SAHA İSTANBUL
SAVUNMA, HAVACILIK VE UZAY KÜMELENMESİ

SAHA AKADEMİ DERGİSİ

SAHA ACADEMY JOURNAL

2026 - SAYI 4



TÜBİTAK TÜSSİDE

ODTÜ METU

#MİLLİ TEKNOLOJİ HAMLESİ

MİLLİ TEKNOLOJİK HAMLESİ

SAHA

AKADEMİ

SAVUNMA SANAYİNİN LİDERLİK OKULU

MİLLİ YETKİNLİK HAMLESİ

#MİLLİ TEKNOLOJİ HAMLESİ

SAHA MBA
YÖNETİCİ GELİŞİM PROGRAMLARI



- **SAHA MBA**
  Yönetici Geliştirme Programı
- **ODTÜ EXECUTIVE MBA**
  Yönetici için Tezsiz İşletme Yüksek Lisans Proğramı

"Savunma Sanayiinin Liderlik Okulu"

Detaylar

www.sahaakademi.com

SAHA İSTANBUL

TÜBİTAK TÜSSİDE

ODTÜ METU

SAHA AKADEMİ

YAYIN ADI
SAHA Akademi Dergi

YAYIN TÜRÜ
4 Aylık Yayın

YAYIN DİLİ
Türkçe / İngilizce

İMTİYAZ SAHİBİ
SAHA İstanbul

BAŞ EDİTÖR
Dr. Uğur TARÇIN

YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
Muzaffer ÜNSALDI

YAYIN KURULU
Muttalip TÜTÜNCÜ
Murad Mehmet ÇAKIR
İlker ÖZKAN
Ayşe ÇAĞIN ÜNSALDI
Sude GÜLENÇ

GRAFİK TASARIM
İbrahim Halil ARDA
Mert ÖZBEK

ADRES
Sanayi Mah. Teknopark Bulvarı No: 1/9A, Üst Zemin Kat, Pendik 34906 İstanbul – Türkiye

TEL
+90 216 999 70 17

E-POSTA
iletisim@sahaakademi.com

WEB
www.sahaakademi.com

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

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

İÇİNDEKİLER

SAYI 4 • 33 YAZI

Başeditör Sunuş 5

Mavi Vatan'ın Gücünde Millî İmza: ASPİLSAN Enerji 6

Değişen Muharebe Sahasında Ana Muharebe Tanklarının Yeri ve Önemi 9

Millî Mühendislik, Teknolojik Güç ve Caydırıcılık 12

Çip Bağımsızlığı: Türkiye'nin Teknolojik Egemenlik Yolculuğu 14

Savunma Harcamalarının Ülkelerin İnsani ve Teknolojik Gelişmişlik Düzeyine Etkisi: Türkiye Örneği 17

Savunma Sanayii Endüstrisinde Şirket Kuruluşu ve Devlet Destek Mekanizmaları: Süreçler, İzinler ve Teşvikler 27

Asimetrik Savaş Ortamının Robotik Sistemlere Etkisi: Türk Savunma Sanayii için Pazar Fırsatları ve Stratejik Konumlandırma Analizi 31

Savunma Sanayisinde Kadınların Yönetim Kademelerinde Temsili: Fırsatlar ve Engeller 34

Çift Kullanım (Dual-Use) Teknolojilerine Yönelik Uygulamaların Dünyada ve Türkiye'de Karşılaştırmalı Analizi ve Politika Önerileri 37

Türk Savunma Sanayii Şirketlerinde Lider-Üye Etkileşiminin Yenilikçi İş Davranışına Etkisi 40

Su Altı Harbinde İnsansız Hava Araçlarının Etkin Kullanımı: Global Gelişmeler ve Türkiye Örneği 44

Savunma ve Havacılık Temalı Yapılandırmacı Fen Öğretimi Üzerine Kuramsal Bir Değerlendirme 49

Savunma Sanayinde Alt Sistem İhracatı: CTIS ve Hidrolik Sistemlerde Küresel Fırsatlar 52

Savunma Sanayiinde Talaşlı İmalat Yerli Tedarik Zincirinin Güçlendirilmesi: KOBİ'lerin Rolü ve Entegrasyonu 56

Uzay ve Uydu Sistemlerinde Yerli Yetkinlik: TÜRKSAT ve TUA Stratejileri 59

Türkiye Savunma Sanayiinde Yapay Zekâ Entegrasyonu: Ürün ve Platform Bazlı Analiz 64

Kaynakçanın tamamına ulaşmak için makalenin sonunda yer alan QR kodu okutabilirsiniz.

İÇİNDEKİLER

DEVAMI

Sualtı Harp Teknolojisinde Gelişmeler ve Türkiye 75

Rusya-Ukrayna Savaşı'nda Kullanılan Tek Yönlü Saldırı İHA'ları (Şahid/Geran): Tehditler, Karşı Tedbirler ve Türkiye için Çıkarımlar 80

Savunma Sanayinde Yerlileştirme ve Kritik Sistem/Cihaz/Alt Malzeme Tedariklerinde Stratejik İş Birliği Anlaşmalarının (SİA) Etkisi 85

Türk Savunma Sanayiinde Yatırım Teşviklerinin Sektörel Büyüme Performansı Üzerindeki Etkisi: 2012-2023 Dönemi Ampirik Analizi 89

Yerli ve Millî Savunma Ürünlerinin İhracat Stratejisi ve Afrika Açılımı 92

Yönlendirilmiş Enerji (Lazer) Silah Sistemleri: Önemi, Stratejik Avantajları ve Türkiye'deki Geliştirme Programları (Alka Örneği) 96

Savunma Sanayi Ekosisteminde İş Ortaklığı Geliştirmede Etkin Satış ve Pazarlama Stratejileri 100

Günümüz Savunma Sanayisine Alternatif Bir Senaryo: Mağara Kullanımı 103

Savunma Sanayiinde Dijital İkiz Teknolojisinin Üretim Verimliliği ve Risk Yönetimine Etkisi 106

Yerli Savunma Girişimlerinde Liderlik ve Kurumsal Kültürün İnsan Kaynağına Etkisi 110

Savunma Sanayii Girişimcilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi ve İnovasyon Odaklı Girişimcilik Yapılanması 113

Savunma Sanayinde Dijital Dönüşüme Hazırlık Aşamasında Süreç Sınıflandırma Çerçevesi Yaklaşımının Rolü 116

Ateşli Silahlarda Katmanlı Üretim Teknolojisinin Kullanımı 119

Savunma Sanayinde Yapay Zeka Destekli Kestirimci Bakım Sistemlerinin Uygulanabilirliği ve Katkısı 123

Ateş Serbest-2026 Tatbikatı Başarıyla Tamamlandı 125

IAC 2026: Türkiye'nin Uzay Vizyonu ve Küresel Buluşma 126

SAHA Akademi Araştırma Projeleri Web Sitesinde Yayında 127

Kaynakçanın tamamına ulaşmak için makalenin sonunda yer alan QR kodu okutabilirsiniz.

EDİTÖRDEN

Başeditör Sunuş

Dr. Uğur TARÇIN

Kıymetli Okuyucular,

Savunma sanayii alanındaki nitelikli çalışmaları ve sektörün önde gelen isimlerinin yazılarını okuyucusuyla buluşturan SAHA Akademi Dergisi'nin dördüncü sayısıyla yeniden karşınızdayız.

Bu sayımızın temelini, 2025–2026 SAHA Akademi MBA Programı mezunlarının hazırladığı araştırma projeleri oluşturuyor. Saha deneyimini akademik birikimle buluşturan bu özgün çalışmalara beşinci ve altıncı sayılarımızda da yer vermeye devam edeceğiz. Milli gücümüz içinde kuvvet çarpanı olan savunma sanayiimize bu yolla katkı sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz.

Geride bıraktığımız beş ay, savunma sanayiimiz için rekorlarla dolu bir dönem oldu. Çelik Kubbe kapsamında Haziran, Temmuz ve Ekim aylarında imzalanan milyarlarca avroluk sözleşmeler katmanlı hava savunma mimarimizi somut bir güce dönüştürürken, Ekim'deki imza ASELSAN tarihinin tek seferdeki en büyük sözleşmesi olarak kayıtlara geçti. SAHA 2026'da imzalanan seri üretim sözleşmesiyle Milli Muharip Uçağımız KAAN yeni bir evreye girdi. ANKA-3 siparişleri ve Ateş Serbest-2026 Tatbikatı'nda müşterek harekât kabiliyetlerini sergileyen Baykar'ın milli ve özgün platformlarıyla insansız sistemlerdeki iddiamız güçlendi. Şanlıurfa'daki TEKNOFEST, başarılarımızı sürdürecek genç insan kaynağımızı gözler önüne serdi. Defense News Top 100 listesinde beş şirketimizin yer alması, yıl içinde imzalanan yeni sözleşmelerin ulaştığı hacim ve Türkiye'nin savunma ihracatında ilk kez dünya sekizinciliğine yükselmesi, sektörümüzün küresel ölçekteki yükselişini tescilledi.

Bu yükselişin önemli aktörlerinden SAHA İstanbul'da da görev değişikliği oldu. Genel Sekreterlik görevini devralan Sayın Muttalip Tütüncü'ye hayırlı olsun diyor, kendisinin Türkiye'nin en büyük savunma ve havacılık kümelenmesine değerli katkılar sunacağına inanıyorum.

Sektör-akademi-kamu iş birliğini güçlendiren bu sayımızın tüm paydaşlarımız için yol gösterici olmasını temenni ediyorum. Bir sonraki sayımızda yeni çalışmalarla buluşmak üzere, hepinize sağlıklı günler ve keyifli okumalar!

Mavi Vatan'ın Gücünde Millî İmza: ASPİLSAN Enerji

YAZAR
Prof. Dr. Ahmet Turan ÖZDEMİR
ASPİLSAN Enerji Genel Müdürü

Türkiye'nin denizlerdeki hak ve menfaatlerini koruma kararlılığı, güçlü deniz platformlarının yanı sıra bu platformların ihtiyaç duyduğu kritik teknolojilerin de millî imkânlarla geliştirilmesini gerektirmektedir. Savunma sanayisinde sürdürülebilir bir teknolojik bağımsızlık, yalnızca platformların tasarım ve üretiminde değil, bu platformlara operasyonel kabiliyet kazandıran alt sistemlerde de yetkinlik sahibi olmakla mümkündür.

Bu alt sistemlerin en stratejik bileşenlerinden biri enerji depolama teknolojileridir.



Depolanmış Enerji, 21. Yüzyılın Petrolüdür

"Depolanmış enerji, 21. yüzyılın petrolüdür" ifadesi, enerjinin günümüz teknolojilerindeki stratejik değerini ortaya koyan güçlü bir benzetmedir. Enerjiyi üretmek kadar, ihtiyaç duyulan yerde, ihtiyaç duyulan zamanda, güvenilir ve etkin biçimde kullanıma sunabilmek de kritik bir yetkinlik hâline gelmiştir. Özellikle savunma sistemlerinde enerji depolama kabiliyeti; görev süresi, operasyonel süreklilik, hareket kabiliyeti ve sistem güvenilirliği üzerinde doğrudan belirleyici olabilmektedir.

Deniz platformlarında enerji ile operasyonel kabiliyet arasındaki bu ilişkinin önemi daha da belirgindir. Savaş gemilerinin kritik sistemlerinden insansız deniz araçlarına, su altı savunma sistemlerinden denizaltıların enerji ihtiyaçlarına kadar geniş bir alanda batarya teknolojileri, platformların operasyonel etkinliğini destekleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır.

1981 yılında Türk Silahlı Kuvvetlerimizin enerji ihtiyaçlarına yönelik çözümler geliştirmek amacıyla kurulan ASPİLSAN Enerji, 45 yıllık tecrübesini bugün ileri batarya teknolojileri, enerji depolama sistemleri ve yerli üretim kabiliyetleriyle geleceğe taşımaktadır.

Deniz platformlarına yönelik geliştirdiğimiz bataryalar, insansız deniz araçlarına sunduğumuz enerji çözümleri ve su altı sistemlerine yönelik çalışmalarımız, deniz savunma teknolojilerindeki mühendislik birikimimizin somut yansımalarıdır. Bu birikimi, geleceğin deniz platformlarının ihtiyaçlarına cevap verecek daha ileri teknolojilere dönüştürmeyi stratejik önceliklerimiz arasında görüyoruz.

Deniz Platformlarında Millî Enerji ve Deniz Tipi Batarya Sistemleri

Türkiye'nin deniz platformlarında ulaştığı teknolojik yetkinlik, savunma sanayimizin gurur kaynaklarından biridir. Bu platformlarda kullanılan kritik alt sistemlerin millîleştirilmesi de söz konusu kazanımın sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

ASPİLSAN Enerji olarak Türk Deniz Kuvvetlerimizin farklı platformlarının enerji ihtiyaçlarına cevap veren geniş bir ürün portföyüne sahibiz. Deniz platformlarına yönelik geliştirdiğimiz deniz tipi bataryalar, farklı görev

ve kullanım koşullarının gerektirdiği özel mühendislik yaklaşımlarıyla şekillenmektedir.

Deniz ortamındaki nem, tuzluluk, titreşim, darbe ve sıcaklık değişimleri; batarya sistemlerinin tasarımında mekanik dayanım, elektriksel güvenlik, çevresel uygunluk ve uzun hizmet ömrünün birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle deniz tipi bataryalarda performans kadar güvenilirlik, bakım ve işletme koşulları ile platform uyumluluğu da önem taşımaktadır.

ASPİLSAN Enerji olarak deniz tipi batarya sistemlerinde tasarım, üretim, test ve doğrulama süreçlerini bütüncül bir mühendislik yaklaşımıyla ele alıyoruz. Amacımız, deniz platformlarının farklı enerji ihtiyaçlarına uygun, güvenilir ve sürdürülebilir millî çözümler geliştirmektir.

Bu alanda kazandığımız tecrübe, mevcut ürünlerimizin ötesinde, geleceğin deniz sistemlerine yönelik teknoloji geliştirme faaliyetlerimiz için de önemli bir temel oluşturmaktadır.

İnsansız Su Üstü ve Su Altı Araçlarında Enerji Teknolojileri

Deniz harp ortamında yaşanan teknolojik dönüşüm, insansız sistemlerin önemini giderek artırmaktadır. İnsansız su üstü araçları ile insansız su altı araçları, farklı görev alanlarında deniz kuvvetlerinin operasyonel kabiliyetlerini tamamlayan önemli unsurlar hâline gelmektedir.

Bu platformların etkinliğinde enerji depolama sistemlerinin belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Özellikle görev süresi, enerji verimliliği, sistem güvenliği ve sınırlı hacimlerde yüksek enerji kapasitesine ulaşılması, batarya teknolojilerinin geliştirilmesinde öne çıkan gereksinimlerdir.

ASPİLSAN Enerji olarak insansız deniz araçlarına yönelik çözümler geliştirmekteyiz. Farklı platformların görev profillerine uygun enerji çözümleri sunarken güvenilirlik, performans ve sistem entegrasyonunu birlikte değerlendiriyoruz.

İnsansız deniz sistemlerinin gelecekte daha geniş görev alanlarında kullanılacağı öngörülmektedir. Bu gelişim, enerji depolama teknolojilerinde daha yüksek performans, gelişmiş güvenlik ve platforma özgü mühendislik çözümlerine duyulan ihtiyacı da artıracaktır.

ASPİLSAN Enerji olarak bu dönüşümü yalnızca mevcut ihtiyaçlara cevap verilmesi gereken bir alan olarak değil, ülkemizin gelecekteki deniz savunma kabiliyetlerine katkı sağlayacak stratejik bir teknoloji gelişim fırsatı olarak değerlendiriyoruz.

Su Altı Savunma Sistemlerinde Kritik Yetkinlik

Su altı savunma sistemleri, enerji depolama teknolojilerinin özel mühendislik gereksinimleriyle öne çıktığı alanlardan biridir. Su altı sistemlerinde kullanılan batarya çözümleri, ilgili platformun görev koşullarına uygun performans ve yüksek güvenilirlik gerektirmektedir.

ASPİLSAN Enerji olarak su altı platformlarına yönelik batarya sistemleri geliştiriyor, bu alandaki mühendislik ve üretim yetkinliğimizi artırıyoruz.

Su altı batarya sistemlerinde ürünün kullanım amacı, operasyonel gereksinimleri, güvenlik koşulları ve hizmet ömrü birlikte ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, yalnızca enerji kapasitesine odaklanmak yerine bataryanın bütün yaşam döngüsü boyunca güvenilirliğini esas alan bir mühendislik anlayışını gerekli kılmaktadır.

Su altı savunma sistemlerine yönelik çalışmalarımızı, ülkemizin kritik teknolojilerde yerli tasarım ve üretim yetkinliğinin güçlendirilmesi açısından önemli görüyoruz. Bu alandaki tecrübemizin, gelecekteki farklı su altı projelerine ve enerji ihtiyaçlarına da katkı sağlayacağına inanıyoruz.

Hücreden Sisteme Uzanan Teknolojik Yetkinlik

Batarya teknolojilerinde kalıcı ve sürdürülebilir bir yetkinlik oluşturabilmek, yalnızca nihai ürün geliştirmekle sınırlı değildir. Hücre teknolojileri, malzeme bilgisi, sistem tasarımı, batarya yönetimi, üretim süreçleri ve test altyapısı birbirini tamamlayan bir teknoloji bütününü oluşturmaktadır.

ASPİLSAN Enerji'nin önemli avantajlarından biri, batarya sistemleri alanındaki uzun yıllara dayanan mühendislik tecrübesini Türkiye'de

oluşturduğu lityum iyon hücre üretim altyapısıyla bir araya getirebilmesidir.

Kayseri'de kurduğumuz lityum iyon hücre üretim tesisimiz, ülkemizin enerji depolama teknolojilerinde sanayileşme kabiliyeti kazanması açısından stratejik bir yatırımdır.

Bu yatırımın değerini yalnızca üretim kapasitesiyle değerlendirmiyoruz. Hücre teknolojilerinde oluşan bilgi birikiminin, nitelikli insan kaynağının, üretim tecrübesinin ve Ar-Ge altyapısının uzun vadede ülkemize kazandıracağı teknolojik yetkinliği de aynı derecede önemsiyoruz.

Savunma sanayisinde ihtiyaç duyulan batarya sistemleri, uygulama alanlarına göre farklı hücre kimyaları, performans özellikleri ve güvenlik gereksinimleri barındırmaktadır. Bu nedenle hücre üretim altyapımızı ve batarya sistemleri alanındaki kabiliyetlerimizi, gelecekte geliştirilecek özel teknolojiler açısından birbirini tamamlayan stratejik yetkinlikler olarak değerlendiriyoruz.

Bizim için asıl hedef, yalnızca batarya üretmek değil; batarya teknolojilerini geliştiren, bu alanda bilgi ve teknoloji birikimi oluşturan ve kritik ihtiyaçlara millî çözümler sunabilen sürdürülebilir bir teknoloji ekosisteminin güçlendirilmesine katkı sağlamaktır.

Gelecek Vizyonumuz: Denizaltı Enerji Teknolojileri

Deniz savunma teknolojilerinin geleceğinde enerji depolama sistemlerinin stratejik öneminin daha da artacağı açıktır. Özellikle denizaltılar, enerji teknolojilerinin platform kabiliyetleriyle doğrudan ilişkili olduğu en önemli uygulama alanları arasında yer almaktadır.

Türkiye'nin deniz platformlarında ulaştığı mühendislik ve üretim yetkinliğinin, kritik enerji sistemlerinde de geliştirilmesi uzun vadeli teknolojik bağımsızlık açısından önem taşımaktadır.

ASPİLSAN Enerji'nin geleceğe yönelik stratejik vizyonunun önemli başlıklarından biri, denizaltı enerji sistemlerine yönelik teknoloji çalışmalarını ilerleterek bu alandaki yetkinliğimizi daha üst seviyelere taşımaktır.

Bu vizyonu, hücre teknolojilerinden batarya sistemlerine uzanan mühendislik birikimimizi daha ileri bir seviyeye taşıma hedefimizin doğal bir devamı olarak görüyoruz. Denizaltı enerji sistemleri gibi stratejik alanlarda başarı; uzun vadeli teknoloji geliştirme yaklaşımını, güçlü mühendislik altyapısını ve savunma sanayisi ekosistemindeki kurumlar arasında etkin iş birliğini gerektirmektedir.

ASPİLSAN Enerji olarak bu alandaki hedefimizi, ülkemizin gelecekteki ihtiyaçlarına katkı sağlayacak uzun vadeli bir teknoloji vizyonu çerçevesinde ele alıyoruz.

Mavi Vatan'ın Geleceğine Millî Enerjiyle Katkı

Türkiye'nin savunma sanayisinde elde ettiği kazanımlar, yalnızca belirli platformların veya sistemlerin geliştirilmesiyle değil, bu platformları mümkün kılan teknolojik altyapının güçlendirilmesiyle kalıcı hâle gelmektedir. Enerji depolama teknolojileri de bu altyapının vazgeçilmez unsurlarından biridir.

ASPİLSAN Enerji olarak su üstü platformlarından insansız deniz araçlarına ve su altı çözümlerine kadar geniş bir yelpazede geliştirdiğimiz sistemlerle deniz savunma sanayimizin millî kabiliyetlerine katkı sunuyoruz.

Önümüzdeki dönemde temel önceliğimiz, mevcut mühendislik ve üretim yetkinliklerimizi derinleştirmek, ileri batarya teknolojilerinde ülkemizin bilgi birikimini güçlendirmek ve geleceğin deniz platformlarının enerji ihtiyaçlarına yönelik çözümler geliştirmektir.

İnanıyoruz ki Mavi Vatan'da güçlü ve sürdürülebilir bir varlık gösterebilmek, deniz platformlarımızın yanı sıra bu platformlara kabiliyet kazandıran kritik teknolojilerde de millî yetkinliklerin geliştirilmesine bağlıdır.

ASPİLSAN Enerji olarak hedefimiz, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan güvenilir enerji sistemleri üretirken yarının stratejik teknolojilerini geliştirebilecek bilgi birikimini ve mühendislik gücünü oluşturmaktır.

Çünkü Mavi Vatan'ın geleceğinde millî enerji teknolojileri, teknolojik bağımsızlığımızın ve savunma kabiliyetlerimizin önemli dayanaklarından biri olmaya devam edecektir.

Mavi Vatan'ın gücü, millî enerjimizle büyüyecektir.

Değişen Muharebe Sahasında Ana Muharebe Tanklarının Yeri ve Önemi

YAZAR
Mehmet KARAASLAN
BMC Savunma Genel Müdürü

Muharebe sahası her değiştiğinde, sahanın en önemli unsurlarından biri olan tankın da sahadaki hakimiyeti doğal olarak sorgulanır. Dolayısıyla son dönemde yaşanan savaş ve çatışmalarda muharebe sahasında görülen yeni tip tehditlere bakınca, bugün de bu tartışmalar gündemde yer alıyor. Ukrayna'da FPV (birinci şahıs görüşlü) ve kamikaze dronlar ile gelişmiş tanksavar füzeleri zırhlı araçlara ciddi kayıplar verdirdi; bunu görmezden gelmek mümkün değil. Bizim değerlendirmemiz, sahada bu tehditler bulunsa da Ana Muharebe Tanklarının (AMT) ortadan kalkmayacağı, ancak değişen şartlara uyum sağlamak zorunda olduğu yönünde. Bu uyumun merkezinde zırhın kalınlığından çok, korumanın nasıl kurgulandığı yer alıyor. Bu yazıda AMT'nin neden vazgeçilmez olduğunu, tank ile tanksavar tehditleri arasındaki sonu gelmeyen mücadeleyi ve yerli imkânlarımızla bu yeni döneme nasıl hazır olabileceğimizi en kısa haliyle ele alıyoruz.

Tank, I'inci Dünya Savaşı'nda, siper savaşının kilitlendiği cepheleri açmak için, 15 Eylül 1916'da Somme Muharebesi'nin Flers-Courcelette safhasında İngilizler tarafından ilk kez savaşa sokuldu. Bu yeni savaş aracına verilen karşılık da gecikmedi. Almanlar önce çelik çekirdekli piyade tüfeği fişeğine, 1918'de ise fil avı tüfeklerinden esinlenen 13,2 mm'lik Mauser Tankgewehr'e yöneldi; bu, tarihin ilk özel tanksavar silahıydı. İkinci Dünya Savaşı'nda tanksavar silahı piyadenin omuz çukurundan omzunun üstüne çıktı: bazuka, Panzerfaust, Panzerschreck. Tank ise zırhını kalınlaştırdı, topunu büyüttü.

Tank ile tanksavar arasındaki bu yarış yüz yılı aşkın süredir sürüyor. Her dönemde tehdit değişti, tank da değişti. İçinde bulunduğumuz yeni dönemin özelliği, tehdidin maliyetinin çok düşük, verdirdiği zayiatın çok büyük olması.



Bugün tanklar için tehdit ortamı iki silahla tanımlanıyor. İlki gelişmiş tanksavar füzeleri. Javelin ve NLAW(tek kullanımlık, hafif ve omuzdan atılan kısa menzilli tanksavar füze sistemi) gibi sistemler tankı zırhının en zayıf olduğu yerden, tepesinden vuruyor. İkincisi FPV ve kamikaze dronlar. Bunların birim maliyeti çoğu zaman bin doların altında. Royal United Services Institute (RUSI) analisti Jack Watling, Ukrayna'da Rus tanklarının imhasının üçte ikisinden İHA'ları sorumlu tutuyor. Rakamlar kaynağa göre değişiyor, ama yön tartışmasız: bir yanda birkaç yüz dolar, öbür yanda milyonlarca dolar.

Savunmanın en kolay cevabı olan elektronik karıştırma da artık yetmiyor; fiber optik kabloyla yönetilen dronlar karıştırmadan etkilenmiyor. Zırhın kalınlığı ise bu denklemin yalnızca bir bileşeni.

