, vaka analizleri, simülasyon çalışmaları ve teknik inceleme ziyaretleriyle desteklenmektedir. Program, bu dönem toplam 20 katılımcı ile yürütülmektedir.

Rektör olarak bu programı, “Savunma Sanayinin Liderlik Okulu” olarak gördüğümüzü özellikle ifade etmek isterim. Akademi, sanayi ve kamu paydaşlarını aynı hedef etrafında buluşturan bu iş birliği modeli, bir eğitim programı olmanın ötesinde; ortak akla, güvene ve uzun vadeli etkileşime dayanan güçlü bir yapı ortaya koymaktadır. Bugün kurulan bu köprünün, savunma ve havacılık sektörü başta olmak üzere, yetkinlik geliştirme ve iş birliği kültürüne ihtiyaç duyan tüm alanlara ilham vereceğine inanıyorum.

ODTÜ olarak, 70 yılı aşkın eğitim ve araştırma deneyimizle bu vizyoner sürecin bir parçası olmaktan büyük bir memnuniyet duyuyoruz. Bu iş birliğinin, üniversite–sanayi etkileşiminin insan kaynağı boyutunda kalıcı bir değer üretmesini ve Türkiye'nin bilgi temelli kalkınma yolculuğuna anlamlı katkılar sunmasını içtenlikle temenni ediyoruz.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi olarak, SAHA İstanbul iş birliğiyle yürütülen ODTÜ Yöneticiler İçin Tezsiz Yüksek Lisans (EMBA) Programı'nı, üniversite–sanayi etkileşimini geleneksel sınırların ötesine taşıyan; hem savunma ve havacılık sektörüne hem de iş birliği ve yetkinlik geliştirme kültürüne ihtiyaç duyan tüm sektörler için örnek olabilecek yenilikçi bir model olarak değerlendiriyoruz. Küresel rekabetin giderek yoğunlaştığı günümüz dünyasında sürdürülebilir başarının anahtarı, ileri teknolojileri geliştirmenin yanında bu teknolojileri doğru stratejiyle yönetecek, ölçeklendirecek ve dönüştürecek lider kadrolar yetiştirmekten geçiyor. Çünkü teknolojinin gerçek değeri, onu doğru zamanda ve doğru vizyonla yöneten insanla ortaya çıkıyor.

Bu yaklaşım, ODTÜ İşletme Bölümü'nün kuruluşundan bu yana benimsediği, uluslararası gelişmeleri yakından izleyen ve teori ile pratiği birlikte ele alan akademik anlayışın doğal bir uzantısı olmuştur. Bölüm, yıllar içinde bu birikimi lisans ve lisansüstü programlarına bütüncül biçimde yansıtarak; özellikle mühendislik kökenli, orta ve üst düzey yönetim sorumluluğu üstlenen profesyonellerin yönetim alanındaki yetkinlik ihtiyaçlarına odaklanmıştır. Bu doğrultuda 2005–2006 akademik yılında hayata geçirilen Yöneticiler için İşletmecilik Tezsiz Yüksek Lisans (EMBA) Programı, üniversite–sanayi etkileşiminin insan kaynağı boyutunda derinleşmesine önemli katkılar sağlamıştır.

Yaklaşık yirmi yıldır sınırlı sayıda katılımcı ile sürdürülen program, bugün 350 kişiyi aşan güçlü bir mezun ağına sahiptir. En az beş yıllık iş deneyimine sahip profesyoneller arasından seçilen

Millî Teknoloji Hamlesi'nin Gelişiminde İhtiyaçların Doğru Okunması

İlhami KELEŞ

MKE Genel Müdürü

Türkiye'nin savunma, havacılık ve uzay alanında son yıllarda gerçekleştirdiği atılım, ülkemizin küresel bir güç olma kararlılığını bir kez daha ortaya koymaktadır. Türkiye Yüzyılı vizyonu ile geliştirdiğimiz her bir ürün, ortaya konulan her bir çıktı yalnızca ülkemizin stratejik bağımsızlığını güvence altına almakta; aynı zamanda katma değeri yüksek millî teknoloji ürünlerin dost ve müttefik ülkelere ihracatı ile ekonomiye de önemli katkılar sunmaktadır.

Bu süreçte Türk savunma ve havacılık sektörünü ulusal ve uluslararası alanda güçlendiren, lider bir kümelenme olma vizyonu ile 2015 yılında kurulan SAHA İstanbul, önemli bir sorumluluk üstlenmektedir. 1300'ü aşkın üye firması ve 29 üye üniversitesi ile Türkiye'nin uzay, havacılık ve savunma sektörünün gelişimine katkı sunan SAHA İstanbul, disiplinler arası bir yaklaşımla, sektörün ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesine yönelik eğitim ve çalışmalarını sürdürmektedir.

Makine ve Kimya Endüstrisi olarak bizler Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN'ın liderliğinde ülkemizin savunma sanayii hedefleri doğrultusunda üretmeye devam ediyoruz. Geride bıraktığımız 2025 yılı itibarıyla savunma sanayiinde yatırım hacmi, teknoloji üretme kapasitesi ve ihracat performansı bakımından tarihimizin en güçlü dönemlerinden birini yaşıyoruz. Hayata geçirdiğimiz yatırımlar ve geliştirdiğimiz özgün ürünlerle yalnızca üretim kapasitemizi artıran değil; teknoloji geliştiren ve bu teknolojiyi küresel pazarlara taşıyan bir savunma sanayii şirketi konumuna ulaştık.

Son dönemde gerçekleştirdiğimiz yatırımlar, üretim altyapımızda nitelikli bir dönüşümü beraberinde getirdi. Yeni tesisler kurduk, mevcut üretim hatlarımızı yeniledik ve kapasite artışına yönelik yatırımlarımızın toplam büyüklüğünü 1 milyar doların üzerine çıkardık. Bu yatırımlar sayesinde savunma sanayii firmaları arasında yatırım büyüklüğü bakımından birinci, tüm sektörler genelinde ise üçüncü sırada yer aldık. 2025 yılı içerisinde 384 yeni tezgâh, üretim hattı ve tesisi devreye alarak mühimmat, silah sistemleri, namlu ve deniz sistemleri alanlarında üretim kapasitemizi önemli ölçüde artırdık. Aynı süreçte tedarik zincirimizi de güçlendirdik; yerli tedarikçi kullanım oranımızı %90'ın üzerine çıkararak üretimde süreklilik, maliyet dengesi ve stratejik bağımsızlık açısından önemli bir eşiği aştık.

Bu dönüşümün merkezine Ar-Ge faaliyetlerini yerleştirdik. Günümüz harp ortamında insansız sistemlerin ve düşük maliyetli hava tehditlerinin yaygınlaşması, savunma çözümlerinde katmanlı ve entegre yaklaşımları zorunlu hâle getiriyor. Bu çerçevede teknoloji satın alan bir yapıdan uzaklaşarak özgün tasarım, sistem geliştirme ve entegrasyon kabiliyetlerimizi kurumsal yapımızın temel unsurları hâline getirdik. Kara, hava ve deniz platformlarını kapsayan 176 Ar-Ge projesini hayata geçirdik; bu projelerin önemli bir bölümünü ürünleşme aşamasına taşıdık. Bu



süreçte Ar-Ge çalışmalarımızı, etkili sonuç üreten, basit yapıda kurgulanan ve maliyet açısından erişilebilir çözümler geliştirmeyi esas alan "Etkili, Basit ve Ucuz" (EBU) yaklaşımı doğrultusunda şekillendirdik. Bu çalışmalar kapsamında geliştirdiğimiz TOLGA Yakın Hava Savunma Sistemi ile insansız hava tehditlerine karşı tespit, teşhis ve etkisiz hâle getirme süreçlerini tek bir mimari altında birleştirdik; test faaliyetlerinde bu yaklaşımın farklı senaryolar altında çalışabilirliğini doğruladık. Deniz ortamına yönelik olarak geliştirdiğimiz PİRANA Kamikaze İnsansız Deniz Aracı ile ise asimetric deniz tehditlerine karşı, sahada karşılığı olan ve maliyet-etki dengesi gözetilen bir Ar-Ge yaklaşımını hayata geçirdik.

Ar-Ge altyapımızı güçlendirmek amacıyla üç yeni araştırma ve geliştirme merkezini faaliyete aldık. İleri Malzemeler Ar-Ge Merkezimizde ileri, nano ve kompozit ile radar soğurucu malzemeler alanlarında çalışmalar yürütüyor; kritik malzeme teknolojilerini yerli imkânlarla geliştirmeyi hedefliyoruz. Elektronik ve Gömülü Sistemler Ar-Ge Merkezimizde (İTÜ ARI Teknokent) sonar ve ileri sensör teknolojileri, su altı ve su üstü haberleşme, lazer ile haberleşme ve lazer güdüm sistemleri üzerine çalışmalarımızı sürdürüyoruz. Kuantum Ar-Ge Merkezimizde (Gebze Teknik Üniversitesi) ise kuantum sensörler ve kuantum teknolojileri alanlarında ileri seviye araştırmalar gerçekleştiriyoruz. Bununla birlikte, farklı teknoloji alanlarında yeni Ar-Ge merkezlerini hayata geçirmek üzere planlama ve hazırlık çalışmalarımız devam etmektedir.

Geliştirdiğimiz ürün ve sistemlerle ulaştığımız mühendislik seviyesini sahada somut biçimde ortaya koyuyoruz. Yakın hava savunma sistemleri, insansız deniz araçları, akıllı mühimmat çözümleri, modern makineli tüfekler ve keskin nişancı tüfeği ailesine eklediğimiz yeni ürünler; tasarımdan üretime kadar MKE mühendisliğinin doğrudan çıktıları olarak öne çıkıyor. Bu ürünlerde, Etkili, Basit ve Ucuz (EBU) yaklaşımı doğrultusunda operasyonel ihtiyaçları karşılayan yalın mimariyi, bakım ve kullanım kolaylığını ve maliyet dengesini birlikte ele alıyoruz.

Deniz sistemleri alanında da önemli kabiliyetler elde ettik. Denizhan-76 Millî Deniz Topunun teslimatlarını sürdürerek sistemi Deniz Kuvvetleri envanterinde aktif kullanım seviyesine ulaştırdık. Bununla birlikte, dünyada yalnızca üç ülkenin üretim kabiliyetine sahip olduğu 127 mm deniz topu namlusunu kendi imkânlarımızla üretebilen bir yetkinliğe erişerek deniz harp sistemlerinde kritik bir eşiği aştık.

İhracat alanında da önemli ilklere imza attık. Yerli ve millî imkânlarla geliştirdiğimiz 105 mm BORAN Obüsünü ilk kez bir Avrupa ülkesine ihraç ederek Kuzey Makedonya envanterine soktuk. Asırlık tecrübemizi ve teknoloji birikimimizi dost ve kardeş coğrafyalara taşımayı sürdürdük; bu kapsamda Ürdün ve Moğolistan'da fişek üretim hatlarının kurulumlarını tamamladık. Hâlihazırda 8 farklı ülkede silah montajı ve fişek üretim hattı kurulumu projelerini yürütüyoruz. Deniz sistemleri alanında ise Denizhan-76 Millî Deniz Topu'nun ilk ihracatı için Endonezya ile sözleşme imzaladık; TCG Akhisar'ın Romanya'ya ihracatıyla birlikte Denizhan-76, ilk kez hem NATO hem de AB üyesi bir ülkenin envanterine girmiş oldu. Bugün itibarıyla 105 ülkeye savunma sanayii ürünleri ihraç eden geniş ve sürdürülebilir bir ihracat ağına sahibiz.

Ortaya koyduğumuz bu performans, uluslararası sıralamalara da yansımıştır. Defense News Top 100 listesinde bir önceki yıla göre dört basamak yükselerek 80'inci sıraya yerleşirken, SIPRI tarafından yayımlanan dünyanın en büyük savunma sanayii şirketleri listesine ise ilk kez 93'üncü sıradan giriş yaptık.

2025 yılı itibarıyla MKE olarak; yüksek ölçekli yatırımlarımız, teknoloji üreten Ar-Ge altyapımız, artan üretim kapasitemiz, yerli tedarik zincirinde ulaştığımız %90'ın üzerindeki oran, 100'ün üzerinde ülkeye uzanan ihracat ağıımız ve yeni açtığımız araştırma merkezlerimizle savunma sanayiinde dengeli ve sürdürülebilir bir büyümeyi hayata geçiriyoruz. Önümüzdeki dönemde de teknoloji geliştirme ve küresel pazarlarda derinleşme hedefi doğrultusunda çalışmalarımızı kararlılıkla sürdüreceğiz.



Yeni Nesil Savunma Ekosistemi: Türkiye'nin Yetenek, Teknoloji ve İş Birliği Mimarisini Birlikte İnşa Etmek

Murat İkinci

ROKETSAN Genel Müdürü



Türkiye, savunma sanayisinde son yıllarda gerçekleştirdiği büyük atılımlarla dünyada söz sahibi bir konuma ulaştı. Savunma sanayimiz; Türk Silahlı Kuvvetlerimizin ve güvenlik güçlerimizin ihtiyaçlarını yerli ve milli imkanlarla karşılamakla kalmayıp, artık dost ve müttefik ülkelere de yüksek teknoloji ve katma değerli ihracatlar gerçekleştirerek ülkemize ekonomik ve stratejik olarak önemli kazanımlar sağlamaktadır.

Bugün geldiğimiz noktada, savunma ekosistemimiz; üniversitelerden teknoparklara, KOBİ'lerden ana yüklenicilere, kamu kurumlarından global iş ortaklarına uzanan geniş bir mimari üzerine inşa edilmektedir. ROKETSAN olarak biz de bu mimarinin temel unsurlarından biri olmanın sorumluluğuyla hem teknolojiye sürdürülebilir şekilde öncü olmayı hem de ülkemize stratejik bir insan kaynağı yetiştirmeyi en öncelikli görevlerimiz arasında görmekteyiz.

Önümüzde duran en önemli hedef son derece nettir: Savunma sanayimizde tam bağımsızlığı sağlamaktır. Bu hedefe ulaşmanın yolu ise yetenek kazanımına dayalı geleceğe yatırım yapılması, özgün teknolojiler için güçlü Ar-Ge çalışmalarının yürütülmesi ve millî üretimi destekleyen sürdürülebilir bir ekosistemin inşa edilmesinden geçmektedir.

Genç yetenekler ile güvenli yarınlar

Savunma sanayimizin en değerli varlığı sahip olduğu insan kaynağıdır. Bizler için öncelikli hedef ise yetişmiş insan kaynağımızı genç yetenekler ile genişleterek bu gücümüzü geleceğe taşımaktır.

ROKETSAN'ın bugün ortaya koyduğu her ürünün arkasında 7000 çalışanımızın yanı sıra sağlıklı bir akış çerçevesinde çözüm ortağımız olan ekosistemimizle teşkil ettiğimiz bir teknoloji ordusu bulunuyor. Deneyimli kadrolarımız bizleri yarınlara taşıırken, dinamik ve sürekli kendisini yenileyen genç kadromuzun da taze fikirleri ve yaratıcı bakış açılarıyla projelerimize yön verdiğini görüyoruz.

Bugün çalışanlarımızın %71'ini 35 yaş altında olan arkadaşlarımız oluşturuyor. Çalışanlarımızın önemli bir bölümünün 35 yaş altından oluşuyor olması ROKETSAN'ımızın dönüşüm hızını net bir şekilde ortaya koyuyor.

Son beş yılda çalışan sayımızı iki katına çıkarırken, bu büyümeyi yalnızca istihdamla değil, planlı bir yetenek kazanım modeliyle yönettik. Bu kapsamda yürüttüğümüz erken dönem yetenek kazanımı faaliyetlerimiz ile ülkemizin nitelikli insan kaynağına henüz eğitim hayatındayken ulaşıyor ve istihdam olanakları sunuyoruz. R-Force Aday Mühendislik Programımız,

STAGE staj programlarımız ve CAMPus Programımız gibi Bu programlarımızla yalnızca iş gücü değil; disiplinler arası düşünebilen, yapay zekâ okuryazarlığı yüksek, sistem mimarisini kavrayabilen, araştırma kültürüne sahip genç uzmanlar yetiştirmeye odaklanıyoruz.

Büyük bir inançla yürüttüğümüz her programımızın, Türk mühendislik aklına ve becerisine sahip genç yeteneklere büyük bir vizyon kattığının bilincindeyiz. Bizim için yetenek kazanımı bir "seçme-yerleştirme süreci" değil; gençlerle birlikte yürüyen bir gelişim yolculuğudur.

Öncü teknolojiler için Ar-Ge çalışmaları

Teknolojinin hızla geliştiği dünyamızda her geçen gün yeni gelişmelerle ve aslında bizler için de yeni fırsat ve tehditlerle karşı karşıya kalıyoruz. Türkiye'mizin bu teknolojilerde geri kalmaması hatta yeni teknolojilere öncülük etmesi için Ar-Ge çalışmaları büyük önem taşıyor. Bu açıdan savunma sanayisinde Ar-Ge çalışmaları, ülkemizin stratejik bağımsızlığını ve sahadaki üstünlüğünü sağlayan en kritik faktörlerin başında geliyor. İleri teknolojiye dayalı savunma sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi ve test edilmesi ülkemize hem güvenlik tehditlerine karşı hızlı ve etkin yanıt verme imkânı kazandırıyor hem de yerli üretim kapasitesini artırarak savunmada dışa bağımlılığımızı azaltıyor.

Ülkemizi tam bağımsız savunma sanayisine ulaştırma hedefiyle büyük başarılarla geride

biraktığımız 2025 yılında Ar-Ge faaliyetlerimizde de önemli kazanımlar elde ettik. Bu kapsamda 2025 yılı Kasım ayı itibarıyla; öz kaynaklarımızla karşılanan 74 Ar-Ge projesi altında 85 ürün ve teknoloji geliştirme çalışması yürüterek yeni teknolojilere yelken açtık.

ROKETSAN olarak ülkemizi ve şirketimizi geleceğe taşıyacak Ar-Ge çalışmalarımızın birçoğunu; üniversiteler, araştırma merkezleri, enstitüler, teknoloji geliştirme bölgeleri ve teknoloji transfer ofisleri ile iş birliği içinde yürütüyoruz. Üniversitelerle ortak yürütülen kurumsal Ar-Ge iş birliği programlarımız arasında TÜBİTAK 1004 Mükemmeliyet Merkezi Destek Programı, TÜBİTAK 1505 Üniversite Sanayi İş Birliği Destek Programı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Rekabet Öncesi İş Birliği Programı ve Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Programı da yer alıyor. Bunların yanı sıra Girişim ve İnovasyon ekosistemine olan inancımızla birlikte bu sene Teknopark İstanbul ile birlikte yürüttüğümüz İvme Hızlandırma Programını da hayata geçirmiş bulunuyoruz.

Öte yandan bilgi ve teknolojinin büyük bir hızla ilerlediği günümüzde, üniversite-sanayi iş birliğinin hiç olmadığı kadar kritik bir öneme sahip olduğu görüyoruz. Stratejik ve özellikle yüksek katma değerli teknolojilerin geliştirme süreçlerinde üniversitelerin bilimsel kapasitesi ile sanayinin uygulama gücünün buluşması, sürdürülebilir kalkınmanın ve rekabetçi üretimin temelini oluşturuyor. Bu bağlamda, Ar-Ge faaliyetlerinden prototip üretimine, nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesinden stratejik teknolojilerin kazanımına kadar geniş bir yelpazede bu iş birlikleri önemli rol üstleniyor.

ROKETSAN söz konusu olduğunda ise iş birlikleri stratejik bir gerekliliğe dönüşüyor. Milli güvenliğimizin teminatı olan savunma teknolojilerini yerli ve milli kaynaklarla geliştirebilmemiz ancak üniversitelerimizin bilgi birikimi ve araştırma altyapısı ve sanayi kuruluşlarımızın tecrübe ve üretim kabiliyetlerinin entegre edilmesiyle mümkün oluyor.

Bu kapsamda akademik paydaşlarımız ile 2025 yılında, ulusal ve uluslararası kapsamda 26 farklı Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme projesi başlattık. Bu çalışmalar kapsamında malzeme-proses ve benzetim-modelleme teknolojilerinin yanı sıra yapay zekâ, görüntü işleme, hidrojen yakıt hücresi teknolojileri gibi pek çok farklı alanda iş birlikleri yürütüyoruz. Bugün itibarıyla 15'ten fazla üniversite ile yaklaşık 70 farklı iş birliği projesine devam ediyoruz.

Öte yandan Sanayi Odaklı Bitirme Projeleri de hem üniversitelerimizle kurduğumuz güçlü köprünün hem de geleceğin mühendislerini, araştırmacılarını ve yöneticilerini bugünden kazanma çabamızın bir göstergesidir.

2025 yılında ise geleceğe yönelik; uydu fırlatma teknolojileri, yenilikçi silah sistemlerine yönelik teknolojiler, seyrüsefer, sevk, kontrol, harp başlığı, balistik koruma, ileri malzeme, enerji depolama ve terminal güdüm teknolojileri gibi birçok alanda yeni Ar-Ge çalışmaları yaparak geleceğin teknolojilerine

bugünden yatırım yapmaya başladık.

Güçlü ekosistem ile milli üretim

Milli Teknoloji Hamlesi'nin öncü şirketlerinden biri olarak; birçok sistem ve alt sistemde ülkemizin dışa bağımlılığını kırıyor ve ambargoları etkisiz hale getiriyoruz. Millileştirmenin bir tercih değil geleceğimiz için bir zorunluluk olduğu bilinciyle gece gündüz çalışarak artırdığımız yerli üretimimiz ile ülkemizin geleceğine katkı sağlıyoruz. Bugün geldiğimiz noktada üretimde yurt içi kaynak kullanım oranımızı yüzde 90 seviyesine çıkararak bu alanda önemli mesafeler kat ettik.

Tüm bu süreçlerimizi ise kurduğumuz güçlü iş ortaklıkları ve tedarikçi ekosistemimizle birlikte yürütüyoruz. Yurt içinde 2.200'e ulaşan tedarikçimiz ile savunma sanayimizin en büyük ekosistemlerinden birini oluşturuyor, birlikte büyüyoruz. Bu sadece milli savunma sanayimizin güçlenmesine ve ülkemizin güvenliğine değil aynı zamanda uluslararası alanda rekabet gücümüzün artmasına da katkıda bulunuyor.

ROKETSAN olarak öncelikli hedefimiz; yeni teknolojilerin ve inovasyonun ön planda olduğu, uluslararası alanda rekabetçi ve en önemlisi tam bağımsız savunma sanayi inşa etmektir. Biliyoruz ki güçlü bir savunma sanayisi ve güçlü bir ROKETSAN ancak sağlam bir ekosistemle mümkündür. Bu doğrultuda bizimle birlikte büyüyen ve gelişen, sürdürülebilir bir ekosistem oluşturmaya son derece önem veriyoruz.

Doğrudan paydaşımız olarak gördüğümüz her alan ve büyüklükteki iş ortaklarımızla kurduğumuz ekosistemimizle adım adım örülen bir emek ile ortaya çıkan sistem ve alt sistemler, bizleri ambargolara karşı güçlü, savunmada dünyada söz sahibi kılıyor.

Geleceği bugünden inşa etmek

ROKETSAN bugün geliştirdiği roket ve füze teknolojileriyle, katmanlı hava savunma sistemleriyle, deniz ve kara platformlarıyla ve uzay sistemleriyle yalnızca Türkiye'nin güvenliğine katkı sunmuyor; aynı zamanda ülkemizin küresel ölçekte teknoloji geliştiren ülkeler arasındaki konumunu da güçlendiriyor.

Bu başarıyı mümkün kılan; deneyimli ve genç mühendislerimizin sinerjisi, Ar-Ge çalışmalarımız, üniversitelerimizle kurduğumuz iş birlikleri, SAHA gibi güçlü ekosistemlerin kolektif yapısı ve teknoparkların inovasyon kültürüdür.

Türkiye'nin savunma sanayisindeki yükselişi bireysel başarıların değil, ortak aklın ve ortak iradenin ürünüdür. Bu da ancak stratejik bir yol haritası ile sistematik olarak işlendiğinde hayata geçeceğine inanıyoruz.

Biz ROKETSAN olarak, bu büyük ekosistemin bir paydaşı olmaktan gurur duyuyor; gençlerimizle, akademimizle, tedarikçilerimizle ve tüm iş ortaklarımızla birlikte Türkiye'nin gelecekteki savunma ve teknoloji mimarisini inşa etmeye kararlılıkla devam ediyoruz.



THE
WORLD
NEEDS
MORE
SPACE

77TH INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL CONGRESS

ANTALYA, TÜRKİYE
5-9 OCTOBER 2026



#IAC2026



IAC2026.ORG

 IAC2026ANTALYA

ORGANIZED BY



INTERNATIONAL
ASTRONAUTICAL
FEDERATION

HOSTED BY



Turkish
Space Agency

CO-HOSTED BY



SUPPORTED BY





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

Dr. Eda ERTÜRK

ROKETSAN

1. VAKA ÖZETİ

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 TANIMI

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 PLANI

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.

Saldırı 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 6 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-300 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 (örn. SARMA) geliştirmek için çalışmalarını artırmıştır.

Birleşik Krallık (UK): Birleşik Krallık, denizaltı savaş teknolojilerine odaklanan araştırmalar yaparak, su altı araçlarını (örn. XLAUV) 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. ANALİZ YÖNTEMİ

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

6. ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

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.

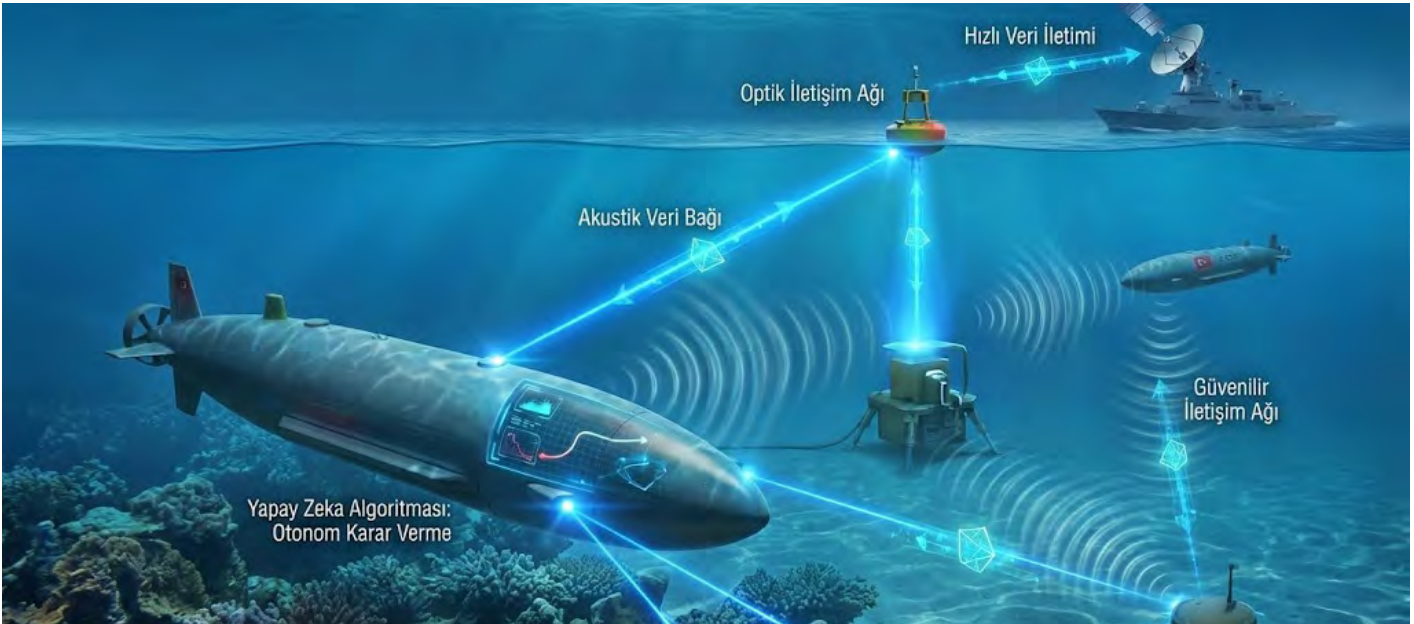
Gelişmiş İletişim Teknolojileri: Su altı iletişimini iyileştirecek yeni teknolojiler, örneğin akustik iletişim veya optik sistemler, geliştirilerek operasyonel verimlilik artırılabilir (Naval News, 2024). Daha hızlı veri iletimi ve daha güvenilir bir iletişim ağı tesis edilmiş olur.

7. GERÇEKLEŞTİRİLEN 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). Buda 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.

DEĞERLENDİRME

Su Altı Savaşlarında İnsansız Araçlar Pazarı Değerlendirmesi

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 Büyüklüğü ve Büyüme Oranı

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.

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 tartışılabilir. 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.

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 öngörülmüyor. 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.

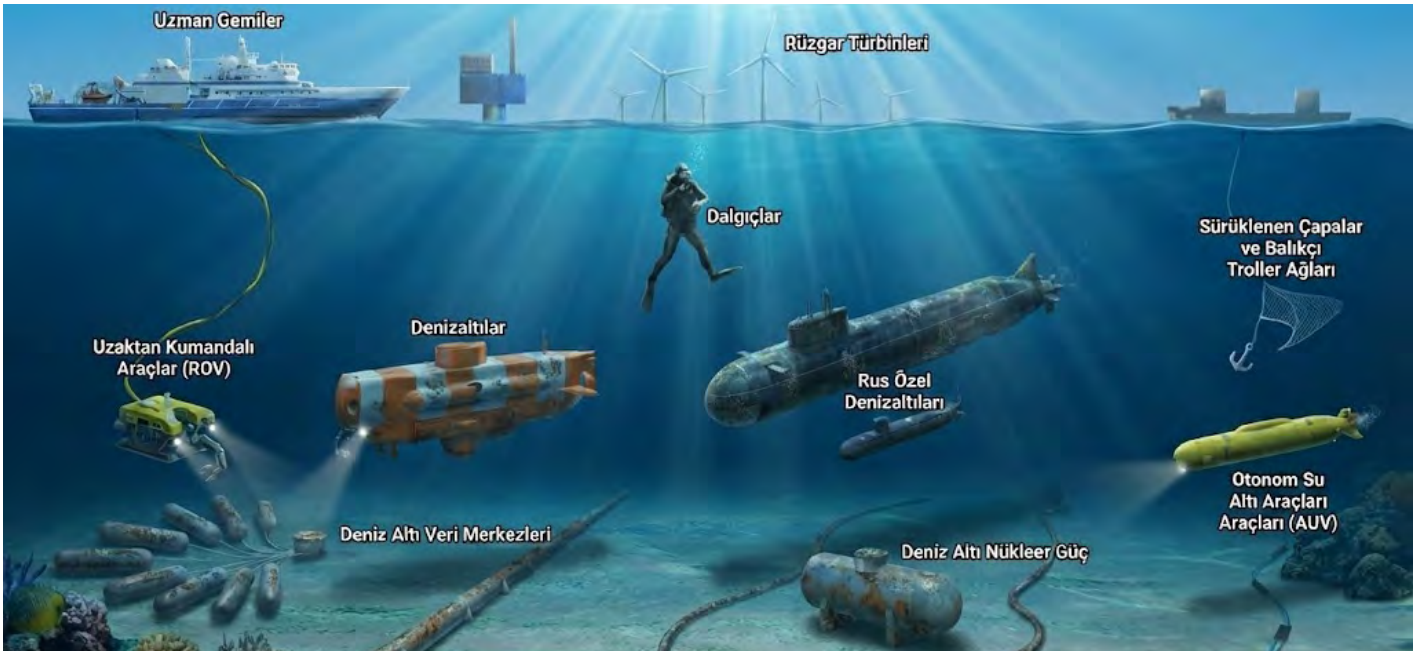
Asya-Pasifik (APAC): Bu bölge, hızla gelişen pazarlarla dikkat çekmektedir ve deniz keşifleri ile bölgesel güvenlik tehditleri, Asya-Pasifik pazarının büyümesine yol açmaktadır.

Sonuç 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.





Şekil 1. Su Altı Savaşları

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

Tablo 1. Su Altı İletişim Sistemlerinin Karşılaştırılması

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	Deniz mayınlarının 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 2. İnsansız Deniz Araçlarının Kullanım Alanları ve Görevleri

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

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

11. Sonuç ve Tavsiyeler

Su altı savaşları, teknolojik ilerlemeler ile daha etkin hâle gelmektedir. İnsansız araçlar ve yapay zekâ 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.

Türkiye özelinde, yerli savunma sanayii tarafından geliştirilen insansız su altı sistemleri ve yapay zekâ destekli çözümler, Türk Deniz Kuvvetleri'nin su altı harp kabiliyetlerine ve deniz güvenliğine katkı sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- ARMELSAN. (2023). Denizaltı savunma harbi sonarı MELİS-2071. <https://armelsan.com/urunler/denizalti-savunma-harbi-sonari> adresinden erişildi.
- ASELSAN. (2023). ASELSAN teknolojisi derin denizlerde. <https://www.aselsan.com/tr/duyurular/detay/122/aselsan-teknolojisi-derin-denizlerde> adresinden erişildi.
- Bashfield, S. (2024). Defending seabed lines of communication. Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs.
- 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.
- Bursuc, A., Munteanu, C., & Rus, S. (2024). Overview on sea drones evolution and their use in modern warfare. Land Forces Academy Review.
- Hörster, T. (2024). The impact of unmanned vehicles on the transformation of the naval battlespace in the Baltic Sea region.
- Layton, P. (2021). Fighting artificial intelligence battles: Operational concepts for future AI-enabled wars. Network.
- Market Research Future. (n.d.). Armored Unmanned Underwater Vehicle Market. <https://www.marketresearchfuture.com/reports/armored-unmanned-underwatervehicle-market3851> adresinden erişildi.
- Naval News. (2024, February). Cable attack: New undersea threat is starting to reshape naval wars. Naval News.
- Naval Technology. (n.d.). Seabed warfare is a real and present threat. Naval Technology.
- 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.
- Rossiter, A. (2025). Cable risk and resilience in the age of uncrewed undersea vehicles (UUVs). Marine Policy.
- Scipianov, L. V. (2024). Doctrinal considerations about the seabed warfare.
- Sharma, S. (2022). Global developments in sea-based unmanned crafts. Journal of Defence Studies.
- STM. (2023). STM'nin insansız otonom su altı aracı geliştirme çalışmaları. <https://www.stm.com.tr/tr/blog/stmnin-insansiz-otonom-su-alti-araci-gelistirmecalismalari> adresinden erişildi.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.



<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Dr.-Eda-Erturk-3.pdf>

Küresel Bir Sorun Olarak İklim Değişikliği ve Olumsuz Etkileri

Ömer DOLU

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

ÖZET

Çevresel problemler, canlı yaşamı için çok büyük tehditler oluşturan temel sorunların başında gelmektedir. Bu problemler yerel karakterli olabileceği gibi, özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi global nitelikler de taşıyabilmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği temel olarak, enerji ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı yakıtların yoğun bir şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Bu durum küresel ısınma ve buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişikliği olayının temel sebebi olarak görülmektedir. İklim değişikliği birçok alanda önemli etkiler yaratmaktadır. İklim değişikliği sonucunda; kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, yüksek sıcaklıklara ve aşırı hava olaylarına bağlı salgın hastalıkların ve zararlı canlıların artması gibi sorunlar oluşmakta, dünya ölçeğinde sosyo-ekonomik sektörler, ekolojik sistemler ve insan yaşamı doğrudan etkilenmektedir.

1. GİRİŞ

Önemli boyutlara ulaşan ve ciddi anlamda tehdit oluşturmaya başlayan iklim değişikliği, insan faaliyetleri nedeniyle seragazi emisyon miktarının artması ve doğal seragazlarının konsantrasyonunun değişmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Atmosferde dengeli oranlarda bulunan karbondioksit ve diğer seragazlar, güneşten gelen ışınların bir kısmının atmosferde tutulmasına yardımcı olur. Böylece yeryüzünün belirli bir sıcaklıkta kalmasına imkan tanınarak gezegen üzerindeki yaşamın devamlılığı sağlanır. Bu ısınma ve ısıyı tutma durumuna sera etkisi denir. Fosil yakıtlar, bu doğal sera etkisinin oranında ciddi değişikliklere yol açmış, buna bağlı olarak gezegenin çok daha hızlı bir şekilde ısınmasını tetiklemiştir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yayımlanan “Altıncı Değerlendirme Raporunda” seragazi emisyonları başta olmak üzere, insan faaliyetlerinin tartışmasız bir şekilde küresel ısınmaya neden olduğu, Sanayi Devrimi öncesi dönemden günümüze küresel sıcaklıkların 1.1 °C civarında artış gösterdiği, mevcut süreçlerle devam edildiği takdirde ise küresel sıcaklıkların 2100 yılında 3°C civarında gerçekleşeceği belirtilmektedir.

Copernicus tarafından Ocak 2025 yılında yayınlanan “Global Climate Highlights 2024” raporunda (Copernicus Climate Change Service, 2025); 2024 yılının 2023’ün olağanüstü sıcaklığının ardından eşi görülmemiş küresel sıcaklıklara sahne olduğu bununla birlikte sanayi devrimi öncesi seviyelerin 1.5°C üzerini açıkça aşan ilk yıl olduğu belirtilmiştir. Yine aynı raporda küresel seragazi seviyelerinde, hava sıcaklıklarında, deniz yüzeyi sıcaklıklarında bir dizi rekor kırıldığına; bu durumun sel, sıcak hava dalgaları ve orman yangınları gibi aşırı hava olaylarına neden olduğuna yer vermiştir.

Hali hazırda küresel ısınma ve iklim değişikliği tüm dünyada yaşamları, insan sağlığını, tüm canlıların sağlığını, ekonomik faaliyetleri, gıda ve su güvenliğini, altyapıları, kentleri ve kırsal alanları etkilemektedir. Söz konusu etkiler, bölgeler arasında farklılık gösterse de özellikle gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkeler daha yoğun olarak etkilenmektedir. Dünya Bankasının sıkça alıntı yapılan bir tahminine göre, en kötü senaryoda 2050 yılına kadar temiz su kaynaklarının azalması ve tarıma dayalı geçim kaynakları tehdit altında olacağından 216 milyon kişinin göç etmesi bekleniyor. Eğer hükümetler iklim değişikliğinin hızını azaltır ve etkilerine uyum sağlarsa, Dünya Bankası bu sayının %80 oranında düşerek 44 milyona inebileceğini öngörüyor. (World Bank, 2025)



2. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Günümüzün en önemli sorunlarından biri çevre kirliliğidir ve bu sorun tüm dünyayı ciddi anlamda tehdit etmektedir. Çevre kirliliğinin en önemli nedeni ise, insanoğlunun sınırsız ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik faaliyetleri ve bu faaliyetler sonucu çevreye bıraktığı atıklardır. İnsanoğlu, sınırsız ihtiyaçlarını karşılamak üzere üretim-tüketim ilişkileri kurmakta, bu ilişkiler sonucu çevreyi kirliletmekte ve kendisi de bu kirlenmeden etkilenmektedir. Çevrenin atıkların bir kısmını absorbe etme yeteneği bulursa da insanoğlunun çevreyi hoyratça kirlilemesi ve absorbe yeteneğinin üzerinde atık bırakması insan temelli çevre kirlenmelerine sebep olmaktadır. İnsan temelli bu kirlenme, küresel ısınmaya ve buna bağlı olarak da iklim değişikliğine neden olmaktadır.