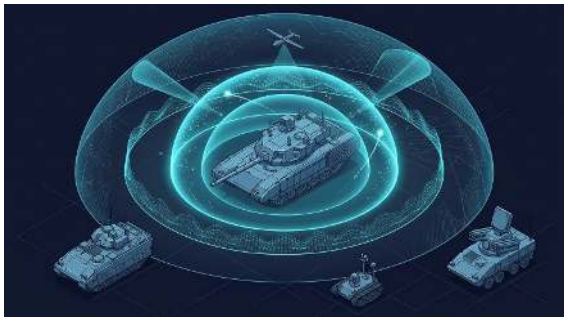
Tehdit tepeden geliyorsa, savunmanın da tepeden başlaması gerekir. FPV dronlar tankın tavan zırhını, açık bırakılan mürettebat kapaklarını ve motor bölmesini hedef alıyor. Rus tankları kulelerine doğaçlama kafes zırhlar ekledi. Bunlar bazı tehditlerin etkisini azaltabilir ama gelişmiş bir tanksavara karşı yeterli koruma sağlamaz; FPV operatörleri ise kafeslerdeki küçük boşlukları bile kullanıp içeri sızabiliyor.

Tehdidin tüm bu unsurlarına bakınca, çözümü tek bir sistemde aramak yanıltıcı görünüyor. Aktif savunma önlemleri beka kabiliyetinin yükünü tek başına taşımamalı; aktif ve pasif önlemler birlikte planlanmalı ve kullanılmalı. Çin'deki analizler de aynı yöne işaret ediyor: erken uyarı, işlevsel imha (sisleme, elektronik karşı tedbir vb.), fiziksel imha, kamuflaj ve aldatıcılar bir arada kullanılmalı.

Tankın etrafı da değişmek zorunda. Analistlere göre 2022'de Rus tank kayıplarının birçoğu hatalı kullanımdan, yetersiz piyade, topçu ve hava desteğinden kaynaklandı. Görünen o ki, tankı korumanın ilk yolu, onu yalnız bırakmamak.

ALTAY'ın aktif koruma katmanını ASELSAN'ın özgün olarak geliştirdiği AKKOR Aktif Koruma Sistemi oluşturuyor. AKKOR, tank üzerine entegre edilmiş radar, mühimmat atıcıları ve elektronik ünitelerden oluşuyor; hem fiziksel imha (hard-kill) hem işlevsel imha (soft-kill) yapabiliyor, tank mürettebatını lazer kullanan tehditlere karşı uyarıyor ve 360 derece koruma sağlıyor. Ancak ana tasarım amacı, yakın mesafeden atılan tanksavar roketlerini ve daha uzak mesafelerden atılabilen güdümlü tanksavar füzelerini durdurmak. FPV dron ise roket ve füzeden farklı bir hedef: radar kesit alanı, hızı ve hareket paterni değişken, alçaktan veya yüksekten gelebilen, manevra yapabilen bir tehdit.

AKKOR'un mimarisi modüler ve bu yapının FPV gibi dron tehditlerine karşı yükseltilmeye de elverişli





olduğunu değerlendiriyoruz. Dünyadaki örnekler de aynı yöne evriliyor. Çin'in yeni nesil tankındaki aktif koruma sistemi, selefine göre yukarı bakan ek bir radar anteni taşıyor; test görüntülerinde de sistemin tepeden inen bir tehdidi, yandan gelen bir tehditle aynı anda etkisiz kıldığı görülüyor. ASELSAN'ın dronsavar alanındaki birikimi ve yüksek teknolojisi bu alanlarda da mutlaka yeni çözümler sunacaktır. Ekosistemimizdeki diğer firmalar da dron tehditlerinin tespiti, teşhisi ve bertarafına yönelik çok etkin araç üstü yeni sistemler geliştiriyor. En son Ateş Serbest 2026 Tatbikatı'nda, farklı firmalarımızın dronlara karşı tank üzerinde de kullanılma potansiyeli olan yeni sistemler geliştirdiğini gördük. BMC olarak, ALTAY'ın asli görevini engellemeyen ve platform şişmesine (system bloat) yol açmayan bu türden sistemleri ALTAY'a entegre ederek Komutanın karar silahı konumundaki tankın bekasına önemli bir katkı sağlayabiliriz.

Yıllar içinde birlikte çalıştığımız Komutanlardan öğrendiğimiz bazı ilkeler var: tank ve piyade olmadan bir arazi parçası ele geçirilemez ve elde tutulamaz. Bu ilke, tankın korunmasının da temelidir. Bir diğer ilke de muharebe için uygun bir teşkilatlanma anlayışında saklı; farklı unsurlar eş zamanlı kullanılır ve her biri diğerinin açığını kapatır. Tankın yanında harekâta katılan mekanize piyade araçlarının tankı tanksavar timlerine karşı yakın mesafede koruması; havan ve topçunun bu timleri bastırması; istihkâm araçlarının mayınları ve engelleri temizlemesi; hava savunma ve elektronik harp araçlarının dron tehdidini tanka ulaşmadan bertaraf etmesi mümkündür. Tankın üzerindeki aktif koruma ve diğer yenilikçi dronsavar sistemler de bu mimarinin en içteki katmanları olarak düşünülebilir. Bu durumda asıl güç, katmanların birlikte çalışmasından gelecektir.

Bu iş birliğine tankla birlikte ilerleyen insansız kara araçları (İKA) da katılabilir; algılama ve karşı dron yüklerini taşıyarak asli güç olan tank ve piyadenin korunmasına katkı sağlayabilirler. Ancak günümüz muharebe sahasında İKA'lar da hedef. Bu yüzden hafif, ucuz ve harcanabilir olmalılar; komuta-kontrol bağları da karıştırmaya karşı dayanıklı olmalıdır.

Tankın sahadaki gerekliliğini sorgulatan en önemli unsur, aslında tankın etkinliği değil, maliyet: birkaç yüz dolarlık bir dronun, milyonlarca dolarlık bir tankı vurabiliyor olması. Bu argüman ciddiye alınmalı ve hem teknik hem de taktik anlamda çözümler üretilmelidir. Bununla birlikte, bir sistemin vurulabiliyor olması ona duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmaz. Örneğin Rusya-Ukrayna Savaşı'nda hava savunma sistemlerinin de dronlar tarafından vurulabildiği görüldü. Ancak bu durum, hava savunmaya duyulan ihtiyacın sorgulanmasını değil, onu nasıl daha iyi koruyacağımız sorusunu keskinleştirdi.

Tank için de soru benzer. Kara savaşında ateş gücünü, zırhı ve mobiliteyi bu kadar güçlü seviyede bir araya getiren tanktan başka bir platform yok. Sonuç olarak net değerlendirmemiz, tankların ortadan kalkmayacağı, değişen şartlara uyum sağlayacağı yönünde.

"Tanklar ortadan kalkmayacak, değişen şartlara uyum sağlayacak."

Son yıllarda dünyanın önde gelen ordularına sahip ülkelerin uygulamalarına bakınca da bu yönelimin yalnızca bizim değerlendirmemiz olmadığını görüyoruz. Yeni tank tasarım ve tedarikleri ile mevcut filoların modernizasyonları hız kesmeden devam ediyor. Leopard 2A8'in ilk örnekleri aktif koruma sistemiyle birlikte 2025'te Almanya ve Norveç'e teslim edildi; Hollanda, Litvanya, Çekya ve Hırvatistan için de bu sistemin tedariki Ocak 2026'da sözleşmeye bağlandı. İngiltere, Challenger 3'e aktif koruma sistemi entegre ettiriyor. ABD'nin Ocak 2026'da ilk prototipi görücüye çıkan yeni nesil Abrams'ı (M1E3), tanksavar füzelerinin yanında silahlı dron ve gezinen mühimmata karşı da etkin olması beklenen bir aktif korumayla sunuluyor. Güney Kore, K2 tankları için aktif koruma, dron ve el yapımı patlayıcı (EYP) karıştırıcısı içeren yükseltme programını Ağustos 2026'da onayladı. Çin'in 2025'te tanıttığı yeni nesil tankı, aktif korumayı mürettebatsız kuleyle birleştiriyor.

Ortak çizgi açık görünüyor: aktif koruma, üstten koruma, dronsavar tedbirler ve katmanlı yaklaşım. ALTAY ve varyantları da bu çizgiyle uyumlu bir yol izliyor.

Muharebe sahası değişiyor; değişmeyen tek şey ise, arazinin hâlâ tank ve piyade tarafından ele geçirilip elde tutulduğu gerçeği. BMC olarak, önümüzdeki dönemde önceliğimiz, Komutanlarımızın yönlendirmeleri ve muharebe sahasının gerekleri doğrultusunda, ALTAY'ın koruma katmanlarını güçlendirmek, onu muharebe için teşkilatlanma anlayışı içinde diğer unsurlarla birlikte daha etkin görev yapabilir hâle getirmek ve bunu yerli savunma sanayi ekosistemimizin ve mühendislerimizin birikimiyle yapmak olacaktır.



Millî Mühendislik, Teknolojik Güç ve Caydırıcılık

YAZAR
Özgür GÜLERYÜZ
STM Genel Müdürü

Küresel güvenlik mimarisinin yeniden şekillendiği, jeopolitik rekabetin derinleştiği ve bölgesel çatışmaların uluslararası istikrarı tehdit ettiği kritik bir dönemden geçiyoruz. Yakın coğrafyamızda ve dünyanın farklı bölgelerinde yaşanan savaşlar, artan güvenlik riskleri ve yeni teknolojilerin harekât sahasındaki etkileri, savunma stratejilerini köklü biçimde değiştiriyor. Bu gelişmeler, güçlü bir savunma sanayiinin yalnızca askerî kapasitenin değil, millî egemenliğin, stratejik bağımsızlığın ve etkin caydırıcılığın da temel güvencelerinden biri olduğunu ortaya koyuyor.



Yeni Rekabetin Belirleyicileri: Hız, Maliyet ve Üretim Gücü

Son yıllardaki çatışmalar, savunma sanayiinde yeni bir gerekliliği öne çıkarıyor: ileri teknoloji geliştirmenin yanında, ihtiyaç duyulan çözümü en kısa sürede, maliyet etkin biçimde ve yeterli üretim kapasitesiyle sahaya sunabilmek. Özellikle sarf edilebilir insansız sistemler, düşük maliyetle yüksek operasyonel etki sağlayan çözümler ve ölçeklenebilir üretim modelleri, modern harekât ortamında giderek önem kazanıyor. Teknolojik üstünlüğün sürdürülebilirliği artık yenilikçilik kadar üretim çevikliği, tedarik zinciri dayanıklılığı ve seri üretim kabiliyetiyle de doğrudan ilişkili.

Bu değişim, savunma sanayii şirketlerine önemli sorumluluklar yüklüyor. Kullanıcı ihtiyaçlarını doğru analiz etmek, sahadan gelen geri bildirimleri hızla tasarım süreçlerine yansıtmak ve geliştirilen sistemleri sürdürülebilir üretim kapasitesiyle desteklemek kritik hâle geliyor. Geleceğin rekabet ortamında yalnızca ileri teknolojiyi geliştirenlerin değil, bu teknolojiyi doğru zamanda ve ihtiyaç duyulan ölçekte kullanıma sunabilenlerin öne çıkacağına inanıyoruz.

Millî Savunma Sanayiimizde Stratejik Dönüşüm

Türkiye olarak, bulunduğumuz coğrafyanın stratejik öneminin ve karşı karşıya olduğumuz güvenlik risklerinin bilinciyle, güçlü ve bağımsız bir savunma sanayiini millî güvenliğimizin temel unsurlarından biri olarak görüyoruz. Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip Erdoğan'ın liderliğinde, Savunma Sanayii Başkanlığımızın rehberliğinde hayata geçirilen tam bağımsız savunma sanayii vizyonu, ülkemizin bu alandaki yetkinliklerini ileri bir seviyeye taşıdı. Bir dönem büyük ölçüde dış tedarike dayalı olan sektörümüz, bugün özgün teknolojiler geliştiren ve yüksek katma değerli sistemlerini dünyanın farklı coğrafyalarına ihraç eden güçlü bir ekosisteme dönüştü.

Bu dönüşümün sonuçları rakamlara da yansıyor. 2002 yılında 248 milyon dolar seviyesinde olan savunma ve havacılık ihracatımız, 2025 yılında 10 milyar doları aşarken, savunma sanayiinde yerlilik oranımız yüzde 20'lerden yüzde 80'in üzerine yükseldi. Ancak bizler için asıl kazanım, Türk Silahlı Kuvvetlerimizin ihtiyaçlarını millî imkânlarla karşılayabilmek, ülkemizin caydırıcılığını güçlendirmek ve kritik teknolojilerde dışa bağımlılığı azaltmaktır.

STM'nin 35 Yıllık Millî Mühendislik Yolculuğu

1991 yılında Ankara'nın Cinnah Caddesi'ndeki bir apartman dairesinde, dört beş kişilik bir ekiple Savunma Sanayii Başkanlığına ve Türk Silahlı Kuvvetlerine danışmanlık hizmeti sunmak amacıyla başlayan STM'nin yolculuğu, bugün 900'ü aşkın nitelikli çalışanı, yurt içinde ve dışında 10'dan fazla yerleşkesi ve uluslararası projeleriyle güçlü bir mühendislik başarı hikâyesine dönüştü.

Askerî deniz platformlarından otonom sistemlere, komuta kontrol teknolojilerinden siber güvenliğe uzanan geniş bir alanda millî kabiliyetler geliştiriyoruz. Birikimimizi ülkemizin savunma ve güvenlik ihtiyaçlarına özgün çözümler sunmak, ülkemizin teknolojik bağımsızlığını güçlendirmek ve caydırıcılığına katkı sağlamak için seferber ediyoruz. Türkiye'nin ilk millî fırkateyni TCG İSTANBUL'dan ilk millî vurucu İHA'sı KARGU'ya, ülkemizin Avrupa'ya gerçekleştirdiği ilk askerî gemi ihracatından NATO'nun istihbarat yazılım altyapısına kadar pek çok önemli başarıya imza attık. Askerî denizcilikte 11 farklı tersanede yürüttüğümüz 44 askerî gemi projesiyle mühendislik kabiliyetlerimizi uluslararası ölçekte ortaya koyduk. Bu kazanımları yalnızca STM'nin değil, Türk savunma sanayiinin ulaştığı seviyenin ve üstlendiği stratejik sorumlulukların göstergesi olarak görüyoruz.

Geleceğin Savunma Teknolojileri

Farklı teknoloji alanlarında ve uluslararası projelerde edindiğimiz deneyim, savunma sanayiinde kalıcı başarının tek bir platform geliştirmekten çok daha fazlasını gerektirdiğini gösteriyor. Çeşitli disiplinlerdeki yetkinliklerin bir araya getirilmesi, sistemlerin birlikte çalışabilirliği ve değişen operasyonel ihtiyaçlara uyum sağlayabilmesi giderek önem kazanıyor.

Bu birikim, geleceğin savunma teknolojilerine yaklaşımımızı da şekillendiriyor. Yapay zekâ, heterojen sürü sistemleri, çok alanlı harekât, insansız sualtı sistemleri ve kuantum teknolojileri gibi alanların giderek daha fazla öne çıktığını görüyoruz. Verinin, otonominin ve farklı platformlar arasındaki etkileşimin operasyonel kabiliyetleri dönüştürdüğü bu dönemde, STM olarak teknolojik gelişmeleri yakından takip ediyor, mühendislik gücümüzle bu dönüşümün aktif bir parçası olmayı sürdürüyoruz.

Sürdürülebilir Başarının Temeli: İnsan Kaynağı

Bütün bu gelişmelerin merkezinde nitelikli insan kaynağı bulunuyor. Mühendislik birikimimizi güçlü bir araştırma ve geliştirme kültürüyle, üniversite-sanayi iş birlikleriyle ve stratejik yönetim yetkinlikleriyle desteklemeyi önemsiyoruz. SAHA AKADEMİ MBA gibi programların, sektörümüzün ihtiyaç duyduğu liderlik kapasitesinin gelişmesine, kurumlar arası bilgi paylaşımına ve ortak vizyonun güçlenmesine önemli katkılar sunduğuna inanıyoruz.

Savunma sanayiimizin geleceğine yönelik en önemli sorumluluklarımızdan biri de genç mühendislerimizin gelişimini desteklemek ve kurumsal bilgi birikimimizi gelecek nesillere aktarabilmek; zira teknolojik kazanımlarımızın kalıcılığı, bu başarıları daha ileri taşıyabilecek insan kaynağını yetiştirmemize bağlı.

STM olarak ülkemizin güvenliğine, teknolojik ve ekonomik bağımsızlığına ve Türk Silahlı Kuvvetlerimizin caydırıcılığına katkı sunmaya kararlılıkla devam edeceğiz. Geliştirdiğimiz her millî teknolojiyi yalnızca bir mühendislik başarısı olarak değil, Türkiye'nin güvenliğine, bağımsızlığına ve geleceğine karşı taşıdığımız sorumluluğun somut bir ifadesi olarak görüyoruz.

Çip Bağımsızlığı: Türkiye'nin Teknolojik Egemenlik Yolculuğu

YAZAR
Ali BARAN

YONGATEK

Teknolojik Bağımsızlık, En Küçük Bileşenden Başlar

Bir ülkenin teknolojik gücü, yalnızca geliştirdiği platformların büyüklüğüyle değil, o platformları oluşturan kritik teknolojilere ne ölçüde hâkim olduğuyla belirlenir. Bugün savunma sistemlerinden haberleşme altyapılarına, yapay zekâ uygulamalarından uzay teknolojilerine kadar hemen her stratejik sistemin merkezinde yarı iletkenler, başka bir ifadeyle çipler bulunmaktadır.

Modern dünyanın görünmeyen ancak vazgeçilmez yapı taşları olan çipler, artık yalnızca elektronik endüstrisinin bir bileşeni değil; ekonomik güvenliğin, savunma kabiliyetinin ve teknolojik egemenliğin belirleyici unsurlarından biri hâline gelmiştir.

Son yıllarda küresel ölçekte yaşanan tedarik zinciri kırılmaları, jeopolitik gelişmeler ve teknolojiye erişim üzerindeki kısıtlamalar, yarı iletken sektörünün stratejik önemini daha da görünür kılmıştır. Bir zamanlar ağırlıklı olarak maliyet, performans ve verimlilik ekseninde değerlendirilen çip teknolojileri, bugün ülkelerin uzun vadeli güvenlik ve kalkınma politikalarının merkezinde yer almaktadır.

Bu gelişmeler bizlere önemli bir gerçeği hatırlatmaktadır: Teknolojiyi kullanabilmek ile o teknolojiyi tasarlayabilmek, geliştirebilmek ve sürdürülebilir biçimde üretebilmek aynı şey değildir.

Gerçek teknolojik bağımsızlık, kritik sistemlerin temel bileşenlerine ilişkin bilgi birikimine, tasarım kabiliyetine ve fikrî mülkiyete sahip olmakla mümkündür.

Savunma Sanayiinde Çip Tasarımının Stratejik Önemi

Türkiye, son yirmi yılda savunma sanayiinde önemli bir dönüşüm gerçekleştirmiştir. İnsansız



hava araçlarından radar sistemlerine, elektronik harp çözümlerinden haberleşme ve uydu teknolojilerine kadar birçok alanda geliştirilen yerli sistemler, ülkemizin mühendislik ve sistem geliştirme yetkinliğinin ulaştığı seviyeyi ortaya koymaktadır.

Ancak bu başarıların sürdürülebilirliği, sistemlerin içerisinde kullanılan kritik elektronik bileşenlerde de yetkinlik kazanılmasını gerektirmektedir.

Gelişmiş bir radarın sinyal işleme kabiliyeti, bir insansız platformun görüntü işleme performansı veya güvenli bir haberleşme sisteminin veri işleme kapasitesi, büyük ölçüde kullanılan yarı iletken teknolojilerinin sunduğu imkânlarla şekillenmektedir.

Dolayısıyla savunma sanayiinde yerlileşmenin bir sonraki aşaması, yalnızca nihai sistemlerin

geliştirilmesi değil, bu sistemlerin teknolojik çekirdeğini oluşturan bileşenlerin de millî imkânlarla tasarlanabilmesidir.

Burada önemli olan yalnızca ithal edilen bir çipin yerine yerli bir alternatif geliştirmek değildir. Asıl hedef; ihtiyaçlara özgü mimariler tasarlayabilmek, kritik fonksiyonları tek bir çip üzerinde bütünleştirebilmek, güvenlik ve performans gereksinimlerini tasarım aşamasında karşılayabilmek ve ortaya çıkan fikrî mülkiyet üzerinde söz sahibi olabilmektir.

Çünkü stratejik sistemlerde bağımsızlık, o sistemlerin karar veren, hesaplayan, algılayan ve haberleşen bileşenlerinde de bağımsız olmayı gerektirir.

Çip Tasarımında Yetkinlik Kazanmak: Tüketiciden Teknoloji Geliştiricisine

Yarı iletken endüstrisi, dünyanın en karmaşık ve yüksek katma değerli teknoloji ekosistemlerinden biridir. Bir çipin ortaya çıkması; sistem mimarisinden devre tasarımına, doğrulamadan fiziksel tasarıma, üretimden paketleme ve test süreçlerine kadar çok sayıda uzmanlık alanının birlikte çalışmasını gerektirir.

Bu nedenle yarı iletkenlerde güçlü bir konuma ulaşmak, yalnızca üretim tesislerine yatırım yapmakla mümkün değildir. Tasarım bilgisi, yetişmiş insan kaynağı, doğrulama altyapısı, özgün fikrî mülkiyet ve sürdürülebilir bir sanayi ekosistemi de en az üretim kapasitesi kadar önemlidir.

Bugün küresel yarı iletken sektöründe farklı ülkelerin ve şirketlerin tasarım, üretim, ekipman, yazılım ve paketleme gibi alanlarda uzmanlaşması, bu endüstrinin çok katmanlı yapısını ortaya koymaktadır.

Türkiye açısından da gerçekçi ve sürdürülebilir yaklaşım, mevcut mühendislik kabiliyetlerimizi stratejik bir odakla geliştirerek uluslararası değer zincirinin daha yüksek katma değerli aşamalarında güçlü bir konum elde etmektir.

Özellikle uygulamaya özgü tümleşik devreler (ASIC), çip üzerinde sistem (SoC), mikrodenetleyiciler, görüntü işlemcileri ve haberleşme teknolojilerine yönelik yarı iletken çözümler, ülkemizin mevcut mühendislik birikimini rekabetçi ürünlere dönüştürebileceği önemli alanlardır.

Türkiye'nin hedefi yalnızca çip kullanan bir ülke olmak değil, kendi teknolojik ihtiyaçlarına yönelik çipleri tasarlayan, fikrî mülkiyet geliştiren ve bu ürünleri dünya pazarlarına sunabilen bir ülke olmak olmalıdır.

Yongatek'in Yolculuğu: Mühendislik Birikiminden Özgün Çip Ürünlerine

Yongatek Mikroelektronik olarak 2014 yılından bu yana yarı iletken tasarımı, doğrulama ve ileri elektronik sistemler alanlarında faaliyet gösteriyoruz.

Kuruluşumuzdan itibaren temel yaklaşımımız, Türkiye'de uluslararası standartlarda mühendislik yetkinliği oluşturmak ve bu birikimi zaman içerisinde özgün teknoloji ve ürünlere dönüştürmek oldu.

Bugün ASIC, SoC, FPGA (sahada programlanabilir kapı dizisi), gömülü sistemler, görüntü işleme ve yeni nesil haberleşme teknolojileri alanlarında yürüttüğümüz çalışmalarla, farklı sektörlerin ihtiyaç duyduğu yüksek katma değerli çözümler geliştiriyoruz.

Bu yolculukta önemli bir aşamayı, mühendislik hizmetlerinden elde ettiğimiz bilgi birikimini kendi çip tasarımlarımıza ve fikrî mülkiyet varlıklarımıza dönüştürerek kaydediyoruz.

Geliştirdiğimiz ÇELİK mikrodenetleyici ve SAKA FPGA SoC projeleri, bu yaklaşımın somut örnekleri arasında yer almaktadır. Bunun yanında KIRMIK işlemci ailesiyle görüntü işleme ve yapay zekâ uygulamalarına yönelik özgün yarı iletken mimarileri üzerinde çalışmalarımızı sürdürüyoruz.

Bizim açımızdan bu projelerin önemi, yalnızca ortaya çıkan teknolojik ürünlerden ibaret değildir. Her bir tasarım; ülkemizde yeni mühendislik yetkinliklerinin oluşmasına, tasarım ve doğrulama süreçlerinde deneyim kazanılmasına ve yarı iletken ekosisteminin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Çip geliştirmek uzun soluklu bir süreçtir. Başarılı bir tasarımın ortaya çıkması kadar, bu tasarımın doğrulanması, üretilmesi, test edilmesi ve ticari bir ürüne dönüştürülmesi de kritik önemdedir.

Bu nedenle tasarımdan ürüne, üründen seri üretime uzanan bütüncül bir yetkinlik oluşturmayı stratejik önceliklerimizden biri olarak görüyoruz.

Ekosistem Olmadan Teknolojik Bağımsızlık Mümkün Değil

Yarı iletken sektöründe kalıcı başarı, tek bir şirketin veya kurumun çabasıyla elde edilemez.

Üniversitelerin araştırma kapasitesi, sanayinin ürün geliştirme deneyimi, kamunun stratejik yönlendirmesi, yatırım kuruluşlarının uzun vadeli finansman desteği ve nitelikli insan kaynağının aynı hedef doğrultusunda buluşması gerekir.

Özellikle çip tasarımında yetişmiş mühendis ihtiyacı, sektörün gelişimi açısından belirleyici bir unsurdur. Bir yarı iletken tasarımının gerektirdiği bilgi birikimi, teorik eğitimin yanı sıra gerçek projelerde edinilen uzun süreli deneyimle gelişmektedir.

Bu nedenle genç mühendislerin ileri teknoloji projelerinde görev alabilmesi, üniversite-sanayi iş birliklerinin güçlendirilmesi ve ülkemizde sürdürülebilir kariyer imkânlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

Diğer taraftan yarı iletken projeleri, yüksek başlangıç maliyetleri ve uzun ürün geliştirme döngüleri nedeniyle sabırlı ve stratejik finansman modellerine ihtiyaç duymaktadır.

Kamu, özel sektör ve yatırım ekosisteminin ortak hareket etmesi, Türkiye'de geliştirilen çip tasarımlarının laboratuvar aşamasından ticari ürünlere dönüşmesini hızlandıracaktır.

Bu noktada SAHA İstanbul gibi sanayi kümelenmeleri ve SAHA Akademi gibi bilgi paylaşımını ve yetkinlik gelişimini destekleyen yapılar, savunma sanayiinin farklı katmanları arasında iş birliği oluşturulması açısından değerli bir rol üstlenmektedir.

Küresel Rekabette Türkiye İçin Yeni Bir Fırsat

Yarı iletken sektörü, yüksek giriş engellerine rağmen yenilikçi şirketler için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Özellikle yapay zekâ, otonom sistemler, nesnelerin interneti, yeni nesil haberleşme ve enerji verimliliği odaklı uygulamalar, belirli ihtiyaçlara yönelik özelleştirilmiş çip çözümlerine olan talebi artırmaktadır.

Bu dönüşüm, Türkiye gibi güçlü mühendislik insan kaynağına ve gelişen bir savunma sanayii altyapısına sahip ülkeler açısından stratejik fırsatlar barındırmaktadır.

Ancak küresel rekabette kalıcı bir yer edinmek için yalnızca yerli pazara odaklanmak yeterli değildir. Geliştirilen teknolojilerin uluslararası standartlara uygun, ölçeklenebilir ve dünya pazarlarında rekabet edebilir ürünlere dönüşmesi gerekmektedir.

Yerli çip tasarımının sürdürülebilirliği, yerli kullanımın yanı sıra ihracat kapasitesi ve uluslararası iş birlikleriyle de güçlenecektir.

Bu bakımdan teknolojik bağımsızlığı dünyadan kopmak olarak değil, küresel teknoloji ekosisteminde kendi bilgi birikimi, fikrî mülkiyeti ve rekabetçi ürünleriyle güçlü bir aktör hâline gelmek olarak değerlendirmeliyiz.

Geleceğin Teknolojilerinde Söz Sahibi Olmak

Önümüzdeki dönemde yarı iletkenler, yalnızca mevcut teknolojilerin performansını artıran bileşenler olmanın ötesinde yeni teknolojik dönüşümlerin yönünü belirleyen temel unsurlardan biri olmaya devam edecektir.

Yapay zekânın uç cihazlara taşınması, otonom sistemlerin yaygınlaşması, güvenli haberleşme altyapılarının gelişmesi ve enerji verimliliğinin önem kazanması, çip tasarımını daha da stratejik bir konuma taşıyacaktır.

Türkiye'nin bu dönüşümde güçlü bir yer edinmesi için bugünden atılacak adımlar büyük önem taşımaktadır.

Önceliğimiz, mevcut mühendislik birikimimizi özgün tasarımlara dönüştürmek, bu tasarımları sürdürülebilir ürün ailelerine taşımak ve yarı iletken alanında uluslararası ölçekte rekabet edebilen bir ekosistem oluşturmaktır.

Bir ülkenin teknolojik geleceği, yalnızca geliştirdiği büyük sistemlerde değil, o sistemlerin içerisinde çalışan en küçük bileşenlerde de şekillenir.

Yongatek olarak biz, Türkiye'nin bu gelecekte yalnızca teknoloji tüketen değil, teknoloji tasarlayan, geliştiren ve dünyaya sunan ülkeler arasında yer alabileceğine inanıyoruz.

Çünkü biliyoruz ki geleceğin teknolojilerinde söz sahibi olmanın yolu, o teknolojilerin temelini oluşturan çiplerde söz sahibi olmaktan geçiyor.

Savunma Harcamalarının Ülkelerin İnsani ve Teknolojik Gelişmişlik Düzeyine Etkisi: Türkiye Örneği

YAZAR
Kerem KILIÇ

TR MOTOR



1. Giriş

Savunma harcamaları, devletlerin ulusal güvenliklerini sağlama ve askerî kapasitelerini sürdürme amacıyla gerçekleştirdikleri kamu harcamalarının temel bileşenlerinden biridir. Tarihsel olarak güvenlik tehditleri, jeopolitik riskler ve güç dengesi politikaları çerçevesinde ele alınan bu harcamaların ekonomik, sosyal ve teknolojik etkileri, uluslararası sistemdeki dönüşümler ve ekonomik yapıların karmaşıklaşmasıyla birlikte giderek daha fazla tartışılır hâle gelmiştir. Nitekim 2023 yılında dünya genelinde askerî harcamalar reel olarak %6,8 artarak 2,44 trilyon ABD dolarına ulaşmış ve küresel Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYH) yaklaşık %2,3'üne karşılık gelmiştir (SIPRI, 2024). Soğuk Savaş sonrasının "barış getirisi" döneminin ardından ulaşılan bu tarihsel yüksek düzey, savunma harcamalarının kalkınma üzerindeki etkilerinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Literatürde savunma harcamaları ile kalkınma arasındaki ilişki genellikle GSYH büyümesi, istihdam veya bütçe dengesi gibi makroekonomik değişkenlerle sınırlandırılmıştır. Oysa kalkınma; yaşam kalitesi, insani gelişme ve teknolojik üretkenliği de kapsayan çok boyutlu bir süreçtir (Todaro & Smith, 2020; UNDP, 2022). Bu çalışma, savunma harcamalarının gelişmişlik üzerindeki etkisini iki boyutta birlikte ele almaktadır: İnsani Gelişme Endeksi (İGE) ile temsil edilen insani gelişme ve kişi başına patent başvurusu ile temsil edilen inovasyon kapasitesi. Çalışmanın ikinci amacı, bu ilişkinin ülkeler arasında neden farklılaştığını ortaya koymaktır; zira savunma harcamalarının etkileri ülkelerin ekonomik yapısı, kurumsal kapasitesi, savunma sanayiinin yerli üretim düzeyi ve teknoloji yoğunluğuna bağlı olarak değişebilmektedir.

Bu doğrultuda 1992–2023 dönemini kapsayan ve küresel savunma harcamalarında en yüksek paya sahip on ülke ile Türkiye'den oluşan 11 ülkelik bir panel veri seti oluşturulmuş, ilişkiler iki yönlü sabit etkiler modeliyle tahmin edilmiştir. Türkiye, savunma harcamalarının düzeyi ve bileşiminde son yirmi yılda yaşadığı belirgin dönüşüm nedeniyle ayrıca vaka analizi kapsamında incelenmiştir. Çalışmada sınanan hipotezler şunlardır:

H_1: Savunma harcamaları ile sosyal refah arasındaki ilişki ülkeye özgü ve çift yönlüdür; savunma harcamaları bazı ülkelerde sosyal harcamaları baskılarken bazılarında güvenlik ve istikrar kanalıyla refahı dolaylı biçimde destekleyebilir.

H_2: Savunma harcamaları ile teknolojik gelişmişlik arasında pozitif bir ilişki vardır; yüksek Ar-Ge yoğunluğu taşıyan savunma yatırımları, sivil sektörlere yayılan bir bilgi birikimi oluşturur.

Çalışmanın literatüre katkısı üç noktada toplanmaktadır: savunma harcamalarının etkilerini tek bir büyüme göstergesi yerine insani ve teknolojik gelişmeyi temsil eden bileşke göstergelerle birlikte analiz etmesi, kuramsal yaklaşımları ülke bazlı ampirik sonuçlarla doğrudan ilişkilendirmesi ve Türkiye özelinde savunma harcamalarının sosyal ve teknolojik sonuçlarını bütüncül bir çerçevede değerlendirmesi.

2. Literatür ve Kuramsal Çerçeve

Savunma harcamalarının gelişmişlik üzerindeki etkisi literatürde iki temel mekanizmayla açıklanmaktadır. Birincisi, kısıtlı kamu kaynaklarının eğitim ve sağlık gibi alanlardan savunmaya kaymasıyla oluşan fırsat maliyeti ve dışlama (crowding-out) etkisi; ikincisi ise yüksek Ar-Ge ve yerli üretim içeren savunma yatırımlarının sivil sektöre sağladığı teknoloji transferidir. Bu iki mekanizma etrafında şekillenen başlıca yaklaşımlar aşağıda özetlenmektedir.

2.1. Talep Yönlü Yaklaşım: Askerî Keynesyen Hipotez

Keynesyen geleneğe dayanan bu yaklaşımda savunma harcamaları, toplam talebi artıran bir kamu harcaması bileşeni olarak ele alınır. Benoit (1973), düşük ve orta gelirli ülkelerde savunma harcamalarının sanayi üretimini ve istihdamı artırarak büyümeyi destekleyebileceğini ileri sürmüş; Looney ve Frederiksen (1982) de çarpan etkisi yoluyla ekonomik faaliyetin canlanabileceğini göstermiştir. Ancak bu etkinin gücü harcamanın niteliğine bağlıdır: yerli üretime ve Ar-Ge'ye yönelen bir bütçe çarpan etkisini güçlendirirken, ithal teçhizata dayalı bir bütçe dışa bağımlılığı artırarak Keynesyen etkiyi sınırlandırır. Yaklaşım ayrıca uzun vadeli refah sonuçları konusunda net bir çerçeve sunmamaktadır.

2.2. Kaynak Tahsisi Yaklaşımları: Silahlar–Tereyağı, Dışlama ve Fırsat Maliyeti

"Silahlar ve tereyağı" (guns and butter) hipotezi, sınırlı kamu bütçesinde savunma harcamaları ile eğitim ve sağlık gibi sivil refah harcamaları arasında zorunlu bir ödünleşim bulunduğunu varsayar (Samuelson, 1954; Deger & Sen, 1983). Dışlama hipotezine göre artan savunma harcamaları kamu borçlanması ve faiz kanalıyla özel yatırımları baskılamaktadır. Deger ve Sen (1983) bu etkinin gelişmekte olan ülkelerde daha belirgin olduğunu; Dunne ve Perlo-Freeman (2003) ile Dunne ve Tian (2013) ise savunma harcamalarının uzun vadeli büyüme üzerindeki etkisinin, kaynakların üretken olmayan alanlara yönelmesi nedeniyle çoğunlukla negatif olduğunu ortaya koymuştur. Fırsat maliyeti yaklaşımı, savunmaya ayrılan her ek kaynağın beşerî sermaye birikimini artıran eğitim ve sağlık yatırımlarından vazgeçilmesi anlamına geldiğini vurgular; bu maliyet, mali alanı dar olan düşük ve orta gelirli ülkelerde daha ağırdır.

Barış getirisi (peace dividend) literatürü aynı mantığı tersinden kurar: tehdit düzeyinin azaldığı dönemlerde savunma bütçesinin düşürülmesi, kaynakların eğitim, Ar-Ge ve altyapı gibi daha üretken alanlara aktarılmasına imkân verir (Collier & Hoeffler, 2004). Ancak bu getiri kendiliğinden ortaya çıkmaz; ortaya çıkan mali alanın hangi sektörlere yönlendirildiğine bağlıdır (Knight & Villanueva, 1996). Jeopolitik riskin yüksek olduğu bölgelerde ise savunma harcamalarındaki azalma, caydırıcılık kaybı yoluyla ekonomik belirsizliği artırabilir.

2.3. Teknoloji ve Kurum Yönlü Yaklaşımlar: Teknoloji Sızması ve Stratejik Özerklik

Teknoloji sızması (spin-off) hipotezi, savunma Ar-Ge'sinin yüksek teknoloji gerektiren mühendislik

ve bilişim alanlarında yenilikçiliği tetiklediğini ve geliştirilen teknolojilerin çift kullanım (dual-use) yoluyla zamanla sivil alana aktarıldığını ileri sürer (Ruttan, 2006; Dunne & Sköns, 2011). İnternet, GPS ve uzay teknolojilerinin kökeninin askerî araştırmalara dayanması bu kanalın bilinen örnekleridir; ABD, Japonya ve Güney Kore'de savunma yatırımları elektronik, otomotiv ve malzeme bilimlerinde önemli inovasyon dalgalarına katkı sağlamıştır (Mowery & Rosenberg, 1998). Son dönem çalışmalar da savunma Ar-Ge'sinin sivil verimlilik ve inovasyon üzerinde yayılma etkileri yaratabildiğini göstermektedir (Moretti vd., 2023). Stratejik özerklik yaklaşımı ise özellikle gelişmekte olan ülkelerde yerli savunma sanayiinin dışa bağımlılığı azalttığını; teknoloji yönetimi, tedarik zinciri kontrolü ve uluslararası pazarlık gücünü artırarak kalkınmaya kurumsal dönüşüm üzerinden katkı sağladığını savunur (Ruttan, 2006; Dunne & Perlo-Freeman, 2003).

2.4. Karşılaştırmalı Değerlendirme

Literatür iki eksende ayrışmaktadır: savunma harcamasını bir maliyet ve kaynak tahsisi sorunu olarak gören yaklaşımlar (dışlama, fırsat maliyeti, barış getirisi) ile onu potansiyel bir üretkenlik ve teknoloji politikası aracı olarak değerlendiren yaklaşımlar (askerî Keynesyen, teknoloji sızması). Giderek güçlenen ortak görüş, savunma harcamalarının ne bütünüyle kalkınmayı destekleyen ne de mutlak biçimde engelleyen bir araç olduğu; etkilerin harcamanın büyüklüğünden çok bileşimine, yerlilik oranına, Ar-Ge yoğunluğuna ve kurumsal kapasiteye bağlı olarak şekillendiğidir (Dunne & Tian, 2013; Mazzucato, 2013). Çalışmanın hipotezleri de bu ayrışmayı yansıtmaktadır: H_1 refah boyutunda kaynak tahsisi ile güvenlik-istikrar kanallarının ülkeye göre farklı ağırlık taşıyabileceğini, H_2 ise teknoloji boyutunda sızma kanalının baskın olacağını öngörmektedir.

3. Veri ve Yöntem

3.1. Örneklem ve Değişkenler

Örneklem, analiz dönemi boyunca ortalama savunma harcaması düzeyi en yüksek olan ülkelerden oluşmaktadır: ABD, Çin, Rusya, Hindistan, Suudi Arabistan, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, Japonya, Güney Kore ve Türkiye. Bu ülkeler küresel savunma harcamalarının büyük bölümünü gerçekleştirmekte ve gelişmiş, gelişmekte olan ve yükselen ekonomileri bir arada içermektedir (2022 itibarıyla İGE değerleri Hindistan'da 0,633 ile Almanya'da 0,942 arasında değişmektedir). Bu heterojen yapı, ilişkinin farklı ülke koşulları altında nasıl değiştiğini incelemeye olanak tanımaktadır.



Savunma harcamaları, SIPRI *Military Expenditure Database*'den 2021 sabit ABD doları cinsinden reel değerler olarak alınmıştır. SIPRI tanımı; personel ve emeklilik giderlerini, teçhizat alımlarını, işletme-bakım giderlerini, savunma Ar-Ge'sini, askerî inşaatı ve askerî yardımları kapsayan geniş ve tutarlı çerçevesi, reel seriler sunması ve metodolojik şeffaflığı nedeniyle NATO ve COFOG tanımlarına tercih edilmiştir (SIPRI, 2025). İnsani gelişme, UNDP tarafından yaşam beklentisi, eğitim ve kişi başına gelir boyutlarının geometrik ortalaması olarak hesaplanan İGE ile ölçülmüş; seride yer alan eksik gözlemler interpolasyonla tamamlanmıştır (UNDP, 2022). İnovasyon kapasitesi, WIPO'nun

yıllık patent başvuru sayılarının milyon kişiye oranlanmasıyla elde edilmiştir (WIPO, 2023). Patent verisi, Ar-Ge harcaması veya araştırmacı sayısı gibi girdi göstergelerinin aksine bir çıktı ölçüsü olması ve uluslararası standartlarda derlenmesi nedeniyle tercih edilmiş; büyük ekonomilerin mutlak patent sayısında öne çıkmasından kaynaklanan ölçek etkisi nüfusa oranlama ile giderilmiştir. Patent serisi 2021'de sona erdiğinden Model 2'nin gözlem sayısı daha düşüktür.

3.2. Model

Analiz iki ayrı modelden oluşmaktadır. Model 1'de bağımlı değişken İGE, Model 2'de ise milyon kişi başına patent başvurusunun doğal logaritmasıdır. Her iki modelde temel açıklayıcı değişken reel savunma harcamasının doğal logaritmasıdır. Savunma bütçesinin planlanması, harcanması ve sosyo-ekonomik göstergelere yansıması zaman aldığından bu değişken modele iki dönem gecikmeli (t–2) olarak alınmıştır:

$$Y_{it} = \alpha + \beta\, ln(X)_{i,t-2} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Burada Y_{it} ilgili bağımlı değişkeni, $\ln(X)_{i,t-2}$ ülke *i*'nin iki dönem gecikmeli reel savunma harcamasını, μ_i kurumsal kapasite, güvenlik doktrini ve jeopolitik konum gibi ülkeye özgü ve zamanla değişmeyen etkileri, λ_t ekonomik krizler, savaşlar ve pandemi gibi tüm ülkeleri etkileyen ortak şokları, ε_{it} ise hata terimini göstermektedir. Logaritmik dönüşüm nedeniyle β, Model 2'de doğrudan esneklik olarak; Model 1'de ise savunma harcamasındaki %1'lik artışın İGE'de yol açtığı yaklaşık β/100 puanlık değişim olarak yorumlanmaktadır.

Savunma harcamaları ülkelerin yapısal özellikleriyle yakından ilişkili olduğundan, ülke etkilerinin açıklayıcı değişkenle ilişkisiz olduğunu varsayan tesadüfi etkiler modeli yerine iki yönlü sabit etkiler (FE) modeli temel alınmıştır (Baltagi, 2008; Wooldridge, 2010). Hausman testi Model 1 için bu tercihi desteklemektedir (p<0,001); Model 2'de ise test tesadüfi etkiler modelini reddetmemekle birlikte (p=0,927), iki modelin karşılaştırılabilirliğini korumak amacıyla FE tahmini raporlanmıştır. Standart hatalar ülke düzeyinde kümelenmiş dayanıklı (robust) hatalardır. Panel tahminlerine ek olarak, ortalama etkinin arkasındaki heterojenliği görünür kılmak için her ülke için ayrı zaman serisi regresyonları tahmin edilmiştir. Analizler Python (pandas, statsmodels) ile yürütülmüştür.

4. Panel Bulguları

4.1. Panel Tahminleri

Tablo 1, iki modelin iki yönlü sabit etkiler tahminlerini birlikte sunmaktadır. Her iki modelde de gecikmeli savunma harcaması katsayısı pozitif ve %1 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 1. Panel sabit etkiler tahmin sonuçları

	Model 1: İGE	Model 2: ln(Patent/milyon kişi)
Katsayı (β), $\ln(X)_{t-2}$	0,0619***	1,3736***
Standart hata	0,0114	0,3994
t-istatistiği	5,45	3,44
Gözlem sayısı / Ülke sayısı	361 / 11	325 / 11
Within R^2	0,656	0,628
Genel R^2	0,976	0,958
Hausman testi (p)	0,000	0,927

*Not: İki yönlü (ülke ve yıl) sabit etkiler; ülke düzeyinde kümelenmiş dayanıklı standart hatalar. *** p<0,01. Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.*

Model 1'de katsayı 0,062 olarak tahmin edilmiştir. Buna göre savunma harcamalarındaki %10'luk bir artış, iki yıl sonra İGE'de yaklaşık 0,006 puanlık bir artışla ilişkilidir. Bu sonuç, literatürdeki katı dışlama hipotezinin aksine, panel genelinde savunma harcamalarının güvenli ortam ve ekonomik canlılık kanalıyla insani gelişmeyi sınırlı düzeyde destekleyebildiğine işaret etmektedir. Ancak etki büyüklüğü küçüktür ve nedensellik açısından temkinli yorumlanmalıdır: gelir düzeyi yükseldikçe hem İGE hem de savunma bütçeleri artma eğiliminde olduğundan, katsayı kısmen ortak bir kalkınma sürecini yansıtıyor olabilir. Nitekim kişi başı gelir

kontrol edildiğinde savunma harcamalarının İGE üzerindeki baskılayıcı etkisi belirginleşmektedir.

Model 2'de katsayı 1,37'dir; savunma harcamalarındaki %1'lik artış, iki yıl sonra kişi başına patent başvurularında yaklaşık %1,37'lik bir artışla ilişkilidir. Birden büyük bu esneklik, savunma Ar-Ge'sinin yeni teknolojilerin geliştirilmesine ve dolaylı olarak sivil patent çıktısına katkı yaptığını öngören teknoloji sızması hipoteziyle uyumludur ve H_2'yi panel düzeyinde desteklemektedir.

4.2. Ülke Bazlı Heterojenlik

Panel ortalamasının arkasındaki yapı, ülke bazlı regresyonlarda belirgin biçimde farklılaşmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Ülke bazlı regresyon sonuçları: $ln(X)_{t-2}$ katsayıları

	Model 1: İGE		Model 2: Patent	
Ülke	β	R^2	β	R^2
Türkiye	0,275***	0,594	1,971***	0,377
Çin	0,105***	0,984	1,854***	0,984
Hindistan	0,156***	0,981	1,676***	0,877
Güney Kore	0,155***	0,925	1,486***	0,781
ABD	0,065***	0,571	1,187***	0,514
Suudi Arabistan	0,140***	0,850	0,440*	0,143
Rusya	0,066***	0,528	0,203**	0,188
Fransa	0,109	0,033	-0,528	0,080
Almanya	-0,108**	0,155	-1,016***	0,739
Birleşik Krallık	0,143*	0,097	-1,257***	0,293
Japonya	0,312***	0,631	-1,423**	0,152

*Not: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,10. Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.*

İnsani gelişme boyutunda katsayı on bir ülkenin dokuzunda pozitiftir. Etki, Türkiye (≈0,275), Japonya (≈0,312), Hindistan ve Güney Kore'de görece güçlü; ABD ve Rusya'da daha mütevazıdır. Buna karşılık Almanya'da katsayı negatif ve anlamlıdır (≈ −0,108; p≈0,023); bu sonuç, savunma harcamalarının sosyal harcamaları dışlayarak insani gelişmeyi baskıladığı bir fırsat maliyeti örüntüsüyle tutarlıdır. Fransa'da anlamlı bir ilişki bulunmamakta, Birleşik Krallık'ta ise etki yalnızca %10 düzeyinde sınırda anlamlıdır. Açıklayıcılık da ülkelere göre büyük farklılık göstermektedir: Çin ve Hindistan'da R^2 yaklaşık 0,98 iken Birleşik Krallık'ta 0,10 civarındadır. Hızlı büyüyen ekonomilerdeki yüksek R^2 değerlerinin kısmen iki serinin ortak yükseliş eğilimini yansıttığı dikkate alındığında, bu sonuçlar savunma harcamaları ile insani gelişme arasındaki ilişkinin ülkeye özgü ve çift yönlü olduğunu göstermekte ve H_1'i desteklemektedir.

İnovasyon boyutunda tablo daha keskin bir ayrışma sergilemektedir. Türkiye (≈1,97), Çin (≈1,85), Hindistan (≈1,68), Güney Kore (≈1,49) ve ABD'de (≈1,19) savunma harcamaları ile patent üretimi arasında güçlü ve pozitif bir ilişki bulunurken, Rusya ve Suudi Arabistan'da katsayılar pozitif ancak düşüktür. Buna karşılık Almanya, Birleşik Krallık ve Japonya'da ilişki negatif ve anlamlıdır; Fransa'da ise anlamlı değildir. Bu ayrışma, savunma harcamalarının inovasyona katkısının ülkenin teknolojik yakınsama aşamasına ve savunma sanayiinin sivil ekonomiyle bütünleşme derecesine bağlı olduğunu düşündürmektedir. Savunma sanayiini teknolojik kalkınmanın motoru olarak konumlandıran yükselen ekonomilerde savunma projelerinden edinilen bilgi, altyapı ve nitelikli insan kaynağı sivil sektöre aktarılmaktadır. Sivil inovasyon ekosistemi zaten olgun olan ileri sanayi ülkelerinde ise ek savunma harcamasının marjinal getirisi sınırlı kalmakta; savunma sektörünün ayrı bir niş oluşturması veya sivil Ar-Ge'den kaynak çekmesi nedeniyle bir fırsat maliyeti ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla H_2 panel düzeyinde güçlü biçimde desteklenmekle birlikte, ülke düzeyinde koşullu bir geçerlilik taşımaktadır.