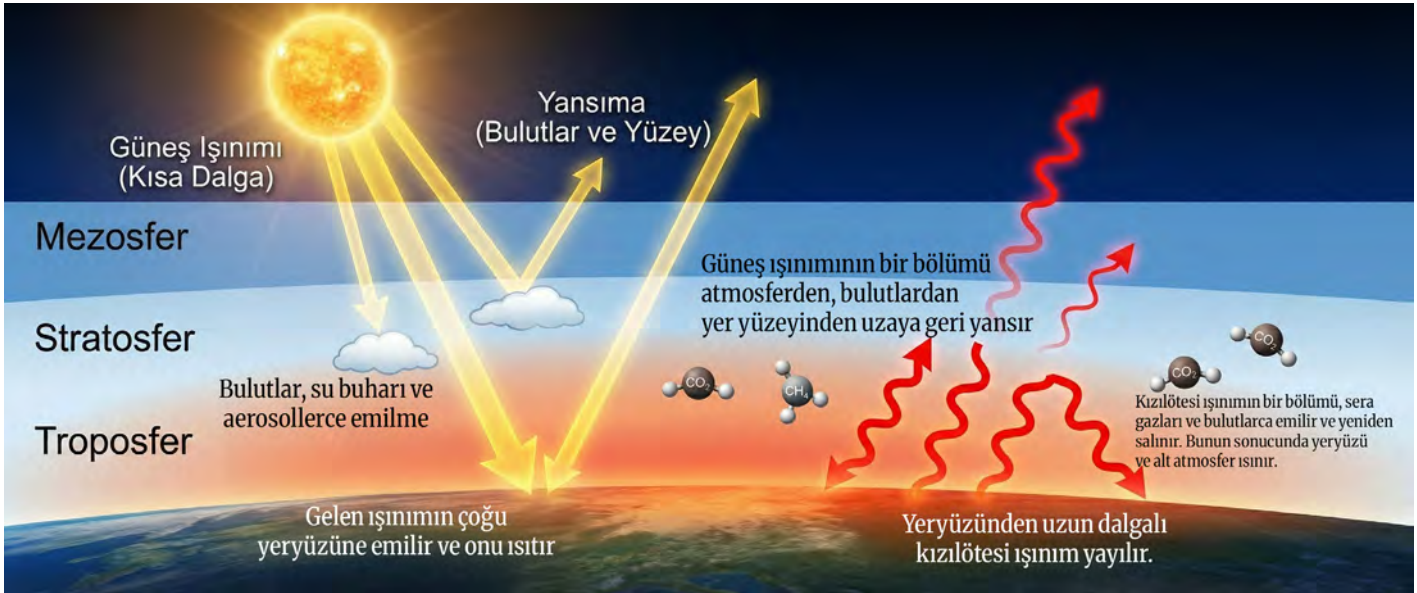
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinde iklim değişikliği karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik şeklinde tanımlanmıştır. İklim değişikliği genel olarak, küresel ısınma sonucu iklim sistemi üzerinde meydana gelen değişiklikleri ifade etmektedir. Küresel bir sorundur ancak etkileri itibarıyla yerel nitelikler kazanabilmektedir. (Dolu, 2005:9)

2.1. KÜRESEL ISINMA VE SERA GAZI ETKİSİ

Güneş her gün dünyaya yaklaşık 120000 terawatt enerji verir, bu insanlığın halihazırda tüm günlük ve endüstriyel süreçlerde kullandığından yaklaşık 10000 kat daha fazladır. Güneş ışınları yeryüzünün yüzeyine çarptığında dünya bu solar radyasyonun bir kısmını toprak ve okyanuslarda ısı olarak emer. Bu ısının bir kısmı tekrar uzaya kaçır, ancak bir kısmı karbondioksit ve metan gibi sera gazları tarafından kapalı tutulur ve dünyanın bir sıcak hava battaniyesine sarılmasını sağlar. Buna “sera etkisi” adı verilir ve bu olmadan insanlık ve canlılar yaşamlarını sürdüremezler. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025)

Daha basit bir anlatımla; doğal sera etkisi olarak adlandırılan süreç atmosferde bulunan su buharı, karbondioksit ve diğer gazların, güneşten gelen ışınlamaların yeryüzüne ulaşmasına izin vermesi, ancak yer yüzeyinden geri salınan uzun dalgalı yer ışınlamını emerek ya da tutarak yerkürenin ısı dengesinin düzenlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Atmosferde bulunan su buharı, karbondioksit ve diğer gazlar dünyayı bir sera örtüsü gibi sarmakta ve güneş ışınlarını tutarak sera etkisini oluşturmaktadır. Kısaca atmosfere giren ısı çıkan ısıdan fazla olunca küresel ısınma meydana gelir. (Kurnaz L, 2021)

Şekil 1: Sera Etkisinin Şematik Gösterimi



Kaynak: Türkeş, M. “Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler”, Su Vakfı, İklim Değişikliği ve Çevre, (2008) <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/518059>, Erişim:10.03.2025

Copernicus İklim Değişikliği Servisinin 2025 yılı raporunda 2024 yılı için küresel iklimdeki önemli bulguları raporlanmıştır. Rapordaki küresel sıcaklık verileri, sanayi öncesi 1850–1900 ortalaması ve modern referans dönemi olan 1991–2020 ortalamasına göre sunulmuştur. Buna göre; (Copernicus Climate Change Service, 2025)

- 2024, 1850 yılına kadar uzanan küresel sıcaklık veri setindeki en sıcak yıl olmuştur.

- 2024'te küresel ortalama sıcaklık 15.10°C oldu; bu değer 2023'teki önceki en yüksek yıllık değerden 0.12°C daha yüksektir.
- 2024 yılı, 1991–2020 ortalamasına göre 0.72°C daha sıcak ve sanayi öncesi döneme göre 1.60°C daha sıcak olup, bu yıl belirtilen seviyenin 1.5°C üzerinde sıcaklık yaşayan ilk takvim yılı olmuştur.

2.2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BOYUTLARI VE OLUMSUZ ETKİLERİ

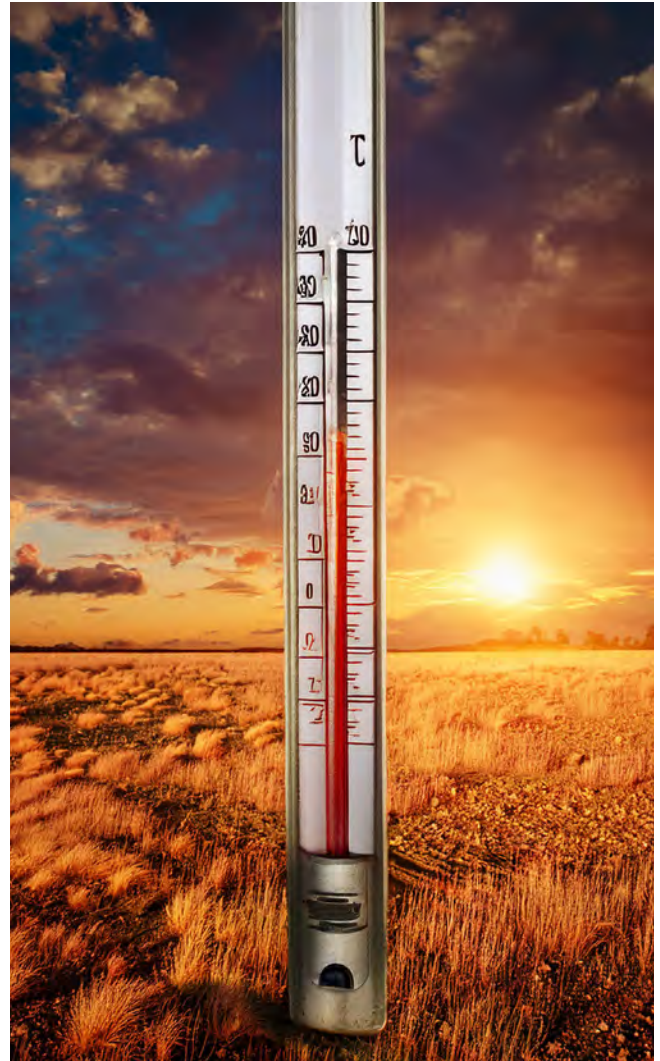
- Son on yıl, kaydedilen en sıcak on yıl olmuştur.
- 2024 yılı boyunca Ocak-Haziran ayları arasındaki her bir ay, önceki yıllarla karşılaştırıldığında en sıcak ay olmuştur. Ağustos 2024, Ağustos 2023'ün rekor sıcaklığına ulaşmış olup, Temmuz-Aralık arasındaki diğer tüm aylar, 2023 yılına ait aynı aylardan sonra yılın ikinci en sıcak ayları olmuştur.
- Sert karasal iklim bölgelerinde kış (Aralık 2023–Şubat 2024), sert karasal iklim bölgelerinde ilkbahar (Mart–Mayıs 2024) ve sert karasal iklim bölgelerinde yaz (Haziran–Ağustos 2024) olmak üzere üç dönemde, 1991–2020 ortalamasına göre sırasıyla 0.78°C, 0.68°C ve 0.69°C'lik rekor sıcaklık artışları yaşanmıştır.
- 22 Temmuz 2024'te, günlük küresel ortalama sıcaklık 17.16°C ile yeni bir rekor yüksekliğe ulaşmıştır.
- 2024, küresel sıcaklığın sanayi öncesi seviyenin 1,5°C üzerinde olduğu ilk yıldır; yılın 11 ayında küresel ortalama yüzey hava sıcaklığı bu eşiğin üzerindeydi. 2023 ve 2024'ün birleşik ortalama sıcaklığı sanayi öncesi seviyenin 1,54°C üzerindedir.
- 2023 Mayıs ayında Kuzey Yarımküre kar örtüsü genişliği, kaydedilen en düşük sekizinci seviyeye gerilemiştir (1967–2023). 2023 Mayıs ayında Kuzey Amerika'daki kar örtüsü genişliği ise kaydedilen en düşük seviyeye ulaşmıştır (1967–2023).
- 2020 ortalarından 2023 başlarına kadar süren uzun süreli La Niña dönemi, Eylül 2023 itibarıyla yerini El Niño koşullarına bırakmış ve bu durum, 2023 yılı boyunca küresel deniz yüzeyi sıcaklıklarındaki artışa katkı sağlamıştır.
- Aşırı hava olayları, ciddi sosyoekonomik etkilere yol açmaya devam etmektedir. Aşırı sıcaklık, dünyanın birçok bölgesini etkiledi. Kanada, Avrupa ve Hawaii (Amerika Birleşik Devletleri)'deki orman yangınları, can kaybına, evlerin yıkılmasına ve büyük ölçekli hava kirliliğine yol açtı.
- Akdeniz Siklonu Daniel ile bağlantılı aşırı yağışlar nedeniyle meydana gelen sel felaketi, Yunanistan, Bulgaristan, Türkiye ve Libya'yı etkiledi; özellikle Libya'da büyük can kayıpları yaşandı.

Gıda güvenliği, nüfus yer değiştirmeleri ve savunmasız gruplar üzerindeki etkiler, 2023'te artan bir endişe kaynağı olmaya devam etti; hava ve iklim tehlikeleri, dünyanın birçok bölgesindeki durumu daha da kötüleştirdi.

Yine Dünya Meteoroloji Örgütü'nün 2023 raporuna göre (WMO, 2023:5)

Bununla birlikte Uzman ve Arar bilimsel çalışmaların ortaya çıkardığı sonuçları aşağıdaki gibi özetlemiştir. (Uzman ve Arar, Erişim: <https://www.mfa.gov.tr>)

- 2023 yılında okyanus ısı içeriği 65 yıllık gözlem kayıtlarındaki en yüksek seviyeye ulaştı.
- 2023 yılında küresel ortalama deniz seviyesi uydu kayıtlarında (1993'ten günümüze) rekor seviyeye ulaştı. Bu, devam eden okyanus ısınmasının yanı sıra buzulların ve buz tabakalarının erimesini yansıtır.
- Geçtiğimiz 10 yıldaki (2014–2023) küresel ortalama deniz seviyesi artış hızı, uydu kaydının ilk on yılındaki (1993–2002) deniz seviyesi artış hızının iki katından fazladır.
- 2023 yılında Arktik deniz buz örtüsü, yıllık maksimum ve yıllık minimum buzul örtüleri sırasıyla 45 yıllık uydu kaydında beşinci ve altıncı en düşük seviyelere gerileyerek normalin çok altında kaldı. Antarktik deniz buz örtüsü, Şubat ayında mutlak bir rekor düşük seviyeye ulaştı. Deniz buz örtüsü, yılın bu zaman diliminde Haziran'dan Kasım başına kadar rekor seviyede düşük oldu ve Eylül ayında yaklaşık 1 milyon km² daha azdı.
- 2023 yılında Summit İstasyonu'nda kaydedilen en sıcak yaz yaşandı, 1991–2020 ortalamasından 3.4 °C daha sıcak ve önceki rekoru 1.0 °C geçerek yeni bir sıcaklık rekoru kırıldı.
- Batı Kuzey Amerika ve Avrupa Alpleri'ndeki buzullar, aşırı bir erime sezonu yaşadı. İsviçre'de, buzullar son iki yılda kalan hacimlerinin yaklaşık %10'unu kaybetmiştir.



- Aşırı hava olayları ve iklim koşulları, 2023'te yeni, uzun süreli göçlere neden oldu ve zaten karmaşık çok nedenli çatışma ve şiddet durumları nedeniyle yerinden edilmiş olan birçok kişinin durumlarını daha da kötüleştirdi.

Yine UNICEF tarafından Ağustos 2022 yılında yayınlanan "Su ve küresel iklim krizi hakkında bilmeniz gereken 10 şey" isimli makalede; iklim değişikliği yüzünden havanın dengesinin bozulması aşırı hava olaylarına, su mevcudiyetinin öngörülememesine, su kıtlığının şiddetlenmesine ve su kaynaklarının kirlenmesine neden olduğunu, bu tür etkilerin, çocukların hayatta kalmak için ihtiyaç duyduğu suyun miktarını ve kalitesini büyük ölçüde etkilediğini belirtmektedir. Buna göre; (UNICEF, 2025)

- Aşırı hava olayları ve su döngüsündeki değişiklikler, özellikle en savunmasız çocukların güvenli içme suyuna erişimini zorlaştırıyor.
- 2001 ve 2018 yılları arasında doğal afetlerin yaklaşık %74'ü, kuraklık ve seller de dahil su kaynaklıydı. Bu tür olayların sıklığının ve yoğunluğunun iklim değişikliği ile artması bekleniyor.
- Yaklaşık 450 milyon çocuk, orta veya şiddetli düzeyde su kıtlığı olan bölgelerde yaşıyor. Bu, günlük ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli suya erişimleri olmadığı anlamına geliyor.
- Afetler meydana geldiğinde, tüm su kaynaklarını tahrip edebilir veya kirlitebilir; bu da çocukların özellikle savunmasız olduğu kolera ve tifo gibi hastalıklara yakalanma riskini artırır.
- Artan sıcaklıklar, tatlı su kaynaklarında ölümcül patojenlere yol açarak suyu insanların içmesi açısından tehlikeli hale getirebilir.
- Kirlenmiş su, çocukların yaşamları için büyük bir tehdit oluşturuyor. Su ve sanitasyonla ilgili hastalıklar, 5 yaşın altındaki çocuklarda önde gelen ölüm nedenlerinden biridir.
- Her gün, 5 yaşından küçük 700'den fazla çocuk yetersiz su, sanitasyon ve hijyen nedeniyle ishalden ölüyor.
- İklim değişikliği, su kıtlığını son derece sınırlı su kaynaklarına sahip alanlarda şiddetlendiriyor ve su için artan rekabete, hatta çatışmalara yol açıyor.
- 2040 yılına gelindiğinde, neredeyse her 4 çocuktan 1'i aşırı su kıtlığı olan bölgelerde yaşayacak.
- Yükselen deniz seviyeleri, tatlı suyun tuzlu hale gelmesine neden oluyor ve milyonlarca insanın güvendiği su kaynaklarını tehlikeye atıyor.

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından Temmuz 2024 tarihinde yayımlanan raporda (European Environment Agency [EEA], 2025);

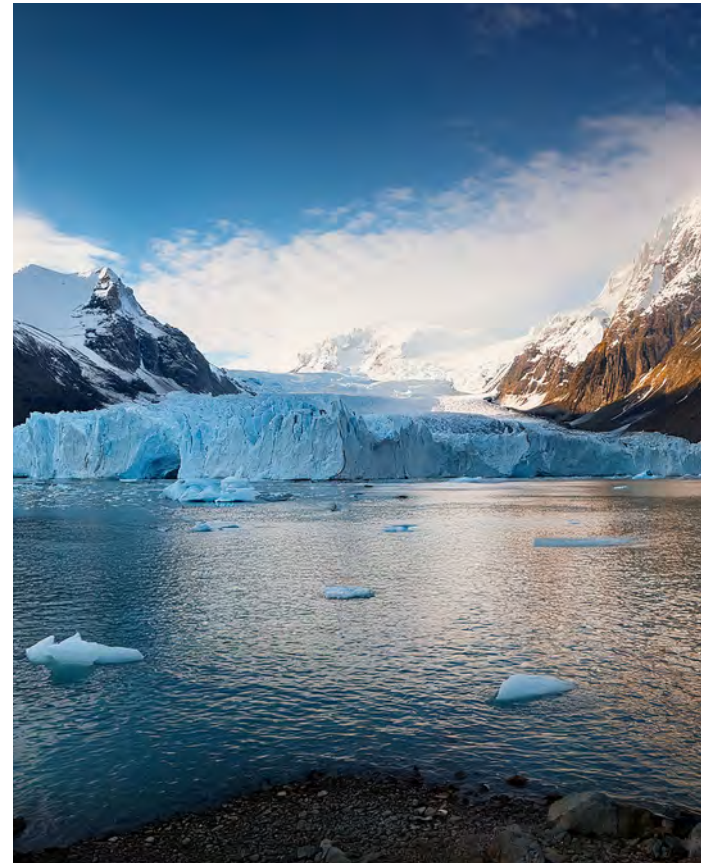
İklim değişikliğinin, selleri ve kuraklıkları daha da kötüleştirdiği, su kalitesini düşürdüğü ve sağlığımız için giderek artan bir tehdit

oluşturduğu, sağlık üzerindeki etkilerin önlenmesi ve azaltılması için uygulamanın hızlandırılmasına ek olarak hükümetlerin, su idarelerinin ve sağlık hizmeti sağlayıcılarının çabalarının daha iyi koordine edilmesinin aciliyeti belirtilmiş ve eyleme geçilmesi çağrısı yapılmıştır. Adı geçen rapora göre;

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından Temmuz 2024 tarihinde yayımlanan raporda (European Environment Agency [EEA], 2025);

İklim değişikliğinin, selleri ve kuraklıkları daha da kötüleştirdiği, su kalitesini düşürdüğü ve sağlığımız için giderek artan bir tehdit oluşturduğu, sağlık üzerindeki etkilerin önlenmesi ve azaltılması için uygulamanın hızlandırılmasına ek olarak hükümetlerin, su idarelerinin ve sağlık hizmeti sağlayıcılarının çabalarının daha iyi koordine edilmesinin aciliyeti belirtilmiş ve eyleme geçilmesi çağrısı yapılmıştır. Adı geçen rapora göre;

- 1980 ve 2022 yılları arasında AÇA üyesi 32 ülkede sele bağlı 5.584 ölüm kaydedilmiştir.
- Şu anda yaklaşık 53 milyon insan (Avrupa nüfusunun %12'si) nehir taşkınlarına potansiyel olarak yatkın bölgelerde yaşamaktadır, ancak çoğu zaman taşkına karşı korunma imkânları mevcuttur. Bu sayı 2011 ile 2021 yılları arasında 935.000 artarak taşkın yatakları üzerinde sürekli bir gelişme olduğunu göstermektedir.
- Avrupa'daki her dokuz hastaneden biri potansiyel olarak nehir taşkınlarına açık bölgelerde yer almaktadır.
- Su talebi ve kuraklık nedeniyle Avrupa'daki bölgeler neredeyse sürekli su stresi altındadır ve bu durum sadece güney için geçerli değildir.



- Uzun süreli kuru ve sıcak hava dalgaları başta Güney Avrupa'da olmak üzere giderek diğer bölgelerde de orman yangınlarının yayılmasını kolaylaştırmaktadır. 1980 ve 2022 yılları arasında AÇA üyesi 32 ülkede 702 kişi doğrudan orman yangınları nedeniyle hayatını kaybetmiş ve çok daha fazlası orman yangını dumanından etkilenmiştir.
- Yükselen hava ve su sıcaklıkları patojen büyümesini kolaylaştırır ve su kaynaklı hastalık riskini artırır.
- Şiddetli yağış olayları, kirlenmiş akıntı ve beraberindeki kanalizasyon taşmaları nedeniyle su kütlelerinde zararlı patojen konsantrasyonlarının bulunması olasılığını iki katına çıkarmaktadır.
- Alçak bölgelerde deniz seviyesinin yükselmesi tuzlu suyun yeraltı ve yer üstü su akiferlerine sızmasına neden olmakta ve bu da ekinlere yayılma etkisi yaratmaktadır. Kuru dönemlerdeki düşük akışlar, maliyetli atık su arıtımı gerektiren daha yüksek kirletici konsantrasyonlarına neden olmaktadır.
- Kuru ve sıcak dönemlerde, besin açısından zengin sulardaki siyanobakteriyel çiçeklenmeler su kalitesini tehlikeye atabilmektedir.

Tespitlerden ve ölçümlerden de anlaşılacağı üzere küresel ısınmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliği çeşitli alanlarda önemli etkiler yaratmaktadır. İklim değişikliği sonucunda; hidrolojik döngünün değişmesi, kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi ve yüksek sıcaklıklara bağlı salgın hastalıkların ve zararlı canlıların artması gibi dünya ölçeğinde sosyo-ekonomik yapıları, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin görülme sıklığı artmıştır.

İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle, insanoğlu yeni risklerle ve yoğun tehlikelerle yüz yüze kalmıştır. Beslenme sorunu global ölçekte bir sorun haline gelmeye başlamıştır. Gelişmemiş ülkeler bu sorunları daha derinden hissetmektedir. Zaten dezavantajlı halleri daha da kötüleşmektedir. Temiz su kaynakları öncelikli olarak etkilenmekte ve buharlaşma etkisinin artmasıyla dünya genelinde su kıtlığı yaşanmaktadır. Buzulların erime hızının artmasıyla denizlerdeki su seviyesi yükselmeye başlamış, aşırı hava olaylarının görülme sıklığı arttığından fiziksel altyapılar daha fazla hasar görmeye başlamış ve can kayıpları artmıştır.

İklim temelli göç olgusu hızlanmaya başlamıştır. Temiz su kaynaklarına ulaşma gücü, tarım alanlarının tahrip olması, salgın hastalıkların artması, yaşam alanlarının sular altında kalması gibi faktörler bu göçü tetiklemektedir. İklim mültecileri olarak adlandırılan ve hayatta kalabilmek için zorunlu olarak yer değiştiren dezavantajlı grupların kötü olan durumu daha da kötüleşmeye başlamıştır.

Mevcut koşullar, insanlığın açıklanan etkilere giderek daha fazla maruz kalacağını göstermektedir. Ancak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en çok etkilenenler çoğunlukla iklim

değişikliği konusunda pek az sorumluluğu olan yoksul ve dışlanmış topluluklar olmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan iklim adaleti kavramı, iklim değişikliğinin meydana gelmesinde en az sorumluluğa sahip olanların, bu değişikliğin olumsuz etkilerinden en fazla etkilendiği yapısal bir adaletsizliği ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu kavram; iklim değişikliğinin etkilerine karşı en kırılgan durumda olanların tüm karar alma süreçlerine dahil edilmesini ve haklarının korunmasını gerektirmektedir.

İklim adaleti, iklim değişikliğini ele alma sorumluluklarının, sistemsel, sosyoekonomik ve kuşaklar arası eşitsizlikleri ele alırken, soruna en çok katkıda bulunanlara göre bölünmesi gerektiğini öne sürmektedir. (UNDP, 2023) Buna göre; en çok sera gazı emisyonu salan faaliyetlerden zengin olan ülkeler, sektörler ve şirketlerin, başta en kırılgan durumda olan ve genellikle krize en az katkıda bulunanlar olmak üzere, etkilenen ülke ve topluluklar üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına yardım etme sorumluluğu vardır. (UNDP, 2025)

Halihazırda iklim adaleti konusunda gelişmiş ülkeler somut herhangi bir adım atmamış, dahası "Taraflar Konferanslarında" küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden en yoğun şekilde etkilenen az gelişmiş ülkelerin ve dezavantajlı grupların hasar ve zararlarını karşılama konusunda temennilerin ötesine geçen somut bir adım da atılmamıştır.

Tespitlerden ve ölçümlerden de anlaşılacağı üzere küresel ısınmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliği çeşitli alanlarda önemli etkiler yaratmaktadır. İklim değişikliği sonucunda; hidrolojik döngünün değişmesi, kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi ve yüksek sıcaklıklara bağlı salgın hastalıkların ve zararlı canlıların artması gibi dünya ölçeğinde sosyo-ekonomik yapıları, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin görülme sıklığı artmıştır.

İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle, insanoğlu yeni risklerle ve yoğun tehlikelerle yüz yüze kalmıştır. Beslenme sorunu global ölçekte bir sorun haline gelmeye başlamıştır. Gelişmemiş ülkeler bu sorunları daha derinden hissetmektedir. Zaten dezavantajlı halleri daha da kötüleşmektedir. Temiz su kaynakları öncelikli olarak etkilenmekte ve buharlaşma etkisinin artmasıyla dünya genelinde su kıtlığı yaşanmaktadır. Buzulların erime hızının artmasıyla denizlerdeki su seviyesi yükselmeye başlamış, aşırı hava olaylarının görülme sıklığı arttığından fiziksel altyapılar daha fazla hasar görmeye başlamış ve can kayıpları artmıştır.

İklim temelli göç olgusu hızlanmaya başlamıştır. Temiz su kaynaklarına ulaşma gücü, tarım alanlarının tahrip olması, salgın hastalıkların artması, yaşam alanlarının sular altında kalması gibi faktörler bu göçü tetiklemektedir. İklim mültecileri olarak adlandırılan ve hayatta kalabilmek için zorunlu olarak yer değiştiren dezavantajlı grupların kötü olan durumu daha da kötüleşmeye başlamıştır.

Mevcut koşullar, insanlığın açıklanan etkilere giderek daha fazla maruz kalacağını göstermektedir. Ancak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en çok etkilenenler çoğunlukla iklim değişikliği konusunda pek az sorumluluğu olan yoksul ve dışlanmış topluluklar olmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan iklim adaleti kavramı, iklim değişikliğinin meydana gelmesinde en az sorumluluğa sahip olanların, bu değişikliğin olumsuz etkilerinden en fazla etkilendiği yapısal bir adaletsizliği ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu kavram; iklim değişikliğinin etkilerine karşı en kırılgan durumda olanların tüm karar alma süreçlerine dahil edilmesini ve haklarının korunmasını gerektirmektedir.

İklim adaleti, iklim değişikliğini ele alma sorumluluklarının, sistemsel, sosyoekonomik ve kuşaklar arası eşitsizlikleri ele

alırken, soruna en çok katkıda bulunanlara göre bölünmesi gerektiğini öne sürmektedir. (UNDP, 2023) Buna göre; en çok sera gazı emisyonu salan faaliyetlerden zengin olan ülkeler, sektörler ve şirketlerin, başta en kırılgan durumda olan ve genellikle krize en az katkıda bulunanlar olmak üzere, etkilenen ülke ve topluluklar üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına yardım etme sorumluluğu vardır. (UNDP, 2025)

Halihazırda iklim adaleti konusunda gelişmiş ülkeler somut herhangi bir adım atmamış, dahası “Taraflar Konferanslarında” küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden en yoğun şekilde etkilenen az gelişmiş ülkelerin ve dezavantajlı grupların hasar ve zararlarını karşılama konusunda temennilerin ötesine geçen somut bir adım da atılmamıştır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ciddi boyutlara ulaşan iklim değişikliği birçok alanda önemli olumsuz etkiler yaratmaktadır. İklim değişikliği sonucunda; kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, yüksek sıcaklıklara ve aşırı hava olaylarına bağlı salgın hastalıkların ve zararlı canlıların artması gibi dünya ölçeğinde sosyo-ekonomik sektörleri, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyen birçok olumsuz durum ortaya çıkmaktadır.

Halihazırda dünyanın her bölgesinde farklı yerel etkilerle kendini gösteren iklim değişikliği küresel sorunlar listesinin en başına yazılabilecek kadar önemli hale gelmiştir.

Temiz su kaynaklarına ulaşım güçlüğü, gıda kaynaklarının giderek yetersiz hale gelmesi, deniz seviyelerinde yükselmelere bağlı olarak barınma alanlarının yok olması, aşırı hava olaylarına bağlı felaketlerin artması, altyapıların zarar görmesi gibi sebeplerle çok yakın gelecekte iklim mültecilerinin sayısının katlanarak artacağı, bu göç dalgalarını yönetmenin çok zor olacağı, oluşacak iklim temelli göçlerin yeni insanlık felaketlerine neden olacağı değerlendirilmektedir.

Bu nedenlerle küresel bir sorun olan küresel ısınma ve buna bağlı olarak gelişen iklim değişikliği ile etkili mücadele için hükümetlerin samimi çabalar geliştirmesi gerekmektedir. Ayrıca iklim adaleti gereği; en çok sera gazı emisyonu salarak zengin olan ülkeler, sektörler ve şirketlerin, başta en kırılgan durumda olan ve genellikle krize en az katkıda bulunanlar olmak üzere, etkilenen ülke ve topluluklar üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına yardım etme sorumluluğu kapsamında ‘Taraflar Konferanslarında’ bağlayıcı, somut ve yaptırımı olan kararlar alınmalıdır.

Küresel olarak karşılaşılan iklim değişikliği ve olumsuz etkilerine karşı birey olarak alacağımız tedbirler ve dikkat edilecek hususlar bulunmaktadır.



KAYNAKÇA

Copernicus. (2025). Global Climate Highlights 2024 [PDF]. <https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/custom-uploads/GCH-2024/GCH2024-PDF-1.pdf> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı). (2005). Sürdürülebilir Kalkınma Sürecinde Çevre Yönetimi. İklim Değişikliği Alt Komisyon Raporu. Ankara. 33 s.

Dolu, Ö. (2005). Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları ve kurumsal kapasite gelişimi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

European Environment Agency (EEA). (t.y.). Sel, kuraklık ve su kalitesinden. <https://www.eea.europa.eu/tr/highlights/sel-kuraklik-ve-su-kalitesinden> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

İklim Değişikliği Başkanlığı. (t.y.). Temel Kavramlar (SSS). <https://iklim.gov.tr/sss/temel-kavramlar> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

Kurnaz, L. M. (2021, Kasım). Küresel İklim Krizi. TÜBİTAK Bilim ve Teknik. https://bilimtekNIK.tubitak.gov.tr/system/files/makale/iklim_k.pdf adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. Su Vakfı, İklim Değişikliği ve Çevre. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/518059> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

UNDP. (2023). Climate change is a matter of justice – here's why. <https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/climate-change-matter-justice-heres-why> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 27.05.2025).

UNDP Türkiye. (t.y.). İklim Sözlüğü: İklim Değişikliği İçin Günlük Rehber. <https://www.undp.org/tr/turkiye/blog/iklim-sozlugu-iklim-degisikligi-icin-gunluk-rehber> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 27.05.2025).

UNICEF Türkiye. (2025). Su ve küresel iklim krizi hakkında bilmeniz gereken 10 şey. <https://www.unicef.org/turkiye/hikayeler/su-ve-k%C3%BCresel-iklim-krizi-hakk%C4%B1nda-bilmeniz-gereken-10-%C5%9Fey> adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

Uzmen, R. ve Arar, A. (t.y.). 21. Yüzyılda Enerji Kullanımı ve İklim Değişikliği. Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi, Dışişleri Bakanlığı Yayınları, Sayı: 3. https://www.mfa.gov.tr/21_yuzyilda-enerji-kullanimi-ve-iklim-decisikligi.tr.mfa adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 10.03.2025).

WMO (World Meteorological Organization). (2023). State of the Global Climate 2023. https://library.wmo.int/viewer/68835/download?file=1347_Global-statement-2023_en.pdf&type=pdf&navigator=1 adresinden erişildi.

Worldbank. (2018). [İklim Değişikliği Raporu PDF]. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29461/WBG_ClimateChange_Final.pdf adresinden erişildi. (Erişim tarihi: 09.03.2025).



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.



<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Omer-Dolu-3.pdf>

Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme Süreçleri Savunma Sanayiinde Teknoloji Transferi ve Ar-Ge Merkezlerinin Etkinliğinin Arttırılması: Üniversite Sanayi İş Birlikleri

Ahmet TARHAN

Endüstriyel Elektrik Elektronik

Savunma sanayii, ulusal güvenliğin yanı sıra küresel güç dengelerini de doğrudan etkileyen stratejik bir alandır. Bu çalışma, bu alanda Ar-Ge merkezlerinin etkinliğini artırmayı ve üniversite–sanayi iş birliklerini güçlendirmeyi odağına almaktadır. Temel problem, teknolojiyi yalnızca materyal ve donanım üzerinden okuyan dar yaklaşımın ötesine geçerek, bilişsel süreçleri, kurumsal yetkinlikleri ve öğrenme kültürünü merkeze alan bir teknoloji geliştirme ve teknoloji transferi anlayışını inşa etmektir. Hedef, savunma sanayiinde rakiplerle sadece rekabet değil, standartları belirleyen, takip edilen ve örnek gösterilen bir ekosistemin gereklerini ortaya koymaktır.

Bu çerçevede çalışma; üniversiteleri çok sayıda araştırmacı, prototip ve yazılı doküman barındıran, ancak çoğu zaman ticarilikten ve hızdan uzak kalan kurumlar; sanayi kuruluşlarını ise fikri ürüne dönüştürme, hızlı üretim ve son kullanıcı ile temas kabiliyeti yüksek aktörler olarak konumlandırmaktadır.

Ar-Ge merkezleri, bu iki dünyayı buluşturan kritik kavşak noktaları olarak ele alınmakta; laboratuvar grupları, TEKNOFEST türü yarışmalar, Anadolu şehirlerindeki sanayi kuruluşları, küçük sanayi birimlerinin “lonca”, “oda” ve “kümelenme” yapıları altında bir araya gelişi gibi unsurlar, savunma ekosisteminin doğal bileşenleri olarak değerlendirilmekte; üniversite–sanayi işbirliğinin hem insan kaynağı geliştirme hem de yerel kalkınma ve ihracat potansiyeli açısından çarpan etkisi vurgulanmaktadır.

Teknik gereksinimler, yalnızca kullanılan donanım ve materyal üzerinden değil; bilişsel güç, teknik güç, psiko–motor güç, tedarik gücü, finansal güç ve organizasyonel güç’ten oluşan altı temel “güç çarpanı” üzerinden tanımlanmaktadır. İlk üçü araştırmacıya, diğer üçü kuruma ait kapasiteyi ifade etmekte; nicelik ve niteliğin birlikte yönetildiği durumlarda teknoloji geliştirme süreçlerinde çarpan etkisi oluşturduğu belirtilmektedir.

Öğrenmenin, sadece bilgi hatırlama düzeyinde kalmayıp kavrama ve keşif seviyelerine taşınması; eğitim hedeflerinin sınıflandırılması ve ustalık öğrenme teorisine katkıda bulunan Amerikalı eğitim psikoloğu Benjamin Bloom’un öğrenme taksonomisi çerçevesinde, araştırmacıyı bildiğiyle bilmediklerinin farkına varabilen bir profile dönüştürmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Savunma sanayii kuruluşlarında ve üniversitelerde yerleşecek güçlü bir öğrenme–öğretme kültürü, bireyi ömür boyu öğrenen ve aynı zamanda öğreten bir aktöre çevirecek; böylece teknik ve sosyal keşifleri destekleyen sürdürülebilir bir “eğitim ekosisteminin zemini oluşacaktır.

Çalışmada, teknoloji transferi “teknik materyalin kopyalanmasından ibaret görülmemekte; kelime kökeni itibarıyla “mantıklı yöntem anlamına gelen teknolojinin, süreçleri hızlandıran, verimliliği artıran ve bakış açısını geliştiren her yaklaşımı kapsadığı ifade edilmektedir. Bu noktada asıl kritik olanın, rekabet edilen ürünleri üreten ve keşfeden zihinlerin nasıl düşündüğünü, nasıl keşfe gittiğini anlamak ve bu zihinsel yetiyi transfer edebilmek olduğu belirtilmektedir.

Doğa kanunlarıyla uyumlu olmayan her tasarımın, iyi niyetli de olsa işletmeler açısından risk ve maliyet ürettiği; bu nedenle Ar-Ge merkezlerinde doğayı, uzayı ve fenomenleri gözlemleyen, yeni yasalar ve olgular keşfedebilen çalışanlarla, bu bilgiyi ürüne dönüştüren mühendislerin aynı takım içinde yer almasının teknik açıdan eşsiz fırsatlar sunduğu ifade edilmektedir.

Maliyet, zaman ve risk boyutu ise hem projeye hem de insan kaynağı üzerinden ele alınmaktadır. Yanlış temellere oturan projelerin, işletmeleri geriye götüren kayıp ve zararlara yol açabileceği; bu nedenle her çizimin ve planın doğa kanunlarına dayanmasının, Ar-Ge bütçelerinin etkin kullanımı ve sürdürülebilir rekabet gücü için zorunlu olduğu vurgulanmaktadır.

Ar-Ge merkezlerinin etkinliğini artırmaya dönük sigorta desteklerinde yalnızca mühendislik mezunlarının değil, temel bilimler mezunlarının da kapsama alınması; firmalar açısından hem yetkin insan kaynağına erişim hem de eğitim maliyetlerinin düşürülmesi bakımından önemli bir politika aracı olarak sunulmaktadır.

Anadolu şehirlerindeki sanayi kuruluşlarının bünyelerinde laboratuvarlar kurarak üniversitelerle sorun odaklı iş birliği geliştirmesi, yerel kalkınmayı desteklerken, ihracata dönük ticarileşme potansiyelini de güçlendiren bir model olarak tarif edilmektedir.