5. Türkiye Vaka Analizi

5.1. Savunma Harcamalarının Seyri ve Bileşimi

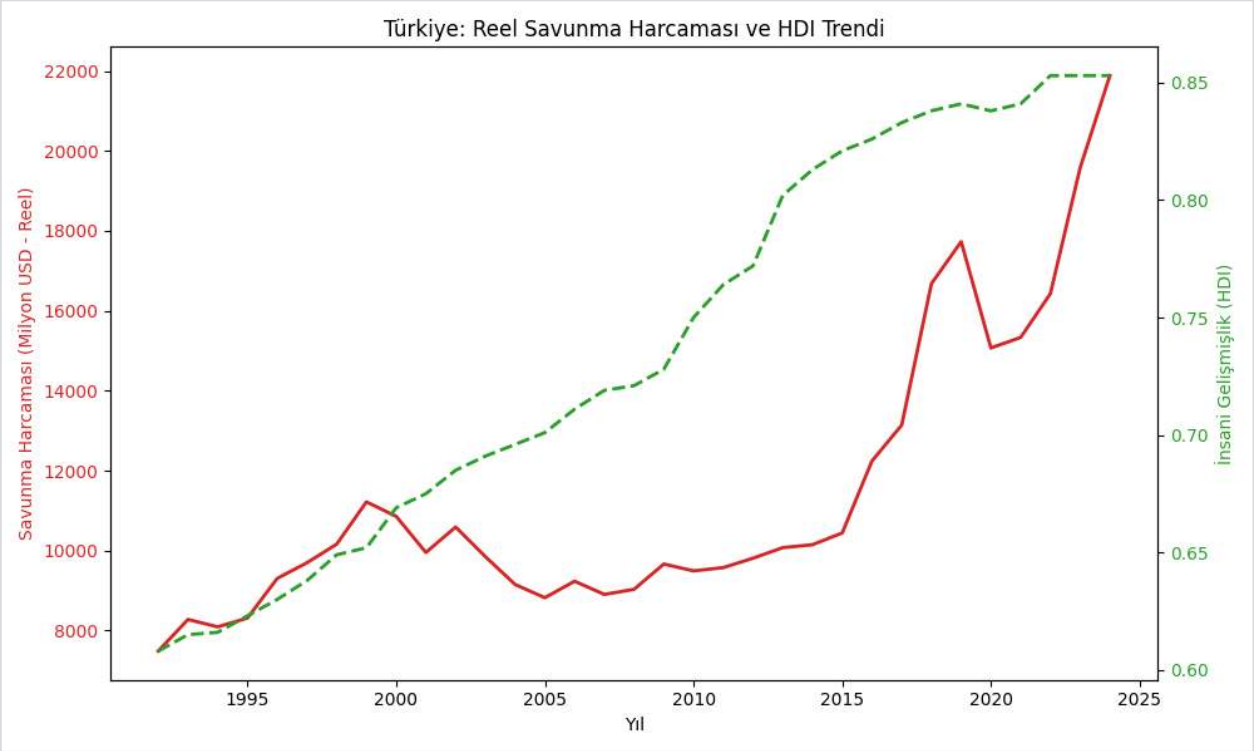
Türkiye 1990'lar boyunca terörle mücadele ve bölgesel güvenlik sorunları nedeniyle savunmaya milli gelirinin %3–4'ü düzeyinde kaynak ayırmıştır. 2001 krizinin ardından bütçe kısıtları gereği bu pay azalmış ve 2000'lerin ortasında %2'nin altına gerilemiştir. 2010'lu yıllarda bölgesel istikrarsızlıklar, terörle mücadelenin yeniden yoğunlaşması ve savunma sanayii atılımlarıyla birlikte harcamalar yeniden artmış; 2020'lerde GSYH'nin yaklaşık %2'si düzeyine ulaşmıştır (Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı [SSB], 2024). Yıllık 15–20 milyar dolar bandındaki bütçesiyle Türkiye dünyada en fazla savunma harcaması yapan ilk 20 ülke arasında yer almakla birlikte, ABD'nin 2022'deki yaklaşık 800 milyar dolarlık harcamasının kırkta biri düzeyindedir (SASAD, 2023).

Asıl dönüşüm, harcamanın bileşiminde yaşanmıştır. 2000'lerin başına kadar büyük ölçüde yurt dışı alımlara dayanan yapı, 2004'te Savunma Sanayii Müsteşarlığı (bugünkü SSB) koordinasyonunda başlatılan programlarla yerlileşme ve millî üretim eksenine kaymış; savunma sanayiinde ifade edilen yerlilik oranı %75–80'e ulaşmıştır (SSB, 2024). Böylece savunma bütçesinin önemli bir bölümü yurt içindeki firmalara, Ar-Ge merkezlerine ve alt yüklenicilere akar hâle gelmiş; Türkiye ithalat ağırlıklı bir tüketici konumundan yerli sanayiyi geliştiren bir yatırımcı konumuna geçmeye başlamıştır.

5.2. İnsani Gelişme ve Sosyal Etkiler

Şekil 1'de görüldüğü üzere Türkiye'nin İGE değeri 1990'ların başındaki yaklaşık 0,61 düzeyinden istikrarlı biçimde yükselerek 0,80 eşiğini aşmış ve "çok yüksek insani gelişme" grubuna girmiştir. Ülke bazlı regresyonda savunma harcaması ile İGE arasındaki ilişki pozitif ve anlamlıdır (β≈0,275; r≈0,77).

Şekil 1. Türkiye'de reel savunma harcaması ve İnsani Gelişme Endeksi (1992–2024)



Kaynak: SIPRI ve UNDP verileriyle yazar tarafından üretilmiştir.

Ancak iki serinin zaman içindeki seyri, bu pozitif ilişkinin basit bir nedensellik olarak okunmaması gerektiğini göstermektedir. 2000'lerin ilk on yılında reel savunma harcaması yatay seyrederken ve milli gelir içindeki payı gerilerken, okullaşma, ortalama eğitim süresi ve sağlık hizmetlerine erişimde hızlı iyileşmeler yaşanmış; İGE'deki en hızlı artış bu döneme denk gelmiştir. Bu eşzamanlılık, savunmadan sağlanan nispi tasarrufun sosyal alanlara aktarıldığı bir barış getirisi örneği olarak değerlendirilebilir. 2015 sonrasında ise savunma harcamaları keskin biçimde artarken İGE'deki artış sürmüş, ancak ivme kaybetmiştir. Türkiye'nin eğitim ve kamu sağlık harcamalarının GSYH'ye oranı hâlâ OECD ortalamasının altında olduğundan (OECD, 2023), dar mali alan koşullarında savunma bütçesindeki artış sosyal harcamalara ayrılabilecek payı daraltma riski taşımaktadır.

Öte yandan savunma harcamalarının bileşimi dolaylı refah kanallarını da güçlendirmektedir. Savunma sanayiinde nitelikli mühendis ve teknisyen istihdamının artması ve yan sanayi ile hizmet sektöründe oluşan çarpan etkisi bölgesel kalkınmayı desteklemektedir; Ankara, Eskişehir ve Kocaeli gibi savunma sanayii kümelenmelerinin bulunduğu illerde kişi başına gelir ve eğitim düzeyi ülke ortalamasının üzerindedir. Türkiye örneğinde savunma harcamaları ile insani gelişme arasındaki ilişki, katı bir dışlamadan çok, dengenin dikkatle yönetilmesini gerektiren bir ödünleşim olarak ortaya çıkmaktadır.

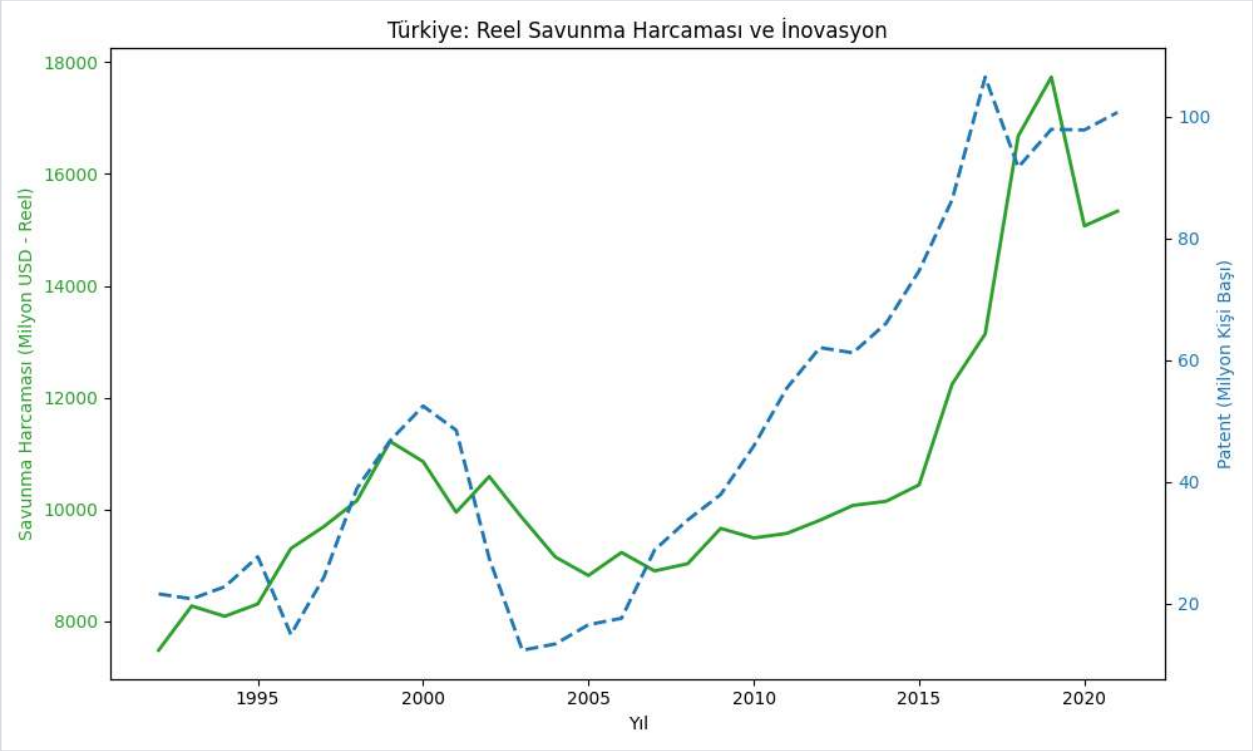
5.3. İnovasyon ve Teknolojik Kalkınma

Türkiye'nin son yirmi yıldaki en dikkat çekici başarısı, savunma harcamalarını teknolojik inovasyon ve sanayi gelişimi için bir kaldıraç olarak kullanabilmesidir. Savunma bütçesinden önemli paylar Ar-Ge projelerine, prototip geliştirmeye ve yerli üretim desteklerine ayrılmış; özel sektör, üniversiteler ve kamu araştırma kurumları arasındaki iş birliği teşvik edilmiştir. Savunma sanayiine ilişkin patent başvuruları 2002'de yalnızca 7 iken 2022'de 359'a yükselmiş, yani yaklaşık 50 kat artmıştır (SSB, 2024). Aynı dönemde savunma ve havacılık ihracatı birkaç yüz milyon dolardan 2022'de 4,4 milyar dolara ulaşmış; sektörün ihraç ürünlerinin kilogram başına ortalama birim fiyatı (57,5 dolar) Türkiye ortalamasının yaklaşık 40 katına çıkmıştır (SSB, 2024).

Panel analizinin pozitif bulgusu Türkiye'de en güçlü karşılığını bulmaktadır: ülke bazlı esneklik (≈1,97) örneklemdeki en yüksek değerdir. Şekil 2, özellikle

2010 sonrasında savunma harcaması ile kişi başına patent başvurusunun birlikte yükseldiğini göstermektedir; kişi başına patent başvurusu 2000'lerin ortasındaki yaklaşık 15–20 düzeyinden 2021'de 100'ün üzerine çıkmıştır.

Şekil 2. Türkiye'de reel savunma harcaması ve milyon kişi başına patent başvurusu (1992–2021)



Kaynak: SIPRI ve WIPO verileriyle yazar tarafından üretilmiştir.

Bu başarının temelinde harcamanın yönü yatmaktadır. %80'e yaklaşan yerlilik oranı yalnızca ithal ikamesi sağlamamış; ülke içinde tasarım, mühendislik ve üretim kabiliyetlerini geliştirmiştir. Bu birikim savunma alanının dışına taşarak sivil havacılık, otomotiv, elektronik ve yapay zekâ gibi sektörlere yayılmaktadır; örneğin savunma sanayiinde geliştirilen kompozit malzeme teknolojileri sivil uçak ve otomobil üretimine uyarlanabilmektedir. Ancak bu ivmenin sürdürülebilirliği, çift kullanım olanaklarının genişletilmesine ve genel Ar-Ge ekosisteminin güçlendirilmesine bağlıdır: Türkiye'nin Ar-Ge harcamalarının GSYH'ye oranı %1 eşiğini aşmış olsa da OECD ortalamasının gerisindedir.

5.4. Uluslararası Karşılaştırmada Türkiye

Türkiye, savunma bütçesini artırırken insani gelişmesini de artırmayı başarmış; savunma harcamalarını patente dönüştürmede ise bazı gelişmiş ülkeleri geride bırakan bir performans sergilemiştir. Bunda savunma sanayiinin bir ulusal proje olarak ele alınması ve SSB, TÜBİTAK, üniversiteler ile özel sektörün birlikte seferber edilmesi belirleyici olmuştur. Ekonomik ölçeği ve vergi tabanı çok büyük savunma bütçelerini tolere edebilen ABD'den ve savunmaya çok büyük pay ayırmasına karşın inovasyon katsayısı zayıf kalan Suudi Arabistan'dan farklı olarak Türkiye, savunma ile kalkınma arasında denge kurmak zorunda olan orta ölçekli bir güçtür. Savunma sanayii Türkiye'ye ihracat geliri, nitelikli istihdam, ithal ikamesi ve stratejik özerklik kazandırırken; bütçe ve borçlanma yükü, eğitim-sağlık alanlarındaki fırsat maliyeti, ithal bileşenlerin cari dengeye etkisi, kur dalgalanmalarına duyarlılık ve büyük projelerdeki gecikme riskleri başlıca maliyet kalemleri olarak öne çıkmaktadır.

6. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışma, 1992–2023 döneminde 11 ülke için savunma harcamalarının insani ve teknolojik gelişmişlik üzerindeki etkisini iki yönlü sabit etkiler modeliyle incelemiştir. Bulgular, savunma harcamalarının kalkınma üzerinde tek tip bir etkisi olmadığını göstermektedir. İnovasyon boyutunda

panel genelinde güçlü, pozitif ve anlamlı bir etki bulunmuş; bu sonuç savunma Ar-Ge'sinden sivil sektöre teknoloji sızmasını öngören yaklaşımı desteklemiştir. İnsani gelişme boyutunda ise panel genelindeki pozitif ilişki küçük ölçekli ve kırılgandır; Almanya örneğinde olduğu gibi yüksek fırsat maliyeti taşıyan ülkelerde ilişki negatife dönebilmektedir. Her iki boyutta da belirleyici olan, savunma bütçesinin büyüklüğünden çok bileşimi, yerlilik oranı ve sivil ekonomiyle bütünleşme düzeyidir.

Ülke grupları açısından değerlendirildiğinde, gelişmiş ekonomilerde savunma harcamalarının refah göstergelerine etkisi sınırlıdır; buradaki politika önceliği savunma Ar-Ge'sinin sivil ticarileşmeye bağlanması ve maliyet etkinliğinin artırılmasıdır. Savunma bütçesi ithalata dayanan gelişmekte olan ülkelerde fırsat maliyeti riski yüksektir; yerlileşme, KOBİ entegrasyonu ve beceri yatırımları bu maliyeti dengelemenin başlıca araçlarıdır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu yükselen ekonomilerde ise stratejik özerklik ve teknoloji kazanımları belirgin olmakla birlikte, mali sürdürülebilirlik ve bütçe bileşimi kritik önemdedir.

Türkiye için ilk öneri, savunma bütçesinin kompozisyonunu Ar-Ge, yerli üretim ve altyapı gibi ekonomik geri dönüşü yüksek kalemlere yöneltmek ve çıkan teknolojilerin sivil sektöre transferini hızlandırmaktır. İkinci olarak yerlileşme, motor ve çip gibi dışa bağımlılığın sürdüğü kritik bileşenlere genişletilmeli; KOBİ'lerin savunma ekosistemine entegrasyonu ve bölgesel kümelenmeler desteklenmelidir. Üçüncü olarak savunma projeleri baştan çift kullanım hedefleriyle tasarlanmalı; askerî haberleşme, uydu ve platform teknolojilerinin sivil uygulamaları proje planlamasının parçası olmalıdır. Dördüncü olarak savunma harcamalarının GSYH'ye oranı istikrarlı bir bantta tutulmalı ve savunma bütçesindeki artışlar eğitim ve sağlık bütçelerinden kesinti yoluyla finanse edilmemelidir. Beşinci olarak ihracat destekleri ve müttefiklerle ortak üretim ve Ar-Ge projeleri, savunma harcamalarının ekonomik geri dönüşünü katlayacaktır. Son olarak, sektörün nitelikli işgücü ihtiyacını karşılayacak mühendislik ve teknik eğitim programları güçlendirilmeli, savunma ile sivil sektör arasındaki insan kaynağı geçişkenliği artırılmalı ve savunma harcamalarında şeffaflık ve hesap verebilirlik standartları yükseltilmelidir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Örneklemin 11 ülkeyle sınırlı olması bulguların genellenebilirliğini kısıtlamakta, İGE serisindeki interpolasyon ölçüm hatası riskini tamamen ortadan kaldıramamaktadır. Patent verisi inovasyonun yalnızca buluş boyutunu ölçmekte; patentlerin ekonomik değeri eşit olmadığı gibi her yenilik patentle korunmamaktadır. Sabit etkiler yaklaşımı zamanla değişmeyen ülke özelliklerini kontrol etse de ters nedensellik ve dinamik geri besleme mekanizmaları doğrudan test edilmemiş, savunma harcamaları personel, Ar-Ge ve modernizasyon gibi bileşenlerine ayrıştırılmamıştır. Gelecek çalışmalarda dinamik panel (GMM) yöntemleri (Arellano & Bond, 1991), eşik değer modelleri, harcama bileşenleri ve yüksek teknoloji ihracatı veya bilimsel yayın gibi ek inovasyon göstergeleri kullanılarak bu sınırlılıklar giderilebilir.

Sonuç olarak Türkiye deneyimi, savunma harcamalarının rasyonel bir planlamayla yönetildiğinde salt bir tüketim kalemi olmaktan çıkıp teknolojik kalkınmayı destekleyen stratejik bir yatırım aracına dönüşebileceğini göstermektedir. Ancak bu sonuç kendiliğinden ortaya çıkmaz; politika kalitesine bağlıdır. Kaynak tahsisinde şeffaflık, projelerde etkinlik analizi ve kamu, sanayi ve akademi arasında koordinasyon sağlanamadığı takdirde yüksek savunma bütçeleri kalkınma potansiyelini baskılayan bir fırsat maliyetine dönüşebilir.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	MODEL
Kerem KILIÇ	TR MOTOR	İki yönlü sabit etkiler (FE) modeli

İNCELEME KONUSU
Savunma Harcamalarının Ülkelerin İnsani ve Teknolojik Gelişmişlik Düzeyine Etkisi: Türkiye Örneği

ÖRNEKLEM
ABD, Çin, Rusya, Hindistan, Suudi Arabistan, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, Japonya, Güney Kore ve Türkiye.

GÖSTERGELER
İnsani Gelişme Endeksi (İGE) · kişi başına patent başvurusu

Kaynakça

- ARELLANO, M.; BOND, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297.
- BALTAGI, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- BENOIT, E. (1973). *Defense and economic growth in developing countries*. Lexington Books.
- COLLIER, P.; HOEFFLER, A. (2004). Military expenditure in post-conflict societies. *Economics of Governance*, 5(1), 89–107.
- CUMHURBAŞKANLIĞI SAVUNMA SANAYİİ BAŞKANLIĞI (2024). *2023 yılı faaliyet raporu*.
- DEGER, S.; SEN, S. (1983). Military expenditure and developing countries: A survey. *World Development*, 11(6), 451–463.
- DUNNE, J. P.; PERLO-FREEMAN, S. (2003). The demand for military spending in developing countries. *International Review of Applied Economics*, 17(1), 23–48.
- DUNNE, J. P.; SKÖNS, E. (2011). Military expenditure, economic growth and development. *The Economics of Peace and Security Journal*, 6(2), 5–11.
- DUNNE, J. P.; TIAN, N. (2013). Military expenditure and economic growth: A survey. *The Economics of Peace and Security Journal*, 8(1), 5–11.
- KNIGHT, L. N.; VILLANUEVA, D. (1996). The peace dividend: Military spending cuts and economic growth. *IMF Staff Papers*, 43(1), 1–37.
- LOONEY, R.; FREDERIKSEN, P. C. (1982). Defense expenditures and economic growth in developing countries. *Journal of Economic Development*, 7(1), 113–125.
- MAZZUCATO, M. (2013). *The entrepreneurial state*. Anthem Press.
- MORETTI, E.; STEINWENDER, C.; VAN REENEN, J. (2023). The intellectual spoils of war? Defense R&D, productivity, and international spillovers. *Review of Economics and Statistics*, 107(1), 1–46.
- MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. (1998). *Paths of innovation: Technological change in 20th-century America*. Cambridge University Press.
- OECD (2023). *Government at a glance 2023*. OECD Publishing.
- RUTTAN, V. W. (2006). *Is war necessary for economic growth? Military procurement and technology development*. Oxford University Press.
- SAMUELSON, P. A. (1954). The pure theory of public expenditure. *The Review of Economics and Statistics*, 36(4), 387–389.
- SASAD (2023). *Sektör performans raporu*.
- STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE (2024). *Trends in world military expenditure, 2023*. SIPRI Fact Sheet.
- STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE (2025). *Sources and methods – SIPRI military expenditure database*.
- TODARO, M. P.; SMITH, S. C. (2020). *Economic development* (13th ed.). Pearson.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (2022). *Human development report 2022*.
- WOOLDRIDGE, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross-section and panel data* (2nd ed.). The MIT Press.
- WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2023). *World intellectual property indicators 2023*.



PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Kerem-KILIC.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayii Endüstrisinde Şirket Kuruluşu ve Devlet Destek Mekanizmaları: Süreçler, İzinler ve Teşvikler

YAZARLAR
Berk KALYONCU & Bilal Şamil OKAN

SAHA İSTANBUL | T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI YATIRIM VE FİNANS OFİSİ

1. Giriş

Türkiye savunma sanayisi, son yıllarda artan yerlileşme, teknoloji geliştirme ve ihracat kapasitesi doğrultusunda stratejik bir büyüme alanı hâline gelmiştir. Bu dönüşüm yalnızca büyük ana yüklenicilerin faaliyetleriyle sınırlı kalmamakta; alt sistem üreticileri, yazılım firmaları, malzeme tedarikçileri, bakım-onarım kuruluşları, KOBİ'ler ve teknoloji girişimlerini de kapsayan geniş bir ekosistemi içermektedir. Ancak savunma sanayisine giriş, diğer sektörlerdeki yatırım süreçlerinden farklı olarak çok katmanlı bir izin, güvenlik, yeterlilik ve destek mekanizmasına bağlıdır. İlgili bilgi ve uygulama esaslarının farklı kurumlar, mevzuat metinleri ve idari süreçler arasında dağılmış olması, özellikle sektöre yeni giren firmalar ve yatırımcılar için önemli bir belirsizlik yaratmaktadır.

Çalışmanın Amacı ve Yol Haritası

Bu çalışma, Türkiye savunma sanayisi ekosisteminde faaliyet göstermek isteyen veya mevcut faaliyetlerini savunma alanına genişletmeyi hedefleyen şirketler için kuruluş aşamasından teşvik kullanımına kadar uzanan süreçleri bütüncül bir çerçevede incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel hedefi; şirket kuruluşu, güvenlik izinleri, üretim yetkilendirmeleri, kayıt ve yeterlilik sistemleri ile devlet destek mekanizmaları arasındaki ilişkiyi açıklayan uygulamaya dönük bir yol haritası ortaya koymaktır. Bu kapsamda çalışma; savunma sanayisine girişte hangi adımların atılması gerektiğini, bu adımların hangi kurumlarla yürütüldüğünü ve süreçler arasındaki ön koşul ilişkilerini sistematik biçimde değerlendirmektedir.

Tablo 1. Hamle Programı Teşvik Karşılaştırmaları

Destekler		Teknoloji Hamlesi	Yerel Kalkınma Hamlesi	Stratejik Hamle
KDV İstisnası		✓	✓	✓
Gümrük Vergisi Muafiyeti		✓	✓	✓
Vergi İndirimi	Yatırıma Katkı Oranı (%)	50	50	40
	Vergi İndirim Oranı(%)	60	60	60
Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği		8 Yıl (6. Bölgede 12 Yıl)		
Sigorta Primi Desteği		Yalnızca 6. Bölgede geçerli 10 yıl		
Faiz veya Kâr Payı Desteği	Destek Oranı**	%40	%40	%30
	Azami Destek Tutarı	240 m TL	240 m TL	180 m TL
	Azami Destek Oranı	Yatırımın %20'si	Yatırımın %20'si	Yatırımın %15'i
VEYA				
Makine Desteği*	Destek Oranı	%25	%25	%25
	Azami Destek Tutarı	240 m TL	240 m TL	180 m TL
	Azami Destek Oranı	Yatırımın %15'i	Yatırımın %15'i	Yatırımın %15'i
Yatırım Yeri Tahsisi		✓	✓	✓

Araştırma Yöntemi ve Hukuki Çerçeve

Araştırmada nitel yöntem benimsenmiş; ilgili kanunlar, yönetmelikler, kamu kurumlarının resmî duyuruları, strateji belgeleri, uygulama yönergeleri ve sektörel kaynaklar incelenmiştir. Çalışmanın hukuki çerçevesini başta 5201 sayılı Harp Araç ve Gereçleri ile Silah, Mühimmat ve Patlayıcı Madde Üreten Sanayi Kuruluşlarının Denetimi Hakkında Kanun ile 5202 sayılı Savunma Sanayii Güvenliği Kanunu oluşturmaktadır. Bunun yanında Millî Savunma Bakanlığı, Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı ve TÜBİTAK tarafından yürütülen süreçler bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Kuruluş, Güvenlik ve Üretim İzinleri

Çalışmanın ilk bölümünde savunma sanayisi faaliyetleri için gerekli idari ve hukuki izinler ele alınmaktadır. Kontrole Tâbi Liste kapsamındaki ürünlerin üretimini planlayan kuruluşların öncelikle Kuruluş İzni alması gerekmektedir. Bu süreçte şirketin ortaklık yapısı, sermaye gücü, faaliyet konusu ve tesis yeri incelenmektedir. Kuruluş iznini takiben, gizlilik dereceli bilgi, belge ve projelerin korunabilmesi amacıyla Tesis Güvenlik Belgesi alınması; ilgili personele yönelik olarak ise Kişi Güvenlik Belgesi süreçlerinin yürütülmesi gerekmektedir. Fiilî üretim faaliyetinin başlayabilmesi için ise Üretim İzin Belgesi alınması zorunludur. Ayrıca savunma ürünlerinin satışı, ithalatı ve ihracatı; ürünün niteliği, son kullanıcı bilgisi, güvenlik hassasiyeti ve ilgili kurum görüşleri doğrultusunda özel izin süreçlerine tâbidir. Bu izinlerin birbirinden bağımsız değil, sıralı ve karşılıklı bağımlılık içinde ilerleyen süreçler olduğu görülmektedir.

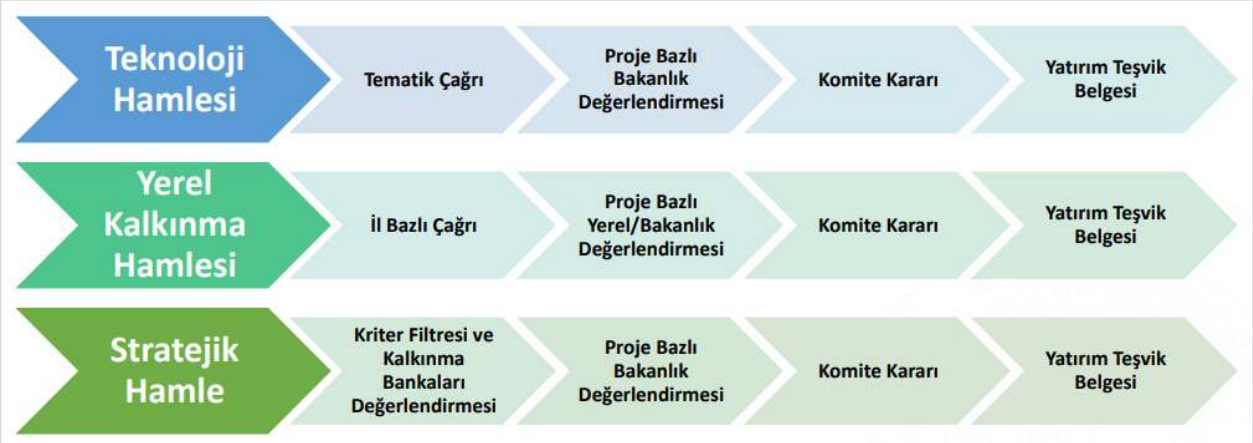
YETEN ve EYDEP ile Ekosisteme Katılım

İkinci bölümde, savunma sanayisi ekosistemine katılım açısından kritik önem taşıyan YETEN (Savunma Sanayii Yetenek Envanteri) ve EYDEP (Endüstriyel Yetkinlik Değerlendirme ve Destekleme Programı) sistemleri incelenmektedir. YETEN, firmaların üretim, teknoloji, altyapı ve hizmet kabiliyetlerinin kayıt altına alınmasını sağlayan bir yetenek envanteri sistemidir. Bu sistem, firmaların kamu kurumları ve ana yükleniciler tarafından görünür hâle gelmesine, doğru yetenek-doğru ihtiyaç eşleştirmesinin yapılmasına ve tedarik zincirindeki kapasitenin daha etkin planlanmasına katkı sunmaktadır. EYDEP ise firmaların üretim altyapısı, kalite sistemleri, süreç olgunluğu, organizasyonel yapısı ve sürdürülebilirlik kabiliyetlerinin değerlendirilmesini sağlayan bir yetkinlik geliştirme mekanizmasıdır. YETEN kaydının EYDEP için ön koşul oluşturması, iki sistemin birbirini tamamlayan bir yapı içinde çalıştığını göstermektedir.

Devlet Destekleri ve Yatırım Teşvikleri

Çalışmanın üçüncü bölümünde devlet destek ve teşvik mekanizmaları değerlendirilmiştir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından sunulan yatırım teşvikleri, Türkiye Yüzyılı Kalkınma Hamlesi

Şekil 1. Hamle Programı Başvuru İş Akışı



Programları, stratejik yatırım destekleri ve Yatırım Taahhütlü Avans Kredisi (YTAK) gibi araçlar; yatırımın ölçeği, teknoloji seviyesi, ithalat bağımlılığını azaltma potansiyeli ve bölgesel etkisine göre önem taşımaktadır. Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından yürütülen yetkinlik geliştirme, tedarik zinciri ve sanayileşme odaklı

mekanizmalar firmaların sektörel entegrasyonunu desteklemektedir. Ticaret Bakanlığı destekleri ise ihracat kapasitesinin artırılması, uluslararası fuarlara katılım, pazara giriş ve küresel rekabet gücünün geliştirilmesi bakımından kritik bir işlev üstlenmektedir.

Sonuçlar ve Uygulamaya Yönelik Öneriler

Sonuç olarak bu çalışma; Türkiye savunma sanayisi ekosistemindeki mevcut şirketler ve yeni kurulacak yapılar için devlet destek mekanizmaları, izin süreçleri ve teşvikler konusunda uygulamaya dönük stratejik bir rehber niteliğindedir. Çalışma, savunma sanayisi alanındaki temel zorluğun yalnızca bürokratik yüklerden değil; izinler, kayıt sistemleri, güvenlik gereklilikleri ve teşvik süreçleri arasındaki kurumsal ve kronolojik bağımlılık ilişkilerini doğru yönetememekten kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Dağınık mevzuat ve bilgi kaynaklarını bir araya getirerek bürokratik süreçlerin bağımlılık haritasını net bir şekilde sunan bu rehber, sistemden optimum düzeyde faydalanmak isteyen yatırımcılar, KOBİ'ler ve iş geliştirme ekipleri için operasyonel ve finansal açıdan kritik bir katma değer sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, sektörel literatürdeki önemli bir pratik bilgi açığını kapatmakta ve savunma sanayisi literatürüne kalıcı bir katkı sağlamaktadır.

Tablo 2. Öncelikli ve Hedef Yatırımlar Teşvik Karşılaştırmaları

Destekler		Öncelikli Yatırımlar	Hedef Yatırımlar
KDV İstisnası		✓	✓
Gümrük Vergisi Muafiyeti		✓	✓
Vergi İndirimi	Yatırıma Katkı Oranı (%)	30	20
	Vergi İndirim Oranı(%)	60	60
Sigorta Primi İşveren Hissesi Desteği		1.- 6. Bölgede Kademeli: 0 – 1 – 2 – 4 – 8 – 12 yıl	
Sigorta Primi İşçi Hissesi Desteği		Yalnızca 6. Bölgede geçerli 10 yıl	
Faiz veya Kâr Payı Desteği	Destek Oranı**	%25	%25*
	Azami Destek Tutarı	24 m TL	12 m TL*
	Azami Destek Oranı	Yatırımın 10%'u	Yatırımın 10%'u*
Yatırım Yeri Tahsisi		✓	✓



PROJE KÜNYESİ	YAZARLAR	KURUM	YÖNTEM
	Berk KALYONCU & Bilal Şamil OKAN	SAHA İstanbul |T.C. CumhurBaşkanlığı Yatırım ve Finans Ofisi	Nitel yöntem
	İNCELEME KONUSU: Savunma Sanayii Endüstrisinde Şirket Kuruluşu · Devlet Destek Mekanizmaları: Süreçler, İzinler ve Teşvikler		
	İNCELENEN KAYNAKLAR: İlgili kanunlar, yönetmelikler, kamu kurumlarının resmî duyuruları, strateji belgeleri, uygulama yönergeleri ve sektörel kaynaklar		
	ÖRNEK SİSTEM / DESTEKLER: YETEN ve EYDEP sistemleri · Türkiye Yüzyılı Kalkınma Hamlesi Programları · Yatırım Taahhütlü Avans Kredisi (YTAK)		

Kaynakça

- T.C. Millî Savunma Bakanlığı, "HARP ARAÇ VE GEREÇLERİ İLE SİLÂH, MÜHİMMAT VE PATLAYICI MADDE ÜRETEN SANAYİ KURULUŞLARININ DENETİMİ HAKKINDA KANUN," 2004. [Online]. Available: https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5201.pdf.
- T.C. Millî Savunma Bakanlığı, "SAVUNMA SANAYİİ GÜVENLİĞİ KANUNU," 2004. [Online]. Available: https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5202.pdf.
- T.C. Millî Savunma Bakanlığı, "SAVUNMA SANAYİİ GÜVENLİĞİ YÖNETMELİĞİ," 2010. [Online]. Available: https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=14009&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5.
- T.C. Millî Savunma Bakanlığı, "HARP ARAÇ VE GEREÇLERİ İLE SİLÂH, MÜHİMMAT VE PATLAYICI MADDE ÜRETEN SANAYİ KURULUŞLARININ DENETİMİ HAKKINDA KANUNUN UYGULANMA YÖNETMELİĞİ," 2007. [Online]. Available: https://www.msb.gov.tr/content/upload/docs/TekHizDSavSanGuv/5201_Y%C3%B6netmelik.pdf.
- T.C. Millî Savunma Bakanlığı, "Savunma Sanayii Güvenliği Yönergesi," 2023. [Online]. Available: https://www.msb.gov.tr/Content/Upload/Docs/Tek.Hiz.D.Sav.San.Guv/yonerge.pdf.
- T.C. Savunma Sanayii Başkanlığı, "Savunma Sanayii Başkanlığı 2024-2028 Stratejik Planı," 2024. [Online]. Available: https://www.ssb.gov.tr/storage/img/stratejik-plan-2024-2028.pdf.
- T.C. Savunma Sanayii Başkanlığı, "Savunma Sanayii Başkanlığı Savunma Sanayii Yetenek Envanteri ve Endüstriyel Yetkinlik Değerlendirme ve Destekleme Programı Süreçleri," 2026. [Online]. Available: https://yeten.ssb.gov.tr/amacimiz.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar," 2025. [Online]. Available: https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/05/20250530-2.pdf.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararın Uygulanmasına Yönelik Tebliğ," 2025. [Online]. Available: https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/06/20250621-14.htm.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, "Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Ulusal Destek Programları," 2026. [Online]. Available: https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Berk-KALYONCU-Bilal-Samil-OKAN.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Asimetrik Savaş Ortamının Robotik Sistemlere Etkisi: Türk Savunma Sanayii için Pazar Fırsatları ve Stratejik Konumlandırma Analizi

YAZAR
Giray UZUN

FNSS

1. Giriş

Uluslararası sistemde güvenlik ve tehdit algısı Soğuk Savaş'tan bu yana köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Devletlerin doğrudan karşı karşıya geldiği konvansiyonel savaşların yerini, sınırları bulanıklaşmış asimetrik ve hibrit çatışmalar almıştır. Günümüz savaş ortamında meskûn mahal muharebeleri ve devlet dışı aktörlerin sivil alanlarda yaygın olarak kullandığı el yapımı patlayıcılar (EYP), konvansiyonel askerî birliklerin hareket kabiliyetini büyük ölçüde kısıtlamaktadır. Bu durum otonom robotik sistemleri üç amaç için vazgeçilmez kılmıştır: can kayıplarını azaltmak, kesintisiz istihbarat, gözetleme ve keşif (ISR) sağlamak ve hedefleri yüksek hassasiyetle etkisiz hâle getirmek.

Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Bu araştırmanın temel amacı iki yönlüdür. Birincisi, asimetrik savaşın teknolojik ihtiyaçlarının nasıl değiştiğini ortaya koymaktır. İkincisi, bu değişimin Türk savunma sanayii için ne tür küresel pazar fırsatları yarattığını belirlemektir. Çalışmada nitel araştırma yöntemleri benimsenmiştir. SSB Sektörel Strateji Belgesi, SASAD performans raporları ve ekonometrik analiz içeren akademik çalışmalar doküman analiziyle incelenmiş, bulgular içerik analizi ve SWOT analiziyle değerlendirilmiştir. Araştırma üç kavramsal çerçeve üzerine kurulmuştur: otonomi teknolojileri, savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ve uluslararası ilişkiler disiplinindeki "millî güç unsurları" kavramı.

Tablo 1: Türkiye'nin Stratejik Konumlandırması (2024–2028 yılları hedefleri SWOT Analizi ile değerlendirme Tablosu)

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

İnsansız Hava Sistemlerinin Operasyonel Etkisi

Teknolojik ve operasyonel analiz bulguları, Türk savunma sanayiinin "savaşta kanıtlanmış" başarılarıyla geleneksel askerî varsayımları sarstığını göstermektedir. Sektör, insansız sistemler alanında "takipçi" konumundan "oyun değiştirici" bir aktöre dönüşmüştür. Bu süreç Erbil ve Kandil'deki nokta operasyonlarıyla başlamış, ardından iki kritik aşamayla devam etmiştir: Suriye'deki Bahar Kalkanı Harekâtı'nda hava savunma sistemleri, İkinci Karabağ Savaşı'nda ise 100'den fazla zırhlı araç imha edilmiştir. Bu gelişmeler Türk insansız sistemlerinin asimetrik yıkıcı gücünü ortaya koymuştur. Bayraktar TB2, ANKA ve AKINCI gibi SİHA platformları, Forbes başta olmak üzere uluslararası medyada konvansiyonel silah sistemlerini etkisiz bırakan bir "sihirli mermi" olarak nitelendirilmiştir. Bu platformlar yüksek maliyetli hava savunma ağları karşısında asimetrik üstünlük sağlamış ve Türkiye'yi küresel bir silah tedarikçisi konumuna taşımıştır.



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



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

Kara ve Deniz Sistemlerinde Otonomi

Havada yakalanan bu ivme, İnsansız Kara Araçları (İKA) ve İnsansız Deniz Araçlarına (İDA) aktarılmaktadır. İKA'ların GPS sinyalinin bulunmadığı kapalı alanlarda görev yapabilmesi için iki teknoloji kullanılmaktadır: LiDAR, radar ve IMU verilerini birleştiren SLAM algoritmaları ve hibrit filtreleme yapıları (MAF, SKF, LMS). Geleceğin muharebe alanı tekil platformlardan "ortak sürü" konseptine kaymaktadır. Bu doğrultuda SSB liderliğindeki TORAMAN Projesi ile yapay zekânın MARLİN, ULAQ ve SALVO gibi İDA'lara entegrasyonu, farklı ortamlardaki robotik sistemlerin ortak bir ağ üzerinden hedef paylaşmasına olanak tanımaktadır. Etik ve güvenilir bir operasyonel zemin için "anlamlı insan kontrolü" ilkesine dayanan insan-makine takım çalışması modeli benimsenmektedir.

Ekonomik Katkı ve Teknoloji Yayılımı

Sektörün askerî güç çarpanı etkisi makroekonomik dinamiklerle de desteklenmektedir. 1960-2024 dönemine ait verilerle yapılan Vektör Otoregresyon (VAR) ve Granger nedensellik analizleri, Türkiye'de savunma harcamaları ile GSYİH büyümesi arasında pozitif ve çift yönlü bir nedensellik ilişkisine işaret etmektedir. Sektör 2024 yılı itibarıyla 15 milyar doları aşan ciroya, 7,15 milyar dolarlık ihracata ve yaklaşık 91.000 kişilik nitelikli istihdama ulaşmıştır. KOBİ'lerin de katılımıyla sektör, bilgi ve teknoloji yoğun üretime geçişte bir inovasyon motoru işlevi görmektedir. Geliştirilen çift kullanımlı teknolojilerin sivil havacılık, ulaştırma, sağlık ve tarım gibi alanlara aktarılması ise güçlü bir yayılma etkisi yaratmaktadır.

Güçlü Yönler ve Teknolojik Bağımlılıklar

SWOT analizine göre sektörün en önemli güçlü yönleri üç tanedir. Birincisi, %80'in üzerindeki yerlilik oranıdır; bu oran insansız hava araçlarında %93'e ulaşmaktadır. İkincisi, savaş alanında kanıtlanmış sistemlerdir. Üçüncüsü, YETEN ve EYDEP programlarıyla desteklenen esnek KOBİ ve girişim ekosistemidir. Buna karşın üç alanda kısmi dışa bağımlılık sürmektedir: motorlar (turbofan ve turboşaft), yarı iletkenler ve ileri malzemeler (zırh seramikleri). Bu bağımlılık sektörü açık ve örtülü ambargo risklerine karşı kırılgan kılmaktadır.

Stratejik Dönüşüm ve Politika Önerileri

Sonuç olarak Türk savunma sanayii, elde ettiği asimetrik üstünlüğü sürdürülebilir kılmak için stratejik bir dönüşüm geçirmelidir. Bu dönüşümün yol haritası üç unsura dayanmaktadır. İlki, ana yükleniciler ile KOBİ'lerin Ar-Ge süreçlerine tam entegrasyonudur. İkincisi, Devlet-Devlet Satışları (DEDAS) gibi devlet güvenceli ihracat ve finansman mekanizmalarının hayata geçirilmesidir. Üçüncüsü, motor alt sistemlerinde bağımsızlığın hızla tamamlanmasıdır. Yapay zekâ ve otonomi teknolojilerine odaklanan bu dönüşümün, Türkiye'nin 21. yüzyıl güvenlik mimarisindeki "bölgesel lider ve küresel güç" konumunu pekiştirmesi beklenmektedir.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	ÇALIŞMA YÖNTEMİ	ANALİZ
Giray UZUN	Nitel araştırma yöntemleri	Doküman analizi · içerik analizi · SWOT analizi

KURUM / UNVAN
FNSS, Kıdemli Hareket Kontrol Tasarım Lideri

İNCELEME KONUSU
Asimetrik Savaş Ortamının Robotik Sistemlere Etkisi: Türk Savunma Sanayii İçin Pazar Fırsatları ve Stratejik Konumlandırma Analizi

İNCELENEN KAYNAKLAR
SSB Sektörel Strateji Belgesi, SASAD performans raporları ve ekonometrik analiz içeren akademik çalışmalar

Kaynakça

- Aksu, L. (2025). Türk Savunma Sanayi ile İktisadi Büyüme Arasındaki İlişkilerin Analizi. *International Journal of Sociology and Economics*, 5(10), 505-553. https://doi.org/10.5281/zenodo.17068656
- BeNova Consulting. (2024). *The Global Defense Market in an Era of Transformation: The Rise of the Turkish Defense Industry*. BeNova Defence.
- Erdil, B. (2021). İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları ile Bu Araçların Türkiye'nin Yurtdışı Operasyonlarındaki Yeri ve Önemi. *Bölgesel Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 581-607.
- Kıvanç, Ö. C., Mungan, T. E., Atila, B., & Tosun, G. (2019). İnsansız kara aracı geliştirmeye bütünleşik bir yaklaşım: Tasarım, analiz, uygulama ve öneriler. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 1957-1973. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.571644
- Öztürk, H. T. (2022). Türk Savunma Sanayisinde Ar-Ge ve Yenilik Sistemleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 20(01), 129-137.
- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2024). *2024-2028 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı*. T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. https://www.ssb.gov.tr
- Serper, E. (2016). *Terörle Mücadele Kapsamında İnsansız Kara Araçlarının Kullanımı*. TASAM (Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi).
- Tarçın, U. (2025a). Karmaşık Tehditler Karşısında Türkiye'nin Millî Güç ve Strateji Kullanımı. *TESAM Akademi Dergisi*, 12(2), 941-971. https://doi.org/10.30626/tesamakademi.1688234
- Tarçın, U. (2025b). Strategic Outlook for Advancing Türkiye's Defense Industry. *Journal of Turkic Studies*, 1(1), 1-25. https://doi.org/10.30520/tjsosci.1828225
- Tarçın, U. (2025c). Türk Devletleri Teşkilatında Askeri İşbirliği: Stratejik Bir Perspektif. *Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü (MUTAD)*, e244-267.
- TUSAŞ. (2026). *ANKA - Operatif stratejik İHA sistemleri*. Erişim adresi: https://www.tusas.com/urunler/iha/operatif-stratejik-iha-sistemleri/anka
- FNSS Savunma Sistemleri. (t.y.). *Gölge Süvari fotoğrafları* [Fotoğraf]. Erişim adresi: https://www.fnss.com.tr/tr/urunler/golge-suvari-insansiz-kara-araci/golge-suvari-fotograflar
- Baykar. (2024, 25 Eylül). *Bayraktar KIZILELMA'nın üretim prototipi ilk uçuş testini başarıyla tamamladı* [Fotoğraf]. https://baykartech.com/tr/press/bayraktar-kizilelmanin-uretim-prototipi-ilk-ucus-testini-basariyla-tamamladi/
- HAVELSAN. (2025, 22 Eylül). *SANCAR SİDA "Mavi Vatanı" korumaya hazır* [Fotoğraf]. https://www.havelsan.com/tr/haberler/sancar-sida-mavi-vatani-korumaya-hazir



PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Giray-UZUN.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayisinde Kadınların Yönetim Kademelerinde Temsili: Fırsatlar ve Engeller

YAZAR
Mebruke ARUK

NİĞTAŞ

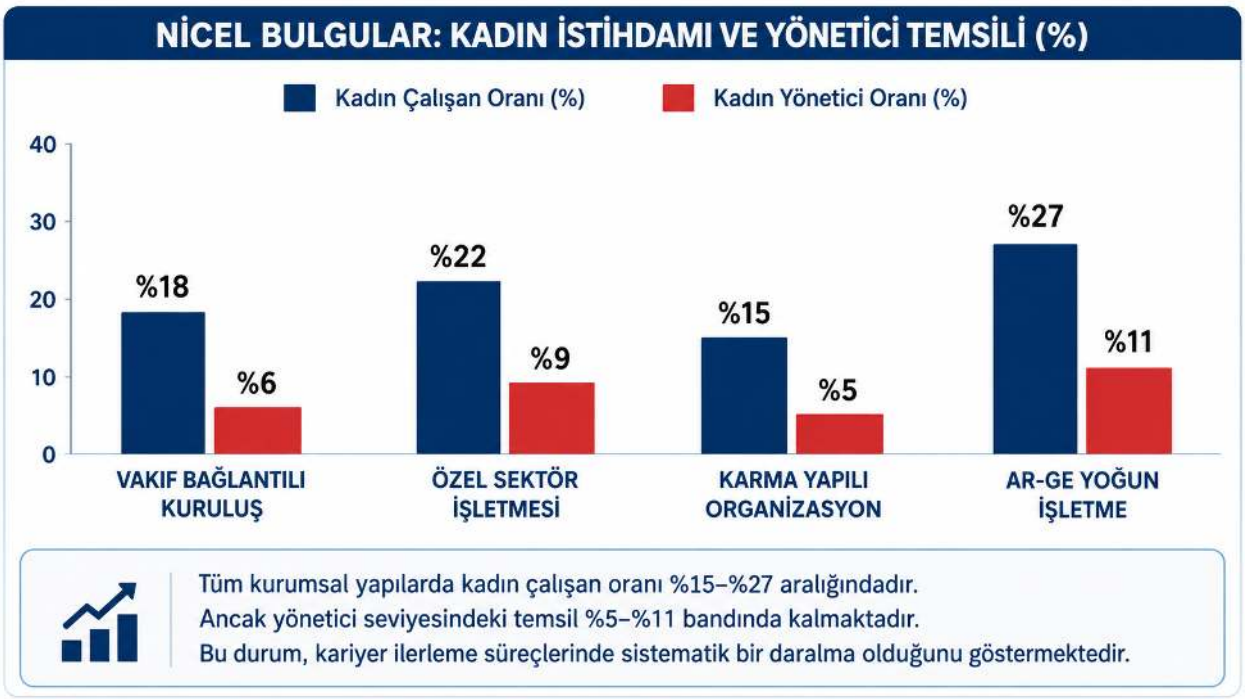
1. Giriş

Bu araştırma, savunma sanayisinde kadınların yönetim kademelerindeki temsil düzeyini, bu temsili sınırlandıran yapısal ve kurumsal engelleri ve kadın liderliğinin sektör açısından taşıdığı stratejik önemi incelemeyi amaçlamaktadır. Savunma sanayisi; yüksek güvenlik hassasiyeti, devlet merkezli işleyişi, katı hiyerarşik örgüt yapısı, uzun vadeli proje süreçleri ve askerî kültürden beslenen yönetim anlayışı nedeniyle diğer sektörlerden ayrılmaktadır. Bu özgün yapı, yalnızca üretim ve karar alma süreçlerini değil, aynı zamanda örgütsel kültürü, kariyer ilerleme kanallarını ve liderlik algısını da belirlemektedir. Söz konusu kurumsal özellikler, tarihsel olarak erkek egemen bir yönetim modelinin yerleşmesine zemin hazırlamış; kadınların özellikle üst yönetim ve stratejik karar alma mekanizmalarındaki görünürlüğünü sınırlamıştır. Bu yönüyle çalışma, kadınların yönetim pozisyonlarındaki varlığını sadece eşitlik eksenli bir mesele olarak değil, aynı zamanda kurumsal kapasite, yönetişim kalitesi ve sürdürülebilir rekabet gücü bakımından değerlendirmektedir.

Araştırmanın Kapsamı ve Kavramsal Çerçeve

Araştırmanın kapsamı, savunma sanayisinin yapısal özellikleri ile kadın liderliği ve cam tavan olgusu arasındaki ilişkiyi kavramsal ve analitik bir çerçevede ele almaktadır. Analiz sürecinde, kadınların yönetim kademelerine erişiminde

Grafik-1 Nicel Bulgular: Kadın İstihdamı ve Yönetici Temsili (%)



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

karşılaşılan sınırlılıkların bireysel yeterliliklerden ziyade kurumsal işleyiş biçimleri, yerleşik örgüt kültürü, toplumsal cinsiyet rolleri ve yazılı olmayan kariyer normlarıyla ilişkili olduğu varsayımından hareket edilmiştir. Bu doğrultuda, savunma sanayisinin devlet merkezli yapısı, kapalı mesleki ağları, merkeziyetçi karar alma süreçleri ve liderliğe dair geleneksel kabulleri, kadınların kariyer ilerleme dinamiklerini şekillendiren temel unsurlar olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma Yöntemi

Çalışmada yöntem olarak nitel araştırma yaklaşımına dayalı betimleyici ve açıklayıcı bir kaynak incelemesi benimsenmiştir. Konuya ilişkin ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar, toplumsal cinsiyet ve liderlik alanındaki kuramsal yaklaşımlar ile savunma sanayisinin örgütsel yapısına yönelik araştırmalar birlikte ele alınmıştır. Araştırmanın metodolojik çerçevesi; kadın liderliği, cam tavan, kurumsal yapı, karar alma süreçleri ve yönetsel temsil kavramları etrafında şekillendirilmiştir. Bu kapsamda, tarama yoluyla elde edilen veriler analitik bir yaklaşımla sınıflandırılmış ve savunma sanayisinin kendine özgü örgütlenme mantığı ile kadınların yönetim kademelerindeki konumu arasında ilişki kurulmuştur. Çalışma, nicel bir saha araştırmasına dayanmamakla birlikte, mevcut akademik birikimin sunduğu kavramsal ve kuramsal çerçeve üzerinden yorumlayıcı bir değerlendirme ortaya koymaktadır.