Ürün ve proje tasarım felsefesi çerçevesinde; teori ile uygulama, doğa ile teknik, olgu ile çıkarım arasındaki uyumu güçlendiren bütüncül bir ekosistem mimarisi önerilmektedir. Farklı disiplinlerden, coğrafyalardan ve kültürlerden gelen; analitik yetkinliği yüksek, sosyal becerileri gelişmiş insan kaynağının aynı ekipte buluşturulması, doğru yönetildiğinde çığır açıcı teknolojiler için güçlü bir kuluçka ortamı oluşturacaktır.

Anadolu şehirlerindeki sanayi kuruluşlarının bünyelerinde laboratuvarlar kurarak üniversitelerle sorun odaklı iş birliği geliştirmesi, yerel kalkınmayı desteklerken, ihracata dönük ticarileşme potansiyelini de güçlendiren bir model olarak tarif edilmektedir.

Ürün ve proje tasarım felsefesi çerçevesinde; teori ile uygulama, doğa ile teknik, olgu ile çıkarım arasındaki uyumu güçlendiren bütüncül bir ekosistem mimarisi önerilmektedir. Farklı disiplinlerden, coğrafyalardan ve kültürlerden gelen; analitik yetkinliği yüksek, sosyal becerileri gelişmiş insan kaynağının aynı ekipte buluşturulması, doğru yönetildiğinde çığır açıcı teknolojiler için güçlü bir kuluçka ortamı oluşturacaktır. Bu modelde Ar-Ge personeli yeniliği üretirken; yönetici ve direktörlerin temel sorumluluğu, bu üretimi mümkün kılan ortamı, kültürü ve süreçleri inşa etmek, engelleri kaldırmak ve inovasyon yolunu hem erişilebilir hem de cazip kılmaktır.

Ekosistemin güçlü yönleri ile yapısal zorlukları dengeli biçimde değerlendirilmektedir. Savunma sanayiinde “geride kalıyorsan en azından yetişmelisin” anlayışı, kurumları sürekli daha üst liglere taşıyan güçlü bir itki yaratmakta; TEKNOFEST gibi yarışmalar ve üniversite laboratuvarları nitelikli insan kaynağı açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Buna karşılık, üniversitelerin görece yavaş ve ticarilikten uzak yapıları ile Ar-Ge personelinin “çok iş–az zaman” baskısı, iş bölümü ve uzmanlaşma ihtiyacını artırmakta; tekil kurumların büyük rakiplerle rekabetini zorlaştırmaktadır. Bu durum, küçük sanayi birimlerinin lonca, oda ve kümelenme yapıları altında iş birliğine gitmesini; firmalar arası etkileşim, ortak çalışma ve problem çözüm platformları üzerinden sinerji üretmesini stratejik bir zorunluluk hâline getirmektedir.

Son olarak çalışma, karar vericiler için yol gösterici nitelikte bütüncül öneriler sunmaktadır. Öğrencilerin mezuniyet öncesinde seçtikleri öğretim üyesiyle mentörlük ilişkisini sürdürmeleri ve mezuniyet sonrasında kurumlarının vizyonu ile uyumlu projeler geliştirmeleri, üniversite–sanayi hattında sürdürülebilir üretim açısından kritik görülmektedir. Sanayi kuruluşlarının üniversite laboratuvarlarıyla ortak Ar-Ge modelleri kurması, yerel sektör sorunlarına odaklanan tez ve projelerin desteklenmesi ve yurt dışı lisansüstü imkânlarla ekosistemin uluslararası ağlara bağlanması; savunma sanayiinde teknoloji transferinin ötesine geçerek özgün ve öncü bir konum elde etmenin temel kaldıraçları olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, “bilen” değil “öğrenen ve keşfeden” bir araştırmacı kültürünü ve bilinmeyi aramaya odaklı bir savunma sanayi ekosistemini hedeflemektedir.



KAYNAKÇA

- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain. Longman.
- Tidd, J., & Bessant, J. (2018). Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change (6th ed.). Wiley.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press.
- OECD. (2010). The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264083479-en>
- Yıldız, R. (2016). Üniversite–Sanayi İşbirliği Modelleri ve Türkiye İçin Öneriler. Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 11(2), 1-14.
- TUBİTAK. (2020). Ar-Ge ve Yenilik İstatistikleri. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. <https://www.tubitak.gov.tr/>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Ah-met-Tarhan-2.pdf>

Savunma Sanayine Mal/Hizmet Üreten Küçük/Orta Ölçekli A Firmasının “Çift Kullanımlı Teknolojilerin” Üretimine Yönelik Dönüşüm Süreci: Zorluklar, Çözümler ve Stratejik Yönetim

Ali Doğan YILDIRIM
ASELSAN

A firması, Türkiye’de yaklaşık on yıldır savunma sanayine mal ve hizmet üreten, yüksek kârlılığa sahip bir KOBİ olarak ekosistemde yer almaktadır. Ancak COVID-19 süreci ve sonrasındaki ekonomik dalgalanmalar, firmanın nakit akışını zayıflatmış; krediye bağımlılığı ve buna bağlı varlık kayıplarını beraberinde getirmiştir.

Bu tablo, tek pazara ve kamu ağırlıklı savunma tedarik zincirine bağımlılığın yarattığı kırılganlığı açık biçimde ortaya koymuştur. Bu çerçevede firma, gelirlerini çeşitlendirmek, risklerini azaltmak ve uzun vadeli sürdürülebilirliğini güvence altına almak amacıyla çift kullanımlı teknolojilere yönelme kararı almıştır. Çalışma, söz konusu stratejik yönelimin gerekçelerini, karşılaşılan yapısal zorlukları ve yönetilmesi gereken risk-fırsat dengesini bütüncül bir bakışla ele almaktadır.

Vakanın kapsamı, A firmasının savunma sanayindeki mevcut konumundan başlayarak hem askeri hem de sivil pazarlara yönelik çift kullanımlı ürün portföyü inşa etme hedefini içermektedir. Türkiye’de savunma harcamalarının 2023 itibarıyla yaklaşık 20 milyar dolar seviyesinde olması ve savunma sanayi ana yüklenicileriyle (ASELSAN, ROKETSAN, TUSAŞ vb.) yürütülen projeler, firmanın mevcut iş hacminin temelini oluşturmaktadır.

Buna karşılık, enerji, ulaşım, haberleşme, IoT, tarım, sağlık ve lojistik gibi alanları kapsayan teknoloji odaklı sivil pazarların toplam büyüklüğünün 50 milyar doların üzerinde ve yıllık yaklaşık %10 büyüme trendinde olması, cazip bir çeşitlenme zemini sunmaktadır. Firma, bu çerçevede Lockheed Martin, Boeing, Airbus, Thales, Northrop Grumman, ASELSAN, BAYKAR ve TUSAŞ gibi hem askeri hem sivil çözümler üreten şirketleri inceleyerek kendi dönüşüm yol haritasını şekillendirmeye çalışmaktadır.

Teknik gereksinimler incelendiğinde, çift kullanımlı ürünlerin yüksek Ar-Ge yoğunluğu, dijitalleşme, yapay zekâ, büyük veri analitiği, enerji depolama ve haberleşme teknolojileri ile entegrasyon zorunluluğu öne çıkmaktadır. Mevcut askeri çözümlerin sivil pazara uyarlanması; yeni test/üretim altyapılarının kurulmasını, teknoloji transferinin dikkatle yönetilmesini, fikri mülkiyet haklarının korunmasını ve hem askeri hem sivil mevzuatın eş zamanlı olarak gözetildiği karmaşık sertifikasyon süreçlerini gerektirmektedir. Firma, yalnızca teknik altyapıyı yenilemenin yeterli olmayacağını; sivil pazarın farklı müşteri taleplerini anlayacak, esnek ve yenilikçi bir kültürel yapıya, buna uygun organizasyonel tasarıma ve yetkin insan kaynağına ihtiyaç duyduğunu tespit etmektedir.



Üretim, teslimat ve iş modeli açısından değerlendirildiğinde, A firması gelirlerini ağırlıklı olarak kamu ihaleleri ve savunma ana yüklenicileri üzerinden elde etmekte; bu durum pazar bağımlılığı ve nakit akışı bakımından risk yaratmaktadır. Çift kullanımlı teknolojilere yönelim ise yeni üretim altyapıları, test ve sertifikasyon süreçleri, Ar-Ge girdileri, yazılım ve prototip geliştirme ile kapsamlı eğitim programları nedeniyle yüksek başlangıç sermayesi gerektirmektedir.

Nitekim askeri üs bölgelerine yönelik yenilenebilir enerji ve depolama çözümlerini hedefleyen tipik bir çift kullanımlı proje için, yaklaşık beş yıllık bir zaman diliminde 20–30 milyon ABD doları düzeyinde finansman ihtiyacı öngörülmektedir. COVID-19 sonrası artan finansal kırılganlıklar dikkate alındığında, bu tür yatırımların devlet teşvikleri, kredi mekanizmaları ve ortaklık modelleriyle desteklenen, aşamalı ve uzun vadeli bir planlama çerçevesinde ele alınması zorunlu görünmektedir.

SWOT (Güçlü, Zayıf, Fırsat, Tehdit) ve PESTLE (Politik, Ekonomik, Sosyal, Teknolojik, Çevresel, Yasal) analizlerinin birlikte değerlendirilmesi, A firmasının on yıllık savunma sanayi tecrübesi, yüksek kârlılık oranı, teknolojik yetkinlikleri ve devlet desteklerine erişimini önemli rekabet avantajları olarak ortaya koymaktadır. Buna karşılık; tek pazara bağımlılık, COVID-19 sonrasında belirginleşen nakit akışı sorunları, sivil pazara ilişkin deneyim eksikliği ve personelin yeni yetkinliklere uyum gereksinimi yapısal zayıflıklar olarak öne çıkmaktadır.

Yükselen teknolojilere yönelik artan küresel talep, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği eğilimleri ile devlet, NATO ve AB fonları ve uluslararası pazarların sunduğu ölçeklenme imkânları önemli fırsatlar yaratırken; yoğun rekabet, karmaşık düzenleyici çerçeveler, ITAR (Uluslararası Silah Ticareti Yönetmeliği) benzeri ihracat kısıtları, ekonomik belirsizlikler ve yüksek Ar-Ge riskleri temel tehdit alanlarını oluşturmaktadır.

Bu çerçevede önerilen stratejik yol haritası; kapsamlı ve aşamalı bir stratejik planlama süreci, kurum kültürü ve organizasyonel yapının sivil pazar odaklılıkla yeniden tasarlanması, mevcut personelin yetkinliklerinin geliştirilmesi ve sivil pazarda deneyimli profesyonellerin istihdamı, üniversite–sanayi iş birlikleriyle Ar-Ge kapasitesinin güçlendirilmesi, TÜBİTAK, KOSGEB, Savunma Sanayii Başkanlığı, SSTEK, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı teşvikleri ile NATO Innovation Fund (NIF) ve NATO-DIANA gibi uluslararası programların sistematik biçimde kullanılması üzerine kuruludur. Niş alanlara odaklanan pilot projeler (örneğin giyilebilir askeri teknolojiler, savunma öncelikli enerji ve itki sistemleri, kritik malzeme teknolojileri) ile kademeli geçiş kurgulanması hem teknik risklerin hem de finansal yükün yönetilebilir seviyede tutulmasını sağlayacaktır.

Çalışmanın genel değerlendirmesi, yaklaşık beş yıla yayılması öngörülen bu dönüşüm sürecinin; doğru planlama ve etkili iş birliği mekanizmalarıyla yönetilmesi hâlinde, A firmasını savunma ve sivil teknolojiler arasında köprü kuran, daha az kırılgan ve uluslararası ölçekte rekabetçi bir KOBİ konumuna taşıyabileceğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Tombalak, M. A, “Bilgi ve İletişim Teknolojileri Sektörü 2023 Pazar Verileri”, 2024, <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-bit-2023-tr.pdf>.
- NATO, “Emerging and Disruptive Technologies”, 2024, https://www.nato.int/cps/bu/natohq/topics_184303.htm
- Du Bois, Rudi and Alexandre Tapia Reyes, “Dual-use and cyber-surveillance: EU policies and current practices”, European Parliament, November 2023.
- European Comission, (2024a) “White paper on options for enhancing support for research and development involving technologies with dual-use potential”, COM(2024) 27 final, 24 January
- Kelley, Hannah, “Dual-Use Technology and U.S. Export Controls: Findings from the CNAS Technology Policy Lab”, CNAS, 15 June 2023
- Kissinger, Bernice, “The importance of dual-use technologies for the warfighter”, Defence Connect, 11 August 2023.
- Mundell, Ian, “The Ecosystem: Civilian start-ups are embracing NATO’s new interest in dual use technology”, Science Business, 8 November 2023.
- Baldwin, Harriett, “Critical Dual-Use Technologies: Commercial, Regulatory, Societal And National Security Challenges”, 051 ESC 24 E rev.2
- NATO DIANA (n.d.) <https://www.diana.nato.int/partner-with-us.html>
- THE NATO INNOVATION FUND (2025) <https://www.nif.fund/SSTEK> (n.d.) <https://ssteck.com.tr/tr/>
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Yatırım Teşvik Sistemleri (2025) <https://www.sanayi.gov.tr/destek-ve-tesvikler/yatirim-tesvik-sistemleri>
- TÜBİTAK, Ulusal Destek Programları (n.d.) <https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari>
- KOSGEB, Destekler (2025) <https://www.kosgeb.gov.tr/site/tr/genel/destekler/3/destekler>
- Savunma Sanayii Bakanlığı Yetenek Envanteri (2020) <https://yeten.ssb.gov.tr/>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Do-gan-Yildirim-2.pdf>

Mini Sınıfı Tek Kullanımlık İnsansız Hava Aracı Sisteminin Yapısal ve Mekanik Elemanlarının 3D Baskı ve Katmanlı İmalatı

Berat Abdulkadir AKÇA
BAYKAR

Bu çalışma, savunma sanayiinde savaş doktrinlerinin hızla insansız ve akıllı sistemler lehine değiştiği bir dönemde, tek kullanımlık mini sınıfı kamikaze insansız hava aracı sisteminin yapısal ve mekanik bileşenlerinde 3D baskı ve katmanlı imalatın nasıl etkin kullanılabileceğini incelemektedir. Özellikle Karabağ ve Ukrayna–Rusya savaşlarında görülen, düşük maliyetli insansız hava araçlarının tank ve hava savunma sistemleri üzerinde oluşturduğu asimetrik etki; yüksek adetli, düşük birim maliyetli ve kısa geliştirme süreli platformlara olan ihtiyacı artırmıştır. Çalışmanın temel problemi, bu tip tek kullanımlık sistemlerde birinci sınıf kritik parçaların hem hedeflenen maliyet seviyelerinde hem de istenen üretim hızında nasıl üretileceğinin ortaya konulmasıdır.

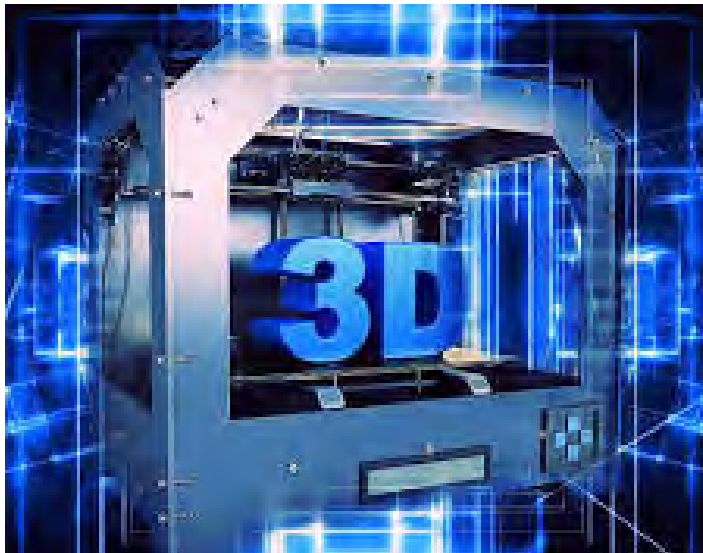
Bu kapsamda, bir savunma sanayi şirketinin geliştirdiği mini sınıfı akıllı kamikaze İHA sisteminin yapısal ve mekanik parçaları ele alınmakta; bu parçaların geleneksel imalat yöntemlerinden 3D baskı tabanlı yöntemlere geçiş süreci analiz edilmektedir. Platformun tek kullanımlık doğası nedeniyle seri üretimde yüksek adetli siparişlerin karşılanması, proje takviminin kısaltılması ve talep dalgalanmalarına hızlı tepki verilmesi hedeflenmiştir.

Diğer yandan ekosistemde Fırat Üniversitesi'nde gerçekleştirilen şekil değiştirebilir kanat çalışması ile İnfotron, Metalworm ve Coşkunöz gibi yerli firmaların 3D baskı ve katmanlı imalattaki kabiliyetleri, teknoloji altyapısının olgunlaşmakta olduğunu göstermektedir.

Teknik gereksinimler açısından, gövde, kanat, kuyruk ve kritik mekanik komponentler birinci sınıf emniyet ve dayanım seviyelerine sahiptir ve bu nedenle hem yapısal analiz hem de test süreçlerinin güvenilirliği esastır. Çalışma, yaygın 3D baskı metotları olan FDM, SLA, SLS ve SLM'yi baskı hassasiyeti, dayanıklılık, maliyet, destek ihtiyacı ve üretim hızı kriterlerine göre karşılaştırmakta; aşağıda Tablo 1'de bu yöntemlerin plastik, reçine, polimer tozu ve metal tozu temelli çözümler olarak farklılaştığını ortaya koymaktadır. SLS yöntemi, polimer toz tabanlı yapısıyla tasarım esnekliği ve destek yapısına ihtiyaç duymaması sayesinde öne çıkarken, mekanik dayanım açısından kompozit ve metal işlemenin gerisinde kalmaktadır. Buna rağmen PA2200 poliamid malzemeye yapılan analiz ve testler, mini sınıfı İHA ölçeğinde fonksiyonel kullanım için yeterli performansı sağlamıştır.

Yöntem	Malzeme Türü	Baskı Hassasiyeti	Dayanıklılık	Maliyet	Destek Yapısı	Üretim Hızı
FDM	Plastik	Orta	Orta	Düşük	Gerekebilir	Yavaş
SLA	Sıvı Reçine	Yüksek	Orta	Orta	Gerekebilir	Yavaş
SLS	Polimer Tozu	Orta	Orta	Yüksek	Gerekmez	Orta
SLM	Metal Tozu	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Gerekmez	Yavaş

Tablo 1. 3D Baskı Yöntemlerinin Karşılaştırılması



Üretim ve maliyet açısından temel hedef, tek kullanımlık bir platformda birim maliyeti düşürürken tedarik süresini kısaltmaktır. Geleneksel kompozit el yatırması yöntemleri yüksek kalıp ve işçilik gereksinimi, CNC işleme ise malzeme israfı ve sınırlı tasarım esnekliği nedeniyle kısıtlıdır. Tablo 2, SLS'in üretim hızı, tasarım serbestisi ve düşük atık oranıyla öne çıktığını; malzeme maliyetinde ise dezavantajlı olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın, kalıp ve işçilik giderlerindeki azalma ile hurda oranlarının düşmesi, toplam maliyet dengesini SLS lehine çevirmekte ve yüksek adetli siparişlerin daha öngörülebilir süre ve kapasiteyle yönetilmesini mümkün kılmaktadır.



Yöntem	SLS	Kompozit İmalat (El Yatırması)	CNC İşleme (Freze & Torna)
Malzeme Türü	Polimer	Cam, Karbon Fiber, Reçine	Metal
Mekanik Dayanım	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Üretim Hızı	Orta-Hızlı	Yavaş	Orta-Hızlı
Maliyet	Orta-Yüksek	Yüksek	Orta-Yüksek
Tasarım Esnekliği	Çok Yüksek	Orta	Orta
Atık Miktarı	Düşük	Orta-Yüksek	Yüksek

Tablo 2. SLS İmalat Yöntemiyle Geleneksel İmalat Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Tasarım felsefesi bakımından, 3D baskı uygulamasıyla çok parçalı yapıdan daha az parçalı, yalın ve entegre tasarımlara geçilmiş; montaj ve entegrasyon adımları azaltılmıştır. Hızlı prototipleme imkânı sayesinde tasarım değişiklikleri çevik biçimde sahaya yansıtılabilmiş, SLS'in sağladığı geometrik özgürlükle farklı konfigürasyonlar kısa sürede denenebilmiştir. Öte yandan, kanat, kuyruk ve gövde gibi kritik ana yapı elemanlarında, SLS'in mekanik sınırlamaları nedeniyle hibrit imalat stratejileri uygulanmış; kompozit ve CNC yöntemleriyle katmanlı imalat bir arada kullanılmıştır. Küçük İHA'lar için 3D baskılı şekil değiştirebilir kanat çalışması ve rüzgâr tüneli testleri, bu yaklaşımın aerodinamik açıdan optimize edilebilir ve sahaya uyarlanabilir olduğunu destekleyen önemli bir örnek oluşturmaktadır.

Çalışma sonucunda, şirketin hâlihazırda üçüncü ve ikinci sınıf parçalar için kullandığı SLS altyapısının birinci sınıf kritik parçalara da başarıyla uygulandığı; böylece hem kurumsal düzeyde hem de mühendislik ekibinde yeni yetkinlikler geliştiği görülmüştür. Kompozit ve CNC süreçlerinden tamamen vazgeçilememesi, 3D baskının taşıyıcı ve yüksek yük alan yapısal uygulamalarda hâlen sınırlı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte işçilik, kalıp maliyeti ve entegrasyon adımlarındaki azalma, teknoloji hazırlık seviyesinin yükselmesi ve yerli 3D baskı makinesi üreticilerinin ortaya çıkması, savunma sanayii ekosistemi için önemli rekabet avantajları yaratmaktadır.

Stratejik düzeyde, mini sınıfı tek kullanımlık İHA'larda 3D baskı ve katmanlı imalatın yaygınlaştırılması için üniversiteler, savunma sanayii firmaları ve kamu kurumları arasında ortak Ar-Ge projelerinin artırılması; bu alanın savunma sanayii kümelenmeleri aracılığıyla sistematik biçimde desteklenmesi önerilmektedir. Çalışma, 3D baskı süreç ve malzemelerinde sağlanacak ilave teknolojik ilerlemelerin, geleneksel üretim yöntemlerine bağımlılığı azaltarak platform tasarımında yeni konseptlerin önünü açacağını vurgulamaktadır. NATO'nun bilim ve teknoloji yapısı içindeki ilgili panellere aktif katılım ise, uluslararası bilgi birikiminin Türkiye savunma sanayii ekosistemine hızlı ve etkin biçimde aktarılması açısından kritik bir kaldıraç olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Hindawi Advances in Materials Science and Engineering Volume 2021, Article ID 5756563, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2021/5756563>
- Wong, K. V., & Hernandez, A. (2012). A Review of Additive Manufacturing. ISRN Mechanical Engineering, 2012, 1-10.
- Guo, N., & Leu, M. C. (2013). Additive manufacturing: Technology, applications, and research needs. Frontiers of Mechanical Engineering, 8(3), 215-243.
- Fatma İlaydaAYTAÇ , Ümit ÇELİK & Muhsin Tunay GENÇOĞLU(2023). KüçükİHA'larıçin 3D BaskılıŞekilDeğiştirebilir Kanat TasarımiveTestleri. Fırat ÜniversitesiMüh. Bil. Dergisi 35(2), 847-853.
- İNFOTRON : <https://infotron.com.tr/>
- METALWORM: <https://www.metalworm.com/>
- COŞKUNÖZ : <https://www.coskunozholding.com.tr/tr>
- NATO STO :<https://www.sto.nato.int/Pages/default.aspx>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Be-rat-A.-Akca-2.pdf>

Gökbey Helikopteri: Türkiye'nin Havacılık Sanayisine Katkıları

Burak UÇAŞ

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı



Özgün Helikopter Programı kapsamında geliştirilen Gökbey Helikopteri, Türkiye'nin hem savunma hem de sivil havacılıkta dışa bağımlılığı azaltma ve platform seviyesinde özgün tasarıma geçme hedefinin somut bir çıktısıdır. 6 ton sınıfında, CS-29 gereksinimlerine uygun, genel maksat bir helikopter olarak tasarlanan Gökbey; personel taşıma, kargo, hava ambulans, arama-kurtarma ve eğitim gibi çok rollü kullanım imkânı ile Türk Silahlı Kuvvetleri ve kamu kurumlarının ortak ihtiyaçlarına cevap vermeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma, söz konusu programın Türkiye helikopter ekosistemine teknik yetkinlik, sanayileşme, ekonomik katkı ve ihracat potansiyeli boyutlarıyla etkisini bütüncül biçimde değerlendirmektedir.

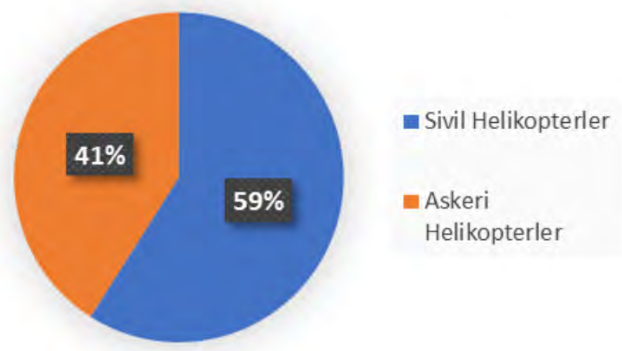
Çalışmanın kapsamı, 2013'te Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) ile TUSAŞ arasında imzalanan Özgün Helikopter Programı Sözleşmesi, 2018'de gerçekleşen ilk uçuş, 2024'te başlayan Jandarma Genel Komutanlığı (JGK) teslimatları ve 2026 hedefli sivil sertifikasyon sürecini içermektedir. Program, Türk helikopter sanayiinin 1980'lerden beri lisans altında montaj ve modernizasyon projeleriyle oluşan birikimini özgün tasarıma dönüştüren bir eşik niteliğindedir. 5. Ana Bakım Merkezi'nde UH-1 montajı, TUSAŞ-Eurocopter Cougar ortak üretimi, BlackHawk sistem entegrasyonları, ATAK ve Genel Maksat Helikopter (T70) projeleri; ASELSAN, Alp Havacılık, İTÜ ROTAM gibi paydaşlarla birlikte bugün Gökbey etrafında olgunlaşan helikopter ekosisteminin kurumsal zeminini oluşturmuştur.

Teknik gereksinimler düzeyinde Gökbey, CS-29 sertifikasyon standardına göre tasarlanmış; 4 prototip üzerinde yaklaşık 1500 saat geliştirme ve sertifikasyon uçuşu icra edilerek performans ve emniyet parametreleri doğrulanmıştır. Helikopter; 2 pilot + 10 yolcu kapasitesi, 740 km menzil, 3,8 saat havada kalış süresi, 20.000 feet azami irtifa, 306 km/s azami seyir sürati ve 6050 kg azami kalkış ağırlığı ile uluslararası muadilleriyle rekabet edebilecek teknik değerlere sahiptir. Programın

ilerleyen safhasında, TEI tarafından geliştirilen TS1400 turboşaft motorunun entegrasyonu ile güç paketi ve tedarik bağımsızlığının artırılması hedeflenmektedir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) nezdinde yürütülen sertifikasyon faaliyetleri, hem iç pazarın güvenli işletimi hem de uluslararası sivil havacılık otoriteleri nezdinde tanınırlık açısından kritik önemdedir.

Üretim, teslimat ve iş modeli boyutunda Özgün Helikopter Programı, sanayileşme ve tedarik zinciri tasarımıyla öne çıkmaktadır. SSB koordinasyonunda kurulan Sanayileşme Çalışma Grubu ile transmisyon, rotor, gövde, aviyonik sistemler, uçuş kontrol sistemleri, yapısal bileşenler ve iniş takımlarının yerli tasarımı hedeflenmiş; bugün Gökbey üzerinde 100'ün üzerinde yerli alt yüklenicinin görev aldığı sürdürülebilir bir tedarikçi ekosistemi oluşturulmuştur. Üretim maliyetinin %60'tan fazlasının yurt içinde olduğu, TS1400 motorunun devreye girmesiyle bu oranın %80'in üzerine çıkması beklenmektedir. JGK'na 29 Ekim 2024- 1 Haziran 2025 arasında 3 adet helikopter başlangıç operasyon kabiliyetinde envantere girmiş; toplam 23 adet için sipariş verilmiş, ilave 57 adet için çalışma başlatılmıştır. Bu çerçevede, söz konusu platform Türkiye'nin bu tonaj sınıfındaki ithalatını ikame ederek önemli bir döviz tasarrufu ve iç pazar ölçeği yaratmaktadır.

Helikopter Kullanım Amaçları





Ürün ve ekosistem mimarisi açısından Gökbeý, Türkiye’de helikopter tasarımı, üretimi, test, doğrulama, sertifikasyon ve pilotaj kabiliyetlerinin aynı çatı altında bütünleştirildiği bir model sunmaktadır. Döner Kanat Teknoloji Merkezi (DKTM) bünyesinde yaklaşık 100 araştırmacı; hızlı helikopter, rotor aeroelastisitesi, hesaplamalı akışkanlar dinamiği, darbe etkisi, üretim teknolojileri ve güç aktarma sistemleri gibi alanlarda Ar-Ge yürütmekte, böylece platformun ötesine geçen bir bilgi birikimi oluşmaktadır. Gökbeý’in çok rollü görev tasarımı, ilerleyen safhalarda personel taşıma, hava ambulans, arama-kurtarma ve off-shore konfigürasyonlarının çeşitlendirilmesine imkân tanımakta; transmisyon, rotor, gövde, aviyonik ve iniş takımı gibi kritik alt sistemlerde yerleştirme, diğer hava platformları için de ölçeklenebilir bir altyapı sağlamaktadır.

Gökbeý’in rekabet avantajları ve yapısal zorlukları birlikte ele alındığında, projeye özgü güçlü ve zayıf yönler netleşmektedir. Lisanslı montajdan özgün tasarıma uzanan süreçte, offset ve teknoloji transferiyle kazanılan üretim, kompozit, aviyonik ve transmisyon yetkinlikleri Gökbeý’de bütünleşmiştir. Buna karşılık, uluslararası pazarda Leonardo AW139, Airbus H160 ve Bell 412 gibi köklü platformlarla rekabet edebilmek için sertifikasyon süreçleri ve emniyet algısı kritik eşiklerdir. Sikorsky S-76 ve Hindistan HAL helikopterlerinin ihracat deneyimleri, pazarın güvenlik ve sertifikasyona verdiği önemi göstermektedir. Bu çerçevede, nitelikli insan kaynağının sürdürülebilirliği, sertifikasyon yükü ve ihracat engelleri dikkatle yönetilmesi gereken temel alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Küresel pazara yönelik stratejik yol haritası, çalışmanın en kritik önerisini oluşturmaktadır. Sivil helikopterler toplam pazarın yaklaşık %59’ını oluştururken, 2025–2030 döneminde 6 ton sınıfında yıllık 250–400 adetlik yenileme ihtiyacı ve 2032’de 71,6 milyar dolara ulaşması beklenen pazar büyüklüğü, Gökbeý için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için öncelik, SHGM sivil sertifikasyonunun tamamlanması ve uluslararası tanınırlığın sağlanmasıdır. Bunu, TS1400 motor entegrasyonu, farklı görev konfigürasyonlarının geliştirilmesi ve uzun vadeli endüstriyel iş birlikleri izlemelidir.

Ortak üretim, eğitim ve bakım-onarım odaklı ihracat modelleri ise Gökbeý’in entegre bir çözüm paketi olarak uluslararası pazarda konumlanmasını mümkün kılacaktır.

Gökbeý Helikopteri, Türkiye’nin helikopter alanında lisanslı montajdan özgün tasarıma geçişini simgeleyen ve yerli tedarikçi ekosistemini güçlendiren stratejik bir dönüm noktasıdır. Proje kapsamında kazanılan üretim altyapısı, insan kaynağı ve alt yüklenici yetkinlikleri, başta Milli Muharip Uçak olmak üzere diğer havacılık projelerine de yayılma etkisi yaratmaktadır. Sertifikasyon, ihracat ve sanayileşme odaklı adımların kararlılıkla uygulanması hâlinde Gökbeý, Türkiye’yi küresel helikopter pazarında sürdürülebilir ve görünür bir aktör konumuna taşıyabilecek önemli bir kaldıraç olacaktır.

KAYNAKÇA

- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2024). Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı 2024–2028. (çevrimiçi), <https://www.ssb.gov.tr/raporlar/sector-strateji-2024-2028.pdf>
- Yavuz, Hatice, Helikopter Alt Sistemleri ve Türkiye’de Helikopter Alt Sistem Yüklenicileri
- Kazanım Süreci, SSB, Uzmanlık Tezi, 2019
- Kennesaw State University, ‘Helicopter Design Cost Minimization using Multidisciplinary Design’. (n.d.) facultyweb.kennesaw.edu
- Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) resmi açıklamaları
- Grand View Research, ‘Commercial Helicopters Market Analysis’ (n.d.)
- Market Research (2023) <https://marketresearch.biz/report/helicopters-market/>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Burak-Ucas-2.pdf>

Savunma Sanayinde Sanal Gerçeklik Teknolojileri ile Eğitim

Canan GEBETAŞ GÜNEL
İnfotron

Savunma sanayinde zırhlı araçların bakım, onarım ve taktiksel kullanım eğitimleri; yüksek maliyet, uzun süre, karmaşık teknoloji ve ciddi iş sağlığı–güvenliği riskleri ile karakterize edilen kritik bir alan olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, söz konusu eğitimlerin Sanal Gerçeklik (VR) ve genişletilmiş gerçeklik (XR) teknolojileri ile dönüştürülmesini incelemekte; daha kısa sürede, daha düşük maliyetle, tehlikeli senaryoları risksiz biçimde tekrar edilebilir kılan bir eğitim modelinin savunma ekosistemine etkilerini analiz etmektedir. Bulgular, VR/XR tabanlı eğitimlerin hem öğrenme kalıcılığını hem de operasyonel güvenliği anlamlı ölçüde artırırken, yatırım maliyetini de hızla geri kazandırdığını göstermektedir.

Çalışmanın kapsamı, öncelikle zırhlı araç üreticisi bir firmanın hem kendi personeli hem de ihraç ettiği platformların son kullanıcılarını VR tabanlı bakım ve montaj eğitimleriyle desteklemesine odaklanmaktadır. Zırhlı araçların periyodik bakım, sistem kontrolleri, zırh ve şasi muayenesi, arıza tespiti ve onarımı gibi tüm kritik süreçleri eğitim içeriğine dahil edilmekte; bu yapı hem üretici firma hem de yerli–yabancı son kullanıcı açısından standart, izlenebilir ve tekrarlanabilir bir yetkinlik yönetimi imkânı sunmaktadır. Kod bilgisi gerektirmeyen içerik geliştirme platformları ve 3 boyutlu modellerle oluşturulan senaryolar sayesinde, eğitimler hem sahadaki teknisyenlerin hem de operasyonel birliklerin günlük iş akışını aksatmadan güncellenebilir bir yapıya kavuşmaktadır. Türkiye’de FNSS ve HAVELSAN gibi firmaların benzer uygulamaları, NATO JOINT WARFARE CENTRE başta olmak üzere ABD, İngiltere ve Finlandiya örnekleriyle birlikte düşünüldüğünde, bu modelin uluslararası ölçekte geçerli bir uygulama alanına sahip olduğu görülmektedir.

Teknik gereksinimler boyutunda, zırhlı araçların karmaşık elektronik, dijital ve mekanik sistemlerinin gerçekçi biçimde modellenmesi temel belirleyici unsur olarak öne çıkmaktadır. Araç üzerindeki elektronik ve yazılım tabanlı alt sistemlerin bütünlük yapısı, eğitim içeriklerinin de bu entegrasyonu doğru yansıtmasını gerektirmektedir. Bu çerçevede, yüksek çözünürlüklü 3B modeller, senaryo tabanlı etkileşimler, sensör verilerini ve arıza durumlarını gerçekçi şekilde canlandıran simülasyon motorları ve eğitim sırasında performans verisi toplayan analitik altyapılar kritik unsurlar hâline gelmektedir. Diğer yandan, eğitmenlerin yeni yazılım sürümleri ve platform güncellemelerine hızla uyum sağlayabilmesi, farklı bilgi seviyelerine sahip kullanıcı grupları arasındaki açığı kapatacak içerik kurgusunun yapılması ve simülasyonların gerçek ortamı yeterince temsil edecek seviyeye taşınması, mevcut teknik darboğazlar olarak durmaktadır. Üretim, teslimat ve mali boyut açısından; geleneksel yöntemlerle verilen zırhlı araç eğitimlerinin tek bir çalışan başına 10.000–50.000 USD aralığında maliyet yaratabildiği; buna karşılık VR tabanlı modelin ilk yatırım gerektirse de uzun vadede eğitim başına maliyeti belirgin biçimde düşürdüğü görülmektedir. Simülasyon yazılımı geliştirme ve lisans maliyetleri başlangıçta yüksek olmakla birlikte, fiziksel ekipman, seyahat ve eğitim alanı giderlerinin ortadan kalkması, eğitimin sınırsız sayıda tekrar edilebilmesi ve zaman içinde ölçek ekonomisi yaratılması sayesinde toplam maliyetlerde en az %30–50 oranında azalma öngörülmektedir. Ayrıca, müşteriden alınan geri bildirimler ışığında eğitim sürelerinde yaklaşık %40 tasarruf sağlanması, personelin daha kısa sürede operatif yetkinliğe erişmesini mümkün kılmaktadır.



Kalem	Geleneksel Eğitim Maliyeti (USD)	VR Tabanlı Eğitim Maliyeti (USD)	Tahmini Tasarruf Oranı
Zırhlı araç bakım eğitimi (örnek 1)	10.000	5.000 – 7.000	%30 – %50
Zırhlı araç bakım eğitimi (örnek 2)	50.000	25.000 – 35.000	%30 – %50

Tablo 1. VR Tabanlı Eğitim Maliyet Karşılaştırması

Ürün ve proje tasarım yaklaşımı, modüler ve senaryo tabanlı bir ekosistem mimarisine dayanmaktadır. VR ve XR ortamlarında, zırhlı araçların bakım, arıza tespiti, parça değişimi, zırh hasarı kontrolü, elektronik ve yazılımsal arızaların giderilmesi gibi kritik süreçler adım adım modellenmekte; başa takılan ekranlar ve hareket sensörleriyle kullanıcı, gerçek dünyaya en yakın sanal ortama taşınmaktadır. ROT Studio gibi platformlar üzerinden farklı 3B model formatlarının içe aktarılması, prototiplerin görselleştirilmesi ve doğrulanması, sürükle-bırak mantığıyla prosedürel eğitim senaryolarının kod yazmadan tasarlanması, içerik üretim hızını artırmakta ve eğitimlerin güncel kalmasını kolaylaştırmaktadır. VR ve AR teknolojilerinin birleşimi olan XR ise, gerçek ve sanal unsurların aynı senaryoda bulunduğu, taktiksel eğitimler, savaş senaryoları, stres yönetimi ve hatta siber savunma tatbikatlarının aynı çatı altında toplanabildiği bir uygulama mimarisi sunmaktadır.