Yapısal Engeller ve Cam Tavan

Araştırma bulguları, savunma sanayisinde kadınların yönetim kademelerinde sınırlı temsil edilmesinin bireysel tercihlerin ya da mesleki yetersizliklerin sonucu olmadığını; esas olarak yapısal, kültürel ve kurumsal engellerden kaynaklandığını göstermektedir. Özellikle liderlik pozisyonlarının güç, otorite, sertlik, kriz anında hızlı karar verebilme ve rekabetçilik gibi geleneksel olarak erkeklikle özdeşleştirilen nitelikler üzerinden tanımlanması, kadınların yönetsel potansiyelinin ikincil görülmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra yazılı olmayan terfi ölçütleri, erkek egemen hiyerarşi dışı ilişki ağları, sınırlı rehberlik ve kariyer desteği, rol model eksikliği ve iş-yaşam dengesi konusunda kurumsal yetersizlikler, kadınların üst kademelere yükselmesini zorlaştıran başlıca engeller arasında yer almaktadır. Cam tavan olgusu, bu süreçte kadınların belirli bir düzeyin ötesine geçmesini engelleyen görünmez fakat etkili bir mekanizma olarak öne çıkmaktadır.

Kadın Liderliğinin Stratejik Katkısı

Bununla birlikte çalışma, kadın liderliğinin savunma sanayisi açısından yalnızca temsili bir eşitlik başlığı olmadığını; aynı zamanda stratejik bir yönetim avantajı sunduğunu ortaya koymaktadır. Kadın liderliğinin katılımcı iletişim, çok boyutlu değerlendirme, etik duyarlılık, uzun vadeli düşünme ve kapsayıcı koordinasyon gibi özellikleri; yüksek risk, belirsizlik ve çok aktörlü karar alma süreçlerinin baskın olduğu savunma sanayisinde önemli katkılar sağlayabilecek niteliktedir. Özellikle risk yönetimi, kriz çözümü, ekip içi iletişim, kurumsal dayanıklılık ve stratejik öngörü kapasitesi bakımından kadın liderliğinin örgütsel performansı destekleyebileceği değerlendirilmektedir. Bu durum, kadınların yönetsel temsiline ilişkin tartışmanın yalnızca sosyal adalet çerçevesinde değil, kurumsal etkinlik ve rekabet kapasitesi bağlamında da ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Kapsayıcı Yönetim ve Politika Önerileri

Sonuç olarak çalışma, savunma sanayisinde kadınların üst yönetim düzeylerinde daha görünür hâle gelmesinin, sadece toplumsal cinsiyet eşitliğinin bir gereği değil, aynı zamanda daha nitelikli karar alma, daha güçlü kurumsal meşruiyet ve daha yüksek stratejik esneklik için önemli bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda şeffaf ve liyakat temelli terfi sistemlerinin oluşturulması, kapsayıcı örgüt kültürünün güçlendirilmesi, mesleki rehberlik ve kariyer destek mekanizmalarının yaygınlaştırılması ve kadınların stratejik karar alanlarına erişimini destekleyen kurumsal politikaların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylece savunma sanayisinde kadın liderliğinin güçlendirilmesi, yalnızca temsil oranlarını artıran bir adım değil, sektörün uzun vadeli kurumsal başarısını destekleyen stratejik bir dönüşüm alanı olarak değerlendirilmelidir.



PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Mebruke ARUK	Niğtaş	Kaynak incelemesi
	İNCELEME KONUSU: Savunma Sanayisinde Kadınların Yönetim Kademelerinde Temsili: Fırsatlar ve Engeller		
	KAPSAM: Araştırmanın kapsamı, savunma sanayisinin yapısal özellikleri ile kadın liderliği ve cam tavan olgusu arasındaki ilişkiyi kavramsal ve analitik bir çerçevede ele almaktadır.		
	KAVRAMSAL ÇERÇEVE: Kadın liderliği, cam tavan, kurumsal yapı, karar alma süreçleri ve yönetsel temsil		

Kaynakça

- Basow, S. A., S. Codos, J. L. Martin. (2013) "The effects of professors' race and gender on student evaluations and performance." College Student Journal 47 (2): 352-363 Bozkaya, G. Ç. (2026). Kadın Liderlerin Kamu Yönetimine Katkıları: Toplumsal Cinsiyet Perspektifi. Journal of Academic Value Studies (JAVStudies), 11(4), 293-306.
- Elçi, M., Murat Eminoğlu, G., Sivrikaya Şerifoğlu, F., Çeviker Ay, Ş., & Keçeci, A. (2021). Lider Etkinliği ve Duygusal Zeka Arasındaki İlişkiler: Kadın Akademisyenler Üzerinde Bir Çalışma. İşletme Ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 9(2), 28-41. https://izlik.org/JA72PM56AX
- Haber, T. (2024, Mart 7). Savunma sanayiinde 'kadın' eli. *TRT Haber*. https://www.trthaber.com/haber/gundem/savunma-sanayiinde-kadin-eli-842484.html
- Karaduman, C. G., & Ergun, A. (2018). ERKEK EGEMEN İŞ ORTAMLARINDA KADIN YÖNETİCİLERİN DENEYİMLERİ VE STRATEJİLERİ. Sosyoloji Araştırmaları
- Karakuş, E. (2021). Türkiye'de İş Hayatında Yönetimde Kadın Olmak: Cam Tavan ve Cam Uçurum Kavramları Üzerine Nitel Bir Araştırma | Being a Woman in Management in Business Life in Turkey: A Qualitative Study on Concepts Glass Cliff and Glass Ceiling. Akdeniz Kadın Çalışmaları Ve Toplumsal Cinsiyet Dergisi, 4(2), 244-264. https://doi.org/10.33708/ktc.913033
- Haber Merkezi. (2022, 23 Haziran). *Savunma Sanayi'nin güçlü kadınları*. *Sözcü*. Erişim adresi: https://www.sozcu.com.tr/savunma-sanayinin-guclu-kadinlari-wp7210342
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (t.y.). Mesleki rehberlik programları. Erişim adresi: https://orgm.meb.gov.tr/www/mesleki-rehberlik- programlari/icerik/3138
- Örücü, E., Kılıç, R., & Kılıç, T. (2007). "Cam Tavan Sendromu ve Kadınların Üst Düzey Yönetici Pozisyonuna Yükselmelerindeki Engeller: Balıkesir İli Örneği". Yönetim Ve Ekonomi Dergisi, 14(2), 117-135. https://izlik.org/JA93JH85EE
- Özcan, M. (2023, March 8). Tavana odaklanmadan önce cama odaklanmalı. *GAE Web sitesi*. https://www.gelecek.org.tr/post/tavana-odaklanmadan-%C3%B6nce-cama-odaklanmal%C4%B1
- Özer, M. A., & Kartal, M. (2022). Performans Yönetiminde Performans Yükselme Uygulaması: Sorunlar Üzerinden Bir Değerlendirme. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(1), 23-44.
- Sezgin, Ş., & Sezgin, S. (2018). DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE SAVUNMA SANAYİ: GENEL BİR BAKIŞ. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 5(12), 1-19
- Sivrikaya, N., & Wolff, R. A. (2021). Kadın Liderlik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kadın ve Aile Araştırmaları Dergisi, 1(2), 59-78.
- https://kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/PDF%20linkleri/standartlar%20ve%20ilke%20kararlar%C4%B1/ET%C4%B0K%20KURALLAR/BA%C4%9EIMSIZ%20DENET%C3%87%C4%B0LER%20%C4%B0%C3%87%C4%B0N%20ET%C4%B0K%20KURALLAR(1).pdf
- Türkiye Cumhuriyeti. (2021, 17 Nisan). *7315 sayılı Güvenlik Soruşturması ve Arşiv Araştırması Kanunu*. Resmî Gazete (Sayı: 31457). Erişim adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7315&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5
- SAHA EXPO. (2022, 27 Ekim). *Savunma sanayinde kadınlar* [Video dosyası]. Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=vvYC0gAamTM

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Mebruke-ARUK.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Çift Kullanım (Dual-Use) Teknolojilerine Yönelik Uygulamaların Dünyada ve Türkiye'de Karşılaştırmalı Analizi ve Politika Önerileri

YAZAR
Dr. Damla TURAN

T.C SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

1. Giriş

Hem askeri hem de sivil alanlarda kullanılabilen teknolojiler çift kullanım (dual-use) teknolojileri olarak adlandırılmaktadır. İnovasyon yönetimi perspektifinden ele alındığında bu kavram, ister askeri ister sivil alanda geliştirilmiş olsun, yüksek maliyetli Ar-Ge faaliyetlerinin çıktılarının birden fazla sektörde kullanılmasına imkân tanır ve böylece daha yüksek ekonomik değer yaratılmasına zemin hazırlar. Çift kullanım teknolojileri gizlilik ve kötüye kullanım gibi riskler de barındırır. Ancak bu hassasiyetler gözetildiğinde ve kötüye kullanımı önleyecek mevzuat düzenlemeleri yapıldığında, önemli bir gelişim alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle çift kullanım teknolojilerinin yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Çalışmanın Amacı ve Araştırma Yöntemi

Bu çalışmanın amacı, çift kullanım teknolojilerinin tanımını, tarihçesini, önemini, barındırdığı fırsat ve tehditleri ortaya koymaktır. Çalışma ayrıca dünyada ve Türkiye'de bu alanda yürütülen programları karşılaştırmalı olarak incelemekte ve Türkiye'de çift kullanım teknolojilerinin yaygınlaştırılmasına yönelik politika önerileri geliştirmektedir. Araştırmada nitel yöntem benimsenmiş; ulusal ve uluslararası literatür, politika belgeleri ve uygulama örnekleri doküman analiziyle incelenmiştir.

Türkiye'de Çift Kullanımın Mevcut Durumu

İnceleme şu tabloyu ortaya koymaktadır: Türkiye'nin savunma sanayisi oldukça gelişmiştir ve ülkenin çevik girişimcilik potansiyeli yüksektir. Buna karşın askeri ve sivil sektörler birbirinden çok farklı alanlar olarak algılanmaktadır. Savunma şirketlerinin sivil pazara yönelik farkındalığı sınırlıdır. Sivil alanda teknoloji geliştiren girişimlerden askeri alana bilgi transferi de oldukça kısıtlı kalmaktadır. [Dünya örnekleriyle karşılaştırmaya dayanan bulgular asıl yazı içindedir.]

Şekil 1. SSB Stratejik Planı (2024-2028) Çift Kullanım Hedefi Performans Göstergeleri

Amaç (A1)	**Sektörel Gelişimde Rekabetçiliği ve Sürdürülebilirliği Sağlamak**						
Hedef (H1.3)	**Çift kullanımlılık alanında savunma sanayii ile sivil sektör arasında etkileşim artırılacaktır.**						
Amacın İlgili Olduğu Program / Alt Program Adı	**Ulusal Savunma ve Güvenlik / Güçlü Savunma Sanayii Ekosistemi**						
Amacın İlişkili Olduğu Alt Program Hedefi	**Savunma ve güvenlik güçlerimizin etkinliğini ve caydırıcılığını artıracak tedarik projelerini, dışa bağımlılığı asgari seviyeye indirecek şekilde yürütmek ve Türk savunma sanayii ekosistemini güçlendirmek**						
Performans Göstergeleri	**Hedefe Etkisi (%)**	**Başlangıç Değeri (2023)**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
PG1.3.1: Dünya genelinde cirolara göre sıralamada ilk 100'de yer alan firmalarımızın satışları içerisindeki sivil sektör satış yüzdesi*	25	%7	%8	%10	%12	%14	%15
PG1.3.2: Sivil kamu kurumlarının teknoloji yoğun ihtiyaçlarını, savunma sanayii yetenekleri ile karşılanmasına ilişkin proje sayısı*	25	52	57	62	67	72	77
PG1.3.3: YETEN platformunun çift kullanımlılık alanına veri girişi yapılan ürün/hizmet/yetenek sayısı*	25	2189	2400	2640	2900	3200	3515
PG1.3.4: Paydaşlar arasında çift kullanımlılığa ilişkin işbirliği toplantısı ve çalıştay sayısı*	25	0	3	3	3	3	3
Sorumlu Birim	Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı						
İşbirliği Yapılacak Birim(ler)	- Sanayileşme Daire Başkanlığı - Proje Daire Başkanlıkları - Kurumsal İletişim Daire Başkanlığı						
Riskler	- Koordinasyon ve işbirliğinde oluşabilecek zafiyet - Maliyet/Finansal kaynaklar nedeniyle yaşanabilecek kısıtlar - Paydaşların hali hazırda kullandıkları tedarik yöntemlerine devam etime eğiilimi - Güvenlik (Savunma sektörüne yönelik)						

Kaynak: https://www.ssb.gov.tr/storage/img/stratejik-plan-2024-2028.pdf

Ekosistemi Güçlendirecek Politika Araçları

Bulgular doğrultusunda öneriler yedi başlıkta toplanmıştır: farkındalık çalışmaları, hızlandırma programları, teşvik programları, networking etkinlikleri, girişim sermayesi fonları, uluslararası iş birlikleri ve uluslararası etkinlikler.

Farkındalık çalışmaları:

Toplumda ve özellikle gençler arasında farkındalık oluşturmak için dünyanın en büyük havacılık, uzay ve teknoloji festivali olan TEKNOFEST kapsamında hem festival döneminde hem de yıl boyunca süren yarışma süreçlerinde etkinlikler düzenlenmelidir. Türkiye'nin en gelişmiş sanayi kolu olan savunma sanayisindeki şirketlere yönelik seminer ve çalıştaylar yapılmalıdır. Çift kullanım potansiyeli taşıdığının farkında olmayan girişimlere yönelik tanıtım faaliyetleri yürütülmelidir. Girişimcilik ekosistemindeki diğer önemli etkinliklerde de konuya panel, ana konuşma ve sunumlarda yer verilmelidir.

Hızlandırma programları:

Bu alana özel çalışan teknopark ve TEKMER'lerin ortaya çıkması ve çift kullanıma uygun girişimci ve girişimci adaylarına yönelik özel hızlandırma programları düzenlenmesi önemlidir. Savunma sanayi şirketleri de dış fikir sahiplerine ürün geliştirme, teknik mentorluk ve kavram kanıtlama (PoC) desteği sunan programlar yürütmelidir. Kendi çalışanları için de fikir yarışmaları ve hackathon gibi araçlarla iç girişimcilik programları düzenlemelidir. Bu programlar Ar-Ge, proje yönetimi, finansman, hukuki altyapı ve fikri mülkiyet eğitimleriyle, finansmana erişim mentorluğuyla desteklenmelidir.

Teşvik programları:

TÜBİTAK TEYDEB tarafından bu temaya özel Sanayi Yenilik Ağ Mekanizması (SAYEM) çağrıları açılmalıdır. Spin-on ve spin-off yönlü Ar-Ge ve ticarileştirme projeleri yürüten konsorsiyumlar hibe ve kredi destekleriyle teşvik edilmelidir.

Şekil 2. Spin-off ve spin-on teknolojilere örnekler



Networking etkinlikleri:

Girişimcilerin temel darboğazlarından biri; geliştiricilere, Ar-Ge yatırımcılarına, tedarikçilere ve girişim sermayesi fonu yöneticilerine erişim güçlüğüdür. Bu nedenle çift kullanıma özel demo günleri ve şirketten şirkete (B2B) görüşmeler düzenlenmelidir. SAHA Expo gibi etkinlikler de panellerin yanı sıra bu tür buluşmalara ev sahipliği yapmalıdır.

Girişim sermayesi fonları:

Finansmana erişim sorununu gidermek için çift kullanım teknolojilerine odaklanan girişim sermayesi fonları kurulmalıdır. Bu fonlar, kamunun yürüttüğü fonların fonu yapıları aracılığıyla desteklenmelidir. Diğer teknoloji alanlarına odaklanan fonlarda da farkındalık çalışmaları yapılmalı ve derin teknoloji girişimleri çift kullanıma yönlendirilmelidir.

Uluslararası iş birlikleri ve etkinlikler:

Türkiye'den daha fazla girişim, girişim sermayesi fonu ve test merkezinin NATO İnovasyon Fonu ve DIANA Hızlandırma Programı'nda yer alması sağlanmalıdır. Take Off İstanbul gibi uluslararası girişim zirvelerinde çift kullanım odaklı yan etkinlikler (side-event) düzenlenmelidir.

Sonuçlar ve Gelecek Araştırmalar

Bu çalışma, çift kullanım teknolojilerini inovasyon yönetimi perspektifinden ele alarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Küresel uygulamaları, Türkiye'deki politika belgelerini ve pratik örnekleri bir araya getiren kapsamlı bir kaynak niteliği taşımaktadır. Akademiye, politika

yapıcılara, girişimcilere, yatırımcılara, girişimcilik ekosistemi paydaşlarına ve sivil toplum kuruluşlarına yönelik öneriler sunmaktadır. Çalışmanın temel kısıtı, araştırmanın nitel bir yöntemle yürütülmüş olmasıdır. Sonuçların gelecek çalışmalarda mülakat veya odak grup görüşmeleriyle derinleştirilmesi ve ilgili paydaşların görüşleriyle desteklenmesi, alana yönelik akademik katkıyı artıracaktır.

PROJE KÜNYESİ			
	YAZAR **Dr. Damla TURAN**	KURUM **T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı**	YÖNTEM **Nitel yöntem**
	İNCELEME KONUSU **Çift Kullanım (Dual-Use) Teknolojilerine Yönelik Uygulamaların Dünyada ve Türkiye'de Karşılaştırmalı Analizi ve Politika Önerileri**		
	AMAÇ **Çift kullanım teknolojilerinin tanımını, tarihçesini, önemini, barındırdığı fırsat ve tehditleri ortaya koymaktır.**		
	VERİ / KAYNAK **Ulusal ve uluslararası literatür, politika belgeleri ve uygulama örnekleri doküman analiziyle incelenmiştir.**		

Kaynakça

- Aktaş (2025). *The rising dual-use potential of the Defence Indıstry* Küme Vakfı https://kumevakfi.substack.com/p/the-rising-dual-use-potential-of
- Alic, J. vd. (1992). *Beyond spinoff: Military and commercial technologies in a changing world*. Harvard Business School Press.
- ASELSAN. (2026). *Girişimciliğe kurumsal destek: ASELSAN girişimcilik modeli*. https://www.aselsan.com/tr/blog/detay/448/girisimcilige-kurumsal-destek-aselsan-girisimcilik-modeli
- Avrupa Parlamentosu ve Konseyi. (2021). *Regulation (EU) 2021/821*. Official Journal of the European Union.
- Defense Innovation Unit. (2026). *About DIU*. https://www.diu.mil/
- Duman, S. (2020). *Ülkemizin Tüm Enerjisini Temel Yetkinlikleri Kazanmaya Harcamamız Gerekiyor* Savunma Sanayiinde Adaptasyon: Çift Kullanım (Dual-Use) Konsepti https://thinktech.stm.com.tr/tr/savunma-sanayinde-adaptasyon-cift-kullanim-dual-use-konsepti
- European Commission (2026). https://commission.europa.eu
- European Defence Fund (2026). https://defence-industry-space.ec.europa.eu/european-defence-fund
- Havelsan. (2026). *İnovasyon programları*. https://www.havelsan.com/tr/inovasyon/inovasyon-programlari
- InnoTalent. (2026). *Dual-use studio*. https://www.innotalent.co/dual-use-studio
- McLeish, C., & Nightingale, P. (2007). Biosecurity, dual-use technology and the death of distance. *Journal of Strategic Studies, 30*(6), 935–962.
- Mevlütoğlu, A. (2025) *Savunma Sanayii, Dual-Use Teknolojiler ve Avrupa Güvenlik Mimarisinin Yeniden İnşası: Türkiye Perspektifi* ESİAD Yaşam Dergisi, Sayı 35. Sayfa 54-59. https://www.esiad.org.tr/esiad-yasam/dergi_35.pdf
- Molas-Gallart, J. (1997). Which way to go? Defence technology and the diversity of "dual-use" technology transfer. *Research Policy, 26*(3), 367–385.
- Saha Blog (2026). Savunma Teknolojilerinde Çift Kullanım https://www.sahaistanbul.org.tr/saha-blog/savunma-teknolojilerinde-cift-kullanim-1167
- Sakman, T. (2025). *Avrupa güvenliğinde SAFE dönemi: Türkiye'nin katılması neden önemli?* Anadolu Ajansı https://www.aa.com.tr/tr/analiz/avrupa-guvenliginde-safe-donemi-turkiyenin-katilmasi-neden-onemli/3731486
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). *Avrupa'nın en büyük derin teknoloji fonu*. https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/avrupanin-en-buyuk-derin-teknoloji-fonu
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2024). *NATO inovasyon hızlandırıcısı ağına 8 yeni üye*. https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/nato-inovasyon-hizlandiricisi-agina-8-yeni-uye
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2025). *2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi*. https://hamle.sanayi.gov.tr/Files/dokumanlar/2030SanayiveTeknolojiStratejisi.pdf
- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2023). *2024–2028 Stratejik Planı*. https://www.ssb.gov.tr/storage/img/stratejik-plan-2024-2028.pdf
- Small Business Innovation Research. (2026). *About SBIR/STTR*. https://www.sbir.gov/about
- Soner ve Çifçi (2022). *Çin Savunma Sanayiinin Çeşitlenen Dinamikleri: Kurumsal Sınırlılıklardan Küresel Rekabete* Güvenlik Çalışmaları Dergisi 24. Cilt 2. Sayı s. 134-157 https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2521901
- SSTEK (2026). https://sstek.com.tr/tr/about-us/
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). *On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028)*. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf
- Türkiye Kalkınma Fonu (2026) https://www.turkiyekalkinmafonu.com.tr/fonlarimiz/yenilikci-ve-ileri-teknolojiler-gsyf
- Wassenaar Arrangement. (1996). *Guidelines & procedures, including the initial elements*.
- Wikipedia (2026). *Bayh–Dole Act*. https://en.wikipedia.org/wiki/Bayh%E2%80%93Dole_Act
- Yaşaroğlu, M. (2025) *Dual-use teknolojiler: VC'ler savunma ve sivil kullanımın kesişiminde nasıl pozisyon alıyor?* https://medium.com/@mervebyasaroglu/dual-use-teknolojiler-vcler-savunma-ve-sivil-kullan%C4%B1m%C4%B1n-kesi%C5%9Fiminde-nas%C4%B1l-pozisyon-al%C4%B1yor-08ccbd2ffb54

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Damla-TURAN.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Türk Savunma Sanayii Şirketlerinde Lider-Üye Etkileşiminin Yenilikçi İş Davranışına Etkisi

YAZAR
Selin UZUNER GÜNEŞ
TEKNOPARK İSTANBUL



1. Giriş

Bu çalışma, Türk savunma sanayii şirketlerinde lider–üye etkileşiminin (LÜE) yenilikçi iş davranışı (YİD) üzerindeki etkisini literatür temelli olarak incelemektedir. Savunma sanayii gibi teknoloji yoğunluğu ve güvenlik hassasiyeti yüksek sektörlerde, yenilikçi davranışın yalnızca bireysel yaratıcılıkla açıklanamayacağı kabul edilmektedir. Bu yapılarda liderlik kalitesi, psikolojik güvenlik, örgütsel iklim, bilgi paylaşımı, kaynak erişimi ve kurumsal destek mekanizmalarının birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Lider–Üye Etkileşimi ve Yenilikçi İş Davranışı

LÜE, liderin tüm çalışanlarıyla aynı nitelikte ilişki kurmadığını, her çalışanla farklı düzeyde ilişki geliştirebildiğini ileri süren ilişki temelli bir yaklaşımdır. Yüksek kaliteli LÜE ilişkilerinde güven, saygı, destek ve kaynak paylaşımı belirginleşir. Düşük kaliteli ilişkiler ise görev tanımı, biçimsel

Tablo 1: Grup İçi ve Grup Dışında Karşılaşılan Yaklaşımlar

Grup İçi (Yüksek Kaliteli)	*Grup Dışı (Düşük Kaliteli)*
Daha düşük personel değişim oranı	Daha yüksek personel değişim oranı
Daha olumlu performans değerlendirmeleri	Standart performans değerlendirmeleri
Daha sık ve kısa sürede gelen terfiler	Daha az terfi imkanına erişim
Daha fazla kurumsal adanmışlık	Daha az kurumsal adanmışlık
Cazip iş görevleri verilmesi	Rutin iş görevleri verilmesi
Yüksek kalitede iş tutumu	Standart iş tutumu
Liderden daha fazla destek ve dikkat görme	Liderden daha az destek ve takdir görme
Üyenin daha fazla katılım gösterme eğilimi	Üyenin daha az katılım gösterme eğilimi
Kuvvetli iletişim ve paylaşım	Seyrek ve biçimsel iletişim
Daha çok güven duyulma	Daha az güven duyulma
Daha sık geri bildirim, koçluk ve mentorlük alabilme	Daha az geri bildirim, koçluk ve mentorlük alma

iletişim ve sınırlı destek üzerinden şekillenir. YİD, yeni fikir üretmenin yanı sıra fikrin örgüt içinde görünür kılınmasını, desteklenmesini ve uygulamaya dönüştürülmesini kapsayan çok boyutlu bir süreçtir. Bu yönüyle YİD, bireysel yaratıcılık ile kurumsal inovasyon arasında köprü kurmaktadır.

Araştırma Yöntemi ve Bibliyometrik Tarama

Çalışmada iki eksenli bir araştırma yaklaşımı izlenmiştir. İlk eksende LÜE ve YİD'ye ilişkin kuramsal literatür incelenmiştir. LÜE bu eksende sosyal değişim teorisi, rol teorisi, eşitlik teorisi ve beklenti teorisiyle, ayrıca karşılıklılık normuyla ilişkilendirilmiştir. İkinci eksende Web of Science Core Collection veri tabanında 2020–2026 dönemini kapsayan üç ayrı tarama yapılmıştır:

"LMX", "leader member exchange" ve "leader member exchange theory" terimleriyle yapılan LÜE taramasında 3.320 yayına ulaşılmıştır.

"Innovative work behaviour" terimiyle yapılan YİD taramasında 30.071 yayına ulaşılmıştır.

İki kavramın birlikte arandığı LÜE–YİD taramasında 1.491 yayına ulaşılmıştır.

Yayınlardaki anahtar kelimelerin eş zamanlı birliktelik ağları VOSviewer yazılımıyla haritalandırılmıştır. Analiz; LÜE taramasında 162, YİD taramasında 139, LÜE–YİD taramasında ise 156 ilişkili anahtar kelime üzerinden yürütülmüştür. LÜE–YİD ağından küme oluştuğu ve öne çıkan kavramların X, Y ve Z olduğu tespit edilmiştir.

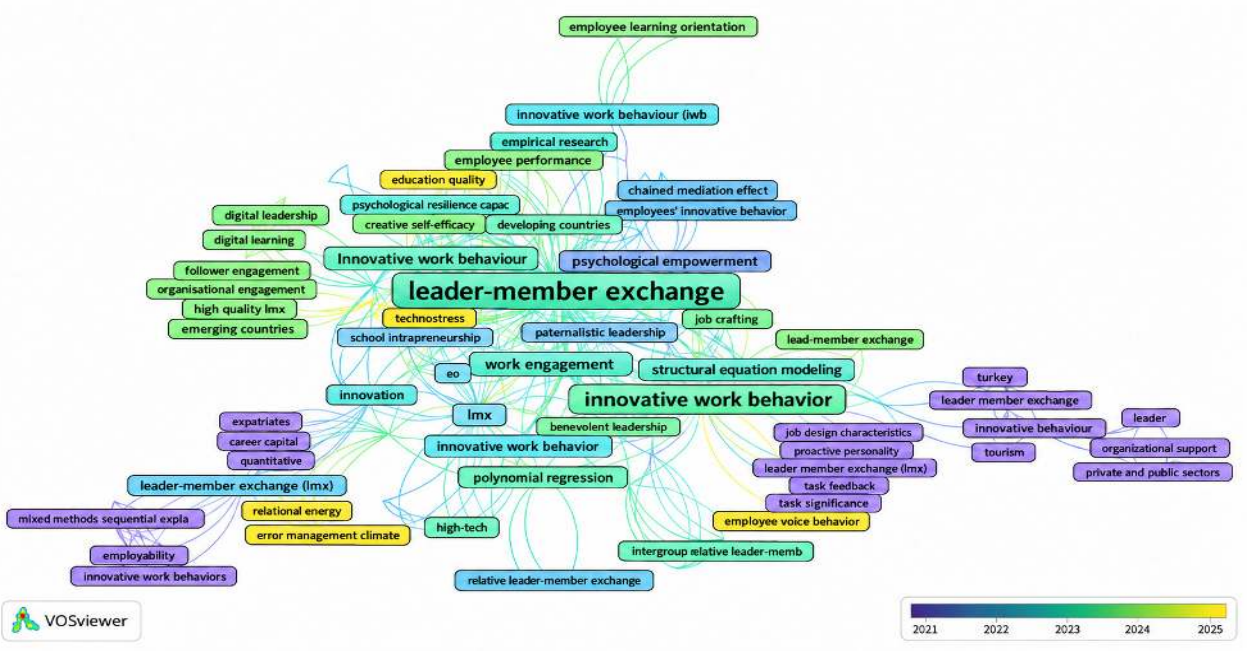
Liderlik Kalitesi ve Yenilikçilik İlişkisi

Literatür sentezi, yüksek kaliteli LÜE'nin çalışanların yenilikçi iş davranışlarını olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Lideriyle güvene dayalı ilişki kuran çalışanların bilgiye, kaynağa, geri bildirime ve inisiyatif alanına erişimi kolaylaşır. Bu durum fikir üretme, fikre destek toplama ve fikri uygulamaya taşıma eğilimini güçlendirir. Sosyal değişim teorisi açısından çalışan, liderinden gördüğü destek ve güvene karşılık olarak daha fazla katkı sağlar, sorumluluk alır ve gönüllü yenilikçi davranışlar gösterir. Bununla birlikte LÜE–YİD ilişkisi tek basamaklı, doğrudan bir etkiden çok çoklu bir mekanizma olarak anlaşılmalıdır. Bu mekanizmada psikolojik güvenlik, işe adanmışlık ve kariyer tatmini aracı; yenilikçi iklim, örgütsel adalet ve güç mesafesi ise düzenleyici değişkenler olarak öne çıkmaktadır. Dolayısıyla LÜE, performansın yanı sıra proaktif ve geliştirici katkıları da etkileyen önemli bir ilişkisel kaynaktır.

Örgütsel Yapı, Güvenlik ve Yenilikçilik

Savunma sanayii bağlamında güvenlik hassasiyeti, gizlilik, sertifikasyon gereklilikleri, yüksek hata maliyeti, askeri ve bürokratik standartlar ile hiyerarşik karar alma süreçleri, görev emniyeti

Şekil 1: 2020-2026 Yılları Arasında Yapılan LÜE ve YİD İlişkili Çalışmaların Analizi



açısından zorunludur. Ancak bu unsurlar çalışanların fikir belirtme, hata bildirme, mevcut uygulamaları sorgulama ve alternatif çözüm önerme davranışlarını sınırlandırabilmektedir. Özellikle güç mesafesinin yüksek olduğu ortamlarda çalışanlar farklı görüş sunmaktan veya hataları raporlamaktan çekinebilmektedir. Literatür, algılanan örgütsel destek ve yüksek kaliteli LÜE'nin bu olumsuz etkiyi hafifletebildiğine işaret etmektedir.

Bu noktada yüksek kaliteli LÜE, psikolojik güvenlik, kontrollü risk alma ve yenilikçi iş davranışı arasında köprü kuran kritik bir mekanizmadır. Liderin sağladığı güven, kaynak erişimi ve inisiyatif alanı; teknik sorunların erken görünür kılınmasını, alternatif çözümlerin tartışılmasını ve belirsizlik içeren Ar-Ge süreçlerinde sorumluluk alınmasını mümkün kılabilir. Öte yandan savunma sanayiinde yenilikçilik, fikirlerin güvenilir, uygulanabilir, standartlara uygun ve görev emniyetini destekleyen çıktılara dönüşmesini gerektirir. Bu nedenle liderlerin, yenilikçiliği teşvik eden açıcı davranışlarla kontrolü sağlayan kapatıcı davranışları birlikte kullanabilmesi, yani çift yönlü (ambidextrous) liderlik sergileyebilmesi önemlidir.

Millî Teknoloji Hamlesi ve Ekosistem

Türk savunma sanayiinin Milli Teknoloji Hamlesi ve teknolojik bağımsızlık vizyonu doğrultusundaki dönüşümü, LÜE–YİD ilişkisinin örgütsel davranışın yanı sıra ulusal strateji düzeyinde de ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Savunma Sanayii Başkanlığı'nın 2024–2028 dönemi öncelikleri şu başlıklar etrafında şekillenmektedir: ihracat kapasitesi, dijital dönüşüm, güvenlik, çift kullanımlı ve çığır açan teknolojiler, KOBİ ve girişimlerin ekosisteme katılımı, ömür devri yönetimi ve insan değerleri. Bu çerçeve, YİD'nin liderlik kalitesi, örgütsel iklim, bilgi paylaşımı ve stratejik insan kaynağı yönetimiyle ilişkili bir kapasite alanı olduğunu göstermektedir. Türk savunma sanayii ekosistemi; vakıf şirketleri, kamu sermayeli yapılar, özel sektör aktörleri, kümelenmeler, teknoparklar, tedarikçi ağları, KOBİ'ler, girişimler ve akademiden oluşan çok katmanlı bir yapıdır. Bu yapıda LÜE, bilgi akışını hızlandıran, teknik uzmanlığı görünür kılan, disiplinler arası koordinasyonu kolaylaştıran ve kritik teknolojilerin geliştirilmesini etkileyen stratejik bir ilişki mekanizmasına dönüşmektedir.

Liderlik ve İnsan Kaynakları İçin Öneriler

Sonuç olarak, Türk savunma sanayii şirketlerinde YİD'nin sürdürülebilir biçimde güçlenebilmesi için LÜE kalitesinin sistematik olarak yönetilmesi gerekmektedir. Güven, özerklik, kaynak erişimi, geri bildirim ve görünürlük, çalışanların fikir üretme, fikre destek toplama ve fikri uygulamaya taşıma davranışlarını destekleyebilir. Ancak LÜE, bireysel liderlik becerisinin ötesinde kurumsal sistem tasarımının bir parçası olarak ele alınmalıdır. Bu sistemin temel bileşenleri şunlardır: adil kaynak dağıtımı, açık geri bildirim kanalları, teknik mentorluk, disiplinler arası proje takımları, bilgi paylaşım platformları ve psikolojik güvenliği destekleyen insan kaynakları uygulamaları. Bu doğrultuda liderlerin, mühendislik bilgisini stratejik hedeflerle ilişkilendiren, uzmanlığı görünür kılan, öğrenmeyi teşvik eden ve hatayı geliştirici biçimde ele alan teknoloji liderleri olarak konumlanması gerektiği değerlendirilmektedir.

Araştırmanın Sınırları ve Gelecek Çalışmalar

Çalışma, LÜE ve YİD literatürüne Türk savunma sanayii bağlamında özgün bir katkı sunmakta ve liderlik kalitesinin ulusal teknoloji vizyonuyla ilişkilendirilebileceği yeni bir tartışma zemini açmaktadır. Çalışmanın temel kısıtı literatür temelli olmasıdır. Bu nedenle sonuçlar, nedensel çıkarımdan çok kavramsal ilişkilendirmelere dayanmaktadır. Gelecek araştırmalarda savunma sanayiinin farklı örneklemlerinde (farklı firma ölçekleri, Ar-Ge birimleri, üretim/operasyon birimleri ve proje takımları) nicel ve nitel verilerle test edilebilir modeller kurulması önerilmektedir. Bu modellerde psikolojik güvenlik, örgütsel adalet, işe adanmışlık ve bilgi paylaşımının aracı/düzenleyici rolleri, güç mesafesi ve güvenlik kültürü gibi bağlamsal değişkenlerle birlikte incelenebilir.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Selin UZUNER GÜNEŞ	Teknopark İstanbul	İki eksenli bir araştırma yaklaşımı
	KONU: Türk Savunma Sanayii Şirketlerinde Lider-Üye Etkileşiminin Yenilikçi İş Davranışına Etkisi		
	VERİ KAYNAĞI: Web of Science Core Collection veri tabanında 2020–2026 dönemini kapsayan üç ayrı tarama		
	ANALİZ: Yayınlardaki anahtar kelimelerin eş zamanlı birliktelik ağları VOSviewer yazılımıyla haritalandırılmıştır.		

Kaynakça

- Agarwal, U. A. (2014). Linking justice, trust and innovative work behaviour to work engagement. Personnel Review, 43(1), 41-73. https://doi.org/10.1108/PR-02-2012-0019
- Akıncı, G., Alpkan, L., Yıldız, B., & Karacay, G. (2022). The Link between Ambidextrous Leadership and Innovative Work Behavior in a Military Organization: The Moderating Role of Climate for Innovation. Sustainability (Switzerland), 14(22). https://doi.org/10.3390/su142215315
- Akram, T., Lei, S., Haider, M. J., & Hussain, S. T. (2020). The impact of organizational justice on employee innovative work behavior: Mediating role of knowledge sharing. Journal of Innovation and Knowledge, 5(2), 117-129. https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.10.001
- Alzoubi, M. O., Alrowwad, A., & Masa'deh, R. (2022). Exploring the relationships among tacit knowledge sharing, communities of practice and employees' abilities: the case of KADDB in Jordan. International Journal of Organizational Analysis, 30(5), 1132-1155. https://doi.org/10.1108/IJOA-11-2020-2480
- Anderson, N., Potočnik, K., & Zhou, J. (2014). INNOVATION AND CREATIVITY 1 Innovation and Creativity in Organizations: A State-of-the-Science Review, Prospective Commentary, and Guiding Framework. http://doiop.com/innocreat
- Atitumpong, A., & Badir, Y. F. (2018). Leader-member exchange, learning orientation and innovative work behavior. Journal of Workplace Learning, 30(1), 32-47. https://doi.org/10.1108/JWL-01-2017-0005
- Azam, O., Rizvi, S. T. H., & Chaudhry, I. G. (2022). Impact of Leader-Member Exchange Relationship and Job design on Counterproductive Work Behavior (CWB): The Role of Job Burnout. Journal of Management and Research, 9(1). https://doi.org/10.29145/jmr/91/06
- Bauer, T. N., Erdogan, B., Liden, R. C., & Wayne, S. J. (2006). A longitudinal study of the moderating role of extraversion: Leader-member exchange, performance, and turnover during new executive development. Journal of Applied Psychology, 91(2), 298-310. https://doi.org/10.1037/0021-9010.91.2.298
- Bauer, T. N., & Erdogan, B. (2014). Delineating and reviewing the role of newcomer capital in organizational socialization. Annu. Rev. Organ. Psychol. Organ. Behav., 1(1), 439-457.).
- Binti Rahman, K., & Binti Wahab, E. (2025). "LMX and Innovative Work Behaviour: A Conceptual Paper on Psychological Empowerment as Mediator". https://doi.org/10.47772/IJRISS
- Budiantho, A., Parimita, W., & Wolor, C. W. (2024). THE ROLE OF LEADER-MEMBER EXCHANGE, SELF-EFFICACY, ORGANIZATIONAL LEARNING TO INNOVATIVE WORK BEHAVIOR, MEDIATION ROLE OF ENGAGEMENT. Business and Economics Research (IJEBER), 4(1), 54-75. https://doi.org/10.59822/IJEBER.2024.4104
- CEYHAN, S., & ÇİÇEK, H. (2024). The Effect of Leader-Member Exchange on Innovative Work Behavior: A Research on Mediator Role of Career Satisfaction and Moderator Role of Sector Experience. Alanya Akademik Bakış, 8(1), 89-106. https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1274113
- Chen, Y., & Liu, B. (2024). The influence of leader-member exchange social comparison on employee innovative behavior. SHS Web of Conferences, 196, 03003. https://doi.org/10.1051/shsconf/202419603003
- Dansereau, ;, Graen, G. ;, Haga, W. J., Dansereau, F., Graen, G., & Haga, W. J. ". (1975). Calhoun: The NPS Institutional Archive DSpace Repository A vertical dyad linkage approach to leadership within formal organizations: A longitudinal investigation of the role making process. https://hdl.handle.net/10945/61488
- Dawuda, A., Amadu, S., Adam, A.-R., Akabutu, C., Abdallah, M. H., & Fianku, B. (2026). Impact of Leader-Member Exchange (LMX) on Organizational Performance: Synthesis of Literature (2015-25). Içinde Human Resource and Leadership Journal (C. 11, Sayı 1). Online. www.carijournals.orgwww.carijournals.orgwww.carijournals.org
- Dienesch, R. M., & Liden, R. C. (1986). Leader-Member Exchange Model of Leadership: A Critique and Further Development. Içinde Source: The Academy of Management Review (C. 11, Sayı 3).
- Dulebohn, J. H., Bommer, W. H., Liden, R. C., Brouer, R. L., & Ferris, G. R. (2012). A Meta-Analysis of Antecedents and Consequences of Leader-Member Exchange: Integrating the Past With an Eye Toward the Future. Journal of Management, 38(6), 1715-1759. https://doi.org/10.1177/0149206311415280
- Erdogan, B., & Bauer, T. N. (2015). Leader-Member Exchange Theory. Içinde International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition (ss. 641-647). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.22010-2
- Dar, N., Kundi, Y. M., & Soomro, S. A. (2023). Leader–member exchange and innovative work behavior: a 2-1-1 model. Management Decision, 61(9), 2629-2644.
- Festinger, L. (1957). Social comparison theory. Selective Exposure Theory, 16(401), 3.
- Gerstner, C. R., & Day, D. V. (1997). Meta-Analytic review of leader–member exchange theory: Correlates and construct issues. Journal of applied psychology, 82(6), 827.
- Graen, G., & Cashman, J. F. (1975). A role-making model of leadership in formal organizations: A developmental approach. Leadership frontiers, 143(165), 86-96.
- Graen, G. B., & Hl-Bien, M. U. (1995). RELATIONSHIP-BASED APPROACH TO LEADERSHIP: DEVELOPMENT OF LEADER-MEMBER EXCHANGE (LMX) THEORY OF LEADERSHIP OVER 25 YEARS: APPLYING A MULTI-LEVEL MULTI-DOMAIN PERSPECTIVE.
- Harris, K. J., & Kacmar, K. M. (2006). Too much of a good thing: The curvilinear effect of leader-member exchange on stress. The Journal of social psychology, 146(1), 65-84.
- İş, Y., Aracılık, D., Bir, R. :, İşletmesinde, L., & Araştırması, S. (2023). Aytaç YEDİGÖZ & Burcu Şefika DOĞRUL Lider-Üye Etkileşiminin İş Performansına Etkisinde THE MEDIATING ROLE OF INNOVATIVE BUSINESS BEHAVIOR IN THE EFFECT OF LEADER-MEMBER EXCHANGE ON BUSINESS PERFORMANCE: A FIELD STUDY IN A PORT BUSINESS.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Selin-Uzuner-GUNES-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Su Altı Harbinde İnsansız Hava Araçlarının Etkin Kullanımı: Global Gelişmeler ve Türkiye Örneği

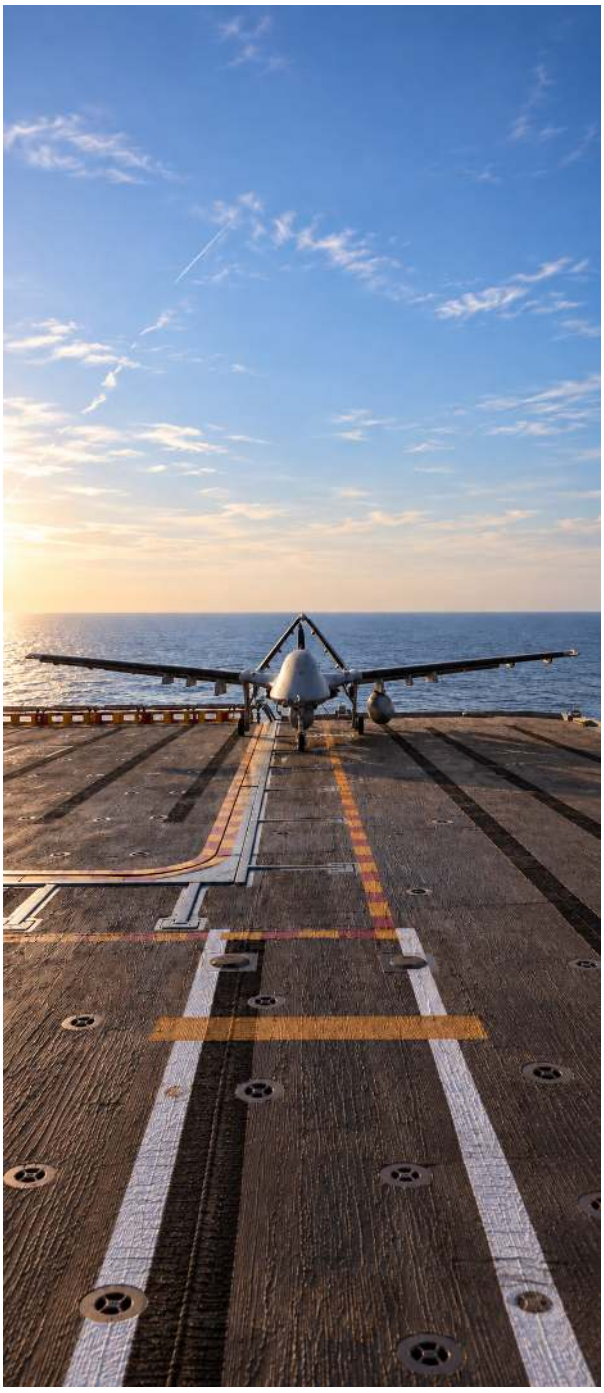
YAZAR
Onur BİLGİN

ROKETSAN

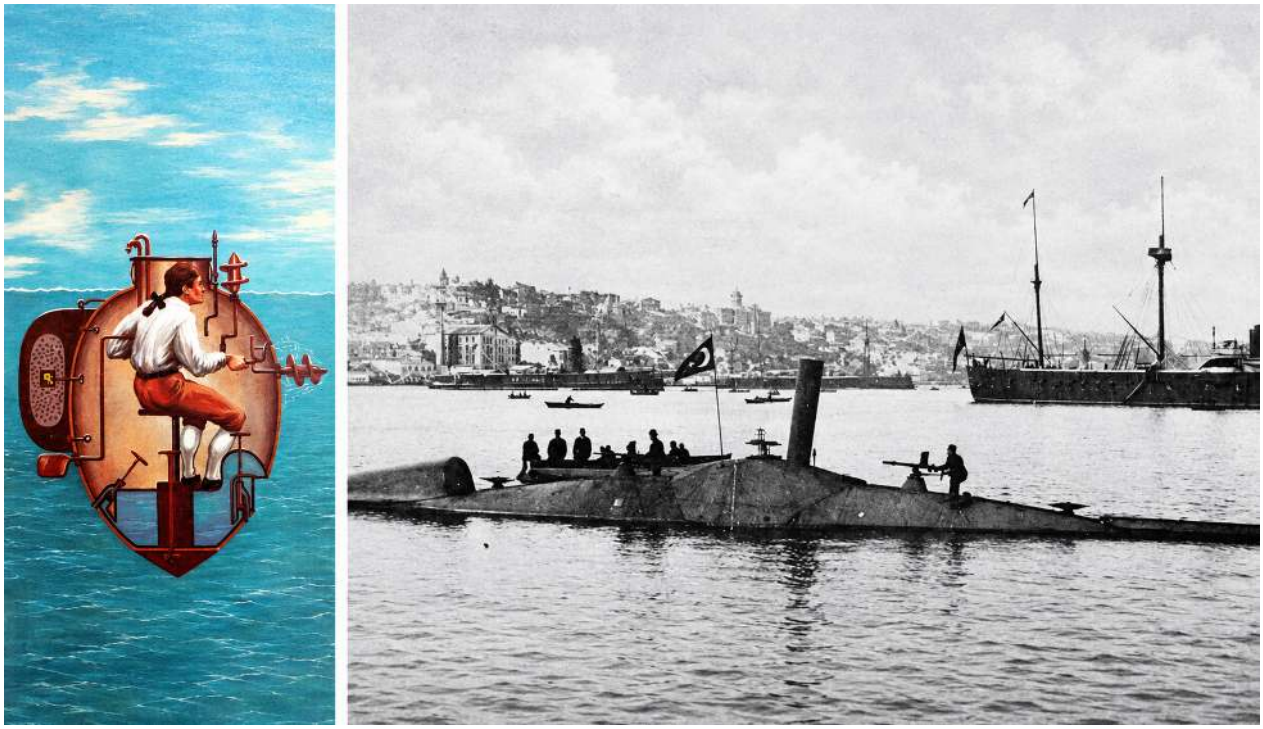
1. Giriş

Bu çalışma, denizaltı savunma harbinde (Anti-Submarine Warfare – ASW) insansız hava araçlarının (İHA) yalnızca destek unsuru değil, doğrudan angajman platformu olarak kullanılıp kullanılamayacağını ele almaktadır. Tartışma, özellikle hafif sınıf torpidoların yüksek irtifa şartlarında güvenli ve etkin biçimde çalışıp çalışamayacağı sorusu üzerinden yürütülmektedir. Günümüz deniz harp ortamı, tekil platformlara dayalı yaklaşımdan uzaklaşarak daha dağıtık ve ağ temelli bir yapıya yönelmektedir. Denizaltıların akustik görünürlüğünün azalması, su altında uzun süre kalabilmeleri ve stratejik rol üstlenmeleri, ASW anlayışının teknik olduğu kadar doktrinel açıdan da yeniden düşünülmesini gerektirmektedir. Bu çerçevede insansız sistemler, maliyet, personel güvenliği ve operasyonel süreklilik açısından dikkate değer bir seçenek olarak belirmektedir. Kuramsal nitelikteki çalışmada teknik gereksinimler ve operasyonel konseptler nicel veriler ışığında değerlendirilirken, savunma doktrinleri ve stratejik etkiler nitel bir bakış açısıyla ele alınmaktadır. Bu yönüyle araştırmanın hem savunma teknolojileri literatürüne hem de Türkiye'nin deniz güvenliği stratejilerine katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Çalışmada öncelikle su altı harbinin tarihsel seyri incelenmiş ve teknolojik gelişmelerin yalnızca yeni platform üretimiyle değil, sistemlerin birlikte çalışabilirliği üzerinden ilerlediği ortaya konmuştur.



Bu seyir içinde Osmanlı Donanması'nın 19. yüzyılın sonlarında torpido atabilen denizaltıları envanterine katması, dönemin askeri-teknolojik paradigmasını zorlayan erken bir adım olarak ayrıca değerlendirilmiştir. Nükleer denizaltıların hizmete girmesiyle birlikte ASW faaliyetleri taktik bir görev olmanın ötesine geçmiş ve stratejik caydırıcılık mimarisinin önemli bir bileşeni hâline gelmiştir. Soğuk Savaş'ın ardından sensör teknolojilerindeki ilerleme, veri füzyonu yöntemleri ve karar destek sistemleri bu alanın çerçevesini yeniden şekillendirmiştir. Günümüzde insansız su üstü, su altı ve hava araçlarının birlikte değerlendirildiği entegre bir yapı öne çıkmaktadır. Buna rağmen literatürde İHA'lar çoğunlukla keşif ve gözetleme rolleri üzerinden ele alınmakta; torpido taşıyıcı unsur olarak kullanımı sınırlı biçimde tartışılmaktadır.