Elde edilen bulgular, bu yaklaşımın güçlü yönlerini somut biçimde ortaya koymaktadır. VR ve XR ile gerçekleştirilen eğitimlerin kalıcılığının geleneksel yöntemlere göre yaklaşık %70 daha yüksek olması, görsel-işitsel zenginlik ve aktif katılımın öğrenme üzerindeki etkisini teyit etmektedir. Tehlikeli ve riskli senaryoların, insan hayatını riske atmadan tekrar tekrar uygulanabilmesi; savaş stresi, zorlu arazi ve olumsuz hava koşulları gibi faktörlerin simüle edilerek psikolojik ve fiziksel dayanıklılığın artırılabilmesi; koordinasyon gerektiren taktiksel durumların birden fazla platform ve birimle eş zamanlı canlandırılabilmesi, savunma sanayii açısından önemli rekabet avantajları yaratmaktadır.

Bununla birlikte, nitelikli eğitmen sayısının sınırlı olması, karmaşık teknolojik sistemlerin sürekli güncellenme ihtiyacı, gerçek saha koşullarını bütünüyle simüle etmenin zorluğu ve bazı durumlarda ağır ve hantal araç yapısının kullanıcı deneyimini yansıtırma güçlüğü, yapısal zorluklar olarak varlığını sürdürmektedir.

Stratejik çözüm perspektifinden çalışma; yüksek maliyetli ve riskli eğitimlerin önceliklendirilmesini, bu alanlar için VR/XR senaryolarının kademeli olarak geliştirilmesini ve simülasyon tabanlı eğitimlerin aşamalı biçimde sanal ortama taşınmasını öneren bir yol haritası sunmaktadır. Savunma sanayii firmalarının VR ve XR teknolojilerini yalnızca bakım ve montajda değil; savaş taktikleri, psikolojik hazırlık, siber savunma ve müşterek harekât eğitimlerinde de kullanması, Türkiye'nin küresel rekabet gücünü artırabilecek önemli bir kaldıraçtır. 2031'de 140 milyar dolara ulaşması beklenen VR-AR pazarında, eğitim dikeyinin büyümesi ve yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme modelleri, bu alanda erken ve sistematik adım atan kurumlara belirgin bir avantaj sağlayacaktır. Bu çerçevede, VR/XR tabanlı eğitim altyapılarının savunma sanayiinde ölçeklenmesi, maliyet etkinliği ve nitelikli insan kaynağı gelişimi açısından stratejik bir öncelik olarak görülmelidir.

KAYNAKÇA

- Kâmil Bozkurt- ROT Studio İş Geliştirme Yöneticisi (Görüşme Tarihi; 22 Ocak 2025, Kişisel Görüşme, İstanbul) -ROT Stuido, (n.d.) <https://rotstudio.com/>
- IndustryArc, (2025) <https://www.industryarc.com/>
- FinancesOnline, (n.d.) <https://financesonline.com/>
- Statista, (n.d.) <https://www.statista.com/>
- VARJO, (n.d.) <https://varjo.com/>
- HAVELSAN, (2025) <https://www.havelsan.com/tr/cozumler/ar-mr-vr-cozumleri>
- NATO JWC, (2025) <https://www.jwc.nato.int/about/who-we-are/>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Ca-nan-Gebetas-Gunel-1.pdf>

Advanced Manufacturing of Composite Aerospace Structures via Automated Fiber Placement

Dr. Onur COŞKUN
TR MOTOR

TÜRKÇE ÖZET

Bu proje, gelişmiş kompozit havacılık yapılarının üretiminde Otomatik Fiber Yerleştirme (AFP) yönteminin uygulanabilirliğini ve avantajlarını göstermeyi amaçlamaktadır. Proje; karmaşık geometrili, monolitik kompozit yapıların üretiminde verimlilik ve kaliteyi artırmaya, malzeme kullanımını optimize etmeye ve yapısal performansı geliştirmeye odaklanmaktadır. Gelişmiş kontrol ve otomasyon yeteneklerine sahip robotik AFP sistemleri ile ileri seviye simülasyon ve tasarım araçlarının kullanımı sayesinde, geleneksel kompozit üretim yöntemlerinin sınırlamalarının aşılması; üretim süresi, maliyet ve malzeme israfının azaltılması hedeflenmektedir.

This study proposes a structured roadmap for deploying Automated Fiber Placement (AFP) as a strategic manufacturing capability for advanced composite aerospace structures, with direct impacts on the Turkish defence and aerospace ecosystem. In a context where platforms such as UAVs, missiles and advanced aircraft increasingly demand lightweight, high-stiffness, complex geometries, traditional composite lay-up methods fall short in efficiency, repeatability, structural performance and waste reduction. The project aims to demonstrate that robotic AFP, supported by integrated simulation and digital tools, can enable monolithic, complex-shaped composite structures to be produced faster, with higher and more repeatable quality, at lower cost and with significantly improved material utilization.

The proposed work focuses on an AFP-based manufacturing chain that targets major structural components—such as fuselage, wing and tail sections—of an Anka-sized UAV, using an existing industrial-grade AFP cell and composite facility. Within this scope, the project addresses a broad user community: Aerospace composite designers and manufacturers, universities and research centers working on advanced composites, NATO and defence stakeholders (including NATO STO), and industries seeking highly automated composite fabrication solutions. The framework is positioned within the Turkish defence ecosystem, where funding and strategic alignment can be supported by TÜBİTAK, SSB and main integrators, and where outcomes are intended to feed directly into national air and missile platform programs.

Technically, the project is built around a multi-axis robotic AFP system equipped with compaction rollers, independent tape cutting, variable tow widths and closed-loop feedback with fiber placement sensors and laser inspection. The AFP cell is coupled

with advanced CAD/CAM and FEA tools, AFP programming and simulation software, and a digital twin approach that links structural simulations with process simulations. Curvilinear fiber steering along principal stress directions, tow-drop strategies, minimum curvature and buckling constraints, and in-situ consolidation of thermoset and thermoplastic prepregs (including carbon/epoxy and carbon/PEEK) are used to ensure both manufacturability and structural integrity. Quality assurance relies on automated optical scanning, ultrasonic phased arrays and real-time, data-driven defect detection aligned with aerospace-relevant standards and best practices (ASTM, ISO).

From a production, schedule, and cost perspective, the project follows a four-phase plan over 16 months (January 2025–April 2026): design and manufacturing optimization, AFP toolpath development and simulation, component manufacturing and quality control, followed by extensive testing. The total projected budget is 1.215.000 USD, assuming access to an existing AFP machine and qualified facility. Personnel, materials, software, testing and other operational expenditures are all explicitly planned, while financing is expected from national R&D schemes and defence-industry incentives. Manufacturing efficiency, reduction in cycle time, and minimization of material waste are core economic drivers, reinforcing AFP as a sustainable capability for serial aerospace production.

In terms of design and ecosystem architecture, the study adopts a manufacturability-oriented approach that integrates design optimisation with production. For complex composite aircraft structures, CAD modelling, FEA-based verification, and AFP-specific fiber placement optimisation are combined with defect prediction and multi-physics simulations within a digital twin framework. Shared test infrastructures and university–research expertise are leveraged to support the ecosystem-wide adoption of an AFP-based design culture.



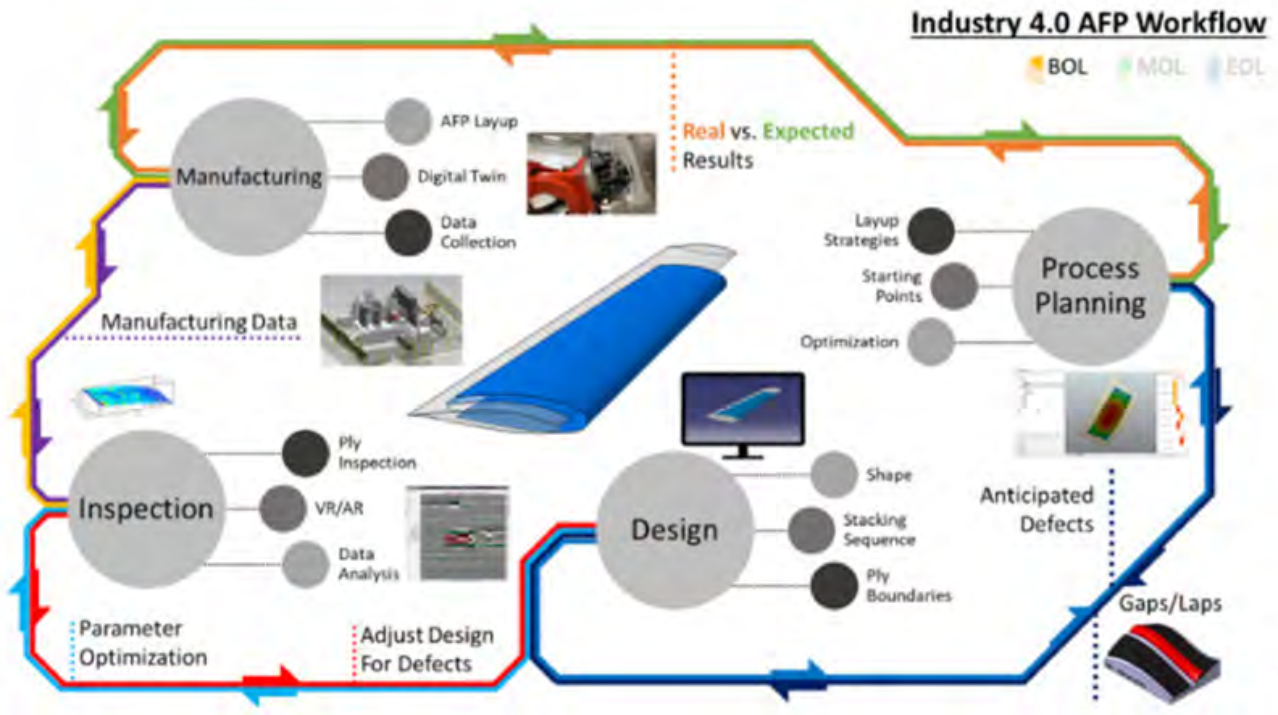


Figure 1. Graphical representation of closed-loop AFP workflow (Brasington, A., Sacco, C., Halbritter, J., Wehbe, R., & Harik, R. (2021). Automated fiberplacement: A review of history, current technologies, and future paths forward. CompositesPart C Open Access, 6, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2021.100182>)

Among the project's strengths are its high level of automation, repeatable and traceable manufacturing processes, fibre placement improved through optimisation, and significant time, weight and cost advantages compared to conventional hand lay-up/tape lay-up methods. The defined evaluation criteria—improvements in dimensional accuracy, surface quality, production time and scrap rate, achievement of mechanical performance targets, and FEA–test correlation—tie technological gains to tangible metrics. On the other hand, precise fibre placement on complex 3D geometries, defects such as voids, overlaps and wrinkling that may occur during the process, the need for qualified human resources, and the risk of error in test procedures are identified within the project as key structural challenges and are being addressed through specific risk-mitigation plans.

Strategically, the project outputs serve as a roadmap for the full-scale integration of AFP into real defence and aerospace programmes. Validation under operational load conditions, further deepening of digital twin integration, expansion of the material database tailored to AFP, and the development of more user-friendly design/simulation tools are positioned as critical steps for widespread industrial adoption. In the specific context of the Turkish defence industry, AFP is presented as a strategic lever for the localisation of lightweight, high-performance structural components for UAVs, missile systems and advanced aircraft platforms, for increasing supply-chain resilience, and for accelerating innovation. When considered together with close collaborations to be established between prime contractors such as TUSAŞ, ROKETSAN and BAYKAR and research centres and universities, as well as appropriate financing instruments, clustering mechanisms and certification supports, it is envisaged

that AFP will evolve into a competitive national capability that can be integrated into NATO and international programmes.

REFERENCES

- [1] Coskun, O., & Turkmen, H. S. (2021). Multi-objective optimization of variable stiffness laminated plates modeled using Bézier curves. *Composite Structures*, 279, 114814. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.114814>
- [2] Coskun, O., & Turkmen, H. S. (2023). Pre-trained design optimization of variable stiffness composite cylinders modeled using Bézier curves. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 66(2). <https://doi.org/10.1007/s00158-022-03480-x>
- [3] Coşkun, O. (2022a). DESIGN AND OPTIMIZATION OF VARIABLE STIFFNESS COMPOSITE STRUCTURES MODELED USING BÉZIER CURVES [PhD Dissertation, Istanbul Technical University]. <http://hdl.handle.net/11527/24380>
- [4] Brasington, A., Sacco, C., Halbritter, J., Wehbe, R., & Harik, R. (2021). Automated fiber placement: A review of history, current technologies, and future paths forward. *Composites Part C Open Access*, 6, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2021.100182>
- [5] Evans, D. O. (2001). Fiber placement. In *ASM International eBooks* (pp. 477–479). <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v21.a0003410>
- [6] dmaass99. (2018, February 24). Automated Fiber Placement introduction [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=H9T-YC1gbm8>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Onur-Coskun-2.pdf>

Stratejide Yapay Zekâ

Barış İlker GÖKER

T.C. Millî Savunma Bakanlığı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı

Bu çalışma, yapay zekâ tabanlı strateji planlama mimarisi ile millî güvenlik ekosisteminde karar alma süreçlerini hızlandırmayı, karmaşık risk ortamında kurumsal öngörü ve hazırlık seviyesini yükseltmeyi amaçlamaktadır. Askerî alanda yeni nesil silah sistemleri ve siber tehditlerin, kamu alanında ise doğal afetler ve salgınların yarattığı çok boyutlu riskler; zamanı kritik bir kaynak, stratejiyi ise yaşamsal bir yönetim aracı hâline getirmiştir. Proje, bu tablo karşısında hem askerî hem sivil yapılara, yapay zekâ destekli risk analizi, harp oyunları ve stratejik iletişim kabiliyeti sunan, güvenli ve yetkilendirilmiş bir ağ üzerinden çalışan ulusal bir karar destek altyapısı tasarlamayı hedeflemektedir.

Kapsam itibarıyla proje, Türk Silahlı Kuvvetleri, merkezi ve yerel yönetimler ile toplum güvenliğinden sorumlu kritik kamu kurumlarını (itfaiye, arama-kurtarma ekipleri, sağlık birimleri ve emniyet güçleri) tekil kullanıcılar değil, birbirini tamamlayan paydaşlar olarak ele almaktadır. Askerî ve kamu kuruluşları için küresel ve bölgesel değişkenlere duyarlı risk senaryoları üretilmesi, harp oyunu temelli kurumsal eğitimler, güncel veriye dayalı strateji güncellemeleri ve bu çıktının üst karar mekanizmalarına emniyetli aktarılması sistemin ana kullanım alanlarını oluşturmaktadır. Tasarım, başlangıçta 10 kullanıcı tanımlı ve 2 farklı yerleşkede konuşlandırılacak şekilde ölçeklendirilmiş, ilerleyen aşamalarda ulusal güvenlik mimarisiyle uyumlu biçimde genişletilebilecek bir altyapı olarak kurgulanmıştır.

Teknik gereksinimler, projenin merkezine güvenli ve yetkilendirilmiş bir stratejik ağ mimarisini yerleştirmektedir. Bu mimari; Bilgi ve İletişim Güvenliği Tedbirleri Yönergesi ile uyumlu siber güvenlik önlemleri, “Zero Trust Security” prensiplerine göre kurgulanmış erişim politikaları ve bilmesi gereken prensibine dayalı kullanıcı yetkilendirme yapıları ile desteklenmektedir. Sistem bileşenlerinin en az %80’inin yerli üretim olması hedefi, hem tedarik zinciri güvenliğini hem de savunma sanayii ekosisteminde yerleştirme düzeyini artırmaya yöneliktir. Kullanıcı bilgisayarları için belirlenen teknik istekler, TEMPEST (gizlilik dereceli bilgi işleyen elektrikselsel ve elektronik teçhizattan kaynaklanan istenmeyen elektromanyetik enerji emisyon güvenliği) ve benzeri güvenlik kriterleri ile uyumlu olacak; depolama ve işlem altyapıları kontrollü bölgelerde tesis edilerek, ağ üzerinde dolaşan hassas bilginin kriptografik olarak korunması sağlanacaktır.

Proje yönetimi açısından, net fazlara ayrılmış çok yıllık bir yol haritası öngörülmektedir. Kurumlarla birlikte yönetici, kilit paydaş ve çalışma gruplarının oluşturulduğu başlangıç aşamasını; yetkilendirilmiş ağ mimarisi, siber güvenlik gereksinimlerinin tanımlanması, yapay zekâ tabanlı arayüz ön tasarımı ve derin öğrenme entegrasyonu, kullanıcı teknik isteklerinin belirlenmesi ve ilk prototipin geliştirilmesini kapsayan iki yıllık ön tasarım fazı izlemektedir. Bunu, 18 aylık son tasarım ve test süreci içinde tasarımın olgunlaştırılması, siber güvenlik testlerinin yürütülmesi ve pilot alanlarda yerinde denemelerin yapılması takip etmektedir. Son aşamada ise bir yıllık kapanış ve teslim fazında fabrika seviyesi testler, saha kurulumları, kullanıcı eğitimleri ve kurumsal kabuller tamamlanarak, proje kabulünü müteakip yaklaşık dört yıl içinde sistemin operasyonel kullanıma alınması hedeflenmektedir. Bu yaklaşım, yüksek Ar-Ge ve sertifikasyon gerektiren savunma projeleriyle uyumlu bir zaman-maliyet dengesini yansıtmaktadır.



Ürün/proje tasarım felsefesi, modüler, ölçeklenebilir ve farklı kurumsal kültürlerle uyumlanabilir bir yapay zekâ destekli ağ mimarisi üzerine kuruludur. Yapay zekâ tabanlı kullanıcı arayüzü ve Deep Learning entegrasyonu sayesinde, her kurumun risk algısı, operasyonel süreçleri ve bilgi üretim biçimi zaman içinde modele yansıtılmakta; böylelikle analiz ve harp oyunu senaryoları kurumlara özgü bir derinlik kazanabilmektedir. Yetkili kullanıcı etkileşim alanlarının net biçimde tanımlanması, hem personelin eğitim ve harp oyunu faaliyetlerinden azami faydayı sağlamasını hem de sistem üzerinden üretilen stratejik kararların operatif seviyedeki diğer yapay zekâ tabanlı sistemlere görev tanımı olarak aktarılmasını mümkün kılmaktadır. Bu mimari, birlikte çalışabilirliği yüksek, güncel veriye duyarlı ve sürekli öğrenen bir ekosistem tasarımını desteklemektedir.

Projenin güçlü yönleri arasında, millî güvenlik perspektifiyle hem askerî hem sivil kurumları ortak bir strateji üretim platformunda buluşturması, kurumsal farkındalığı artıran güncel harp oyunu ve tatbikat senaryoları üretme kapasitesi ve güvenli ağ üzerinden yatay-dikey karar mekanizmaları arasında hızlı veri paylaşımı öne çıkmaktadır. Bununla birlikte; ağ üzerinde dolaşan hassas bilginin güvenliği, erişim yetkileri kriterlerindeki belirsizliklerin giderilmesi, analiz ve harp oyunu modellerinin gerçek hayata uyarlanabilirliğinin sürekli

doğrulanması ve farklı kurumsal çalışma kültürlerine uyum gibi alanlar yapısal zorluklar olarak görünmektedir. Bu risklere yönelik olarak donanımsal ve yazılımsal krypto kullanımı, Zero Trust Security temelli yetkilendirme ve çoklu onay mekanizmaları ile Deep Learning'in kurumlara özel öğrenme kabiliyetinin etkin kullanımı, projenin rekabetçi ve sürdürülebilir yapısının ana dayanaklarını oluşturmaktadır.

Stratejik açıdan proje, kamu–askerî iş birliğini kurumsal bir yapay zekâ ekosistemi üzerinden derinleştirme potansiyeli taşımaktadır. Bilgi ve İletişim Güvenliği Tedbirleri Yönergesi, Zero Trust mimarisi ve yerli donanım hedefleri gibi kriterler, hem sertifikasyon ve denetim süreçleri hem de uzun vadeli mimari için somut yol gösterici parametreler sunmaktadır. Proje sonunda kullanıcıların kendi kabiliyetleri, çevresel faktörler ve güncel veriler ışığında risk alanlarını öngörebilmesi, bu alanlara yönelik stratejileri en hızlı ve doğru şekilde tasarlayabilmesi, sonuçları harp oyunu ve tatbikatlar üzerinden test edebilmesi ve çıktıları diğer karar alıcılar ile operatif sistemlere anlık olarak aktarabilmesi beklenmektedir. Böylelikle, ulusal ölçekte daha gerçekçi tatbikatların icrası, personel ve teçhizat planlamalarının rasyonelleştirilmesi ve toplumsal–kamusal bilinç düzeyinin artırılması yönünde, karar vericilere uygulanabilir bir yol haritası sunulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Al-Suqri, M. N., & Gillani, M. (2022). A comparative analysis of information and artificial intelligence toward national security. *IEEE Access*, 10, 64420–64434.
- Assunção, P. (2019). A zero trust approach to network security. *Proceedings of the Digital Privacy and Security Conference*, 65–72. Portugal. <https://doi.org/10.11228/dpsc.01.01.00>
- Bicakci, K., Uzunay, Y., & Khan, M. (2021). Towards zero trust: The design and implementation of a secure end-point device for remote working. *14th International Conference on Information Security and Cryptology*, 28–33. Ankara, Türkiye. <https://doi.org/10.1109/isc2021.9654298>
- Boutin, B. (2022). State responsibility in relation to military applications of artificial intelligence. *Leiden Journal of International Law*, 36(1), 133–150. <https://doi.org/10.1017/s0922156522000607>
- Campbell, M. (2020). Beyond zero trust: Trust is a vulnerability. *Computer*, 53(10), 110–113. <https://doi.org/10.1109/MC.2020.3011081>
- Fukushima, K. (1980). Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. *Biological Cybernetics*, 36, 193–202.
- Glorot, X., Bordes, A., & Bengio, Y. (2011). Deep sparse rectifier neural networks. *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics*, 15, 315–323.
- İyigün, N. Ö. (2021). Yapay zekâ ve stratejik yönetim. *TRT Akademi*, 6(13), 675–679. <https://doi.org/10.37679/trta.1002518>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/B.-II-ker-Goker-2.pdf>



NATO'nun Ortak Girişimlerle Mühimmat Tedarik Stratejisi

Emre DÖNÜŞ

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı



NATO, 32 müttefiğiyle kolektif savunma sorumluluğunu sürdürürken, Ukrayna savaşı başta olmak üzere yakın dönem çatışmaları, ittifakın mühimmat stoklarının hem miktar hem de çeşitlilik açısından kritik düzeyde zorlandığını göstermiştir. ABD'nin ve Avrupa ülkelerinin Ukrayna'ya yoğun 155 mm top mühimmatı sevki, birçok müttefikin kendi stoklarının önemli bir kısmını sahaya sürmesine yol açmış, böylece ulusal bazda yürütülen tedarik ve üretim modellerinin sürdürülebilir olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu tablo, mühimmat tedarikinde maliyet, zaman ve birlikte çalışabilirlik baskılarını aynı anda yönetebilen çok uluslu, ortak girişim modellerini stratejik bir zorunluluk haline getirmektedir. Çalışma, NATO'nun bu yeni gerçeklik karşısında mühimmat tedarikini nasıl yeniden kurguladığını, ortak girişimlerin ittifakın caydırıcılığı ve uzun vadeli savunma planlaması açısından ne anlama geldiğini analiz etmektedir.

Bu çerçevede çalışma; NATO, NATO Destek ve Tedarik Ajansı (NSPA), Avrupa Savunma Ajansı (EDA) çok uluslu programlar ve savunma sanayii şirketlerini birlikte ele almaktadır. 23 NATO ve bir partner ülkeyi kapsayan Kara Savaşı Belirleyici Mühimmat (LBDM) girişimi, 25 AB üyesi ve Norveç'in katıldığı Ortak Mühimmat Tedariki ve 26 ülkenin 155 mm ortak alım programları, yeni iş birliği mimarisinin somut örnekleridir. Özellikle Baltıklar ve doğu kanadı gibi kırılgan müttefikler için bu modeller, tek başına ulaşılamayacak hacim ve çeşitlilikte mühimmata erişim sağlamaktadır. İnceleme, bu girişimlerin yalnızca acil ihtiyaçları değil, NATO'nun uzun vadeli stok politikası ve endüstriyel kapasite planlamasını da şekillendirdiğini göstermektedir.

Teknik açıdan bakıldığında, mühimmat alanında standardizasyon ve birlikte çalışabilirlik, ortak girişimlerin başarısı için kritik önemdedir. 155 mm top mühimmatı NATO

standartı olmakla birlikte, balistik özellikler, doldurma teknikleri ve paketleme uygulamalarındaki ülke bazlı farklılıklar sahada lojistik karmaşa yaratmakta ve tedarik zincirini zorlamaktadır. Vilnius Zirvesi kararları ve EDA'nın CAESAR, Krab, Panzerhaubitze 2000 ve Zuzana gibi farklı obüs platformları için imzaladığı çerçeve sözleşmeler, bu uyumsuzlukları azaltmaya dönük kurumsal adımlardır. Ortak standartlara geçiş, mühimmatın farklı ülkelerin sistemlerinde sorunsuz kullanılmasını sağlarken, kalite güvencesi, test ve sertifikasyon süreçlerinin de ortaklaştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Böylece, NATO kuvvetlerinin sahada esnek bir şekilde mühimmat paylaşabilmesi ve lojistik hatların sadeleşmesi mümkün hale gelmektedir.

Üretim, tedarik ve mali boyutta ise ortak girişimler, ölçek ekonomisi ve maliyet etkinliği üzerinden öne çıkmaktadır. NSPA'nın 2024 yılında 220 bin adet 155 mm top mermisi için 1,2 milyar dolarlık sözleşme imzalaması, ittifakın hem Ukrayna'ya destek hem de kendi stoklarını takviye etme iradesini göstermektedir. Yine NSPA'nın Nexter Munitions ve JUNGHANS Microtec GmbH ile 1,1 milyar euro tutarında iki çerçeve sözleşme imzalaması ve LBDM kapsamında 2,4 milyar euroluk çok uluslu çerçeve anlaşma, tedarikin proje bazlı ve uzun soluklu bir endüstriyel kapasite genişlemesiyle birlikte kurgulandığını ortaya koymaktadır. A2G-PGM projesinde %15–20 düzeyinde maliyet tasarrufu ve teslimat sürelerinde bir yıla varan kısaltmalar, çok uluslu alım modellerinin bütçe ve takvim baskısını nasıl hafiflettiğini somutlaştırmaktadır. Buna karşın, EDA'nın hedeflediği 1 milyon mermi teslimatının 480 bin seviyesinde kalması, endüstriyel kapasite, finansman ve siyasi karar alma süreçlerindeki kısıtların hâlen belirleyici olduğunu göstermektedir.

Teknik açıdan bakıldığında, mühimmat alanında standardizasyon ve birlikte çalışabilirlik, ortak girişimlerin başarısı için kritik önemdedir. 155 mm top mühimmatı NATO standardı olmakla birlikte, balistik özellikler, doldurma teknikleri ve paketleme uygulamalarındaki ülke bazlı farklılıklar sahada lojistik karmaşa yaratmakta ve tedarik zincirini zorlamaktadır. Vilnius Zirvesi kararları ve EDA'nın CAESAR, Krab, Panzerhaubitze 2000 ve Zuzana gibi farklı obüs platformları için imzaladığı çerçeve sözleşmeler, bu uyumsuzlukları azaltmaya dönük kurumsal adımlardır. Ortak standartlara geçiş, mühimmatın farklı ülkelerin sistemlerinde sorunsuz kullanılmasını sağlarken, kalite güvencesi, test ve sertifikasyon süreçlerinin de ortaklaştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Böylece, NATO kuvvetlerinin sahada esnek bir şekilde mühimmat paylaşabilmesi ve lojistik hatların sadeleşmesi mümkün hale gelmektedir.

Üretim, tedarik ve mali boyutta ise ortak girişimler, ölçek ekonomisi ve maliyet etkinliği üzerinden öne çıkmaktadır. NSPA'nın 2024 yılında 220 bin adet 155 mm top mermisi için 1,2 milyar dolarlık sözleşme imzalaması, ittifakın hem Ukrayna'ya destek hem de kendi stoklarını takviye etme iradesini göstermektedir. Yine NSPA'nın Nexter Munitions ve JUNGHANS Microtec GmbH ile 1,1 milyar euro tutarında iki çerçeve sözleşme imzalaması ve LBDM kapsamında 2,4 milyar euroluk çok uluslu çerçeve anlaşma, tedarikin proje bazlı ve uzun soluklu bir endüstriyel kapasite genişlemesiyle birlikte kurgulandığını ortaya koymaktadır. A2G-PGM projesinde %15–20 düzeyinde maliyet tasarrufu ve teslimat sürelerinde bir yıla varan kısaltmalar, çok uluslu alım modellerinin bütçe ve takvim baskısını nasıl hafiflettiğini somutlaştırmaktadır. Buna karşın, EDA'nın hedeflediği 1 milyon mermi teslimatının 480 bin seviyesinde kalması, endüstriyel kapasite, finansman ve siyasi karar alma süreçlerindeki kısıtların hâlen belirleyici olduğunu göstermektedir.

Ürün ve proje mimarisi açısından NATO mühimmat ekosistemi, platformdan bağımsız, modüler ve genişletilebilir çözümler etrafında şekillenmektedir. LBDM ve A2G-PGM gibi projeler, kara ve hava vektörlerinde farklı platformlara uyarlanabilen standart mühimmat aileleri oluşturarak, bakım, modernizasyon ve yeniden ikmal süreçlerini sadeleştirmektedir. Rheinmetall'in 40 mm mühimmat tedarikine yönelik sözleşmeleri ve Expal satın alması, Avrupa'da üretim kapasitesinin konsolidasyonunu hızlandırırken; Eurosam gibi ortak girişimler, hava savunma mühimmatı alanında benzer bir ekosistem inşasına katkı sunmaktadır. Bu yapı, tekil platform odaklı değil, çoklu ülke ve çoklu sistem odaklı bir mühimmat mimarisi yaratarak hem üretilebilirlik hem de sahada yükseltme/yenileme esnekliğini artırmaktadır.

Ortak girişim yaklaşımı NATO'ya önemli rekabet ve caydırıcılık avantajları sağlarken, yapısal zorlukları da beraberinde getirmektedir. Maliyet paylaşımı, ölçek ekonomisi ve hızlanan tedarik süreçleri, ittifakın savunma bütçelerini daha etkin kullanmasına imkân verirken; standartlaşma ve birlikte çalışabilirlik, sahadaki karmaşıklığı azaltmaktadır. Öte yandan, ulusal savunma sanayilerini koruma isteği, siyasi karar alma süreçlerindeki farklı ritimler ve bütçe öncelikleri, projelerin tasarımından uygulamasına kadar pek çok aşamada gecikmelere yol açabilmektedir. Bazı ülkelerin acil mühimmat ihtiyacına karşın diğerlerinin uzun vadeli planlamaya odaklanması, aynı çok uluslu program içinde tempo uyumsuzlukları yaratmakta; üretim kapasitesindeki sınırlamalar ise EDA örneğinde olduğu gibi hedeflenen teslimatları aşağı çekebilmektedir.



KAYNAKÇA

- NATO. (2023). Vilnius Summit Communiqué. NATO Resmi Web Sitesi. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_217320.htm.
- NATO Support and Procurement Agency (NSPA). (2024). Annual Report 2023. Lüksemburg: NSPA Yayınları.
- Smith, J., & Müller, K. (2024). NATO's Ammunition Challenges in the Post-Ukraine Era. *European Defence Review*, 45(3), 22-30.
- Rheinmetall AG. (2024). Press Release: New Ammunition Contract with NATO Partners. https://www.rheinmetall.com/en/press_releases/2024_40mm_contract.
- NATO Defence Planning Directorate. (2023). Land Battle Decisive Munitions (LBDM) Initiative: Progress Report. Brüksel: NATO Yayını.
- Jones, L. (2024). Standardization in NATO: Bridging the Gap. *Journal of Military Technology*, 12(1), 15-25.
- NATO. (2024). Washington Summit Declaration. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227678.htm.
- European Defence Agency. (2023). EDA Signs Framework Contracts for Joint Procurement of 155mm Ammunition. <https://eda.europa.eu/news-andevents/news/2023/09/05/eda-signs-framework-contracts-for-joint-procurement-of155mm-ammunition>.
- European Defence Agency. (2023). Seven EU Member States Order 155mm Ammunition Through EDA Joint Procurement. <https://defence-industry.eu/seven-eumember-states-order-155mm-ammunition-through-eda-joint-procurement/>.
- Reuters. (2023). EU Countries Order Only 60,000 Shells for Ukraine via New Scheme. <https://www.reuters.com/world/europe/eu-countries-order-only-60000-shellsukraine-via-new-scheme-sources-2023-12-06/>.
- NATO. (2023). Four More Allies Join NATO's Multinational Ammunition Warehousing Initiative. <https://defence-industry.eu/four-more-allies-join-natosmultinational-ammunition-warehousing-initiative/>.
- EDR Magazine. (2024). NSPA Supports a Coalition of NATO Nations with 1.1 BEUR Multinational Contracts for 155mm Ammunition. <https://www.edrmagazine.eu/nspasupports-a-coalition-of-nato-nations-with-1-1-beur-multinational-contracts-for155mm-ammunition>.
- OSW Centre for Eastern Studies. (2023). ASAP: EU Support for Ammunition Production in Member States. <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/oswcommentary/2023-09-06/asap-eu-support-ammunition-production-member-states>.
- European Defence Agency. (2023). EDA Brings Together 25 Countries for Common Procurement of Ammunition. <https://eda.europa.eu/news-andevents/news/2023/03/20/eda-brings-together-25-countries-for-common-procurementof-ammunition>.
- Breaking Defence. (2023). European Defence Agency Signs First Set of Joint Ammunition Procurement Contracts. <https://breakingdefence.com/2023/09/europeandefence-agency-signs-first-set-of-joint-ammunition-procurement-contracts/>.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Em-re-Donus-2.pdf>

Defence Expenditure of NATO Countries; Before and After the War Between Ukraine and Russia

F. Pınar KAYA
SAHA İstanbul

TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışma, 24 Şubat 2022'de Rusya ile Ukrayna arasında başlayan savaş öncesi ve sonrasında NATO ülkelerinin savunma harcamalarındaki değişimi incelemektedir. NATO ülkelerinin savunma bütçelerindeki artışlar, bu harcamaların yöneldiği alanlar ve söz konusu artışların geleceğe yönelik etkileri ele alınmaktadır. Ayrıca, stratejik savunma planları ve silahlanma politikalarındaki değişimler ile savaşın NATO'nun genel güvenlik yapısı üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Çalışmada, NATO tarafından açıklanan veriler kullanılarak üye ülkelerin savunma bütçeleri karşılaştırılmakta ve NATO'nun gelecekteki savunma stratejisine ilişkin değerlendirmeler sunulmaktadır.

This case study examines how the war that started on 24 February 2022 between Ukraine and Russia transformed NATO members' defence expenditures, threat perceptions and armament priorities. The conflict, the most serious security crisis in Europe since the Cold War, pushed especially European and northern NATO members to rapidly revise their defence policies, move towards the long-standing NATO target of allocating 2% of GDP to defence and adapt to new-generation threats in cyber, space and hybrid warfare domains. The study uses open data to show how budget increases before and after the war are distributed across countries and capability areas, and discusses how these choices will shape NATO's future deterrence posture and geopolitical balance.

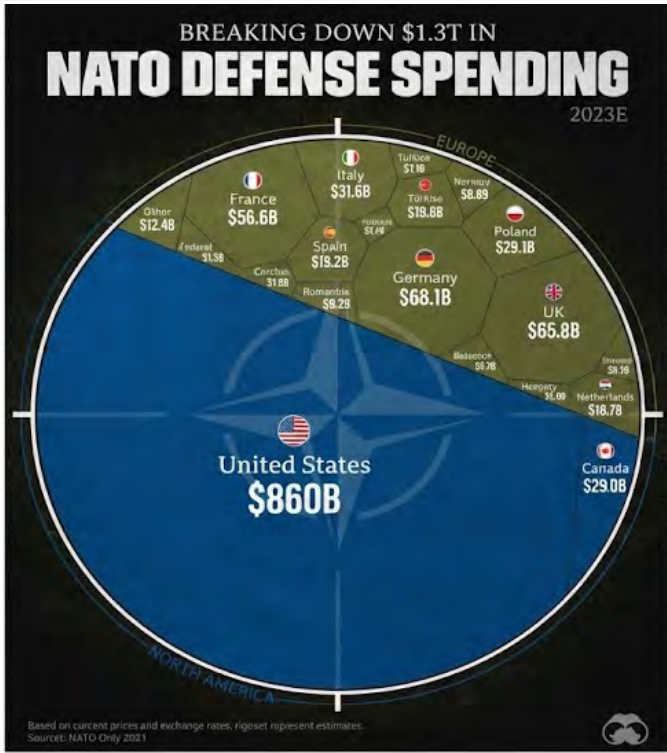
In terms of scope, the analysis focuses on total and country-level defence expenditures of NATO members, comparing the pre-war baseline with the post-war surge, and highlighting leading actors such as the United States, Germany, the United Kingdom, France, Poland, the Baltic states, Finland, Sweden and Türkiye. In 2021, NATO members' total defence spending was about 1.1 trillion dollars, 70% of which was covered by the United States, while the remaining 30% was shared by European allies and Canada; Germany allocated 50 billion dollars, the United Kingdom 59 billion, France 56 billion and Poland 14 billion dollars. Despite NATO's 2014 decision that members should spend 2% of their GDP on defence, many allies treated this as optional until Russia's invasion of Ukraine made the target politically unavoidable, especially for the alliance's eastern and northern flank.

From a capability and technology perspective, the war accelerated an ongoing shift from classical, manpower-heavy force structures towards network-enabled, high-technology systems. Before the war, NATO investments concentrated on

counterterrorism, cybersecurity, nuclear deterrence, hypersonic missiles and electronic warfare. After the invasion, however, spending priorities moved decisively towards new air and missile defence architectures (including Patriot and NASAMS), advanced cyber and electronic warfare capabilities, and a broad unmanned systems portfolio covering unmanned aerial, ground and maritime vehicles. Combat-proven platforms such as Bayraktar TB2 and Akıncı UAVs, which played a game-changing role in the Ukraine theatre, became emblematic of this doctrinal transition and helped reframe NATO's view of technology readiness and operational effectiveness in unmanned systems.

The financial dimension of this transition is visible in substantial budget increases and differentiated burden sharing across the alliance. Germany reversed long-standing political resistance to higher defence spending by creating an additional 100 billion euro fund and initiating large-scale rearmament plans. Poland raised defence spending to 4% of GDP, while the United Kingdom increased its defence budget from 65.8 to 74.9 billion dollars between 2022 and 2023, France lifted its budget to 61.3 billion dollars with a 4.7 billion dollar increase, and Türkiye expanded its defence budget by 5.2 billion dollars to 15.8 billion dollars. Baltic countries, as well as new members Finland and Sweden, also made significant upward revisions. These moves are accompanied by more frequent and larger-scale NATO exercises and reinforced deployments in Eastern Europe. At the same time, debates between the United States and European allies over fair cost sharing continue, and EU-led initiatives are being explored, signalling that achieving a sustainable financial model will require time and substantial resources.





Source: NATO. Based on estimated figures 2024 spending

On the structural and ecosystem side, NATO is complementing higher national budgets with new alliance-level mechanisms and a more integrated defence-industrial architecture. The establishment of instruments such as the NATO Innovation Fund (NIF) and the Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic (DIANA) aims to channel capital into dual-use and frontier defence technologies, support start-up-style innovation and strengthen cross-border industrial collaboration within the alliance. Parallel to this, NATO plans to modernize and expand its bases, especially in Eastern Europe and Northern Europe, to ensure faster reaction times and higher readiness. Investments in logistics and supply chain modernization, including more resilient, digitally supported sustainment systems, are also gaining prominence as lessons from the Ukraine war underline the importance of robust, scalable support infrastructure.

The evolving picture reveals a mix of strengths and structural challenges for the alliance. On the positive side, European countries have become more willing to increase defence budgets, reinforce collective deterrence and align more closely with NATO's planning assumptions. The integration of Finland and Sweden, the rising role of Eastern European allies, and the systematic focus on cyber, space and hybrid threats expand NATO's strategic depth. On the other hand, dependence on US spending remains high, industrial capabilities across Europe are fragmented, certification and modernization requirements are demanding, and the financial burden of rapid capability build-up is substantial. Persistent discussions on fair burden sharing and differing national priorities create coordination challenges that must be managed carefully to maintain alliance cohesion.

Looking ahead, the study indicates that NATO will pursue a long-term defence spending and capability development strategy centered on joint military infrastructure, interoperable

Defence spending by Nato countries in Europe as % of GDP (2024)



next-generation weapon systems and deepened defence-industrial cooperation among member states. Priority areas will include cyber and space security, integrated air and missile defence, unmanned and autonomous systems, and counter-hybrid warfare capabilities. The alliance is expected to continue supporting Eastern European members' military infrastructure and their integration into new-generation defence technologies, while using mechanisms such as NIF and DIANA to accelerate research, development and fielding of innovative solutions. Rising NATO defence expenditures from 2% toward 5% are creating significant opportunities for member states' defence industries, including Türkiye, to position themselves as key suppliers within the alliance's modernized capability mix.

REFERENCES

- NATO. (n.d.). NATO Defence Expenditure Report. NATO Official Website. Retrieved March 6, 2025, from https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49106.htm.
- Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). (n.d.). SIPRI - Military Expenditure Database. Retrieved March 6, 2025, from <https://www.sipri.org/>.
- International Institute for Strategic Studies (IISS). (n.d.). Military Balance. Retrieved March 6, 2025, from <https://www.iiss.org/>.
- Reuters. (n.d.). NATO Defence Spending Reports. Retrieved March 6, 2025, from <https://www.reuters.com>.
- BBC News. (n.d.). NATO Military Expenditure Analysis. Retrieved March 6, 2025, from <https://www.bbc.com>.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Pinar-Ka-ya-2.pdf>

NATO Programlarına Türk Savunma Şirketlerinin Katılımı: DIANA ve NIF Gibi Programlara Katılım Fırsatları

Görkem ERİNÇ
Genç Holding

NATO, 32 üyesinin ortak savunmasını sağlamanın ötesinde, savunma sanayiinde teknolojik üstünlüğü hedefleyen bir inovasyon ekosistemi inşa etmektedir. DIANA (Kuzey Atlantik için Savunma İnovasyon Hızlandırıcısı) ve NATO İnovasyon Fonu (NIF) aracılığıyla, yükselen ve çığır açan teknolojiler alanında girişimcilere sistematik destek sunulmaktadır. Türkiye, son yirmi yılda savunma sanayiinde önemli bir sıçrama yapmış ve NATO ekosistemiyle entegrasyon ihtiyacı artmıştır.

DIANA, hızlandırıcılar ve test merkezleri üzerinden erken aşama inovasyonları desteklerken; NIF, 1 milyar avroluk yapısıyla derin teknoloji girişimlerine yatırım yapan bağımsız bir fondur. Bu yapı, ana yüklenicilerden start-up'lara kadar geniş bir aktör

kitlesini kapsamakta ve Türk şirketlerini de bu ekosistemin doğal paydaşı hâline getirmektedir. 2024 DIANA çağrısında QUBİTRİUM ve SPALIS'in kabul edilmesi, Türk girişimlerinin bu küresel inovasyon ağına dâhil olabildiğini göstermektedir.

NATO'nun öncelikleri yapay zekâ, otonom sistemler, siber güvenlik, uzay ve sensör teknolojileri gibi derin teknoloji alanlarında yoğunlaşmaktadır. Türkiye'de yapay zekâ destekli İHA'lar ve yerli sensörler bu önceliklerle güçlü bir uyum sergilemektedir. DIANA ve NIF'in sunduğu finansman, hızlandırma ve işbirliği imkânları, Türk şirketlerinin teknoloji derinliğini ve uluslararası rekabet gücünü artırma potansiyeli taşımaktadır.

Gösterge	Değer	Dönem
DSR girişim sermayesi yatırımları	5,2 milyar ABD doları	2024
DSR yatırımlarındaki artış	5 kat artış	Son 6 yıl
DSR segment büyümesi	%30 büyüme	Son 2 yıl
Genel girişim sermayesi pazarı değişimi	%45 düşüş	Son 2 yıl
Farkındalık/Anlama/Karar Verme teknolojilerine yatırım	1 milyar ABD doları, 4 kat artış	2020–2024

Tablo 1. DSR Girişim Sermayesi Yatırım Göstergeleri

NATO'nun inovasyon programları, çift kullanımlı teknoloji geliştirme yaklaşımına dayanmaktadır. DIANA, kızılötesi sensörler, uzay sistemleri, otonom platformlar ve esnek güneş panelleri gibi teknolojilerin hem askerî hem de sivil alanlarda kullanılmasını ve ticarileşmesini teşvik etmektedir. Çalışma, özellikle kızılötesi sensörler ve yapay zekâ destekli İHA'ların Türkiye için yüksek katma değer ve stratejik önem taşıdığını; ancak bu alanlarda fikri mülkiyet, regülasyon ve kötüye kullanım risklerinin dikkatle yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Türkiye, gelişen savunma sanayii, Bayraktar TB2, Akıncı ve Kızılelma gibi yapay zekâ destekli İHA projeleriyle güçlenen yerli teknoloji kabiliyeti ve NATO üyeliğinin sağladığı geniş iş birliği zemini sayesinde güçlü bir potansiyele sahiptir. Buna karşın DIANA ve NIF'in, daha çok teknolojiye hâkim ülkeler için avantajlı bir zemin sunduğu görülmektedir.

Türk firmalarının programlara ilişkin bilgi eksikliği, NATO standartlarına uyum, insan kaynağı, sertifikasyon, fikri mülkiyet ve ihracat düzenlemeleri, bu mekanizmalardan etkin biçimde yararlanmayı zorlaştıran başlıca unsurlar olarak öne çıkmaktadır.



Çalışma, Türk savunma şirketlerinin DIANA ve NİF'e yönelimini artırmak için ekosistem ve kurum düzeyinde somut adımlar önermektedir. Programa uygun öncelikli alanlarda yetkinliklerin geliştirilmesi, NATO standartlarına uyum ve bu programlara odaklı özel ekiplerin kurulması öne çıkmaktadır. Programların daha etkin tanıtımı ve programı kazanan başarılı girişimlerin deneyimlerini KOBİ ve start-up'larla paylaşması, farkındalık ve kapasite artışı açısından kritik görülmektedir. SAHA Akademi NATO programları (NSPA, NCIA, DIANA ve NİF) hakkında çeşitli eğitimler vermektedir. Sonuç olarak, DIANA ve NİF'in sunduğu imkânların bilinçli kullanımı, Türk şirketlerinin küresel rekabet gücünü artıracaktır.



KAYNAKÇA

- Şahin, Güngör, Soğuk Savaş Sonrası Değişen Güvenlik Anlayışı Bağlamında NATO.
- Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2015. Doktora Tezi.
- Şahin, Güngör, Küresel Güvenlik ve NATO; Teori, Aktör, Tehdit, Risk. Detay Yayıncılık, 2016.
- Tangör, B. Avrupa Birliği Güvenlik ve Savunma Politikası'nın Gelişimi. Seçkin Yayıncılık, 2009.
- 2030'a Giderken NATO: Yükselen ve Çığır Açan Teknolojiler Yoluyla Değişime Uyum Sağlamak. Savunma Sanayii Dergilik, (n.d.) <https://www.savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/2030-a-giderken-NATO-Yukselenve-cigir-acan-teknolojiler-yoluyla-degisime-uyum-saglamak>.
- Jorge Ricart, Raquel. "Başlık." Elcano Royal Institute, 29 Ağustos 2023.
- Türk Savunma Sanayii Tarihi Dönemler ve Aktörler 1834-2020 MKE. "Harp Sanayinin Tanımı." MKE Dergisi, cilt 4, no. 17-18, 1978, ss. 14-15.
- Şeker, Ata Ufuk. "Yazı Başlığı." Anadolu Ajansı, 16 Ocak 2025, Güncelleme: 17 Ocak NATO DIANA, (n.d.) <https://www.diana.nato.int/>.
- Beşikçi, Cengiz. "Çift Kullanım." ODTÜ, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi. (n.d.)
- Soyer, Ersoy. "NATO DIANA Programında Bir Türk Kadını Uzay Teknolojileri Geliştiriyor." Köşe Yazarları, 9 Ocak 2024, 15:51. Güncellenmiş 15 Ocak 2024
- "Inaugural Dealroom and NATO Innovation Fund Report Reveals Record-Breaking Investing in Startups in European Defence, Security, and Resilience Sector." NATO Innovation Fund,(2025) <https://www.nif.fund/news/inaugural-dealroom-and-nato-innovationfund-report-reveals-record-breaking-investing-in-startups-in-european-defence-security-andresilience-sector/>.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Gorkem-Erinc-2.pdf>

Sanayideki Temel Problem: Nitelikli İş Gücü Eksikliği ve Eğitim Yetersizliği

Gülcihan TÜRK
FY Endüstriyel

Sanayi sektörü, teknolojik dönüşümün ve küresel rekabetin hızlandığı bir dönemde, verimliliğini ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen kritik bir sorunla karşı karşıyadır; nitelikli iş gücü eksikliği. Eğitim sisteminin sanayinin ihtiyaçlarına uyum sağlayamaması, üretim süreçlerinde verimsizlik, maliyet artışı ve rekabet gücünde zayıflama olarak geri dönmektedir. Bu çalışma, özellikle savunma, otomotiv ve elektronik gibi teknoloji yoğun sektörler açısından, insan kaynağı ile üretim teknolojileri arasındaki uyumsuzluğun nedenlerini analiz ederek, daha güçlü bir eğitim–sanayi entegrasyonu için çözüm önerileri sunmayı amaçlamaktadır.

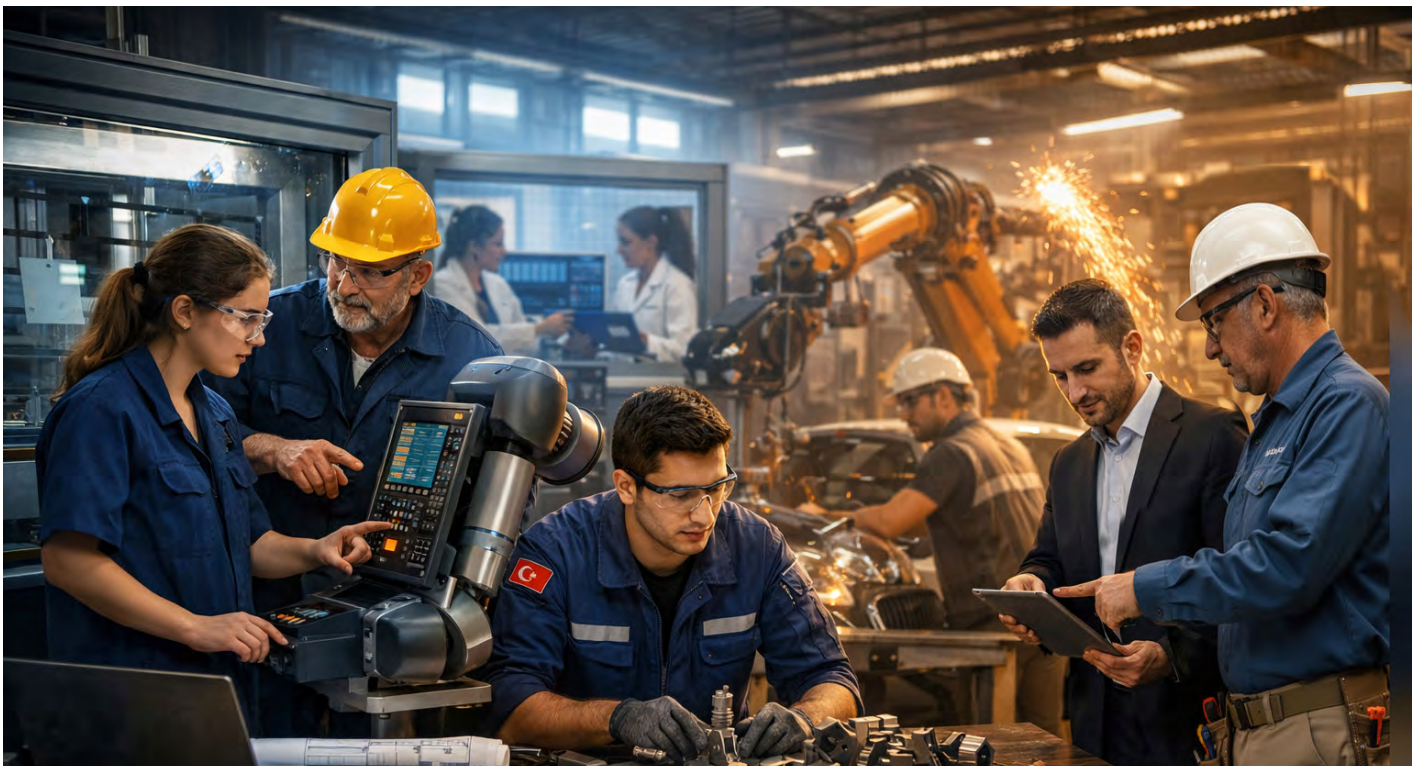
Çalışmanın kapsamı, Türkiye sanayi ekosisteminde faaliyet gösteren firmalar, KOBİ’ler, üniversiteler ve meslek liseleri ile kamu kurumlarının etkileşim alanını içermektedir. Üretim sahasında ihtiyaç duyulan teknik ve analitik yetkinlikler ile eğitim kurumlarının mezun profili arasındaki boşluk hem firma performansını hem de istihdam yapısını etkilemektedir. Çalışmada yer alan grafikler; ortalama eğitim süresi, işgücü verileri ve mesleki eğitimdeki öğrenci sayılarının dağılımını ortaya koyarak, sorunun nicel boyutuna dair genel bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve, nitelikli iş gücü açığının tesadüfi değil, yapısal bir mesele olduğunu göstermektedir.

Teknik açıdan bakıldığında, sanayi işletmelerinin daha hızlı, esnek ve hatasız üretim için ileri düzey teknik becerilere sahip

çalışanlara ihtiyacı bulunmaktadır. Ancak mevcut müfredatlar, otomasyon sistemleri, dijital üretim teknikleri, yenilikçi üretim süreçleri ve Endüstri 4.0 uygulamalarıyla yeterince örtüşmemektedir. Mesleki ve teknik eğitim kurumlarında pratik beceri kazandırma kapasitesinin sınırlı kalması, mezunların iş sahasına uyumunu geciktirmekte; firmalar için ek eğitim yükü ve zaman kaybı yaratmaktadır. Analitik ve stratejik düşünme yetkinliklerindeki eksiklik, lojistik, tedarik zinciri ve proje yönetimi gibi alanlarda karar alma kalitesini düşürerek süreç verimliliğini zayıflatmaktadır.

Bu durum, üretim ve maliyetleri doğrudan etkilemektedir. Nitelikli iş gücü eksikliği, üretimde aksaklıklara, kalite sorunlarına ve ek maliyetlere yol açmaktadır. Mezunların sahaya hazırlıksız gelmesi firmaları ek eğitim harcamalarına zorlamakta, özellikle KOBİ’lerin yatırımlarının geri dönüşünü ve küresel tedarik zincirlerine entegrasyonunu zorlaştırmaktadır. Bu sorunlar çözülmedikçe rekabet gücünün korunması güçleşecektir.

Çalışma, çözüm yaklaşımını eğitim–sanayi ekosisteminin bütüncül yeniden kurgulanması üzerine inşa etmektedir. Üniversiteler, meslek liseleri ve sanayi firmaları arasında ortak projeler, güncel teknolojilere dayalı müfredat revizyonları, staj ve cıvıklık mekanizmalarının güçlendirilmesi kritik ilk adımlar olarak öne çıkmaktadır.



SAHA AKADEMİ MBA programı bu açıdan, sanayi profesyonellerinin stratejik bakış açısını ve sektörel bilgisini artırarak, ekosistem içinde köprü rolü üstlenen nitelikli insan kaynağı yaratma potansiyeli taşımaktadır. Eğitimcilerin bilgi düzeyinin güncellenmesi ve eğitim içeriklerinin doğrudan üretim sahasından beslenmesi, mesleki eğitimin etkinliğini artıracak diğer tamamlayıcı unsurlardır.

Ekosistemin güçlü yönleri; kamu politikaları, mesleki eğitim teşvikleri ve meslek kuruluşlarının veri üretme kapasitesidir. Buna karşılık, müfredatın yavaş güncellenmesi, kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve nitelikli eğitimci açığı temel zorluklar arasındadır. Çalışma, nitelikli iş gücü eksikliğinin yalnızca bir insan kaynakları değil, eğitim, sanayi ve teknoloji politikalarıyla bağlantılı çok boyutlu bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır.

Stratejik çözüm önerileri ise, sanayi ile eğitim kurumları arasında kurumsallaşmış iş birliği mekanizmalarının kurulması, mesleki eğitimin güncel teknoloji ve süreçlerle uyumlu hale getirilmesi, çalışanlar için sürekli eğitim ve sertifikasyon programlarının yaygınlaştırılması ve kamu politikalarının bu dönüşümü destekleyecek şekilde tasarlanması etrafında şekillenmektedir. Dijitalleşme, otomasyon ve yapay zekâ destekli üretim sistemlerine yatırım kaçınılmaz görülmeyle birlikte, insan gücünün bu dönüşüme hazırlanması ve mesleklerin yeniden tanımlanması kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

KOBİ'lerin Ar-Ge ve ÜR-GE yatırımlarının desteklenmesi, girişimcilik ve yenilikçi iş modellerinin teşvik edilmesiyle birleştiğinde, sanayi sektörü hem nitelikli iş gücü açığını yönetebilecek hem de küresel rekabette daha güçlü bir konuma yükselebilecektir.

Sonuç olarak, nitelikli iş gücü eksikliği giderilmeden sanayide sürdürülebilir büyüme ve yüksek katma değerli üretim mümkün değildir. Eğitim sistemi ile sanayinin ihtiyaçları arasındaki uyum, verimlilik ve rekabet gücünün temel belirleyicisidir. Aksi halde otomasyon, istihdamı daraltan ve toplumsal maliyetleri artıran bir sürece dönüşebilir. Bu nedenle insan kaynağı ile teknolojiyi dengeleyen sürdürülebilir bir iş gücü modeli, karar vericiler için stratejik bir öncelik olmalıdır.



KAYNAKÇA

- Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023. Sanayi ve Teknoloji Strateji Raporu.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2022. İşgücü Piyasası Raporları.
- Avrupa Birliği Eğitim ve Sanayi Raporu, 2021. Mesleki Eğitimde En İyi Uygulamalar.
- Harvard Business Review, 2023. Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları Yönetimi.
- Sanayi Odaları ve Meslek Kuruluşları, 2023. Mesleki Eğitim ve İşgücü Piyasası Analizi.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Gulcihan-Turk-2.pdf>

Afrika'da Türk Savunma Sanayii: Siyasi, Ekonomik ve Stratejik İnceleme

Gülümser KERVANKIRAN ELMALIOĞLU
Tektronik Mühendislik

Türkiye, son yirmi yılda yürüttüğü Afrika açılımı kapsamında Somali, Libya, Nijer, Çad ve Sudan gibi ülkelerle savunma sanayii iş birlikleri kurarak ihracatını artırmış ve bazı ülkelerde ortak üretim modellerine yönelmiştir. Ancak siyasi istikrarsızlık, iç çatışmalar, ödeme riskleri ve hukuki belirsizlikler bu pazarın temel zorluklarıdır. Çalışma, bu koşullar altında Türk savunma sanayii için sürdürülebilir ve yönetilebilir risklere dayalı "kazan-kazan" temelli bir Afrika stratejisi geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Vaka analizi, Libya, Somali, Nijer ve Etiyopya örneklerine odaklanmaktadır. 1998'de başlatılan Afrika açılımı 2005 sonrası hız kazanmış, Türkiye'nin Afrika'daki büyükelçilik sayısı 2003'te 12 iken 2024'te 44'e çıkmıştır. Aynı dönemde TB2, HÜRKUŞ ve ANKA gibi platformların ihracı ve askerî eğitim faaliyetleriyle Türkiye kıtada daha görünür bir aktör hâline gelmiştir. Bu süreçte Türk şirketleri, kamu kurumları, Afrika hükümetleri ve ABD, Fransa, Çin ve Rusya gibi küresel aktörler sahadaki başlıca paydaşlar olarak öne çıkmaktadır.

Teknik açıdan bakıldığında, Türkiye'nin Afrika'ya sunduğu ürün portföyü yüksek teknolojiye sahip, sahada operasyonel tecrübe kazanmış insansız hava araçları ve sabit kanatlı platformlar ile bunların komuta-kontrol, bakım ve eğitim ekosistemini kapsamaktadır. Bu ürünlerin uzun ömürlü ve etkin kullanımı için yerel kuvvetlere eğitim verilmesi, bakım-onarım kabiliyetlerinin belirli ölçüde yerelleştirilmesi ve güvenilir lojistik zincirinin kurulması kritik önem taşımaktadır. Afrika ülkelerindeki genel teknik altyapı ve nitelikli personel

eksikliği, ihtiyacın doğru tanımlanamaması ve savunma tedarik süreçlerinin kurumsal kapasite yetersizliği, sözleşme yönetimini zorlaştırmakta; teknoloji transferi, ortak Ar-Ge ve yerel kapasite geliştirme girişimlerini savunma iş birliklerinin ayrılmaz bir bileşeni hâline getirmektedir.

Üretim, teslimat ve iş modeli boyutunda en belirgin zorluk ekonomik ve finansal kısıtlardır. Birçok Afrika ülkesinde savunma ihtiyaçları tespit edilse dahi bütçe darlığı ve finansman eksikliği nedeniyle tedarik süreçleri aksamakta; Türkiye tarafında ise döviz dalgalanmalarının maliyetleri öngörmeyi zorlaştırması uzun vadeli kredi ve fiyatlandırma mekanizmalarını sınırlamaktadır. Bölgede silah ve askeri malzeme sevkiyatı hem güvenlik riskleri hem de coğrafi koşullar nedeniyle yüksek lojistik maliyet yaratmakta; sevk edilen sistemlerin radikal grupların eline geçme riski ayrıca yönetilmesi gereken bir başlık olarak öne çıkmaktadır. Libya'da Türk müteahhit ve iş insanlarının tahsilat sorunları ve Nijer'deki darbe sonrası bazı anlaşmaların belirsizleşmesi, finansman ve teslimat risklerinin somut yansımalarıdır.

Çalışma, Afrika pazarını yalnızca nihai ürün satışı değil, ortak üretim ve ekosistem inşası perspektifiyle ele almaktadır. Yerel üretim, ortak yatırımlar ve yerel ortaklıklar yoluyla kültürel uyumun artırılması ve risklerin paylaşılması hedeflenmektedir. Yerileştirme ve Ar-Ge'nin ihracat odaklı ve çift kullanımlı çözümler üretecek şekilde kurgulanması, savunma ile sivil sektörler arasında sinerji yaratacaktır.

TÜRKİYE'NİN AFRIKA SAVUNMA STRATEJİSİ: DİPLOMASİDEN "KAZAN-KAZAN" EKOSİSTEMİNE



HEDEF: KISA VADELİ SATIŞTAN UZUN VADELİ ORTAKLIĞA

Tablo 1. Afrika'da Türk Savunma Sanayii

Ortak bakım-onarım merkezleri, depolama, eğitim ve test altyapıları ise Türk savunma sanayii ürünlerinin uzun vadeli destek ve sürdürülebilirliğinin temelini oluşturmaktadır.

Bu resim içinde Türkiye'nin güçlü yönleri; insansız sistemler başta olmak üzere sahada kendini kanıtlamış, maliyet-etkin ve yüksek teknolojiye sahip ürün portföyü; Afrika'da artan askeri üs ve eğitim faaliyetleri; savunma sanayii iş birliklerini ekonomik diplomasi ve insani yardım girişimleriyle bütünleştirebilen siyasi konumu ve artan büyükelçilik/askeri ataşe ağıdır. Buna karşılık, Afrika'da sık yaşanan hükümet değişiklikleri ve darbeler, anlaşmaların sürdürülebilirliğini zayıflatmakta; ödeme ve hukuk süreçlerinde belirsizlik yaratmaktadır. Ayrıca Fransa, ABD, Çin, Rusya gibi aktörlerle yoğun rekabet; bazı ülkelerde eski sömürge güçlerinin kültürel ve kurumsal yerleşikliği; bölgesel güvenlik riskleri, terör tehditleri, lojistik ve sigorta maliyetleri ile kültürel farklılıkların yönetilmesindeki zorluklar Türk savunma sanayii aktörlerinin karşı karşıya olduğu yapısal riskler olarak değerlendirilmektedir.

Stratejik öneriler, kamu-özel sektör iş birliğine dayalı, sahaya entegre ve çok katmanlı bir model öngörmektedir. Esnek ve uzun vadeli finansman araçları ile Ticaret Bakanlığı, ticaret odaları, DEİK ve ticaret müşavirlikleri aracılığıyla standart sözleşme ve risk paylaşım çerçevelerinin geliştirilmesi; şirketlerin tedarik, hukuk, lojistik ve güvenlik alanlarında eşgüdüm içinde hareket etmesi temel unsurlardır. Hedef pazarlarda uzmanlık paylaşımı, Türk yöneticilerin yerel kurumları güçlendirmesi, yüksek teknoloji için eğitim ve insan kaynağı programları ile kültürel uyum odaklı yönetsel eğitimler ve yerel ortaklıklar desteklenmelidir. Afrika'daki savunma sanayii iş birliklerini kısa vadeli satışların ötesine taşıyarak, sürdürülebilir ve dengeli bir "kazan-kazan" ekosistemine dönüştürmek amaçlanmaktadır.



Kalem	Değer	Dönem / Not
Türkiye'nin Afrika'daki büyükelçilik sayısı	12'den 44'e	2003-2024 Afrika açılımı çerçevesi
Afrika kıtasının askeri harcaması	51,6 milyar ABD\$	2023, önceki yıla göre %22 artış
Dünya toplam askeri harcaması	2.443 milyar ABD\$	2023, önceki yıla göre %6,8 artış
Tunus'un Türkiye'den savunma ithalatı	~85 milyon ABD\$	Son on yılda Afrika'da en yüksek alım
Silah ihraç edilen Afrika ülkesi sayısı	18 ülke	Türkiye'nin 2024 itibarıyla Afrika savunma pazarı erişimi

Tablo 2. Türkiye-Afrika Savunma İlişkileri Göstergeleri

Rekabet Edilen Ülke	Afrika'daki Savunma Politikaları	Türkiye ile Karşılaştırma
Fransa	Eski sömürgeleri olan ülkeler olduğu için, askeri üstleri bulunuyor. Alışık oldukları kültürel yaklaşımların faydası ile önemli ticari anlaşmalar yapıyorlar.	Türkiye bu konuda diplomatik ve askeri iş birlikleri geliştiriyor.
ABD	Afrika bölgesine askeri yardımlar sunuyor. Aynı zamanda pazarı elinde tutma için diplomatik süreçler yürütülmekte.	Türkiye SIHA teknoloji ile bölgede ABD ile rekabet içinde.
Çin	Afrika bölgesine düşük maliyetli silahlar ve altyapı projeleri sağlıyor. Askeri bağlar kuruyor.	Türkiye Savunma Sanayi ürünleri, çok daha kaliteli ve operasyonel testlerden geçmiş ürünler.
Rusya	Özel askeri şirketler aracılığıyla Afrika'da etkili.	Türkiye düzenli ordu ve eğitim desteği ile fark yaratıyor.

Tablo 1. Türkiye'nin Afrika'daki Askeri ve Savunma Sanayii Stratejilerinde Rekabeti

Kaynak. Yazar tarafından üretilmiştir.

KAYNAKÇA

- African Business. (2021, Aralık). Turkey-Africa Partnership Summit Set for 17–18 December. Erişim adresi: <https://african.business/2021/12/trade-investment/turkey-africa-partnership-summit-set-for-17-18-december>
- Anadolu Ajansı. (2023). Türkiye Modeli: Savunma Sanayi Alanında Afrika'yla Derinleşen İşbirliği. Erişim adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/-turkiye-modeli-savunma-sanayi-alaninda-afrika-yla-derinlesen-isbirligi/3403403>
- Çamlıkaya, A. (t.y.). Savunma Sanayii Şirket Birleşmelerinde Rekabet Stratejileri (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. Tez No: 172115.
- Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu (DEİK). (2021, 13 Nisan). Libya Milli Birlik Hükümeti Başkanı Sayın Abdülhamid Dibebe'nin Türk İş İnsanları ve Yatırımcılarla Toplantısı. Erişim adresi: <https://www.deik.org.tr/>
- Duman, Ö. (t.y.). Uluslararası Hukuk Açısından Libya'daki İstikrar Arayışları ve Demokrasi Deneyimi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, E-ISSN: 2459-0614.
- Ergür, E. (2014, Şubat). Yeni Dünya Düzeninde Türk Savunma Sanayi Gelişimi ve Rolü. Yeni Türkiye Dergisi, (56).
- Euronews Türkçe. (2021, 14 Ekim). Reuters: Türkiye, Etiyopya ve Fas ile TB2 Silahlı İnsansız Hava Aracı Sözleşmeleri İmzaladı. Erişim adresi: <https://tr.euronews.com/2021/10/14/reuters-turkiye-etiyopya-ve-fas-ile-tb2-silahl-insans-z-hava-arac-sozlesmeleri-imzalad>
- İletişim Başkanlığı. (2025). Resmî Web Sitesi. Erişim adresi: <https://www.iletisim.gov.tr>
- Kriter Dergi. (2023). Afrika'nın Savunma ve Güvenlik Anlayışında Türk Savunma Sanayii Etkisi. Erişim adresi: <https://kriterdergi.com/dosya-afrika/afrikanin-savunma-ve-guvenlik-anlayisinda-turk-savunma-sanayii-etkisi>
- Özkan, Y. (t.y.). Libya'daki Türk Mütteahhitliğinin Arka Planı. [E-Kitap]. Erişim adresi: https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2020/07/yasar_ozkan.pdf
- SAHA İstanbul. (t.y.). Afrika'nın Stratejik Önemi: Doğal Kaynaklar, Güvenlik ve Jeopolitik Dinamikler. Erişim adresi: <https://www.sahaistanbul.org.tr/saha-blog/afrika-nin-stratejik-onemi-dogal-kaynaklar-guvenlik-ve-jeopolitik-dinamikler>
- Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB). (2024). 2024-2028 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı. Ankara: SSB Yayınları.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2025). Belirsizlikler Çağında Kararlı ve Güçlü Türk Dış Politikası. Erişim adresi: https://www.mfa.gov.tr/site_media/html/belirsizlikler-caginda-kararli-ve-guclu-turk-dis-politikasi-2025-kitapcik.pdf
- Tarçın, U. (Ed.). (2025). NATO'nun Afrika ve Balkanlar Stratejisi: Güvenlik, İstikrar ve İş Birliği. İçinde Türkiye-NATO İlişkileri (s. 272-276). İstanbul: TESAM Yayınları ve (2025). Türk Devletleri Teşkilatı'nda Askeri İş Birliği: Stratejik Bir Perspektif. Marmara Türkiyat Araştırmaları Dergisi, 12(Türk Devletleri Teşkilatı), 244-267. <https://doi.org/10.16985/mtad.1628507>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Gulumser-Kervankiran-2.pdf>

Şoka Dayanıklı Patlayan Folyolu Başlatıcı Teklifi

Halil İbrahim ÖNCÜ
ROKETSAN

Bu çalışma, modern hava mühimmatlarında harp başlığı patlatma zincirinin en duyarlı halkası olan başlatıcıların güvenli, şoka dayanıklı ve yüksek voltajla tetiklenen bir mimariye dönüştürülmesi amacıyla hazırlanmış bir tedarik teklifini ortaya koymaktadır. 1967’de USS Forrestal uçak gemisinde yaşanan ve düşük voltajla, kaçak akım ve elektromanyetik alanlara duyarlı başlatıcılardan kaynaklanan büyük kaza, bu alandaki güvenlik riskini çarpıcı biçimde göstermiştir. Bu bağlamda CM-LEEFI-200 Şoka Dayanıklı Patlayan Folyolu Başlatıcı, hem sistem güvenliği hem de personel emniyeti açısından “state of the art” bir çözüm olarak tanımlanarak 45.000 adetlik seri üretim tedarik teklifi ile sunulmaktadır.

Teklif; müşterinin talep ettiği 45.000 adet CM-LEEFI-200 başlatıcının, yüksek şoka dayanıklı tapalara entegrasyonu için tedarikliğini içermektedir. Ürün, her türlü hava mühimmatında ve özellikle beton bunker korumalı hedeflere nüfuz edici mühimmatlarda kullanılmak üzere optimize edilmiştir.

Ham madde ve yarı mamullerin yaklaşık yüzde 80’inin yurt içinde tedarik edilmesi, kalan kısmın ise regülasyonlara takılmayan çift kullanımlı malzemelerden oluşması sayesinde, hem iç güvenlik ihtiyaçlarını karşılayan hem de ihracat amacıyla pazara uygun yerli ve milli bir çözüm ortaya çıkmaktadır. Teslimatların müşteri tarafından belirlenecek yurtiçi tesislere yapılması, lojistik açıdan önemli bir operasyonel kolaylık sağlamaktadır.

Teknik açıdan CM-LEEFI-200, MIL-DTL-23659F Appendix A’ya göre tasarlanmış ve kalifiye edilmiş, 40.000 g şok dayanımına sahip bir Low Energy Exploding Foil Initiator (LEEFI) çözümüdür. Bakır folyo uçucu (flyer) ve HNS-IV duyarsız ikincil patlayıcı kullanımı, 1400 V önerilen ateşleme voltajı altında yüksek hızda şok darbesi üretirken, 900 V altında istenmeyen ateşlemeyi önleyerek üstün emniyet seviyesi sunmaktadır.

Ürün -54°C ile +71°C arasındaki çevresel koşullara dayanım göstermektedir. Elektrostatik boşalma, yıldırım, kaçak akım ve elektromanyetik alanlara karşı bağışık tasarım, harp sahasında karmaşık elektromanyetik ortamlarda dahi güvenilir çalışmayı mümkün kılmaktadır.

Üretim ve teslimat modeli, seri üretim kabiliyetini kalite ve güvenilirlik odaklı süreçlerle birleştirmektedir. Başlatıcıların her üretim kafilesinin yüzde 10’u, gerçekleştirilecek kafiye kabul

testlerinde ateşlemeye tabi tutulacaktır. Bu testlerde, tanımlanan tasarım kriterlerine göre ateşleme testi sonrası şahit plakada oluşan derinlik ölçülerek performans doğrulanacaktır.



Özellikler	316L Çelik Şahit Plakada 0.4 mm Derinliğinde Oyuk
Fonksiyon Süresi	< 2 µs
Çalışma Sıcaklık Aralığı	-54 °C - +71 °C
Ömür	20 Yıl
Başlatıcı Tipi	Elektrikli Detonator

Tablo 1. Şoka Dayanıklı Patlayan Başlatıcı

Hedef, minimum enerji girdisi ile yüksek hızda şok darbesi üretmeye dayanan LEEFI mimarisi üzerine kuruludur. Mikro-elektromekanik (MEM) köprü kompleksi ve bakır folyo uçucu tasarımı, yaklaşık 5 nanosaniye mertebesinde gerçekleşen ve 3800 m/s'ye kadar ulaşabilen uçucu hızları ile yüksek hassasiyetli bir patlatma zinciri performansı sunmaktadır. HNS-IV gibi duyarsız patlayıcıların tercih edilmesi, güvenlik gereksinimlerini karşılamının ötesinde, harp başlığı tapalarında bakım, depolama ve sevkiyat süreçlerinde operasyonel esnekliği artırmaktadır.

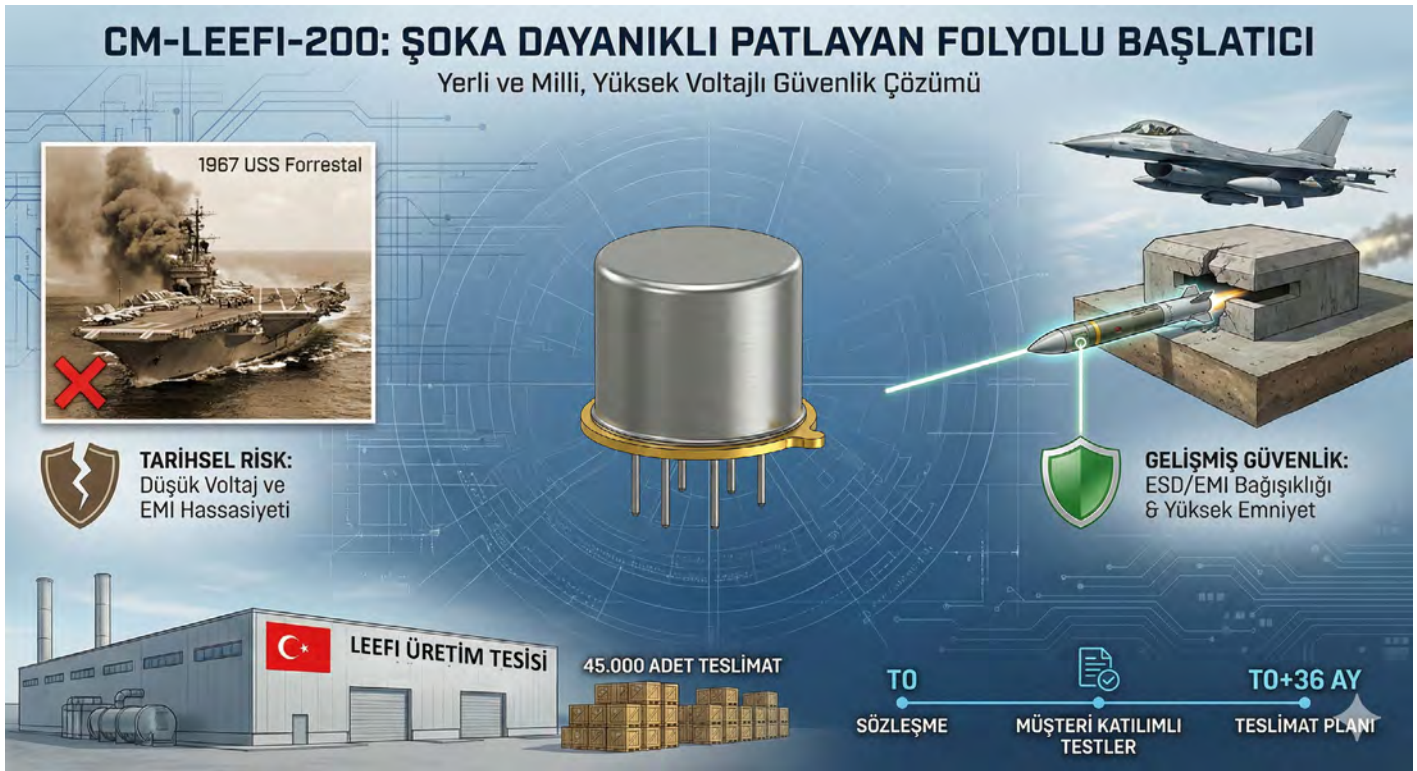
Bu sayede CM-LEEFI-200, modern füze ve mühimmat sistemlerine entegrasyona hazır ve yüksek güvenilirlikte bir alt sistem olarak ekosistemde konumlanmaktadır.

Rekabet avantajı, ürünün yerli tasarım ve üretim kabiliyetine, MEM köprü kompleksi ve HNS-IV patlayıcısının yurt içinde üretilmesine dayanmaktadır. LEEFI mimarisi, yüksek voltajlı ateşleme devreleri ile güvenlik yaklaşımı sayesinde karmaşık

sistem gereksinimlerine cevap verebilmektedir. Stratejik açıdan bakıldığında, CM-LEEFI-200 teklifi; özelleştirilmiş teslimat programı, müşteri onaylı test prosedürleri, teknik destek ve eğitim hizmetleriyle bütüncül bir tedarik modeli sunmaktadır.

Sözleşmenin imzalanmasını takiben teslimat planlaması, takvimin başlatılması, üretim ve kafiye kabul testlerinde müşteri ile yakın iş birliği, sistemlerin sahaya sürülmeden önce emniyet ve performans açısından doğrulanmasını güvence altına almaktadır.

Maliyet yapısının müşterinin bütçe gereksinimlerine uygun şekilde kurgulanması, yüksek teknoloji bu alt sistemin yaygın platformlarda kullanılabilmesini kolaylaştırmaktadır. Sonuç olarak teklif, yüksek şoka dayanıklı tapaların yerli, güvenli ve ihracata elverişli bir başlatıcı ile donatılmasını sağlayarak, hem sistem güvenliği hem de personel emniyeti açısından ülke savunma ekosistemine önemli bir yetenek kazandırmaktadır.



KAYNAKÇA

- Yılmaz, Muhammed Yusuf, "Design and Analysis of a High Voltage Exploding Foil Initiator for Missile Systems," Yüksek Lisans Tezi, Makina Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2013
- Yao, W., Yuan, G., Qiubo, F., Xiujuan, S., Fei, G., & Kuang, F. (2017). Low-energy initiator.
- Xue, P., Hu, H., Wang, T., Xiong, P., Li, M., & Zeng, Q. (2024). A Micro Bridge-Wing-Thickened Low-Energy Exploding Foil Initiator Chip. Micromachines. <https://doi.org/10.3390/mi15050589>
- Chen, Q., Yong, L., & Ma, T. (2019). Characterization of the super-short shock pulse generated by an exploding foil

initiator. Sensors and Actuators A-Physical. <https://doi.org/10.1016/J.SNA.2018.12.018>

- Hyoung, K. K., Sook, O. I., & Min, L. C. (2015). Low-energy exploding-foil assembly for primer detonator.
- Nance, C. J. (2006). Energetic material initiation device having integrated low-energy exploding foil initiator header.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Halil-I-CC%87.-O-CC%88ncu-CC%88.pdf>

Sanayi Üretiminde “Ara Eleman” Değil, “Ana Eleman” Yetkinliği ve Z Kuşağı Adaptasyonu

İbrahim EREN
Global Kaynak Okulu

Türkiye’de son yirmi yılda üniversite ve mesleki eğitim kurumlarının sayısı hızla artmasına rağmen, savunma ve imalat sanayinde nitelikli teknik insan kaynağı açığı kritik düzeye gelmiştir. Z kuşağının masa başı, dijital ve esnek çalışma biçimlerine yönelmesi; sanayinin ise kaynakçı, CNC operatörü, bakım-onarım ve elektrik/elektronik teknisyeni gibi sahada çalışan mavi yakalı profillere ihtiyaç duyması, ekosistemde yapısal bir uyumsuzluk yaratmaktadır. Çalışma, geleneksel “ara eleman” bakışını sorgulayarak, kurumsal kültürü benimseyen, markaya değer katan, teknik ve sosyal yetkinlikleri güçlü “ana eleman” tanımını savunmakta ve savunma sanayii odağında Z kuşağının bu role nasıl adapte edilebileceğini tartışmaktadır.

Araştırmanın kapsamı, Türkiye’de savunma sanayine doğrudan üretim yapan veya bu sektöre tedarik sağlayan işletmeler ile bu işletmelerin beslediği mesleki ve teknik eğitim ekosistemidir. Ülke genelinde savunma, havacılık ve siber güvenlik odaklı çok sayıda mesleki ve teknik Anadolu lisesi açılmış; Milli Savunma Üniversitesi gibi kurumlarla askeri ve teknik eğitim altyapısı güçlendirilmiştir. Öte yandan sanayi istihdamının omurgasını, TÜİK verilerine göre toplam girişimlerin %99,7’sini oluşturan KOBİ’ler ve küçük atölye tipi işletmeler teşkil etmektedir. Savunma sanayii tarafında ASELSAN, BAYKAR ve TUSAŞ gibi şirketlerin dünyanın en büyük 100 savunma şirketi arasına girerek gelirlerini artırması, üst segmentte ciddi bir ivmeye işaret ederken, bu büyümenin sürdürülebilirliği için alt tedarik zincirinde nitelikli insan kaynağının sürekliliği stratejik önem taşımaktadır.

Çalışmanın teknik çerçevesini, Avrupa Mesleki Yeterlilikler Çerçevesi ve buna bağlı seviye tanımları oluşturmaktadır. Sistem, 1–8 arası kademelerde mesleki yetkinliği tanımlarken, sanayinin

aradığı çoğu profil 4. ve 5. seviyelerde yoğunlaşmaktadır. Buna rağmen gençlerin ağırlıklı olarak lisans ve lisansüstü eğitime yönelmesi, meslek liseleri ve ön lisans programlarının ise düşük prestijli görülmesi, sahadaki istihdam açığını derinleştirmektedir. Mevcut mesleki eğitim programlarının önemli bir bölümü hâlâ geleneksel yöntemlere dayanmakta; dijitalleşme, Endüstri 4.0, yapay zekâ, robotik ve IoT tabanlı uygulamalar eğitim müfredatına sınırlı yansımaktadır. Bu tablo, Z kuşağının dijital, esnek ve anlam arayışına dayalı iş tercihleriyle mesleki eğitim arasında derin bir algı ve içerik uçurumu bulunduğunu göstermektedir.

Üretim ve iş modeli boyutunda bakıldığında, KOBİ’lerin en yüksek maliyet kaleminin personel giderleri olduğu; buna karşın çalışma ortamlarının büyük bölümünde ergonomi, iş sağlığı ve güvenliği, sosyal imkânlar ve yan haklar açısından ciddi yetersizlikler bulunduğu görülmektedir. Sanayi sitelerindeki bina altı atölyeler, dar ve yetersiz alanlar, sınırlı veya bakımsız yemekhane, soyunma odası, tuvalet ve hijyen altyapısı ile düşük ücret–yüksek mesai dengesi, gençler nezdinde sanayiye cazip olmaktan uzaklaştırmaktadır. Bu koşullar, işletmelerin maliyet baskısını kısa vadede azaltıyor gibi görünse de orta–uzun vadede verimlilik kaybı, yüksek iş gücü devir oranı ve kurumsal kültürün zayıflaması şeklinde geri dönmektedir. Araştırma, insan kaynağını “tasarım unsuru” olarak ele alan bir ekosistem mimarisini savunmaktadır. Savunma odaklı meslek liseleri, meslek yüksekokulları ve sanayi kuruluşları arasında ikili eğitim modelleri, uzun süreli staj ve çıraklık programları, OSB’lerde hızlandırılmış meslek edindirme merkezleri gibi yapılarla, öğrencinin daha eğitim aşamasında üretim süreçleriyle bütünleşmesi öne çıkmaktadır.



VR/AR tabanlı simülasyonlar, yapay zeka destekli ölçme-değerlendirme, e-öğrenme ve bulut tabanlı platformlarla desteklenen teknik eğitim; Z kuşağının dijital beklentilerini karşılayarak, sahaya dönük meslekleri daha çekici hale getirebilecek bir tasarım yaklaşımı olarak sunulmaktadır.

Bu çerçevede Türkiye'nin güçlü yönleri; savunma sanayiinde küresel ölçekte yükselen şirketleri, kalkınma planlarında mesleki ve teknik eğitime verilen stratejik önem, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, KOSGEB, TÜBİTAK ve SAHA İstanbul gibi aktörlerin sunduğu destek mekanizmaları ve TEKNOFEST benzeri organizasyonların genç yetenekleri teknolojiye yönlendirmesidir. Zayıf halkalar ise mesleki eğitimin düşük statü algısı, birçok KOBİ'de insan odaklı üretim kültürünün ve kurumsallaşmanın yetersizliği, göçmen işgücünün düşük maliyetli alternatif olarak kullanılması, nitelikli gençlerin yurt dışına ve sadece beyaz yaka pozisyonlara

yönelmesi ile savunma odaklı meslek liseleri ve ilgili MYO programlarının sayıca ve içerik olarak sınırlı kalmasıdır.

Çözüm olarak, "ara eleman" anlayışını terk ederek Z kuşağını sanayinin ana üretim gücü hâline getirmeyi hedeflenmektedir. Meslek liseleri ve MYO'ların sanayi ile ortak programlar ve istihdam güvencesiyle güçlendirilmesi, teknik personel için ücret ve kariyer imkânlarının iyileştirilmesi, VR/AR, yapay zeka ve robotik tabanlı modüllerin mesleki eğitime entegrasyonu ile OSB'lerde kısa süreli yoğun eğitim programları, nitelikli iş gücü açığını hızla kapatmayı mümkün olabilecektir. Rol modellerin görünür kılınması, "ana eleman" söyleminin kurumsal düzeyde benimsenmesi ve TEKNOFEST benzeri platformların sanayiyle entegrasyonu, gençlerin üretim odaklı kariyerlere yönelmesini destekleyecektir. Bu bütüncül yaklaşım, savunma ve imalat sanayinin sürdürülebilir biçimde nitelikli insan kaynağına dayanmasını sağlayacaktır.



KAYNAKÇA

- Defencehere, defencehere.com/tr/turkiye-nin-farkli-illerindeki-savunma-sanayii-liseleri
- MEB, 2018a, s. 25
- TÜİK, tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kucuk-ve-Orta-Buyuklukteki-GirisimIstatistikleri-2023-53543
- EROL, E. (2008). Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası, Beta Basım Yayım, İstanbul
- DEFENCE TURK.NET (2024) <https://www.defenceturk.net/turk-savunma-sanayiisirketleri-buyumeye-devam-ediyor>
- Aydın Kuş, İmalat Sanayinde nitelikli eleman bulmak zorlaşıyor., 30.7.2024, AA, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/imalat-sanayisinde-nitelikli-eleman-bulmakzorlasiyor/3289176>.
- Kaynak Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Yıl: 2017/4, Sayı:29, s.397-413

Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.



<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Ibrahim-Eren-4.pdf>

Askerî İnsansız Hava Araçlarının Sivil Faaliyetlerde Kullanımı

İsmail GÖNÜLLÜGİL
STM



Askerî insansız hava araçlarının (İHA) sivil alanlarda kullanımı, savunma sanayii ekosisteminin olgunlaşması ve toplumsal faydanın artırılması açısından stratejik bir aşamaya işaret etmektedir. Başlangıçta yalnızca askerî görevler için geliştirilen bu platformlar, bugün tarım, lojistik, sağlık, gözetleme ve afet yönetimi gibi alanlarda önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bu vaka çalışması, Türkiye'nin artan savunma sanayii kapasitesi çerçevesinde askerî dronların sivil kullanıma nasıl uyarlanabileceğini, bu süreçte ortaya çıkan teknolojik, hukuki ve sosyo-psikolojik engelleri ve bunlara yönelik çözüm seçeneklerini analiz etmektedir. Temel sorun, askerî teknolojik birikimin sivil alana aktarımında ortaya çıkan uyum, güvenlik ve algı engellerinin bu yüksek katma değerli dönüşümü sınırlamasıdır.

Çalışmanın kapsamı hem uluslararası örnekler hem de Türkiye'deki güncel uygulamalar üzerinden savunma-sivil geçiş dinamiklerini ortaya koymaktadır. İsrail'de küçük İHA'ların kentsel operasyonlardan sivil güvenlik faaliyetlerine, ABD'de MQ-9 Reaper ve AFRL taktik İHA'larının afet sonrası haritalama ve iletişim altyapısına, Almanya'da Wingcopter'in askerî sağlık lojistiğinden Afrika'da sivil ilaç-kan taşımaya uzanan kullanımları, çift kullanım (dual-use) yaklaşımının küresel yansımalarını göstermektedir. Türkiye'de Bayraktar TB2 ve TUSAŞ ANKA gibi platformların orman yangınlarıyla mücadele, çevre gözlemi ve haritalama alanlarına uyarlanması; AFAD'ın arama-kurtarma ve afet yönetiminde askerî İHA'lardan faydalanması; tarım kooperatiflerinin askerî teknolojiyi temel alan sivil tarım dronları üretmeye başlaması, bu ekosistemin başlıca örneklerini oluşturmaktadır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM), kamu kurumları, savunma sanayii

firmaları ve tarım kooperatifleri bu resimdeki temel paydaşlar olarak öne çıkmaktadır.

Teknik açıdan bakıldığında, mevcut askerî İHA altyapısının büyük bölümü uygun sensör, yazılım ve donanım modifikasyonları ile sivil ihtiyaçlara uyarlanabilir durumdadır. Yangın tespiti, tarımsal hastalık analizi, enerji hatlarının kontrolü, çevre gözlemi, sınır ve kritik alan gözetimi gibi farklı görevler, genellikle askerî sistemlerin sadeleştirilmiş veya yeniden yapılandırılmış konfigürasyonları ile karşılanabilmektedir. Bununla birlikte, yasal çerçevenin net olmaması, uçuş emniyeti, veri güvenliği ve sertifikasyon süreçleri açısından bir darboğaz yaratmaktadır. SHGM'nin eğitim ve kayıt sistemi, düzenleyici altyapı için önemli bir başlangıç olmakla beraber, çift kullanım teknolojilere özgü, daha kapsamlı ve öngörülebilir bir düzenleme setine ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Üretim, teslimat ve iş modeli boyutunda, askerî platformların sivil pazara uyarlanması, kamu ve özel sektör arasında yeni işbirlikleri ve finansman mekanizmaları gerektirmektedir. Mevcut durumda, BAYKAR ve TUSAŞ gibi firmaların yangın tespiti ve afet lojistiği amaçlı modifiye edilmiş İHA sistemlerini kamu kurumlarına sunması, kamu talebi ile savunma sanayii üretim kabiliyetinin bulunduğu bir model oluşturmaktadır. Tarım kooperatiflerinin kendi ihtiyaçları doğrultusunda sivil dron üretimine yönelmesi ise, yerelde talep odaklı ve görece düşük maliyetli çözümler için altyapı oluştuğunu göstermektedir. Bu çerçevede, savunma-sivil geçişini kolaylaştıracak Ar-Ge projelerinin desteklenmesi, teknopark ve kuluçka merkezlerinde bu alana odaklı programların kurulması ve ortak Ar-Ge platformlarında paydaşların bir araya getirilmesi, sürdürülebilir bir iş modeli mimarisi için kritik rol oynamaktadır.

Ürün ve proje tasarım felsefesi açısından en kritik bulgu, savunma projelerinin fikir geliştirme aşamasında sivil kullanım alanlarının yeterince dikkate alınmamasıdır. Oysa Bayraktar TB2, ANKA, Skylark, MQ-9 Reaper, DJI Matrice serisi veya Wingcopter örneklerinde görüldüğü üzere, modüler faydalı yükler, esnek görev yazılımları ve yeniden konfigüre edilebilir mimariler, aynı platformun hem askeri hem sivil görevlerde etkin biçimde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu nedenle, tasarımın erken safhalarından itibaren çift kullanım odaklı düşünmek; görev yazılımlarını, sensör paketlerini ve yer sistemlerini sivil senaryolara da uyarlanabilir olacak şekilde kurgulamak, ekosistemin genel verimliliğini ve uzun vadeli katma değerini artıracaktır. Böyle bir mimari, üretilebilirliği ile bakım ve yükseltme süreçlerini sadeleştirerek farklı sektörlerde tekrarlı kullanım imkânı sunar.

Türkiye'nin güçlü savunma sanayii altyapısı, askeri İHA'ların sivil alana entegrasyonunda önemli bir rekabet avantajı yaratmaktadır. Gelişmiş platform portföyü, kamunun afet, güvenlik ve çevre yönetimi alanlarındaki ihtiyaçlarına hızlı cevap verebilecek bir kapasite sunmaktadır. Buna karşın, kamu kurumları ile özel sektör arasında koordinasyon eksikliği, sivil sektör taleplerinin proje fikir aşamasında yeterince masaya gelmemesi ve çift kullanım teknolojilere özgü yasal çerçevenin net olmaması, yapısal zorluklar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, güvenlik ve kişisel mahremiyet endişeleri ile kamu algısı, bu teknolojilerin şehir içi ve hassas sivil alanlarda kullanımına yönelik çekinceleri beslemektedir. Bu tablo, teknik üstünlüğün tek başına yeterli olmadığını; yönetim, mevzuat ve iletişim boyutlarının birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Stratejik çözüm önerileri düzeyinde, askeri İHA'ların sivil faaliyetlere entegrasyonu için ayrı ve net bir mevzuatın oluşturulması, sürecin temel kaldıraçlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Çift kullanım potansiyeline sahip askeri teknolojiler için özel Ar-Ge destek programları tasarlanması, üniversite-sanayi-kamu iş birliklerinin güçlendirilmesi, teknopark ve kuluçka programları üzerinden bu alanda çalışan girişimlerin teşvik edilmesi önerilmektedir. Sivil dron operatörlerine yönelik eğitim ve sertifikasyon süreçlerinin yaygınlaştırılması, SHGM'nin mevcut altyapısının bu doğrultuda geliştirilmesi ve kamu-özel iş birliği modellerinin (ortak projeler, pilot uygulamalar, saha testleri vb.) kurumsallaştırılması, ekosistemin olgunlaşmasına katkı sağlayacaktır. Diğer yandan, toplumun bilgilendirilmesi, şeffaflık ve hesap verebilirlik mekanizmalarının güçlendirilmesi, kamu algısının yönetilmesinde kritik önem taşımaktadır. Milli Savunma Bakanlığı ile diğer bakanlık ve kamu kurumları arasında, iklim değişikliği, orman yangınları,

sel, göç ve diğer afet başlıklarını da kapsayan, çok paydaşlı bir stratejik planlama çerçevesi, bu yol haritasının yönetsel omurgasını oluşturmaktadır.



KAYNAKÇA

- SAHA İstanbul (n.d.) <https://www.sahaistanbul.org.tr/saha-blog/savunma-teknolojilerinde-cift-kullanim-1167>
- Civil and Military Drones Navigating a Disruptive and Dynamic Technological Ecosystem (2019) [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/642230/EPRS_BRI\(2019\)642230_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/642230/EPRS_BRI(2019)642230_EN.pdf)
- Decent Cyber Security (n.d.) <https://decentcybersecurity.eu/the-dual-use-potential-of-advanced-drone-iff-technologies/>
- Alioth Foundation (2024) <https://foundation.alioth.group/en/dual-use-technologies-how-military-inventions-aretransforming-our-lives/>
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2020) Akıllı Afet ve Acil Durum Yönetimi (Eğitim PDF), Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, S.82-85, <https://akillisehirler.csb.gov.tr/>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Isma-il-Gonullugil-2.pdf>

Savunma Sanayiinde Komponent ve PCB Tedariğinde Gümrük ve Tedarik Zorlukları

Kerem SAZAK
Ems Elektronik

Türkiye'nin ulusal güvenliği ve teknolojik bağımsızlığı açısından kritik öneme sahip savunma sanayii, özellikle elektronik komponent ve baskılı devre kartı (PCB) tedarikinde yoğun baskı altındadır. Mikroçip, yarı iletken ve yüksek teknoloji PCB'ler gibi stratejik bileşenlerde süregelen dışa bağımlılık; gümrük mevzuatı, bürokratik uygulama farklılıkları, lojistik aksaklıklar ve küresel tedarik zinciri kırılğanlıklarıyla birleşerek projelerin takvim ve maliyet yapısını bozmakta, yerleşme hedeflerini zayıflatmaktadır. Bu çalışma, söz konusu zorlukların proje yönetimi, maliyet yapısı ve yerleşme politikalarına etkisini analiz ederek, savunma sanayiinin sürdürülebilir ve rekabetçi bir tedarik modeline geçişi için bütüncül bir yol haritası ortaya koymaktadır.

Çalışmanın kapsamı, radar, İHA, füze sistemleri, elektronik harp, simülasyon, siber güvenlik ve zırhlı araç projelerinde kullanılan elektronik komponentler ve PCB'lerin tedarik zinciri boyunca karşılaştığı engelleri içermektedir. Saha verisi; ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN, HAVELSAN, STM ve FNSS gibi ana yüklenicilerin kamuya açık vaka örnekleri, sektör yöneticileriyle yapılan görüşmeler ve literatür taraması üzerinden derlenmiştir. Bulgular, savunma sanayiinde kullanılan komponentlerin %80'den fazlasının hâlen ithal edildiğini; elektronik alet ithalatının 2025 Nisan verileriyle %12,9 artarak 33 milyar USD seviyesine ulaştığını ve Yetkilendirilmiş Yükümlü Statüsü sahibi firma sayısının 754'e yükselmesine rağmen gümrük süreçlerindeki dijitalleşme eksikliğinin teslim sürelerini uzatmaya devam ettiğini göstermektedir.

Teknik açıdan bakıldığında, savunma projeleri; yüksek hassasiyetli mikroçipler, yarı iletkenler ve karmaşık PCB'ler için MIL-STD, ISO ve AS9100 gibi küresel standartlara tam uyum gerektirmektedir. Ancak Türkiye'de temiz oda teknolojileri, yarı iletken üretim ekipmanları ve ileri test altyapılarının sınırlı oluşu, yerli üreticilerin hem maliyet hem de kalite rekabetinde dezavantaj yaşamasına yol açmaktadır.

Yerli firmaların sertifikasyon süreçlerinde MIL-STD ve AS9100 gerekliliklerini karşılama güçlüğü, teslimatları geciktiren ek test ve doğrulama maliyetlerini tetiklerken; ithal ürünlerde karşılaşılan standart uyumsuzlukları da kalite güvence zincirini karmaşıktırmaktadır. Bu tablo, teknoloji hazırlık seviyesinin ve süreç olgunluğunun tedarik performansı üzerindeki belirleyici rolünü net biçimde ortaya koymaktadır.



Üretim ve teslimat perspektifinden bakıldığında, küresel çip krizi ve lojistik darboğazlar, zaten karmaşık olan tedarik yapısına ek bir maliyet ve takvim baskısı bindirmiştir. Pandemi öncesi 4–6 hafta olan kritik komponent teslim sürelerinin 12–16 haftaya çıkması, gümrükte 2–4 haftayı bulan bekleme süreleriyle birleştiğinde, özellikle büyük platform projelerinde 3–6 aya varan takvim sapmalarına yol açmaktadır. Aynı dönemde yarı iletken fiyatlarının %30–50 bandında artması ve döviz kuru oynaklığı, savunma projelerinin bütçelerinde öngörülemeyen maliyet yükleri yaratmıştır. Çalışmada yer alan vaka analizleri; PCB tedarikindeki gecikmelerin İHA projelerinde maliyetleri yaklaşık %20 artırdığını, gümrük muafiyetlerinin tutarsız uygulanmasının ise firmalar arasında rekabet dengesini bozarak ilave finansman ihtiyacına neden olduğunu göstermektedir.

Ürün ve proje mimarisi açısından, elektronik komponentler ve PCB'ler; radar, İHA, füze, zırhlı araç ve siber güvenlik sistemleri gibi geniş bir platform ailesinde ortak alt sistemler olarak konumlanmaktadır. Çalışma, bu ortak mimarinin; mikroçip, özel tasarım PCB ve elektronik kontrol üniteleri gibi bileşenlerin tedarikinde yaşanan aksaklıkların ekosistem genelinde zincirleme etki yarattığını ortaya koymaktadır. Gümrük ve sertifikasyon kaynaklı gecikmeler, özellikle yüksek entegrasyon gerektiren görev bilgisayarları, komuta–kontrol modülleri ve haberleşme alt sistemlerinde proje bütünlüğünü tehdit etmektedir. Bu bağlamda, modüler ve yeniden kullanılabilir tasarım ilkeleri, ortak test ve kalifikasyon altyapıları ile ana yüklenici–KOBİ–üniversite üçgeninde sürdürülebilir bir Ar-Ge/Ür-Ge ekosistemi kurulmasının, mimari esneklik ve tedarik güvenliği açısından kritik olduğu vurgulanmaktadır.

Ekosistemin güçlü yönleri ve yapısal zorlukları birlikte değerlendirildiğinde; SSB'nin 2023–2027 Stratejik Planı ile hız kazanan yerleşme politikaları, artan Ar-Ge yatırımları, NATO üyeliği çerçevesinde yürütülen uluslararası iş birlikleri ve YYS gibi mekanizmalar, Türkiye'ye önemli bir manevra alanı sunmaktadır. Öte yandan, yüksek ithalat bağımlılığı, sertifikasyon ve kalite yönetiminde yaşanan güçlükler, döviz kuru dalgalanmaları, S-400 ve F-35 benzeri jeopolitik krizlerin tedarikçi çeşitliliğini sınırlaması, nadir toprak elementlerine dayalı üretim süreçlerinin çevresel baskıları ve nitelikli insan kaynağı açığı, ekosistemin kırılabilirliğini artırmaktadır. Bu dengesiz yapı, savunma sanayiinde rekabet gücünü sürdürülebilir kılmak için yapısal reform ihtiyacına işaret etmektedir.

Çalışma, savunma projelerine özel dijital gümrük sistemleri ve stratejik malzemeler için hızlı takip mekanizmalarının tedarik süreçlerindeki belirsizliği azaltacağını göstermektedir. Mikroçip ve PCB üretimine yönelik temiz oda yatırımları, Ar-Ge ve sertifikasyon destekleri ile üniversite–sanayi iş birliği, yerleşme politikalarına somut bir zemin sağlayacaktır. Avrupa ve Asya'daki alternatif tedarik merkezleriyle kurulacak ortaklıklar ile kritik bileşenlerde stoklama ve risk yönetimi uygulamaları birlikte yürütülmelidir. Tedarik zincirine yapay zekâ ve veri analitiği entegrasyonu, kümelenme ve sürdürülebilirlik politikalarıyla desteklendiğinde, Türkiye'nin savunma sanayiinde teknolojik özerklik ve küresel rekabet gücünü daha dengeli ve hızlı biçimde artırması mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- Aksoy, M. (2023). Savunma Sanayiinde Jeopolitik Riskler ve Tedarik Zinciri. *Savunma ve Strateji Dergisi*, 19(1), 78–95.
- Bozkurt, İ., & Özdemir, A. (2019). Savunma Sanayiinde Tedarik Zinciri Yönetimi: Türkiye Örneği. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 18(2), 45–67.
- Demir, A., & Kaya, B. (2022). Savunma Sanayiinde Sertifikasyon ve Kalite Standartları. *Teknoloji ve Kalite Dergisi*, 10(3), 112–130.
- Ertem, M. (2020). Türkiye'de Savunma Sanayiinde Gümrük Süreçleri ve Zorluklar. *Lojistik Yönetimi Dergisi*, 12(3), 89–102.
- Güneş, E., & Türk, H. (2023). Savunma Sanayiinde Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkiler. *Çevre ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 34–50.
- Kara, H., & Yılmaz, T. (2021). Savunma Sanayiinde Yerleşme ve Elektronik Komponent Tedariği. *Teknoloji ve İnovasyon Dergisi*, 15(4), 23–39.
- Öztürk, S. (2020). Savunma Sanayiinde İthalat ve Gümrük Prosedürleri. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 8(1), 56–78.
- Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB). (2022). 2023–2027 Stratejik Planı. Ankara: SSB Yayınları.
- Smith, J., & Jones, R. (2022). Global Supply Chain Disruptions in Defence Industry. *Journal of Defence Logistics*, 29(3), 112–130.
- Yıldız, K. (2023). Savunma Sanayiinde Uluslararası İşbirlikleri ve Tedarik Stratejileri. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 67–89.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Ke-rem-Sazak-2.pdf>

İnsansız Savunma Teknolojileri için Birlikte Çalışabilirliğin (Interoperability) Artırılması

Mehmet Burak AKISKALIOĞLU
BAYKAR

Türkiye savunma sanayiinde insansız hava, kara ve deniz sistemlerinin sayısı ve çeşitliliği hızla artarken, bu platformların birlikte çalışabilirliği operasyonel etkinlik, maliyet-etkinlik ve ihracat kabiliyeti açısından kritik bir gündem maddesi hâline gelmiştir. Bu çalışma, özellikle yer kontrol istasyonları (YKİ) ve yer destek ekipmanları ekseninde, farklı üreticilerin sistemleri arasında donanım tabanlı birlikte çalışabilirliği kademeli olarak artırmayı ve sektörel standardizasyonu kurumsal bir zemine oturtmayı amaçlamaktadır. Böylece, ortak kullanıcı arayüzleri ve standart destek altyapıları üzerinden daha esnek, sürdürülebilir ve uluslararası normlara uyumlu bir insansız savunma teknolojileri ekosistemi oluşturulması hedeflenmektedir.

Proje; Türkiye’de geliştirilen İHA, İKA ve İDA platformlarına hizmet eden YKİ konsolları, mühimmat yükleme araçları, jeneratör römorkları, anten/mast sistemleri, hafif kontrol istasyonu çantaları ve benzeri lojistik destek unsurlarının donanım standardizasyonunu kapsamaktadır. Çalışma, yazılım ve haberleşme protokollerini kapsam dışı bırakarak, somut ve hızlı kazanım sağlayacak fiziksel altyapıya odaklanmaktadır. Hedef kitlenin çekirdeğini Savunma Sanayii Başkanlığı, Türk Silahlı Kuvvetleri ve MSB Ar-Ge birimleri ile BAYKAR, TUSAŞ, ASELSAN, STM, ROKETSAN gibi ana yükleniciler; Otokar, FNSS, Katmerciler, TEI, TÜBİTAK SAGE, HAVELSAN gibi alt yükleniciler ve üniversiteler oluşturmaktadır. 2025–2029 dönemi için tasarlanan dört yıllık program, sektörde ortak dil ve ortak çalışma kültürü oluşturmaya dönük geniş paydaşlı bir yönetim modeli üzerine inşa edilmiştir.

Teknik düzeyde proje, COTS (Ticari Hazır)- raf ürünlerinden başlayarak kompleks ara mamullere ve nihayet birbirinin yerine kullanılabilir sistemlere uzanan üç aşamalı bir standardizasyon yol haritasına sahiptir. NATO STANAG’ları (STANAG 4586 ve 4671), MIL-STD-810, MIL-STD-1472, MIL-STD-704/1275, ACE III shelter standartları ile ISO 9241, ISO 27001 ve IEEE 1451 gibi ulusal ve uluslararası normlar referans alınmaktadır. Yer kontrol konsollarının ergonomisi, enerji arabirimleri, çevresel dayanım ve insan-makine arayüzü tasarımı bu standartlar çerçevesinde tanımlanmakta; saha testleri, kullanıcı kabul testleri ve bağımsız doğrulama süreçleriyle kalite güvence mekanizmaları işletilmektedir. Proje, V Modeli ve PMBOK (Proje Yönetimi Bilgi Bütünü) tabanlı süreç yönetimi ile analiz-tasarım-üretim-doğrulama döngülerini izlenebilir ve denetlenebilir kılmaktadır.

Uygulamada öngörülen üç fazlı yaklaşım, maliyet ve takvim baskısını yönetilebilir kılarak çok aktörlü yapının koordinasyonunu da sağlamaktadır. İlk fazda klavye, mouse, ekran, aydınlatma ve kablolama gibi raf ürünleri için ortak tedarik kriterleri oluşturularak hızlı kazanımlar hedeflenmektedir. İkinci fazda YKİ konsol şasisleri ve taşıma sistemlerinin modüler yapılar üzerinden standartlaştırılması; üçüncü fazda ise üreticiler arası lisanslama ve fikrî mülkiyet paylaşımıyla birbirinin yerine kullanılabilir donanımların geliştirilmesi öngörülmektedir. Bu çerçevede 2025–2029 dönemi için toplam bütçe 76.048.788,06 TL olarak, personel maliyetleri ağırlıklı ve %35 yıllık enflasyon varsayımıyla planlanmıştır.



Tasarım felsefesi, tek tip ama modüler bir fiziksel ekosistem kurmaya dayanmaktadır. NATO ACE III uyumlu konsol ve shelter yapıları içinde, farklı üreticilerin bilgisayar, joystick ve kontrol modüllerini kolaylıkla entegre edebileceği bir standart platform hedeflenmektedir. Dokunmatik ekranların yaygın kullanımıyla tuş panellerinin üreticiye göre değiştirilebilir modüller hâlinde tasarlanması hem üretilebilirlik hem de bakım/yükseltme kolaylığı sağlamaktadır. Benzer şekilde mühimmat yükleme araçları, jeneratör taşıyıcıları, anten/mast sistemleri ve modüler taşıma kutuları için ortak şasi ve montaj arayüzleri tanımlanarak, sahada görev yapan birliklerin farklı platformlar arasında aynı lojistik destek altyapısını kullanabilmesi amaçlanmaktadır. Bu mimari, ileride yazılım ve haberleşme protokollerinin de benzer bir mantıkla bütünleştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizi, projenin güçlü yönleri ile risklerini dengeli biçimde ortaya koymaktadır. Ortak ürün gamı sayesinde maliyetlerin %15–25 azalması, eğitim sürelerinin %20–30 kısalması, personelin sistemler arasında esnek kullanımı ve NATO uyumlu mimari üzerinden ihracat gücünün artması başlıca avantajlardır. Buna karşılık, kurumlar arası koordinasyon, mevcut altyapıların uyumu ve ortak standartlarda uzlaşma sağlanamaması temel risklerdir. Bu risklerin, açık standartlar, tedarikçi iş birliği, ön testler ve kurumsallaşmış kalite–risk yönetimiyle azaltılması öngörülmektedir.

Stratejik olarak proje; Standart Belirleme, Ortak Geliştirme ve Sertifikasyon komiteleri üzerinden kamu–özel sektör koordinasyonunu güçlendirmektedir. Çalıştaylar, geri bildirim süreçleri ve izleme–değerlendirme mekanizmalarıyla ilerleme somut göstergelerle takip edilecektir. Uzun vadede donanım standardizasyonu üzerine inşa edilecek yazılım ve haberleşme yapıları ile dual-use açılımı, Türkiye'nin insansız savunma teknolojilerinde bütünleşik ve ihracat odaklı bir ekosistem kurmasını destekleyecektir.



KAYNAKÇA

- SSB 2023–2027 Stratejik Planı, <https://www.ssb.gov.tr>
- SSB Sektörel Yol Haritaları, <https://www.ssb.gov.tr>
- Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği (SaSaD) Yayınları Sektör raporları ve standart dokümanları, <https://www.sasad.org.tr>
- Defence Acquisition University (DAU) –Integrated Product Support Elements Guidebook
- Lojistik destek unsurları ve yaşam döngüsü destek planlamasında referans.
- S. Russell & P. Norvig (2020), Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson.
- R. Murphy (2019), Introduction to AI Robotics, MIT Press.
- R. Arkin (2009), Governing Lethal Behavior in Autonomous Robots, CRC Press.

Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.



<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/M.-Burak-Akiskalioglu-2.pdf>

Savunma Sanayii için Çevik ve Güvenli Ürün Geliştirme Çerçevesi: MVP Odaklı Yaklaşım

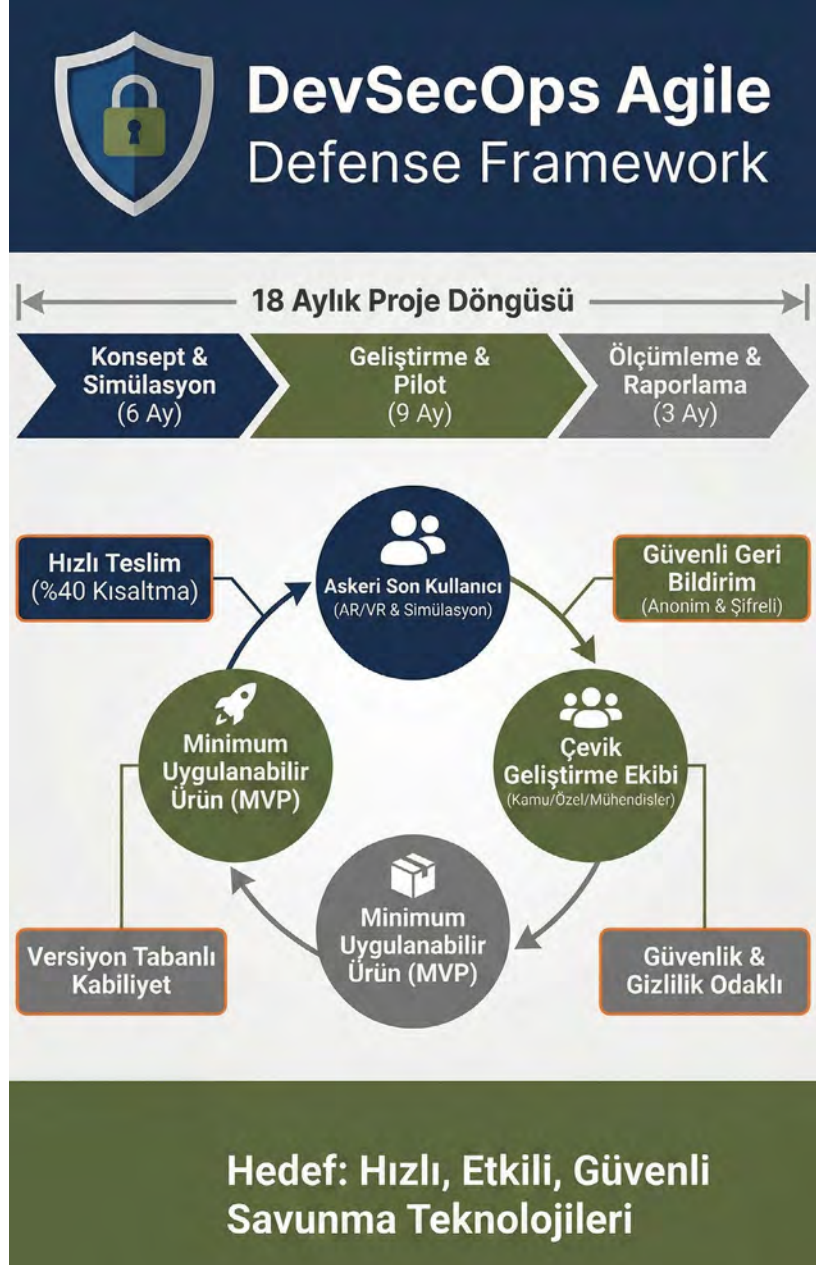
Mehmet Furkan POLAT
Machina Yazılım

Savunma sanayinde ürün geliştirme döngülerinin uzunluğu, değişen operasyonel ihtiyaçlara yanıt vermede yaşanan gecikmeler ve yüksek güvenlik-gizlilik gereksinimleri, klasik Minimum Uygulanabilir Ürün (MUÜ/MVP) yaklaşımlarının doğrudan uygulanmasını güçleştirmektedir. Bu çalışma, savunma sanayii için özelleştirilmiş, çevik (Agile) ve güvenli (DevSecOps odaklı) bir ürün geliştirme çerçevesi tasarlamakta; askeri personelden güvenli geri bildirim alınmasını sağlayan yeni bir model üzerinden, ilk etkili ürünün sahaya çıkış süresini kısaltmayı ve stratejik karar süreçlerine veri temelli girdi sağlamayı amaçlamaktadır.

Projenin kapsamı, savunma sistemlerinin geliştirilmesinde kullanıcı geri bildirimlerinin süreçlere erken ve sistematik biçimde entegre edilmesini, bunu yaparken de güvenlik ve gizlilikten ödün vermeyecek bir mimarinin inşasını içermektedir. Bu çerçevede savunma sanayii tedarik zincirinde yer alan teknoloji geliştiren firmalar, mühendislik ekipleri, kamu kurumları ve askeri son kullanıcılar, ortak bir çevik geliştirme ekosisteminin paydaşları olarak konumlanmaktadır. Model; savunma amaçlı teknolojilerde simülasyon tabanlı test ortamları, AR/VR destekli deneyimleme yetenekleri ve anonimleştirilmiş veri toplama yöntemleri üzerinden, %40'a varan oranlarda daha kısa ürün teslim süreleri, versiyon tabanlı kabiliyet geliştirme ve kamu-özel koordinasyonunu optimize eden esnek bir yönetim modeli oluşturmayı hedeflemektedir.

Teknik gereksinimler, savunma projelerinin doğası gereği yüksek seviyede güvenlik, gizlilik ve veri koruma ilkeleri etrafında şekillenmektedir. Nihai kullanıcı olan askeri personelin geliştirme aşamasındaki ürün ve sistemleri, güvenli AR/VR altyapıları ve simülasyon tabanlı test ortamları üzerinden deneyimlemesi; bu deneyimlerin anonim ve şifreli veri akışlarıyla geliştirici ekiplere aktarılması projenin omurgasını oluşturmaktadır.

Bu kapsamda, veri anonimleştirme, uçtan uca şifreleme ve güvenli geri bildirim mekanizmalarını destekleyecek yerli yazılım ve donanım bileşenlerinin incelenmesi, uygun çözüm bulunamadığında ise bu bileşenlerin proje kapsamında geliştirilmesi öngörülmektedir.



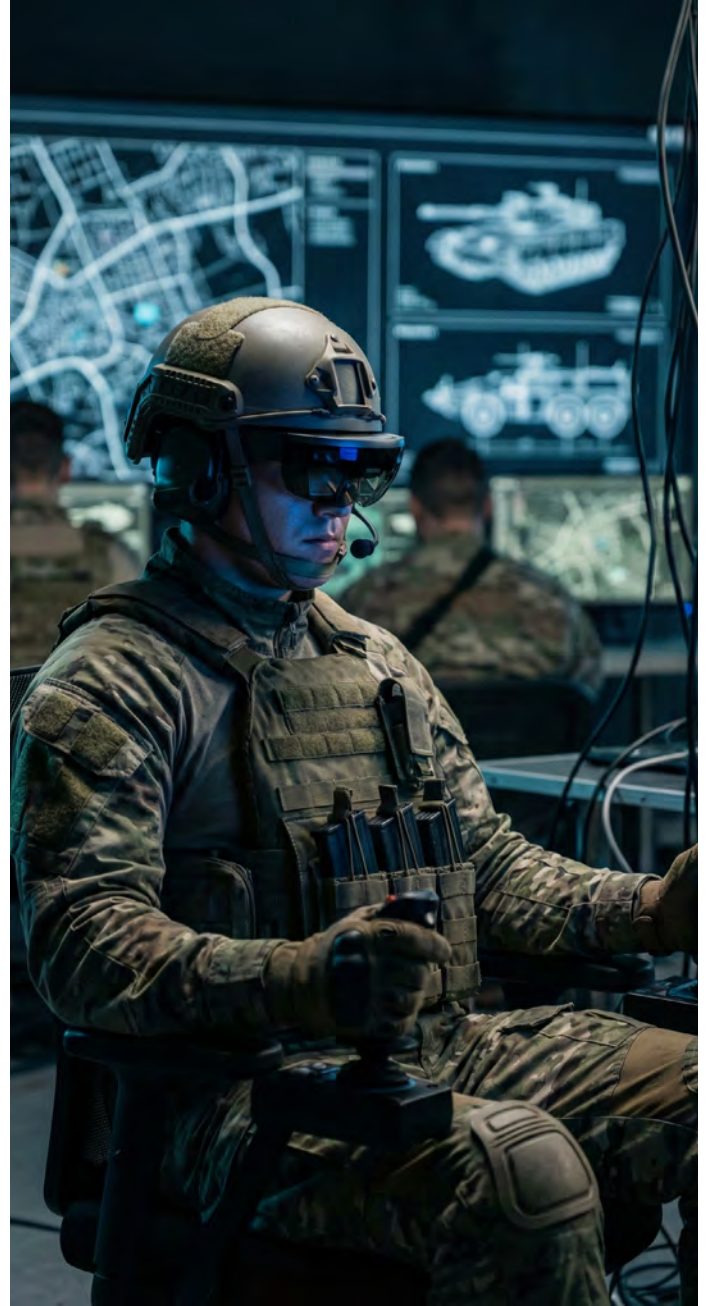
Proje tasarım felsefesi, savunma sanayii için uyarlanmış bir MVP anlayışına dayanmaktadır. Bu çerçevede, askeri operasyonlara yönelik ihtiyaçların uzun şartname ve ihale süreçleri beklenmeden, az sayıda temel fonksiyon üzerinden tanımlanması; teknik-teknolojik uyum gerekliliklerinin ise sonraki versiyonlara yayılması öngörülmektedir. Böylece, ana fonksiyonu icra edebilen ilk ürünün sahaya çıkış süresi radikal biçimde kısaltılacak; MUÜ tabanlı versiyonlama ile kabiliyetler kademeli olarak zenginleştirilecektir. Geliştirilen çevik-DevSecOps hibrit modelinde, AR/VR destekli prototip test sistemleri üzerinden son kullanıcı askeri personelin ürünü erken aşamada deneyimlemesi ve bu deneyimlerin güvenli geri bildirim mekanizmalarıyla geliştirme döngülerine entegre edilmesi, ekosistemin merkezinde konumlanmaktadır.

Bu yaklaşımın güçlü yönleri arasında, kamu destekli yapıların vizyon ve stratejik yönlendirme gücünü, özel sektörün çevikliğiyle birleştiren konsorsiyum yapısı öne çıkmaktadır. Ortak çalıştaylar ve karma çalışma grupları sayesinde, mühendislik ekiplerinin sahada operasyonel personelle vakit geçirerek kullanıcı reflekslerine ve iş yapış biçimlerine aşina olması; kullanıcı deneyimi odaklı tasarım kültürünü güçlendirecektir.

Buna karşılık, kurumlar arası iletişimin yetersizliği, güvenlik gerekçeleriyle geri bildirim kanallarının daralması ve geliştiriciler açısından “müşteri” ile “kullanıcı” kavramlarının karıştırılması, kullanıcı dostu olmayan ürünlerin ortaya çıkmasına yol açabilecek temel yapısal risklerdir. Bu risklere karşı, güçlü bir proje yönetim ekibi ve tecrübeli danışmanlar eşliğinde gerekli önlemlerin alınması öngörülmektedir.

Stratejik düzeyde proje, kamu–özel–askeri paydaşların birlikte tanımladığı çevik geri bildirim mekanizmasını, önce pilot bir ürün ve birim üzerinde deneyimlemeyi, ardından elde edilen çıktılarla modelin ölçeklenmesine yönelik bir yol haritası oluşturmayı hedeflemektedir. Beklenen sonuçlar; %50’ye varan oranda daha kısa sürede, istenen teknik isteklerin en az %80’ini karşılayan hızlı prototipler geliştirilmesi, geleneksel yöntemlere kıyasla geliştirme sürelerinin yaklaşık %30 kısaltılması ve geliştirilen ürünlerin yeni versiyonlarla tekrar ele alınmaya elverişli bir mimariye sahip olmasıdır.

Proje başarı kriterleri, MUÜ yöntemiyle geliştirilen pilot ürünün benzerlerine göre ne kadar hızlı tamamlandığı, tanımlanan ana ihtiyacı karşılama düzeyi ve versiyonlanabilirlik kabiliyeti üzerinden ölçülecek; böylece savunma sanayiinde çevik ve güvenli ürün geliştirme kültürünün kurumsallaşması için somut bir referans çerçeve oluşturulacaktır.



KAYNAKÇA

- IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems. (2020). 2020 index IEEE Transactions on Systems, MAN, and Cybernetics: Systems vol. 50. 50(12), 5447–5536. <https://doi.org/10.1109/tsmc.2021.3054492>
- Kazakevich, B., & Joiner, K. (2023). Agile approach to accelerate product development using an MVP framework. Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/14488388.2023.2266164>
- Keogh, C. (2022). Minimum viable innovation framework (MVI framework). Definitions [Preprint]. <https://doi.org/10.32388/0jmapn>
- MIT Innovation. (t.y.). Kessel-Run. Erişim adresi: <https://innovation.mit.edu/assets/Kessel-Run.pdf> (Erişim tarihi: 12 Mayıs 2025).
- NATO. (2022). NATO STO Collaborative Programme of Work Technical Reports 2022 Book of Abstracts [Rapor].
- Poirrier, A., Cailleux, L., & Clausen, T. H. (2023). An interoperable zero trust federated architecture for tactical systems. MILCOM 2023 – 2023 IEEE Military Communications Conference, 405–410. <https://doi.org/10.1109/milcom58377.2023.10356247>
- TÜBİTAK SAVTAG. (t.y.). Askerî MVP Geliştirme Rehberi [Rapor].



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/M.-Furkan-Polat-3.pdf>

Yüksek İrtifada Çalışabilen Yük Hücresi Veri Transfer Sistemi Ürün Geliştirme ve Seri Üretimi

Mert KANTARCIOĞLU

BTB Arge ve Mühendislik Çözümleri

Bu çalışma, yüksek irtifa hava platformlarında yapısal yüklerin hassas ölçümü için kullanılacak Yük Hücresi Veri Toplama Sistemi'nin (YHVTs) yerli olarak tasarımı, kalifikasyonu ve seri üretimini konu almaktadır. Uydu fırlatma sistemleri, yüksek irtifa hava araçları ve balistik füze platformlarında aerodinamik ve piroteknik yüklerin doğru şekilde izlenmesi hem görev emniyeti hem de platformların yaşam döngüsü yönetimi açısından kritik önemdedir. Mevcut durumda bu tür sistemlerin ağırlıklı olarak yurtdışından, yüksek maliyet ve ambargo riski altında tedarik edilmesi; ihracat kısıtları ve son kullanıcı belgeleri nedeniyle dost ve müttefik ülkelere entegrasyonlarda ciddi darboğazlar yaratmaktadır. Bu teklif, söz konusu yapısal ölçüm zincirinde kritik bir alt sistemin millileştirilmesini, böylece dışa bağımlılığın azaltılmasını hedeflemektedir.

Proje; savunma sanayi ana yüklenicilerinin yüksek irtifa platform projelerinde kullanmak üzere, toplam 8 set YHVTs ürününün geliştirilmesini ve teslimini kapsamaktadır. Sistem mimarisi, her biri dört sensör okuyabilen dört adet Yük Hücresi Okuma Kutusu ile bunlardan gelen verileri birleştirip üst sistemlere aktaran bir Yük Hücresi Haberleşme Kutusuna dayanmaktadır. Ürün geliştirme safhasında proje planlama, sistem mühendisliği, gereksinim analizi ve ardışık tasarım gözden geçirmeleri yürütülecek; ardından prototip üretimi ve tasarım doğrulama faaliyetleri gerçekleştirilecektir. Bunu, üretim dokümantasyonu, ERP uyarlamaları, konfigürasyon denetimleri, lot/seri izlenebilirliği ve fabrika kabul testlerini içeren seri üretim fazı izleyecek; 1 set prototip tasarım doğrulama için, 7 set ise seri üretim olarak teslim edilecektir.

Teknik gereksinimler, özellikle yüksek irtifa ve zorlu uçuş çevre koşullarında kesintisiz çalışabilirlik üzerine kuruludur.

Sistem; NASA-HDBK-4001, MIL-STD-810 ve MIL-STD-461 standartlarına uygun şekilde tasarlanacak, -30 °C ile 120 °C sıcaklık aralığında ve $[10^{-3}]$ Pa seviyesindeki basınç altında görev yapabilecektir. En fazla 100x100x70 mm boyut ve 1,50 kg ağırlık sınırları içinde, 22-34 VDC besleme ile 0,50 Watt azami güç tüketimi hedeflenmektedir. Birim, 1 mV/V hassasiyetinde 16 adede kadar yük hücresini okuyabilecek; veri aktarımı, okuma kutuları ile veri toplama birimi arasında ve telemetri sistemine doğru RS-485 seri haberleşme kanalları üzerinden gerçekleştirilecektir. Rastgele ve sinüs karakteristiğinde titreşimler, mekanik ve piroteknik şok profilleri için tasarım aşamasında belirlenecek test koşullarına dayanım sağlanarak, sistemin uçuş öncesi ve uçuş sırasında güvenilirliği teminat altına alınacaktır.

Üretim ve iş modeli tarafında, proje; tasarım ve doğrulama faaliyetlerini takiben yapılandırılmış bir seri üretim düzeni öngörmektedir. Üretim süreçlerinin ERP sistemine entegrasyonu, malzeme-yarı mamul-mamul seviyesinde izlenebilirlik ve alt yüklenici denetimleriyle tedarik zincirinin şeffaf ve kontrol edilebilir olması hedeflenmektedir.

Teklifin toplam maliyeti 99.870 EUR olup bu tutar, malzeme ve hizmet alımları (yaklaşık %57,65), üretim ve mühendislik işçilikleri (%21,50), finansal giderler (%6,20) ve kâr (%14,65) bileşenlerinden oluşmaktadır. Ödeme planı; sözleşme imzasında avans, Kritik Tasarım Gözden Geçirme, fonksiyonel testler, tasarım doğrulama sonuçları ve teknik veri paketi teslimleri ile ilişkilendirilmiş taksitler şeklinde kurgulanmıştır. Proje, sipariş tarihinden itibaren 22 haftalık bir takvimde tamamlanacaktır.

SIRA NO	TEKLİF KALEMİ	MİKTAR	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT
1	Yük Hücresi Haberleşme Kutusu (Seri Üretim)	7 Adet	1.850 EUR	12.950 EUR
2	Yük Hücresi Okuma Kutusu (Seri Üretim)	28 Adet	1.590 EUR	44.520 EUR
3	Mühendislik, Tasarım/Üretim Doğrulama Altyapısı ve 1 Set Prototip	1 Set	27.800 EUR	27.800 EUR
4	Laboratuvar Testleri	1 Set	14.600 EUR	14.600 EUR
GENEL TOPLAM				99.870 EUR

Tablo 1. Teklif Fiyat Tablosu

Ürün tasarım felsefesi, yüksek irtifa görev koşullarında esnek entegrasyona imkân tanıyan, okuma ve haberleşme fonksiyonlarının ayrıştırıldığı bir mimariye dayanmaktadır. Okuma kutularının sahaya yakın, haberleşme biriminin ise platformun uygun bir bölgesine yerleştirilmesi, kablolama ve entegrasyon kolaylığı sağlamaktadır. Sensör verilerinin tek bir telemetri hattında birleştirilmesi, üst sistemler için arayüz sadeleştirilmesi sunarken, mekanik ve elektriksel arayüzlerin tek bir Mimari Tasarım Tanımlama Dokümanı altında toplanması hem tasarım hem de bakım süreçlerinde izlenebilirliği güçlendirmektedir. Prototip üretimi ve fonksiyonel testler ile doğrulanan bu mimari, seri üretim kafale kabul testleriyle birlikte platformlara emniyetli entegrasyon için gerekli teknik veri paketiyle desteklenecektir.

Bu yaklaşım, yerli savunma sanayinin mevcut durumdaki yapısal zorluklarına doğrudan yanıt vermektedir. Bugün kullanılan yerli çözümler endüstriyel nitelikte olup askeri ya da sivil yüksek irtifa platformları için yeterli çevresel dayanım ve sertifikasyon seviyesine sahip değildir; benzer performanstaki çözümler ise yurtdışından, ambargo ve ihracat kısıtları riskiyle tedarik edilmektedir. YHVTŞ; yüksek irtifa, titreşim, mekanik ve piroteknik şok koşullarına uygun tasarımıyla bu boşluğu doldururken, BTB Ar- Ge'ye aerodinamik ısınma koşulları ve zorlu uçuş ortamlarına yönelik yeni bir mühendislik yetkinliği kazandıracaktır. Böylece hem ana yüklenicilerin kritik ihtiyaçları yerli imkanlarla karşılanacak, hem de dost ülkelere yönelik

ihracatta son kullanıcı belgesi ve ambargo kaynaklı kısıtların etkisi azaltılacaktır.

Sürdürülebilirlik perspektifinde, tasarım dokümanlarının CM2 konfigürasyon yönetimi ilkelerine göre yönetilmesi, ürünün tasarımcılardan bağımsız kurumsal düzeyde yaşatılmasını sağlayacaktır. Hammadde ve hazır ürün seçiminde kolay tedarik edilebilir bileşenlere öncelik verilmekte, altı ayda bir yürütülecek eskime yönetimiyle tedarik edilemeyen kalemler için tasarım değişiklik yönetimi süreçleri devreye alınmaktadır. 24 ay garanti süresi, arıza sürelerinin garantiye eklenmesi ve en az 5 yıl parça ile teknik destek taahhüdü; kullanıcılara uzun vadeli işletme güvencesi sunmaktadır.

Bu proje, yerli savunma sanayii açısından stratejik bir öneme sahiptir. Uydu fırlatma sistemleri, yüksek irtifa hava araçları ve balistik füzeler gibi kritik platformlarda yapısal ölçümlerin hassas ve güvenilir biçimde yapılabilmesi, hem performans izleme hem de operasyonel güvenlik açısından temel bir gerekliliktir. Bu doğrultuda geliştirilecek yerli çözüm, dışa bağımlılığı azaltırken Türkiye'nin stratejik teknolojilerdeki yetkinliğini güçlendirecektir. Sonuç olarak proje, yüksek irtifa görevleri için kritik bir alt sistemin millileştirilmesi, ihracat kabiliyetinin genişletilmesi ve savunma ekosistemine kalıcı bir teknoloji ve üretim kapasitesi kazandırılması bakımından uzun vadeli ve yüksek katma değerli bir yatırım niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- National Aeronautics and Space Administration. (2007). NASA-HDBK-4001: Guidelines for Designing and Implementing Spacecraft Ground Systems NASA.
- ABD Savunma Bakanlığı. (2008). MIL-STD-810G: Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests.
- ABD Savunma Bakanlığı. (2015). MIL-STD-461G: Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment.
- Department of Defence, Institute of Configuration Management. (n.d.). CM2: Enterprise Configuration and Change Management. Institute of Configuration Management.

Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Mert-Kantarcioglu-3.pdf>

Dikey Atım Fırlatma Sistemlerinin Deniz Platformlarında Önemi ve Stratejik Avantajları

Mustafa ÖZDEMİR
ROKETSAN

Bu çalışma, modern deniz harekâtında kritik bir kuvvet çarpanı hâline gelen dikey atım fırlatma sistemlerinin (VLS) tarihsel gelişimini, güncel kullanımını ve geleceğe dönük stratejik etkilerini incelemektedir. Soğuk Savaş döneminde artan hava ve füze tehditlerine hızlı ve çok yönlü karşılık verebilme ihtiyacı, klasik eğimli rampa sistemlerinden daha reaksiyoner, daha emniyetli ve daha gizli çözümlere geçişi zorunlu kılmıştır. 1980’lerde Mk 41 VLS ve Aegis savaş sistemi ile olgunlaşan bu teknoloji, günümüzde deniz platformlarının hem savunma hem taarruz görevlerinde muharebe değerini belirleyen temel mimarilerden biri hâline gelmiştir.

Makalede kapsam, dikey atım sistemlerinin küresel kullanım alanları ve bu alandaki ana aktörler üzerinden çizilmektedir. ABD Donanmasında yaygın kullanılan Mk 41 VLS, hava savunma, kara taarruz ve anti-denizaltı görevlerini tek bir entegre mimaride birleştirirken; Rusya, Çin ve bazı Avrupa donanmaları da benzer yetenekleri farklı konfigürasyonlarla filolarına kazandırmıştır. Bu tablo, VLS’nin artık sadece belirli platformlara özgü bir niş çözüm değil, çok rollü muharip gemilerin standart donanımı hâline geldiğini ve deniz kuvvetleri planlamasında uzun vadeli kuvvet yapısı kararlarını doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Teknik açıdan bakıldığında dikey atım sistemleri; çoklu

füze tipini aynı modüler hücre yapısında taşıyabilme, çok kısa hazırlık süreleriyle tahditsiz atış yapabilme ve güverte altı yerleşim sayesinde düşük radar kesit alanı sunma gibi nitelikleriyle öne çıkmaktadır. Mk 41 ailesinin farklı modüllerle (Self-Defence, Tactical, Strike) ESSM, SM-2/3/6, Tomahawk ve ASROC gibi geniş bir mühimmat spektrumunu desteklemesi; standart arayüzler üzerinden esnek entegrasyon kabiliyeti yaratmakta, lojistik ve bakım süreçlerinde de ölçek ekonomisi sağlamaktadır. Buna karşın, yüksek entegrasyon karmaşıklığı ve gemi platformu ile derin yapısal uyum gereksinimi, tasarım ve modernizasyon projelerinde ciddi mühendislik disiplini ve uzun test-kalifikasyon süreci zorunluluğu doğurmaktadır.

Üretim, tedarik ve maliyet boyutunda VLS, klasik eğimli rampa sistemlerine göre daha teknoloji yoğun ve yüksek maliyetli bir çözüm olarak konumlanmaktadır. Güverte altı yerleşim, yapısal güçlendirme, gelişmiş komuta-kontrol entegrasyonu ve güvenlik sistemleri; ilk yatırım maliyetini artırırken uzun vadede çoklu füze kullanımı, standart lojistik ve daha düşük radar izi gibi avantajlarla operasyonel etkinliği yükseltmektedir. Buna karşılık, eğimli rampa sistemleri daha basit mekanik mimarileri ile düşük maliyet avantajı sunsa da sınırlı füze tipi kullanımı, daha uzun reaksiyon süresi ve gemi üstü konum nedeniyle yüksek görünürlük gibi yapısal kısıtlarla karşı karşıyadır.



Ürün ve mimari tasarım felsefesinde ise VLS, modülerlik ve yeniden kullanılabilirlik üzerine inşa edilmektedir. Çok farklı görev profillerine sahip füzelerin aynı hücre yapısından fırlatılabilmesi, platformların görev konfigürasyonlarının hızlı biçimde uyarlanmasına imkân tanımaktadır. Geleceğe dönük olarak hipersonik füzelerin entegrasyonu, soğuk fırlatma

yöntemleriyle menzil ve emniyet artışı, yapay zekâ destekli komuta-kontrol sistemleri ve modüler genişleyebilir hücre tasarımları hem harekât esnekliğini hem de gemi yaşam döngüsü boyunca modernizasyon kabiliyetini artıracak kilit alanlar olarak öne çıkmaktadır.

MK 41 VLS Konfigürasyonu	Özellikler	Kullanılabilen Füze Tipleri
Self-Defense Module (SDM)	Kısa menzilli savunma görevleri için optimize edilmiştir.	RIM-162 ESSM (Evolved Sea Sparrow Missile) - RIM-7 Sea Sparrow
Tactical Module (TM)	Orta ve uzun menzilli görev kabiliyetine sahiptir.	SM-2 (Standard Missile-2) - SM-6 - RIM-162 ESSM - Tomahawk - ASROC (Anti-Submarine Rocket)
Strike Module (SM)	Uzun menzilli kara saldırı kabiliyeti ön plandadır.	Tomahawk Land Attack Missile (TLAM) - SM-3 (Ballistic Missile Defense) - SM-2 - SM-6

Tablo 1 .MK 41 VLS Konfigürasyonu ve Kullanılabilen Füze Tipleri

Çalışma, Türkiye açısından bakıldığında, İ sınıfı fırkateynlerde planlanan Mk 41 tedarikinin ambargo nedeniyle gerçekleşmemesini bir kırılma noktası olarak işaretlemekte; Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından 2020’de başlatılan MİDLAS projesiyle bu bağımlılığın kritik bir millî kabiliyete dönüştürüldüğünü vurgulamaktadır. 2023’te TCG İstanbul’a MİDLAS entegrasyonu, devamında Hisar D RF entegrasyonu ve 10 Mart 2024’te icra edilen başarılı atış test, Türkiye’yi dikey atım sistemleri alanında kendi milli lançerini geliştiren sınırlı ülke grubuna taşımış; ROKETSAN tarafından bir ürün ailesi yaklaşımıyla farklı platform ve mühimmat ihtiyaçlarına ölçeklenebilir çözümler sunulmasının önünü açmıştır.

Karşılaştırmalı değerlendirmede, VLS’nin klasik eğimli rampalara göre yüksek reaksiyon hızı, çoklu füze tipini tek mimaride kullanabilme, zırh altı koruma ve standart lojistik gibi belirgin operasyonel ve stratejik üstünlükler sağladığı; buna karşın yüksek maliyet ve ileri entegrasyon gereksinimi nedeniyle her platformda uygulanabilir olmadığı ortaya konmaktadır. Türkiye özelinde, ambargo tecrübesi; kritik alt sistemlerde dışa bağımlılığın azaltılması, milli lançer ve füze entegrasyon kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve deniz platformu tasarımında yerli ekosistemin rolünün artırılması açısından hem riskleri hem de fırsatları görünür kılmıştır.

Sonuç olarak, dikey atım fırlatma sistemleri günümüzde deniz kuvvetlerinin muharip etkinliğini belirleyen temel altyapılardan biri hâline gelmiştir. Gelecekte hipersonik mühimmat, yapay zekâ destekli komuta-kontrol çözümleri ile modüler ve soğuk fırlatma mimarileriyle daha da gelişmesi beklenen bu teknoloji alanında Türkiye’nin MİDLAS ile millî

bir çözüm ailesi oluşturması, hem Türk donanmasının harekât bağımsızlığını güçlendirmekte hem de savunma sanayii için yüksek katma değerli ve ihracat potansiyeli taşıyan yeni bir ürün hattı ortaya çıkarmaktadır. Bu doğrultuda sürdürülecek Ar-Ge ve ürünleştirme faaliyetleri, deniz platformlarının uzun vadeli modernizasyonunda VLS mimarisinin merkezi rolünü pekiştirecektir.

KAYNAKÇA

- Vertical launching system, https://en.wikipedia.org/wiki/Vertical_launching_system, erişim 28 Nisan 2025.
- Mark 41 vertical launchingsystem, https://en.wikipedia.org/wiki/Mark_41_vertical_launching_system, erişim 28 Nisan 2025.
- İstif-class frigate, https://en.wikipedia.org/wiki/%C4%B0stif-class_frigate, erişim 28 Nisan2025.
- MİDLAS Product Catalogue, https://www.ROKETSAN.com.tr/uploads/docs/kataloglar/TR/2024/1726595691_midlas.pdf, 28 Nisan 2025.
- MK41 VLS product Catalogue, <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheedmartin/rms/documents/naval-launchers-and-munitions/MK41-VLS-product-card.pdf>, 28 Nisan 2025.



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Mustafa-Ozdemir-2.pdf>

Savunma Sanayii Projelerinde Proje Süreçlerinin İyileştirilmesi

Onur NOYAN

Ottomotive Mühendislik

Bu çalışma, savunma sanayii projelerinde özel sektöre kıyasla 2–3 kata kadar uzayan proje sürelerini kısaltmaya odaklanmaktadır. Mevcut durumda, fikir ve teknolojilerin ürünleşmesi ve envantere giriş süresinin uzun olması, hızın ve teknolojik yenilenmenin kritik olduğu günümüz güvenlik ortamında önemli bir stratejik dezavantaj yaratmaktadır. Proje, süreç iyileştirmeleri, yönetsel dönüşüm ve paydaş iş birliği ile toplam proje süresini azaltarak geliştirilen ürünlerin son kullanıcıya en hızlı ve etkin şekilde ulaştırılmasını, böylece Türkiye'nin savunma sanayiinde oyunu takip eden değil, oyun kuran aktörlerden biri olmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Çalışma, savunma sanayii alanında yürütülen ve yürütülecek tüm projeleri ve bu projelere katkı veren ekosistem aktörlerini kapsamaktadır. Savunma sanayii firmaları, onaylı alt tedarikçi havuzları, alt paydaşlar ve SAHA İSTANBUL çatısı altında farklı alanlarda kurulan komiteler, bu ekosistemin omurgasını oluşturmaktadır. Bu çerçevede, ana yükleniciler ile alt sistem üreticilerinin daha erken aşamada ve planlı biçimde bir araya gelmesi, ortak platform çalışmaları yürütmesi ve kritik alt sistemlerde ön hazırlık/prototipleme yapması hedeflenmektedir. Proje çıktıları, hem firma bazında proje yönetimi olgunluğunu artıracak hem de savunma sanayii ekosisteminin bütününde daha hızlı, öngörülebilir ve verimli proje yürütümüne zemin hazırlayacaktır.

Teknik düzeyde proje, süreç yönetimi yaklaşımının sistematik biçimde güçlendirilmesini öngörmektedir. Bu çerçevede mevcut süreçlerin bütüncül olarak analiz edilmesi, süreç haritalarının oluşturulması ve iş akışlarının görselleştirilmesi yoluyla; verimlilik, maliyet, kalite ve zamanlama gibi kritik performans göstergelerinin açık ve ölçülebilir biçimde tanımlanması amaçlanmaktadır. Batarya paketleri, motor, motor sürücüler, elektronik birimler ve yazılım gibi kritik alt sistemlerin tasarım, tedarik, geliştirme ve doğrulama adımlarının zaman çizelgesi üzerindeki etkisi ele alınmakta, bu alanlarda gecikmeye neden olan darboğazların tanımlanması hedeflenmektedir. Süreç olgunluğunun artırılması için PMBOK (Project Management Body of Knowledge) CMMI (Capability Maturity Model Integration) gibi uluslararası kabul görmüş proje ve süreç yönetimi çerçeveleri ile NATO STANAG'ları, ISO 9001 ve AS9100 gibi kalite ve uyum standartları referans alınmakta; proje yönetim süreçlerinin NATO ve uluslararası standartlarla uyumlu, tekrar edilebilir ve denetlenebilir hale getirilmesi hedeflenmektedir.

Üretim, teslimat ve iş modeli boyutunda, kritik alt sistemlere ilişkin uzun geliştirme ve doğrulama süreleri, ana platformların

ürünleşme takvimini doğrudan etkilemektedir. Çalışma, ana yüklenici firmalar ile alt sistem üreticileri arasında proje öncesi ve proje erken safhasında yürütülecek prototipleme ve ortak platform çalışmaları sayesinde zaman baskısının yönetilebileceğini ve toplam süreçlerde 1–3 yıl aralığında iyileşme sağlanabileceğini öngörmektedir. Bu yaklaşım, projeye belirli düzeyde ek maliyet getiriyor olmakla birlikte, gecikme maliyetleri, envantere geç giriş ve stratejik fırsat kayıpları dikkate alındığında sistem seviyesinde net kazanım üretmektedir. Proje yönetimi süreçlerinin geliştirilmesine ilişkin ayrı bir bütçe tanımlanmamış; bu faaliyetlerin ilgili projelerin bütçeleri içinde ve uygun teşvik mekanizmaları takip edilerek yürütülmesi öngörülmüştür.

Ürün ve proje tasarım felsefesi, modülerlik, yeniden kullanım ve üretilebilirlik ilkeleri temelinde bir ekosistem mimarisi kurgulanmasına dayanmaktadır. Bu amaçla, batarya paketi üreticileri, motor üreticileri gibi kritik alt sistem tedarikçileri etrafında “oluşumlar” kurulması; ana yüklenici savunma sanayii firmalarının bu oluşumları periyodik toplantılarla bir araya getirerek geliştirilmesi planlanan ürün gruplarına ilişkin gereksinimleri paylaşması öngörülmektedir. Bu buluşmalarda altyapı gereklilikleri netleştirilerek, birden fazla platforma hizmet edebilecek prototiplerin önceden geliştirilmesi ve böylece platform projeleri şekillenip Savunma Sanayi Bakanlığı'nca onaylandığında, alt sistemlerin temelinin büyük ölçüde atılmış olması hedeflenmektedir. Süreç boyunca kullanılan Yalın üretim, Six Sigma, dijitalleşme, yapay zekâ, büyük veri, IoT ve ERP tabanlı otomasyon çözümleri hem üretilebilirliği hem de bakım ve yükseltme kolaylığını artıran, ortak test ve kalifikasyon altyapılarını besleyen bir çerçeve sunmaktadır.



Bu yaklaşımın güçlü yönleri arasında, ana yüklenici ve alt tedarikçiler arasında daha sıkı ve şeffaf bir iş birliği, bilgi birikiminin ekosistem geneline yayılması, alt sistem üreticilerinin yetkinlik ve üretim kabiliyetlerinin birbirine yaklaşması ve böylece yeni projelerde tedarik süresinin kısalması yer almaktadır. Savunma sanayii firmalarının proje yönetimi ve kalite kültürünü güçlendirmesi, SAHA İstanbul ve sektörel paydaşların sağladığı kümelenme etkisi ile birleştiğinde, rekabet gücünü artıran önemli bir avantaj ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan, ana projelerin ertelenmesi veya iptal edilmesi durumunda, oluşum kapsamındaki firmaların erken aşamada gerçekleştirdikleri yatırımlar ve teknik çalışmaların atıl kalması riski vardır. Bu durum; sözleşmelerle güvence altına alınmış bilgi paylaşımı yükümlülükleri, caydırıcı cezai şartlar ve ekosisteme yeniden dâhil olmaya ilişkin sınırlamalar gibi düzenlemelerle yönetilmesi gereken yapısal bir yönetim sorunu olarak ortaya çıkmaktadır.

Stratejik çözüm önerileri, proje yaşam döngüsünün tüm

aşamalarını kapsayan bütüncül bir dönüşüm yol haritası olarak kurgulanmıştır. Bu çerçevede yalın üretim ve Six Sigma yaklaşımlarıyla kaynak israfının azaltılması ve kalite düzeyinin yükseltilmesi; Agile ve SCRUM metodolojileri ile değişen tehdit ve teknoloji ortamına uyumlu, çevik proje yönetimi kapasitesinin tesis edilmesi; süreç otomasyonu ve dijitalleşme yoluyla ise uçtan uca izlenebilirlik ile karar destek altyapısının güçlendirilmesi hedeflenmektedir. PMBOK (Project Management Body of Knowledge) CMMI (Yetenek Olgunluk Model Entegrasyonu) ve PRINCE2 gibi uluslararası proje yönetim çerçevelerine dayalı yönetici eğitimleri ile savunma sanayii Ar-Ge, üretim ve kalite alanlarına yönelik teknik yetkinlik geliştirme programları, bu dönüşümün insan kaynağı temelini oluşturmaktadır. Proje performansının Balanced Scorecard, SWOT analizi ve Earned Value Management gibi araçlarla teknik, mali, zaman, kalite ve stratejik katkı boyutlarında izlenmesi ise; SSB strateji belgeleri ve ulusal savunma planlama süreçleriyle uyumlu, sahaya ve envantere hızlı yansıyan, sürdürülebilir bir proje portföyü yönetiminin tesis edilmesini mümkün kılacaktır.

KAYNAKÇA

- PMBOK (Project Management Body of Knowledge) – PMI tarafından yayımlanan proje yönetim kılavuzu
- ISO 9001:2015 – Kalite yönetim sistemleri için temel standart
- AS9100 – Havacılık ve savunma sanayii için kalite yönetim standardı
- NATO STANAG'ları – Savunma sanayii projelerinde NATO standartları
- CMMI (Capability Maturity Model Integration) – Süreç olgunluk modeli ve iyileştirme yaklaşımı
- NATO Defence Planning Process (NDPP) Raporları (2025)
- Avrupa Savunma Ajansı (EDA) Çalışmaları (n.d.)
- Üniversite ve Akademik Kaynaklar: Savunma sanayii odaklı akademik makaleler ve tezler
- SAHA İstanbul SAHA AKADEMİ, TÜBİTAK, ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN, HAVELSAN ve diğer savunma sanayii kuruluşlarının raporları, üniversitelerin savunma sanayii araştırmaları
- Savunma sanayii fuar ve etkinliklerinin sunumları (IDEF, Eurosatory, DSEI, Farnborough Airshow vb.)



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Onur-Noyan-3.pdf>



Savunma Sanayiinde Tedarik Zinciri Güvenliği: Küresel Çip Krizi ve Kritik Malzeme Tedariki

Rıdvan AK
BAYKAR

Bu çalışma, savunma sanayiinde tedarik zinciri güvenliğini küresel çip krizi ve kritik hammaddelere erişim perspektifinden ele almakta, bu alanın artık yalnızca lojistik ve maliyet başlığı değil doğrudan bir ulusal güvenlik meselesi olduğunu vurgulamaktadır. 2020'li yıllarda küreselleşen ve karmaşılaşan tedarik ağları, Süveyş Kanalı kazası, COVID-19 pandemisi, jeopolitik gerilimler ve yaptırımlar gibi gelişmelerle kırılganlığını açık biçimde ortaya koymuştur.

Savunma sanayiinde kullanılan mikroçipler ve nadir toprak elementleri, radar, uydu, füze ve İHA/SİHA sistemleri gibi kritik platformların kalbinde yer aldığından, bu alanlardaki her kesinti doğrudan savunma kapasitesini ve operasyonel hazırlığı etkilemektedir. Bu bağlamda çalışma, dışa bağımlılığın azaltılması, üretim sürekliliğinin sağlanması ve stratejik stok yönetimiyle birlikte, tedarik zinciri güvenliğinin hem fiziksel hem dijital boyutlarıyla ulusal güvenliğin ayrılmaz bir parçası olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın kapsamı, küresel savunma ve havacılık ekosistemindeki büyük üreticilerden alt yüklenicilere, yüksek teknoloji çip üreticilerinden kritik hammadde sağlayıcılarına kadar geniş bir aktör setini içermektedir. Boeing'in kıtalar arası taşınan uçak gövdelerinde yaşadığı lojistik kazalar, Lockheed Martin'in F-35 programında çip tedarikine bağlı teslimat gecikmeleri ve Apple–Qualcomm anlaşmazlığının

yarattığı üretim şokları, karmaşık tedarik ağlarının savunma ve ileri teknoloji sektörlerinde nasıl zincirleme risk ürettiğini göstermektedir.

Türkiye özelinde ise, özellikle İHA/SİHA sistemleri ve diğer savunma platformlarında kullanılan bazı yarı iletken bileşenlerde süren ithalat bağımlılığı, küresel krizlerin ve ticari kısıtların yerli projelere dolaylı etkisini artırmaktadır. NATO, AB ve diğer uluslararası yapılarıdaki iş birliği zeminleri, bu karmaşık ekosistemde hem risk paylaşımı hem de kapasite geliştirme açısından kritik bir çerçeve sunmaktadır.

Teknik açıdan bakıldığında, savunma sanayiine yönelik çip ve bileşenlerin yalnızca tedarik edilmesi değil, belirli sertifikasyon, güvenlik ve performans kriterlerini karşılaması gerekmektedir. Mikroçiplerin savunma kullanımına özel olması, uzun ömürlü tedarik taahhüdü, izlenebilirlik ve siber güvenlik gibi gereksinimler, savunma sektörü için tedarik sürelerini sivil pazara göre daha kırılgan hale getirmektedir.

Tedarik zinciri güvenliği bu nedenle ürünlerin fiziksel emniyetinden ibaret olmayıp, verinin, tasarımların ve kritik teknolojilerin korunması, siber saldırı ve sabotajlara karşı direnç geliştirilmesi ve tüm süreç boyunca regülasyonlara uyumun sağlanması anlamına gelmektedir.



Türkiye'nin NATO ile savunma sanayi entegrasyonu kapsamında NATO Standartları (NATO Standard Agreement) uyum sürecinde hem platformların teknik gereksinimlerini hem de tedarik zinciri boyunca kalite ve standardizasyon ihtiyacını kurumsal bir çerçeveye oturtmaktadır.

Üretim, teslimat, iş modeli ve mali boyut açısından, küresel çip üretiminin büyük kısmının sınırlı sayıda üreticinin elinde yoğunlaşmış olması savunma projelerini yüksek maliyet, uzun termin ve belirsizlik baskısı altına sokmaktadır. Sektörün yaklaşık yüzde 70'ine hâkim üç büyük firmanın üretim kapasitesi, yerel bir deprem veya siyasi gerilimle küresel bir dar boğaza dönüşebilmekte, bu da savunma projelerinde takvim sapmalarına ve maliyet artışlarına neden olmaktadır. Çin'in nadir toprak elementleri üretimindeki belirleyici payı ve bu alanda uyguladığı ihracat kısıtlamaları, malzeme tedarikçisinin doğrudan dış politika ve yaptırım rejimleriyle iç içe geçtiğini göstermektedir. Rusya-Ukrayna savaşı sonrası AB yaptırımları ve OFAC Office of Foreign Assets Control (OFAC) gibi mekanizmalar, firmaların tedarik ağlarını yeniden tasarlamasını zorunlu kılarak hem finansman maliyetlerini hem de uyum süreçlerinin karmaşıklığını artırmaktadır. Bu tablo, savunma tedarik zincirinde mali sürdürülebilirlik ile güvenlik ve uyumluluk arasında hassas bir denge kurulması gerektiğine işaret etmektedir.

Ürün ve proje tasarım felsefesi açısından çalışmada, modülerlik, çoklu tedarikçi yaklaşımı ve üretilebilirlik odaklı tasarımın (DfM) tedarik zinciri güvenliğindeki rolü ön plana çıkmaktadır. Boeing 787 Dreamliner motorlarında Rolls-Royce'a bağımlılığın yarattığı sorunlar, platform tasarımında alternatif tedarikçi ekosistemi kurgulamanın önemini somutlaştırmaktadır. Benzer şekilde, savunma sanayiinde yerli işlemci ve çip tasarımlarının geliştirilmesi, ASELSAN, TUSAŞ ve TÜBİTAK BİLGEM gibi kurumların yürüttüğü projelerle birlikte, sistem mimarisini yerli yetenekler etrafında şekillendirme potansiyeli taşımaktadır. NATO ve Avrupa Savunma Ajansı (EDA) çerçevesindeki ortak AR-GE ve üretim girişimleri hem teknik standartların uyumunu sağlar hem de maliyet ve risk paylaşımına imkân verir. Ayrıca, bazı nadir elementlerin eski sistemlerden geri kazanılabilmesi, tasarım aşamasında geri dönüşüm ve döngüsel ekonomi yaklaşımlarını dikkate almayı stratejik bir tercih olmaktan çıkarıp zorunlu hale getirmektedir.

Türkiye savunma sanayiinin güçlü yönleri arasında, özellikle son yıllarda artan yerli üretim kapasitesi, kamu destekli programlar, üniversite-sanayi iş birlikleri ve "Milli Teknoloji Hamlesi" çerçevesinde yürütülen Ar-Ge projeleri öne çıkmaktadır. Bursa merkezli Ermaksan'ın çip üretim tesisi yatırımı, TÜBİTAK liderliğinde yürütülen çip tasarımı ve savunmaya özel işlemci projeleri, yerli ekosistemin gelişimi açısından kritik eşiklerdir. Diğer yandan, çip ve yarı iletken teknolojilerinde süren dışa bağımlılık, nadir toprak elementlerinde yoğun dış kaynak kullanımı, sınırlı yerli üretim kapasitesi ve küresel krizlere açıklık, yapısal zayıflık alanlarını tanımlamaktadır. STANAG uyumu ve

uluslararası sertifikasyon yükü, nitelikli insan kaynağı ihtiyacı ve teknoloji yoğun yatırımlar, ekosistemin ölçeklenmesi önünde hem mali hem organizasyonel bariyerler oluşturmaktadır.

Stratejik çözüm önerileri, üç ana eksenle şekillenmektedir: Yerileştirme—millileştirme, tedarik ağının çeşitlendirilmesi ve uluslararası iş birliği. Çip ve kritik malzemelerde yerli üretim kapasitesinin artırılması, milli çip fabrikaları ve yarı iletken Ar-Ge yatırımlarının hızlandırılması, savunma tedarik zincirinin temel dayanaklarından biri olarak konumlanmaktadır. Kritik malzemeler için stratejik stokların oluşturulması, tek kaynağa bağımlılığın azaltılması ve dost ülkelerle karşılıklı hammadde anlaşmaları, küresel şoklara karşı tampon mekanizması işlevi görebilecektir. NATO ve EDA çatısı altında ortak Ar-Ge ve üretim projelerine daha aktif katılım, Türkiye'nin teknoloji kazanımını ve diplomatik manevra alanını güçlendirecektir. Buna ek olarak, ileri geri dönüşüm teknolojilerine yatırım, tedarik zinciri risklerinin sistematik analizi, ihracat–ithalat kısıtları ve yaptırımlara uyumu gözetilen proaktif uyum programları, savunma sanayiinde tedarik zinciri güvenliğini sürdürülebilir ve bütüncül bir ulusal güvenlik unsuru haline getirecektir.

KAYNAKÇA

- Semiconductor Industry Association (SIA). (2021). 2021 State of the U.S. Semiconductor Industry Report. <https://www.semiconductors.org>
- U.S. Government Accountability Office (GAO). (2022). F-35 Joint Strike Fighter: Cost, Schedule, and Performance. <https://www.gao.gov/products/gao-22-105983> <https://www.npr.org/2024/04/03/1242564161/taiwan-earthquake-semiconductorchips-tech>
- United States Geological Survey (USGS). (2023). Mineral Commodity Summaries Rare Earths. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-rare-earth.pdf>
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2022). Milli Teknoloji Hamlesi: 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi. <https://www.sanayi.gov.tr>
- European Defence Agency (EDA). (2021). Defence Data 2021 Report. <https://eda.europa.eu>
- Ermaksan, (n.d.) <https://www.ermaksan.com.tr/tr-TR/medya/haberler/ermaksanas-turkiyenin-ilk-cip-fabrikasini-kurdu>
- AA, (2021) <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/suveyskanalinda-deniz-trafiginisekteye-ugratan-ever-given-gemisi-4-ay-sonra-rotterdama-vardi/2318022>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Rid-van-Ak-2.pdf>

Yerli ve Millî Projelerde Yerli Tasarım Programı Kullanımı

Selçuk SÜNNETÇİOĞLU
Ons Havacılık

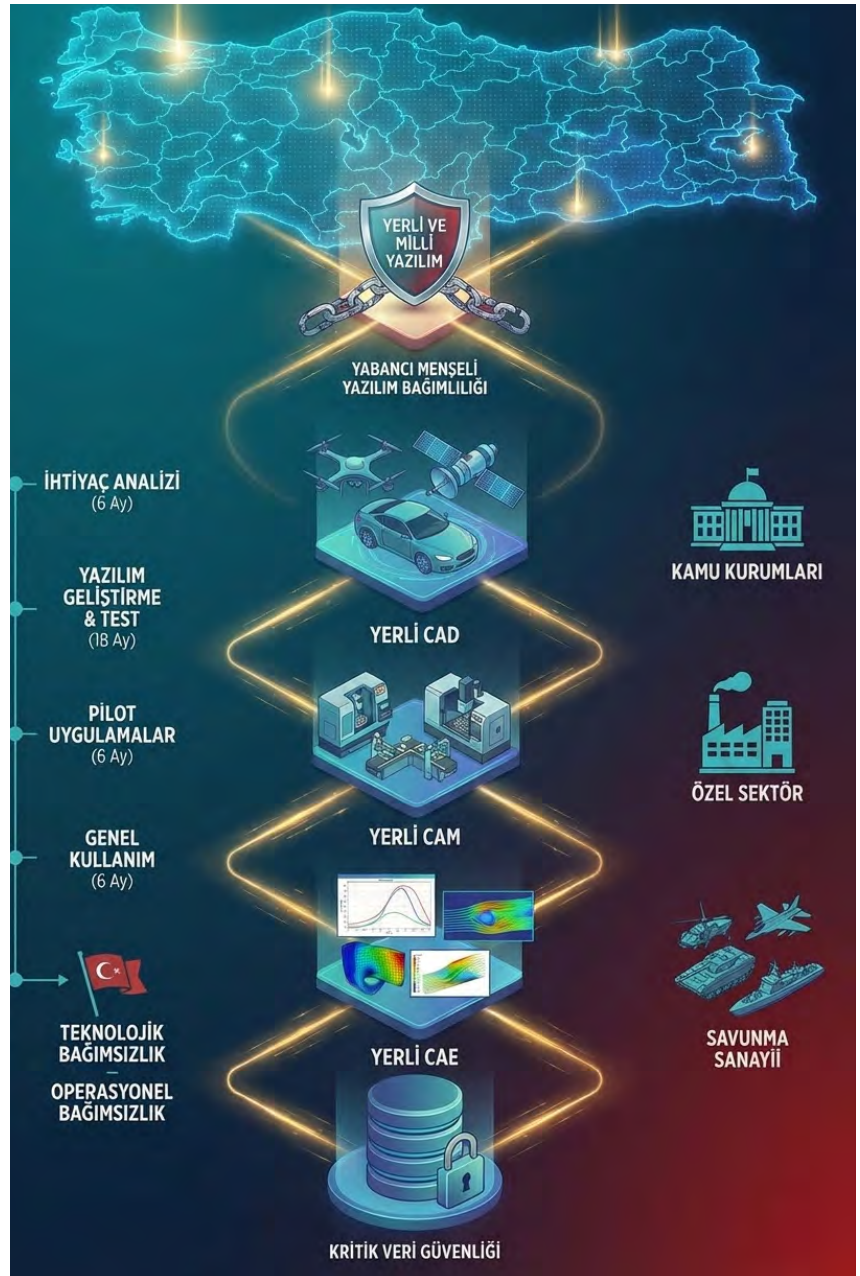
Türkiye’de kamu ve özel sektörde geliştirilen hemen her yeni ürün ve projede, özellikle mühendislik, üretim ve savunma uygulamalarında, ağırlıklı olarak yurt dışı menşeli yazılım programları kullanılmaktadır. Bu bağımlılık, lisans bedelleri üzerinden ekonomik yük oluşturma ve ötesinde, kritik verilerin yabancı firmaların kontrolündeki sistemlerde tutulması nedeniyle veri güvenliği ve operasyonel bağımsızlık açısından stratejik riskler barındırmaktadır. Çalışma, bu tabloyu tersine çevirmeyi; özellikle kamu projelerinde olmak üzere, 3B tasarım başta olmak üzere tasarım ve analiz yazılımlarının yerleştirilmesini ve zaman içinde özel sektöre yaygınlaştırılarak yerli ve milli yazılım çözümlerinin ana akım haline gelmesini amaçlamaktadır.

Bu çerçevede önerilen program, Türkiye’de kamu kurumları ve seçilmiş özel sektör firmalarında kullanılan kritik tasarım ve mühendislik yazılımlarının yerine geçebilecek yerli CAD, CAM ve CAE çözümlerinin geliştirilmesini kapsamaktadır. İlk aşamada kamu kurum ve kuruluşları ile, ardından özel sektörde belirlenecek şirketler nezdinde ihtiyaç analizi yürütülmesi; devamında bu ihtiyaçlara cevap verecek yazılımların geliştirilerek önce pilot projelerde, ardından yaygın kullanımda devreye alınması hedeflenmektedir. Çalışmanın çıktıları, savunma dâhil tüm kritik sektörlerde daha güvenli, maliyet etkin ve esnek özelleştirmeye elverişli dijital altyapılar olarak konumlanmakta; uzun vadede Türkiye’nin yazılım alanında teknolojik bağımsızlığını güçlendirmeyi hedeflemektedir.

Teknik gereksinimler boyutunda teklif, hâlihazırda kullanılan yabancı yazılımların kapsamlı analizini, bu yazılımların fonksiyonel yeteneklerinin haritalanmasını ve yerli muadillerde sağlanması gereken minimum yetkinlik setinin tanımlanmasını öngörmektedir. Yerli CAD yazılımı ile mühendislik, mimarlık ve üretim alanlarında kullanılan tasarım araçlarının, yerli CAM yazılımı ile CNC tabanlı üretim süreçlerinin, yerli CAE yazılımı ile de mühendislik analiz ve simülasyonlarının saha ihtiyaçlarıyla uyumlu şekilde yerleştirilmesi planlanmaktadır.

Bu süreçte veri güvenliği, sistemlerin esnek ve modüler yapıda tasarlanması, mevcut iş akışlarına entegrasyon kolaylığı ve uzun vadeli bakım/güncelleme kabiliyeti temel teknik tasarım kriterleri olarak öne çıkmaktadır. Üretim, teslimat ve mali boyutta proje; 36 aylık bir zaman planı çerçevesinde ihtiyaç analizi, yazılım geliştirme ve test, pilot uygulamalar ve genel kullanıma geçiş aşamalarından oluşmaktadır.

İlk 6 ayda 4 kişilik bir ekiple kamu ve özel sektörü kapsayan ihtiyaç analizi yürütülmesi ve bu safha için 2.200.000 TL bütçe ayrılması öngörülmektedir. 6–24 aylar arasında, 6 kişilik bir ekiple yazılım geliştirme ve ardından 2 kişilik bir ekiple 6 aylık test sürecini kapsayan geliştirme fazı için toplam 11.000.000 TL (8.400.000 TL işçilik, 2.600.000 TL yatırım) planlanmıştır.



Proje tasarım felsefesi; yerli mühendislik kapasitesine dayanan, Türkiye'nin operasyonel ve endüstriyel ihtiyaç profilini doğrudan yansıtan, modüler ve yüksek entegrasyon kabiliyetine sahip bir yazılım ekosistemi üzerine inşa edilmiştir. Bu yaklaşım, 3D tasarımdan işleme ve analize uzanan uçtan uca bir yerli tasarım yazılım ailesinin geliştirilmesini öngörmektedir.

Çözümlerin kamu ve özel sektör iş süreçleriyle uyumlu, ölçeklenebilir ve esnek bir mimaride kurgulanması; açık kaynak ve tescilli lisans modelleri aracılığıyla farklı kullanıcı segmentlerine göre konumlandırılması hedeflenmektedir. Pilot uygulamalardan elde edilecek geri bildirimlerin sürekli güncelleme ve iyileştirme döngüsüne entegre edilmesi; bunu izleyen aşamada ise 7/24 teknik destek, eğitim programları ve periyodik bakım ve güncelleme hizmetleriyle sürdürülebilir bir ürün yaşam döngüsünün tesis edilmesi planlanmaktadır.

Bu yaklaşımın güçlü yönleri; lisans bedellerinde sağlanacak ekonomik tasarruf, veri güvenliğinde dışa bağımlılığın azalması, yerli istihdam ve nitelikli yazılım geliştirici havuzunun büyümesi ve yerli yazılım sektörünün Ar-Ge odaklı büyüme imkânı olarak öne çıkmaktadır. İlk iki yılda ürünü tercih eden müşterilere 3 yıllık lisans yenileme ve ücretsiz güncelleme

garantisi verilmesi, pazarın ilk kullanıcı tabanını güçlendirmeyi hedefleyen önemli bir teşvik mekanizmasıdır. Diğer yandan, yerleşik yabancı yazılımlardan yerli çözümlere geçiş süreci; kullanıcı alışkanlıkları, eğitim ihtiyacı ve kurumsal dönüşüm gereksinimleri nedeniyle belirli bir adaptasyon maliyeti yaratabilecek, bu nedenle farkındalık artırıcı çalışmalar ile eğitim ve seminerlerin düzenli ve planlı yürütülmesi gerekecektir.

Sonuç olarak, önerilen yerli tasarım programı ekosistemi; ihtiyaç analizi ile başlayan, yerli yazılım firmalarının desteklenmesi, kamu kurumlarında pilot uygulamalar ve özel sektöre yayılım ile devam eden, kamu–özel sektör iş birliğine dayalı bütüncül bir yol haritası sunmaktadır.

Devlet teşvikleri, Ar-Ge destekleri ve uzun vadeli gelişim planları ile birlikte ele alındığında, bu model Türkiye'nin yazılım alanındaki dışa bağımlılığını azaltma, savunma ve diğer stratejik sektörlerde veri güvenliğini güçlendirme ve yerli yazılım ekosistemini ulusal ölçekte derinleştirme potansiyeline sahiptir. Özellikle kamu projelerinde yerli çözümlerin tercih edilmesi, özel sektörün de bu dönüşüme katılımını hızlandırarak, Türkiye'nin yazılım sektöründe daha güçlü ve bağımsız bir konum kazanmasına zemin hazırlayacaktır.



KAYNAKÇA

- İstanbul Ticaret Gazetesi, Yerli CAD/CAM yazılım kütüphanesi geliştirdi (2022) <https://istanbulticaretgazetesi.com/yerli-cadcaml-yazilim-kutuphanesi-gelistirdi>
- SETCAD, CAD, EDŞ ve ENH Yazılımı, (2025) <https://www.setcad.com/>
- Turkcizim.wordpress.com (n.d) <http://turkcizim.com.tr> – 2D Türk Çizim Programı – Türkçe Yerli Yazılım .
- Kalipdunyasi, MUBITEK (2015), https://kalipdunyasi.com.tr/tr/roportajlar/73/mubitekgenel-muduru-mustafa-bintas-calisanmarimizin-80-inin-ilk-is-yeri-mubitek.html?utm_
- STYLECNC, CNC Makineleri için En İyi 2025 CAD/CAM Yazılımı (2025) <https://tr.stylecnc.com/cnc-software/cad-cam-software.html>
- Guru99, En İyi 13 ÜCRETSİZ CAD Yazılımı ve Programı (2025) <https://www.guru99.com/tr/best-free-cad-software.html>
- Teknobird, En İyi 15 Ücretsiz CAD Yazılımı (2023) <https://teknobird.com/cad-yazilimlari/>
- COLAKER.NET, En İyi CAM Programları (2023) <https://www.colaker.net/programlar/eniyi-cam-programlari/>



Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Selcuk-Sunnetcioglu-3.pdf>

Türk Silahlı Kuvvetleri Helikopterlerinde AHSS Kullanımı: Çarpma ve Darbe Dayanımı

Tamer UÇAR
ÇİLTUĞ

Askeri helikopterler, modern harekât ortamında hem taarruz hem de personel taşıma görevlerinde yüksek risk altında çalışmakta; düşme, çarpma ve darbe durumlarında pilot ve personelin hayatta kalma oranı platform tasarımı ve malzeme seçimiyle doğrudan belirlenmektedir. Çalışma, helikopter gövdelerinde son yıllarda yaygınlaşan hafif kompozit ve alüminyum alaşımların sağladığı operasyonel avantajlara karşın, yapısal zafiyet ve darbe dayanımı açısından ortaya çıkan sınırlamaları irdelemekte; 2000 MPa seviyesine kadar akma dayanımına sahip gelişmiş yüksek mukavemetli çeliklerin (AHSS), özellikle zırh koruması gereken kritik helikopter bölgelerinde kullanılmasıyla çarpma ve darbe etkilerine karşı insan hayatının nasıl daha etkin korunabileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda proje, Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinde yer alan ve Hava Kuvvetleri'nde 86, Kara Kuvvetleri'nde 342, Deniz Kuvvetleri'nde 43 adet olmak üzere toplam 471 askeri helikopteri doğrudan ilgilendiren bir iyileştirme alanına odaklanmaktadır. Envanterde Eurocopter Cougar, Sikorsky S-70/UH-60 Black Hawk, UH-1, 206 JetRanger, CH-47 Chinook, T129 ATAK, AH-1 Cobra ve türevleri gibi farklı platformlar bulunmakta; yeni nesil T129 ATAK, T625 GÖKBAY ve devam eden Ağır Sınıf Taarruz Helikopteri (ATAK-II) projeleriyle birlikte TUSAŞ, milli tasarım ve sistem entegrasyonunda ana yüklenici rolünü üstlenmektedir. Projede hedeflenen, bu mevcut ve yeni platformlarda pilot ve yolcu koltukları, ana şase, motor blokları ve yakıt depoları etrafında yer alan konstrüksiyonlara AHSS tabanlı zırh çözümlerini entegre ederek, hem TSK'nın operasyonel güvenliğini artırmak hem de gelecekteki ihracat pazarlarında "güvenlik odaklı" bir farklılaşma yaratmaktır.

Teknik gereksinimler düzeyinde çalışma; helikopter tasarımında hafiflik, mukavemet, çarpışma güvenliği, dayanıklılık ile bakım ve üretilebilirlik kriterlerini birlikte ele almaktadır. Geleneksel alüminyum ve karbon/kevlar kompozit yapılar hafiflik ve korozyon direnci sağlarken, gövde ve koltuk çevresindeki darbe alan bölgelerde yeterli zırh etkisi sunamamaktadır. Buna karşılık AHSS ve UHSS sınıfı çelikler, otomotiv sektöründe kanıtlanmış çarpışma dayanımları ve çok ince kesitlerde dahi sağladıkları yüksek mukavemet sayesinde helikopter ana şasesi, koltuk yapıları, motor ve yakıt tankı muhafazaları için güçlü bir alternatif oluşturmaktadır.

Malzeme seçiminde şekil verilebilirlik, süneklik ve kaynaklanabilirlik; tasarım sürecinde ise 3B modelleme, darbe ve yük analizleri ile güç-ağırlık optimizasyonu temel mühendislik gereklilikleri olarak öne çıkmaktadır.

Üretim ve maliyet boyutunda proje, hâlihazırda üretimi yapılan bir askeri helikopter üzerinden Ar-Ge faaliyetleri yürütülmesini, ardından seri üretime entegrasyonu öngörmektedir. Dünya genelinde Sikorsky CH-53K King Stallion (97 milyon USD), Eurocopter Tiger (73 milyon USD) ve AH-64 Apache (52 milyon USD) gibi platformların birim maliyetleri referans alınarak, AHSS zırhlı konfigürasyon için her bir helikopterin proje bedeli 100 milyon Avro/ünite olarak öngörülmüş; bunun 30 milyon Avro'su malzeme temini, 30 milyon Avro'su imalat ve montaj, 5 milyon Avro'su mühendislik ekibi, 20 milyon Avro'su genel giderler ve 15 milyon Avro'su kâr kalemi olarak kurgulanmıştır.



Tasarım ve prototip geliştirme için 12 ay, saha testleri ve performans değerlendirmesi için 2 ay, tam zamanlı üretim ve testler için 12 ay olmak üzere toplam 50 aylık bir proje takvimi planlanmış ve olası başlangıç yılı 2026 olarak belirlenmiştir.

Kalem	Değer	Açıklama
Malzeme temini	30 mio EUR	AHSS ve diğer yapısal girdiler
İmalat ve montaj	30 mio EUR	Ana şase, koltuk, motor ve yakıt deposu zırhlama işlemleri
Mühendislik ekibi	5 mio EUR	Tasarım, analiz, test ve doğrulama çalışmaları
Genel giderler	20 mio EUR	Dolaylı üretim ve işletme giderleri
Kâr	15 mio EUR	Üretici firma payı
Toplam birim proje bedeli	100 mio EUR	AHSS zırhlı helikopter başına maliyet

Tablo 1. AHSS Zırhlı Helikopter Proje Maliyet Dağılımı

Ürün ve ekosistem mimarisi açısından çalışma, helikopter ana gövde konstrüksiyonunun otomotiv sektöründe yaygın kullanılan AHSS takviyeli taşıyıcı kabuklara benzer biçimde yeniden yorumlanmasını önermektedir. Şekil ve modellere konu olan otomobil şasisi ve helikopter ana gövde çizimleri üzerinden, gövde giriş ve kolonlarında, pilot ve yolcu koltuk iskeletlerinde, motor bölmesi ve yakıt tankı çevresinde modüler AHSS panelleriyle güçlendirilmiş bir yapı tasarımı öngörülmektedir. Böylece helikopterlerin mevcut aerodinamik ve görev mimarisi korunurken, “zırhlandırılmış yaşam hücresi” yaklaşımıyla kaza-kırım senaryolarında gövdenin bütünlüğünün daha uzun süre korunması hedeflenmektedir.

Rekabet avantajı açısından AHSS kullanımı, benzer kalınlıktaki alüminyum çözümlere göre yaklaşık 2,9 kat daha yüksek yoğunluğa rağmen, birim ton maliyetinin düşük olması ve sunduğu çarpma dayanımı ile öne çıkmaktadır. 0,25–2 mm aralığındaki levhalarla helikopterin toplam kaldırma kapasitesini belirgin biçimde zorlamadan yüksek zırh etkisi sağlanabileceği, malzeme maliyeti açısından da alüminyum alaşımlara göre avantaj elde edileceği değerlendirilmektedir. Buna karşın ilave ağırlığın motor gücü, aktarma organları ve yakıt tüketimi üzerinde optimizasyon ihtiyacı doğuracağı; ayrıca malzeme revizyonlarının kapsamlı test, sertifikasyon ve tasarım güncellemeleri gerektirdiği; aşırı şiddetteki çarpma ve olası yangın senaryolarında ise hiçbir zırh çözümünün kayıpları tamamen sıfırlamayacağı vurgulanmaktadır.

Kalem	Değer	Açıklama
Tasarım ve prototip geliştirme	12 ay	İlk prototipin ortaya çıkış süresi
Saha testleri ve performans değerlendirmesi	2 ay	Çarpma/darbe testleri ve saha doğrulaması
Tam zamanlı üretim ve testler	12 ay	Seri üretime geçiş ve kalifikasyon süreci
Planlanan toplam proje süresi	50 ay	2026 başlangıç yılı varsayımıyla

Tablo 2. Proje Zaman Planı

Stratejik açıdan proje; TSK envanterine girecek helikopterlerin yeni üretim partilerinde AHSS tabanlı zırh çözümlerinin tasarım aşamasından itibaren platform mimarisine entegre edilmesini, prototipler üzerinde gerçekleştirilecek çarpışma ve darbe simülasyonlarıyla kavramsal doğrulamanın yapılmasını ve bunu izleyen gerçek saha testleriyle nihai performansın ölçülmesini öngörmektedir. Temel değerlendirme ölçütü, muhtemel kaza-kırım senaryolarında platformun gövde bütünlüğü ile mürettebatın hayatta kalma oranları olacaktır; bu nedenle tasarım, test ve uzun dönemli operasyonel geri bildirimden oluşan kapalı çevrim bir geliştirme süreci kritik önem taşımaktadır.

Bu çerçevede AHSS sınıfı yüksek mukavemetli çeliklerin askeri helikopterlerin kritik bölgelerinde sistematik biçimde kullanılması, pilot ve yolcu güvenliğini merkeze alan ve aynı zamanda küresel pazarlara ölçeklenebilir bir üretim yaklaşımı

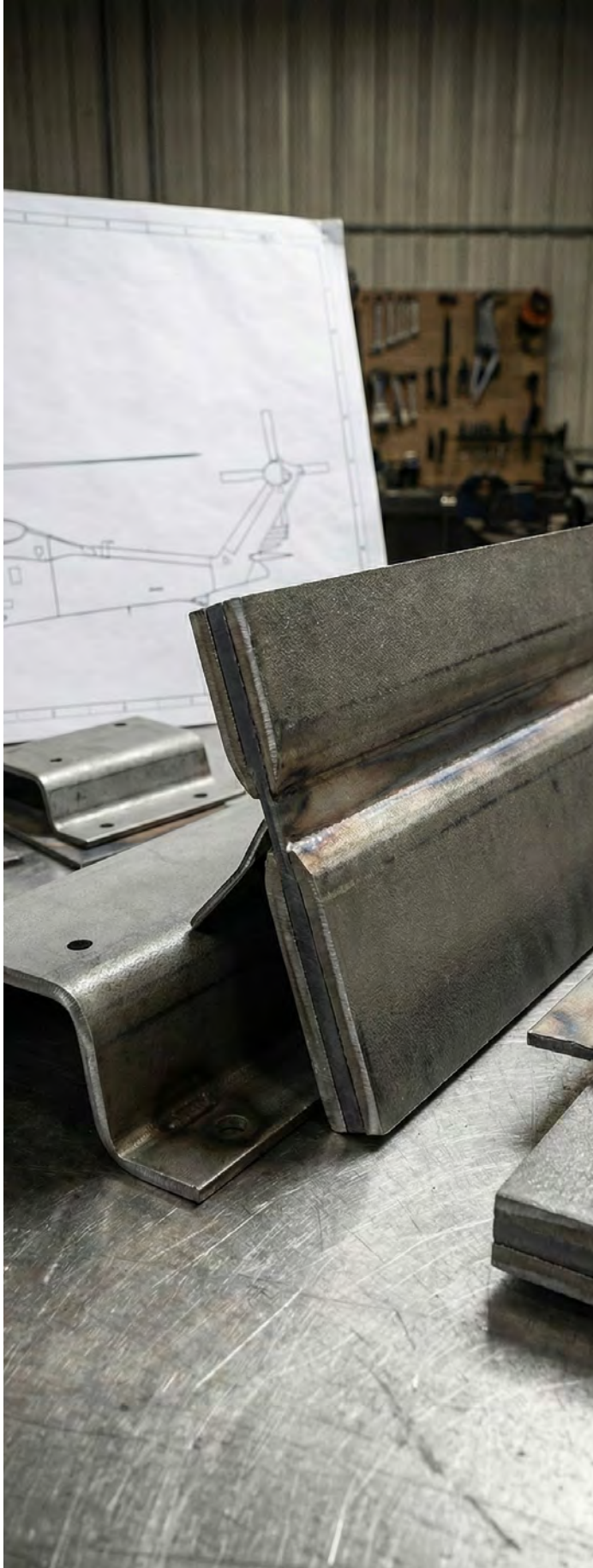
sunan yenilikçi bir model olarak öne çıkmakta; platformun kullanıcı kimliğinden bağımsız olarak nihai amacın insan hayatının ve uçuş güvenliğinin azami düzeyde korunması olduğu vurgulanmaktadır.

KAYNAKÇA

- Apostolo, G. The Illustrated Encyclopedia of Helicopters, Milano (1984), Frandenburg,
- E.A., Overview of Helicopters and V/STOL Aircraft. AGARD Report No:781, 199, Rotary Wing International, 1986, 1992, Vertifilite, 1986-1992
- Padfield Gareth. (2007). Helicopter Flight Dynamics (Second Edition), AIAA Education Series.
- Wstep do konstrukcji smiglowcow: praca zbiorowa (Wydanie 2). (2002). Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Lacznosci.
- Army Recognition (2025) <https://armyrecognition.com/news/army-news/2025/us-blackhawk-fleet-gets-performance-boost-with-t901-engine-in-latest-ground-runs>
- Top War (2012) <https://en.topwar.ru/20699-v-22-ospri.html>
- Wikipedia(n.d)https://tr.wikipedia.org/wiki/Türk_Silahlı_Kuvvetlerinin_aktif_hava_araçları_listesi
- Turbosquid(n.d)<https://www.turbosquid.com/3d-models/green-t129-atak-helicopter-3dmodel-2040463>
- Milli Savunma(n.d) [https://www.millisavunma.com/atak-2-helikopteri/Wikiwand\(n.d\)https://www.wikiwand.com/tr/articles/TUSA%C5%9E_T-129_ATAK](https://www.millisavunma.com/atak-2-helikopteri/Wikiwand(n.d)https://www.wikiwand.com/tr/articles/TUSA%C5%9E_T-129_ATAK)
- Eyercioglu,Ö.& Ucar,T.(2024) The Effect Of Arc Stud Welding Parameters On Mechanical Properties Of Docol 1500m Advanced High Strength Steel Welding Joints
- ResearchGate(2019).https://www.researchgate.net/figure/Global-formability-diagram-with-position-of-advanced-high-strength-steels-1_fig1_322553339
- SSAB (n.d) <https://www.ssab.com/tr-tr/markalar-ve-urunler/docol/otomotiv-celigikaynaklari/automotive-insights/martensitik-ahss-nin-otomotiv-sektorunde-hedefledigi-yer>
- Gunaltı, E., Ekici, S., Kalkan, A., Gocmen, F. E., Kale, U., Yilmazoglu, Z., &
- Karakoc, T. H. (2023). Conceptual design and optimization of a sustainable and environmentally friendly archetypal helicopter within the selection criteria and limitations. Heliyon, 9(6).
- Itoldya (2003) <https://itoldya420.getarchive.net/amp/media/an-inspection-teamexamines-a-us-army-usa-ah-64-apache-helicopter-that-crashed-19cc3>

 **Projenin tamamı aşağıdaki linktedir.**

<https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2025/08/Tamer-Ucar-2.pdf>



SAHA MBA Yönetici Gelişim Programı

SAHA MBA, savunma, havacılık ve uzay sanayimizin ihtiyaçları doğrultusunda, dünyanın en prestijli MBA programlarından ilham alınarak özel olarak tasarlanmıştır. Kapsamı, niteliği ve uluslararası düzeyiyle sektörde fark yaratmaktadır.

Temalar



Kurumu Yönet



İş Geliştir



Yönetici Yönünü Geliştir



İnovasyon Kültürü

Neden SAHA MBA

Stratejik Liderlik: Kurumsal dönüşüm ve karar alma.

Sektöre Özgü İçerik: Tedarik zinciri, Ar-Ge, sistem müh., finans.

Ağ & İş Birliği: SAHA ekosisteminde güçlü network.

Kariyer Etkisi: Proje liderliği ve stratejik roller.

Uygulamalı Öğrenme: Vaka, simülasyon ve mentörlük.

Belgelendirme: Doğrulanabilir rozet ve sertifika.

SAHA MBA Mezunlar Topluluğu

Sektörün geleceğini şekillendiren güçlü bir profesyonel ağ.





TÜRKİYE CUMHURİYETİ
CUMHURBAŞKANLIĞI

Simayelerinde



ULUSLARARASI SAVUNMA HAVACILIK VE UZAY SANAYİ FUARI

05 - 09 MAYIS 2026
İSTANBUL FUAR MERKEZİ



Destekleriyle



T.C. DIŞİŞLERİ
BAKANLIĞI



T.C. İÇİŞLERİ
BAKANLIĞI



T.C. MİLLÎ SAVUNMA
BAKANLIĞI



T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ
BAKANLIĞI



T.C. TİCARET
BAKANLIĞI



T.C. ULAŞTIRMA VE
ALTYAPI BAKANLIĞI



T.C. MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI
GENELKURMAY BAŞKANLIĞI



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
CUMHURBAŞKANLIĞI
SAVUNMA SANAYİ
BAŞKANLIĞI



T.C. MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI
KARA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI



T.C. MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI
DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI



T.C. MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI
HAVA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI



T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI
JANDARMA GENEL KOMUTANLIĞI



T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI
EMNİYET GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI
SAHİL GÜVENLİK KOMUTANLIĞI



TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK
ARAŞTIRMA KURUMU



T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ
BAKANLIĞI
TÜRKİYE UZAY AJANSI



İSTANBUL
TİCARET
ODASI
— 1989 —



İSTANBUL
SANAYİ ODASI

SAHA AKADEMi DERGisi

Adres:

Sanayi Mah. Teknopark Bulvarı, Teknopark İstanbul, No: 1/9A,
Üst Zemin Kat D:104-105
Pendik 34906 İstanbul – TÜRKİYE.

Tel:

+90 216 999 70 17-18

E-posta:

iletisim@sahaakademi.com

Web:

www.sahaakademi.com