Şekil 1: Turtle ve Abdulhamit denizaltısı (Mercan, 2012)

Yüksek İrtifada Teknik Gereksinimler

Araştırmanın odak noktası, lityum batarya kullanan hafif sınıf torpidoların 25.000–40.000 feet aralığındaki irtifalarda karşılaşılacak düşük sıcaklık ve basınç koşullarında güvenilir performans gösterip gösteremeyeceğidir. Soğuk ortamın elektrolit davranışı üzerindeki etkisi, iyon hareketliliğinin azalması, yüksek akım gereksinimleri ve termal kaçak riski teknik değerlendirme kapsamında ele alınmıştır. Yüksek irtifada hava yoğunluğunun düşmesi ve doğal konveksiyonun zayıflaması, batarya ısıl yönetimini kritik bir tasarım konusu hâline getirmektedir. Bu doğrultuda farklı elektrolit türleri, ısı yalıtımı çözümleri ve aktif termal kontrol yöntemleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Teknik değerlendirme yalnızca enerji sistemleriyle sınırlı değildir. Yüksek irtifadan bırakılan bir torpidonun maruz kalacağı aerodinamik etkiler, rüzgâr sapmaları ve suya giriş anındaki yükler mevcut tasarım yaklaşımının yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Helikopterlerden yapılan klasik alçak irtifa bırakmalarında paraşüt sistemleri suya giriş açısını düzenlemekteyken, daha yüksek irtifalarda bu yöntemin sürüklenmeyi artırabileceği ve hassasiyeti azaltabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla güdüm kitleri, kanatlı adaptörler ya da kontrollü süzülme mekanizmaları gibi alternatif çözümler gündeme gelmektedir. Ancak bu tür ek sistemlerin maliyet ve entegrasyon yükü operasyonel gerçeklik açısından dikkatle tartılmalıdır.



Şekil 2: Güdüm kiti ile İHA'dan atılan bir Torpido
(Yapay zeka ile oluşturulmuş temsili gösterimdir)

Küresel Uygulamalar

Çalışma kapsamında küresel gelişmeler de değerlendirilmiştir. ABD, NATO, Çin ve Rusya'nın ASW yaklaşımlarında insansız platformlara giderek daha fazla yer verdiği görülmektedir. NATO tatbikatlarında ağır yük insansız sistemlerin torpido bırakma senaryolarında denenmesi, konunun artık teorik tartışma sınırını aştığını göstermektedir. ABD'de MQ-9B SeaGuardian platformu sonobuoy dağıtımı ve veri aktarımı görevlerinde kullanılırken, otonom su üstü araçları ile birlikte çalışabilecek daha bütüncül bir yapı hedeflenmektedir. Çin'in uzun havada kalış süresine sahip sistemleri ise çok katmanlı bir savunma anlayışına uygun çözümler sunmaktadır. Tüm bu gelişmeler, insansız sistemlerin gelecekte ASW konseptinin temel unsurlarından biri hâline gelebileceğine işaret etmektedir.

Türkiye'nin Platform ve Entegrasyon Potansiyeli

Türkiye açısından bakıldığında, son yirmi yılda oluşturulan platform, sensör, mühimmat ve görev sistemi ekosistemi bu alanda önemli bir potansiyel barındırmaktadır. Uzun havada kalabilen sabit kanatlı platformlar, yüksek faydalı yük kapasiteleri ve uydu haberleşme altyapıları sayesinde sonobuoy bırakma, veri işleme ve torpido taşıma görevlerine daha elverişli görünmektedir. eVTOL temelli çok rotorlu sistemler ise daha sınırlı coğrafyalarda, hızlı reaksiyon ve asimetrik kullanım senaryolarında tamamlayıcı bir rol üstlenebilir. Bununla birlikte etkili bir ASW kabiliyeti yalnızca mühimmat entegrasyonuyla sağlanamaz; bırakma zarfları, akustik veri işleme kapasitesi, manyetik anomali algılama hassasiyeti, görev sistemi sertifikasyonu, komuta-kontrol mimarisi ve angajman prosedürleri gibi çok boyutlu unsurların eşgüdümünü gerektirir.



Şekil 3: T-600 torpido dronu (BAE Systems, 2023)

Stratejik Katkılar ve Sınırlılıklar

Stratejik açıdan değerlendirildiğinde, İHA destekli torpido kullanımı maliyet-etkinlik, personel riskinin azaltılması ve ölçeklenebilirlik bakımından öne çıkmaktadır: insanlı deniz-hava helikopterlerine kıyasla düşük işletme giderleri sürekli devriye imkânı sunarken, yüksek tehdit içeren bölgelerde insanlı platformların maruz kalacağı tehlike sınırlandırılabilir ve geniş deniz alanlarında dağıtık, katmanlı bir caydırıcılık yapısı kurulabilir. Özellikle Mavi Vatan doktrini çerçevesinde geniş deniz yetki alanlarının gözetimi ve denizaltı tehdidine karşı caydırıcılık tesisi açısından insansız sistemlerin rolü artarak sürecektir.

Bununla birlikte bu yaklaşımın çeşitli sınırlılıkları da vardır. Yüksek irtifa koşullarında batarya güvenliği, mühimmat sertifikasyonu, elektromanyetik uyumluluk ve veri güvenliği gibi başlıklar ciddi mühendislik çalışmaları gerektirmektedir. Ayrıca torpidonun su altındaki arama ve hedefe yönelme performansı, bırakma irtifası ve profiliyle doğrudan ilişkilidir. Kapsamlı test ve doğrulama süreçleri olmaksızın operasyonel kullanıma geçilmesi mümkün değildir. Bu potansiyelin somut ve sürdürülebilir bir kabiliyete dönüşebilmesi, teknolojik entegrasyon kadar doktrinel uyumun, eğitim altyapısının ve operasyonel tecrübenin geliştirilmesine de bağlıdır.

Tablo 1: Hafif sınıf torpidolar ve temel teknik özellikleri (U.S. Navy (2023), Leonardo S.p.A. (2019), LIG Nex1 (t.y.), ROKETSAN (2024), WeaponSystems.net (t.y.))

Torpido	Menşei	Ağırlık (kg)	Çap (mm)	Tahrik / Güç
MK-54	ABD	276	324	Otto II Motor
Sting Ray	Birleşik Krallık	267	324	Elektrik Pump-jet / Magnezyum-gümüş Batarya
MU-90	İtalya/Fransa	304	324	Elektrik Pump-jet / Al-AgO Batarya / Eğitim versiyonda Lityum iyon batarya
Tip-12	Japonya	280	324	Elektrik motorlu ve ıslak tip batarya olduğu tahmin edilmektedir
Blue Shark K745	Güney Kore	280	324	Elektrik Pump-jet / Gümüş-oksit Alüminyum veya Lityum İyon
Yu-7	Çin	235	324	Otto II Motor
Orka	Türkiye	285	275	Elektrik Pump-jet / Lityum İyon

Sonuç ve Değerlendirme

Sonuç olarak çalışma, insansız hava araçlarından hafif sınıf torpido kullanımının prensipte mümkün olduğunu; ancak bunun basit bir platform değişikliği olarak görülmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Mesele, tek bir platformun öne çıkarılmasından ziyade, görev ihtiyacına göre ölçeklenebilen ve insanlı ile insansız unsurlar arasında dengeli, katmanlı ve ağ-merkezli bir kuvvet mimarisinin inşa edilmesidir. Tarihsel perspektiften bakıldığında, Osmanlı Donanması'nın erken dönem denizaltı vizyonu ile Türkiye'nin güncel insansız sistem stratejisi arasında belirgin bir süreklilik bulunmaktadır: 19. yüzyılda torpido atabilen denizaltıların envantere katılması nasıl dönemin paradigmasını zorladıysa, bugün İHA'ların ASW konseptine entegrasyonu da benzer ölçüde dönüştürücü bir potansiyel taşımaktadır. Bu çerçevede söz konusu entegrasyon, Türkiye'nin deniz stratejisinde yeni bir aşamayı ve tarihsel yenilikçilik geleneğinin çağdaş bir tezahürünü temsil etmektedir. Çalışma, böylece İHA'ların denizaltı savunma harbinde doğrudan taarruz unsuru olarak konumlandırılmasına ilişkin literatürdeki boşluğa bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YAKLAŞIM
	Onur BİLGİN	ROKETSAN	Nicel veriler ışığında · nitel bir bakış açısıyla
	KONU: Su Altı Harbinde İnsansız Hava Araçlarının Etkin Kullanımı: Global Gelişmeler ve Türkiye Örneği		
	AMAÇ: Hem savunma teknolojileri literatürüne hem de Türkiye'nin deniz güvenliği stratejilerine katkı sağlaması		
	İNCELEME KAPSAMI: Lityum batarya kullanan hafif sınıf torpidoların 25.000–40.000 feet aralığındaki irtifalarda karşılaşılacak düşük sıcaklık ve basınç koşullarında güvenilir performans gösterip gösteremeyeceğidir.		

Kaynakça

- Alberts, D. S., Garstka, J. J., & Stein, F. P. (1999). *Network centric warfare: Developing and leveraging information superiority*. CCRP.
- Aytan, D. (2023). Osmanlı'nın son devrinde Türk denizaltıcılığı (1886–1923). *Harp Tarihi Dergisi, 8*, 97–131. https://doi.org/10.61348/htde.1375239
- BAE Systems. (2023, September 27). *T-600 electric uncrewed demonstrator aircraft achieves significant milestone at NATO exercise*. https://www.baesystems.com/en/article/t-600-electric-uncrewed-demonstrator-aircraft-achieves-significant-milestone-at-nato-exercise
- Baykar. (t.y.). *Bayraktar AKINCI*. https://baykartech.com/tr/uav/bayraktar-akinci/
- Baykar. (t.y.). *Cezeri Uçan Araba*. https://baykartech.com/tr/cezeri-ucan-araba/
- Bayraktar, B., & Kasapoglu, C. (2020). *Turkey's UAV strategy and military innovation*. EDAM.
- Bilgin, O., & Yapici, G. G. (2022). Effect of boronizing and WC coating on the high temperature mechanical behavior of AISI 321 stainless steel. *Solid State Phenomena, 338*, 75–80.
- Birkler, J., Schank, J., Smith, G., Timson, F., & Chiesa, J. (1994). *The U.S. submarine production base*. RAND Corporation.
- Casola, K. J. (2017). *System architecture and operational analysis of Sea Hunter* (Doctoral dissertation, Naval Postgraduate School).
- Caveny, L. H. (1969). *Thermal protection system for missile components subjected to excessive periods of aerodynamic heating* (U.S. Patent No. 3,440,820). United States Patent and Trademark Office.
- DARPA. (2020). *Sea Hunter autonomous anti-submarine warfare platform*.
- Demir, I. (2021). *Turkey's national technology initiative and defense industry transformation*.
- Department of Defense. (2020). *Unmanned systems integrated roadmap 2017–2042*.
- Erickson, A. S., & Goldstein, L. J. (2017). *China's future naval power*. Naval Institute Press.
- Friedman, N. (2013). *Naval weapons of World War One*. Seaforth Publishing.
- Gubáš, F. (2024). Feasibility of casualty evacuation by unmanned systems. *Proceedings of the Challenges to National Defense in Contemporary Geopolitical Situation, Brno, Czech Republic*, 11-13.
- Gürdeniz, C. (2019). *Mavi Vatan yazıları*. Kırmızı Kedi.
- Kasapoglu, C. (2021). *Military innovations in Turkey*. EDAM.
- Korkmaz, C. A. (2020). Donanmaların etkinliğinin artırılmasında insansız hava araçlarının rolü. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, *2*(2), 49-54.
- Krepinevich, A. F. (2010). *Why air-sea battle?* Center for Strategic and Budgetary Assessments.
- Leonardo S.p.A. (2019). *MU90 Lightweight Torpedo* [Urun brosuru]. https://electronics.leonardo.com/documents/16277707/0/Whitehead%2BMU90%2BLightweight%2BTorpedo%2B%28mm08737%29.pdf?t=1643205958356
- LIG Nex1. (t.y.). *Blue Shark: Light Weight Torpedo* [Urun brosuru]. https://www.docdroid.net/file/download/vGGEXJr/k745-blue-shark-lwt-pdf.pdf
- Lokeren, V. F. (2025, October 15). Russia's Harmony network: Operational strength but strategic weakness. *Naval News*. https://www.navalnews.com/naval-news/2025/10/russias-harmony-network-operational-strength-but-strategic-weakness/
- Luger, C. D. (2020). MQ-9B in the Contact Layer.
- Mahnken, T. G. (2011). *Technology and the American way of war since 1945*. Columbia University Press.
- Mercan, E. (2012). Osmanlı Bahriyesi'nde İlk Denizaltılar: Abdülhamid ve Abdülmecid. *Güvenlik Stratejileri Dergisi*, *8*(15), 163-184.
- NATO. (2020). *Unmanned systems and autonomy in NATO*.
- NOAA, NASA & U.S. Air Force, U.S. Standard Atmosphere, 1976.
- Norman, A. K. (2019). *High temperature thermal protection system for rockets, and associated methods* (U.S. Patent Application No. US20190345896A1). United States Patent and Trademark Office.
- Office of Naval Intelligence. (2023). *PLAN modernization report*.
- Ragit, S. S., Singh, K., & Srinivas, M. (2023). Feasibility study of lithium-ion batteries for torpedo applications. *Defence Science Journal, 73*(6).
- Rieznik, V., Sydorov, S., & Tatarenko, K. (2025). Usage of Unmanned Aerial Vehicles on the Basis of Experience of the Russian-Ukrainian War (2022–2025). *Przegląd Strategiczny*, (18), 109-127.
- ROKETSAN. (2024). *ORKA next-generation lightweight torpedo* [Urun brosuru]. https://www.roketsan.com.tr/uploads/docs/kataloglar/ENG/2024/1726595984_orka.pdf
- Scharre, P. (2018). *Army of none: Autonomous weapons and the future of war*. W. W. Norton.
- Spotnitz, R., & Franklin, J. (2003). Abuse behavior of high-power lithium-ion cells. *Journal of Power Sources, 113*(1), 81–100.
- Sünnetçi, İ. (2020). MELTEM-III Project & ATR-72/600 TMPA. *Defence Turkey*, *18*.
- Till, G. (2018). *Seapower* (4th ed.). Routledge.
- Trillo, J., Russell, S., & Darcy, E. (2025, November). Thermal Runaway Comparison Between Pressurized Gas vs Standard Eletrolyte in 2.7 Ah 18650 Cells. In *15th Annual Battery Safety Summit*. National Aeronautics and Space Administration.
- U.S. Navy. (2023, November 15). *MK 54 - Lightweight Torpedo*. https://www.navy.mil/Resources/Fact-Files/Display-FactFiles/Article/2167937/mk-54-lightweight-torpedo/
- Urick, R. J. (1983). *Principles of underwater sound* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Wang, Q., Ping, P., Zhao, X., Chu, G., Sun, J., & Chen, C. (2016). Thermal runaway caused fire and explosion of lithium-ion battery. *Journal of Power Sources, 208*, 210–224.
- Wang, G., Ping, P., Kong, D., Peng, R., He, X., Zhang, Y., ... & Wen, J. (2024). Advances and challenges in thermal runaway modeling of lithium-ion batteries. *The Innovation*, *5*(4).
- WeaponSystems.net. (t.y.). *Sting Ray*. https://weaponsystems.net/system/451-Sting%2BRay
- WeaponSystems.net. (t.y.). *Type 12*. https://weaponsystems.net/system/413-Type%2B12
- WeaponSystems.net. (t.y.). *Yu-7*. https://weaponsystems.net/system/448-Yu-7
- Yan, Y., Liu, Y., Bi, Y., Wang, Q., Cao, H., Yu, Z., & Ma, X. (2024). Research on anti-submarine warfare method of UAV cluster. *Drones, 8*(12).

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Onur-BILGIN-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma ve Havacılık Temalı Yapılandırmacı Fen Öğretimi Üzerine Kuramsal Bir Değerlendirme

YAZAR
Öykü ÇUBUK ZEKA

SAHA İSTANBUL

1. Giriş

Bu çalışma, ortaokul fen bilimleri öğretiminde savunma ve havacılık temalarının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla nasıl bütünleştirilebileceğini kuramsal düzeyde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye'de savunma sanayii, havacılık ve uzay alanlarında yaşanan teknolojik ilerleme, bu alanların yalnızca ekonomik ve stratejik boyutlarıyla değil, eğitimsel potansiyeliyle de yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Buna karşın ortaokul düzeyindeki fen öğretiminde söz konusu temaların sistematik biçimde kullanıldığı uygulama örnekleri sınırlıdır. Çalışma tam da bu boşluktan hareketle, savunma ve havacılık bağlamlarının fen öğretiminde öğrenci ilgisini artıran, soyut kavramları somutlaştıran ve disiplinlerarası düşünmeyi destekleyen bir öğrenme çerçevesi sunup sunamayacağını tartışmaktadır. Araştırmanın temel sorusu, fen programındaki kazanımların yapılandırmacı anlayış doğrultusunda bu temalarla ilişkilendirilmesinin hangi pedagojik imkânları ve sınırlılıkları barındırdığıdır.

Yöntem ve 5E Öğrenme Modeli

Araştırma nitel betimsel bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Çalışmanın veri kaynağını, Millî Eğitim Bakanlığı'nın yürürlükteki 5-8. sınıf fen bilimleri öğretim programı, yapılandırmacı öğretim ve 5E öğrenme döngüsüne ilişkin ulusal ve uluslararası akademik yayınlar, savunma ve havacılık temalı eğitim programlarına ilişkin kurumsal içerikler ile Türkiye'de uygulanmış

Görsel 1. Yapılandırmacı Yaklaşım ve 5E Öğrenme Model Döngüsü



Kaynak: Bybee vd. (2006).

örnek proje ve haber metinleri oluşturmaktadır. Doküman incelemesi ve nitel içerik analizi yoluyla elde edilen veriler; öğrenci merkezlilik, aktif katılım, sorgulama, deneyim temelli öğrenme ve gerçek yaşamla ilişkilendirme ekseninde çözümlenmiştir. İnceleme sürecinde özellikle BSCS 5E öğretim modelinin aşamaları dikkate alınmış; etkileşim, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarının savunma ve havacılık içeriklerinin fen dersine entegrasyonunda nasıl kullanılabileceği tartışılmıştır. Bu amaçla çalışmada ayrıca "Havacılıkta Hafiflik ve Dayanıklılık: Kompozitler ve Akıllı Geometriler" başlıklı örnek bir 5E uygulaması kurgulanmıştır. Uygulama, bir hava aracının neden hem hafif hem dayanıklı olması gerektiği sorusundan hareketle öğrencileri malzeme seçimi, kuvvet dağılımı ve geometrik tasarım ilişkisini keşfetmeye yönlendirmekte; madde ve değişim ile kuvvet ve hareket ünitelerindeki kazanımları tek bir bağlamda buluşturmaktadır.

Bulgular ve Pedagojik Fırsatlar

Elde edilen bulgular, yapılandırmacı yaklaşımın savunma ve havacılık temalarıyla birlikte ele alındığında fen öğretimi açısından önemli fırsatlar sunduğunu göstermektedir. Literatürde yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilerin akademik başarısını, problem çözme becerilerini, kavramsal anlamalarını ve öğrenmeye yönelik tutumlarını desteklediği ortaya konmuştur. Savunma ve havacılık bağlamı ise bu pedagojik zemine güncel, dikkat çekici ve yüksek motivasyon üreten bir içerik alanı kazandırmaktadır. İncelenen örnekler; okul dışı öğrenme ortamları, modelleme etkinlikleri, uçuş simülasyonları, basit mühendislik tasarımları ve malzeme deneyleri yoluyla fen kavramlarının daha görünür ve anlaşılır hâle gelebildiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte çalışma, bu potansiyele rağmen ortaokul düzeyinde yaygın, sistematik ve programla doğrudan ilişkilendirilmiş örneklerin yeterli olmadığını da göstermektedir. Başka bir ifadeyle sorun, bu temaların pedagojik değerinin bulunmaması değil; mevcut öğretim uygulamalarında kurumsal ve programatik düzeyde yeterince yapılandırılamamış olmasıdır.

Programa Entegrasyon Önerileri

Çalışmanın öneri boyutunda, savunma ve havacılık temalarının fen öğretiminde doğrudan askerî bir içerik aktarımı biçiminde değil; malzeme, kuvvet, enerji, hareket, uzay, teknoloji ve tasarım gibi kazanımları somutlaştıran bağlamsal öğrenme araçları olarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu çerçevede öğretmenler için örnek etkinlik havuzları, laboratuvar uygulama kılavuzları ve okul dışı öğrenme iş birlikleri geliştirilebilir; program geliştiriciler ise bu temaları öğrencinin yaş ve gelişim düzeyine uygun biçimde modüler içeriklere dönüştürebilir. Nitekim bu yaklaşım, yürürlükteki fen öğretim programının öğrencinin gelişim düzeyine uygunluk ve hayatla ilişkilendirme hedefleriyle doğrudan örtüşmekte; temayı programın dışından eklenen bir unsur olmaktan çıkarıp mevcut kazanımların bağlamı hâline getirmektedir.

Sonuç, Katkılar ve Sınırlılıklar

Savunma ve havacılık örnekleri, fen derslerindeki kavramları zenginleştiren bağlamlar sunmaktadır. Yapılandırmacı etkinliklerle bütünleşen bu temalar, öğrenmeyi öğrencinin ilgi alanına göre özelleştirerek etkili kılmakta; aynı zamanda fen okuryazarlığının güçlendirilmesi ile eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcılık ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması

Görsel 2. Genç Zihinler ile Havacılık ve Uzay Macerası Projesi



Kaynak: TÜBİTAK (t.y.).

bakımından değer taşımaktadır. Çalışmanın literatüre katkısı, savunma ve havacılık temalı fen öğretimini Türkiye bağlamında yapılandırmacı kuram ve 5E modeli üzerinden bütüncül biçimde tartışması ve uygulamaya dönük örnek bir ders kurgusu sunmasıdır. Araştırmanın temel sınırlılığı kuramsal düzeyde kalması, önerilen kurgunun sınıf ortamında sınanmamış olmasıdır; bu nedenle izleyen çalışmalarda örnek uygulamanın deneysel ya da eylem araştırması desenleriyle test edilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak araştırma, savunma ve havacılık temalarının fen öğretiminde yalnızca ilgi çekici bir tema değil; fen okuryazarlığını, mühendislik farkındalığını ve geleceğin insan kaynağını destekleyebilecek stratejik bir eğitim bağlamı olduğunu ortaya koymaktadır.

Görsel 3. Genç Zihinler ile Havacılık ve Uzay Macerası Projesi



Kaynak: TÜBİTAK (t.y.).

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	YÖNTEM
Öykü ÇUBUK ZEKA	SAHA İstanbul	Doküman incelemesi ve nitel içerik analizi

KONU
Savunma ve Havacılık Temalı Yapılandırmacı Fen Öğretimi Üzerine Kuramsal Bir Değerlendirme

İNCELENEN ÖĞRETİM PROGRAMI
Millî Eğitim Bakanlığı'nın yürürlükteki 5-8. sınıf fen bilimleri öğretim programı

ÖRNEK UYGULAMA
Havacılıkta Hafiflik ve Dayanıklılık: Kompozitler ve Akıllı Geometriler

Kaynakça

- Akarca, T. A., Çobanoğlu, E. O., & Karataş, F. Ö. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının havacılığa ve havacılık-fen bilimleri ilişkisine dair metaforik algıları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39(3), 289-303. https://doi.org/10.7822/omuefd.808459
- Anıl, Ö., & Küçüközer, H. (2017). Yapılandırmacı kurama dayalı 5E öğretim modelinde ölçme ve değerlendirme. Kara Harp Okulu Bilim Dergisi, 27(1), 1-24.
- Batdı, V., Öztaş, C., & Talan, T. (2021). Fen bilgisi dersinde yapılandırmacı yaklaşım uygulamalarının karma-meta yöntem ile analizi. Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 40, 33-44. https://doi.org/10.14582/DUZGEF.2021.175
- Bıyıklı, C., & Yağcı, E. (2014). 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. Ege Eğitim Dergisi, 15(1), 45-79. https://doi.org/10.12984/eed.59097
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. BSCS.
- Chin, Y. K. (1999). Exploiting IT simulations for interactivity, thinking and assessment in science education. National Institute of Education Repository.
- Gökmen Uzay Havacılık Eğitim Merkezi [GUHEM]. (t.y.). Fen bilgisi öğretmen adayları astronomi dersini GUHEM'de işledi.
- Hançer, A. H., & Yalçın, N. (2009). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin problem çözme becerisine etkisi. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29(1), 55-72.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2024). Fen bilimleri dersi öğretim programı (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli). MEB.
- Okuyan, Ş., & Demir Kaçan, S. (2022). Kavram karikatürü tekniğinin fen eğitimi uygulamaları üzerindeki etkisi: Sistematik derleme çalışması. 15. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi (UBAK).
- Özdemir, E., Yaşar, M., Durmuş, S., Genç Kumtepe, E., Gerede, E., & Garan, Ö. (2018). Havacılık temalı STEM eğitimi programı: "Minik Havacılar Uçmayı Öğreniyor." 4. Uluslararası Eğitim Bilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı (s. 82).
- Savunma Sanayii Akademi. (t.y.). Savunma Lise Fen Eğitim Programı.
- Sharma, A. (2024). Impact of the constructivist approach on academic achievement in science among secondary school students. International Journal of Scientific Research and Modern Science and Technology, 3(1), 15-22.
- Şenongan, D. (2025). TEKNOFEST yarışmalarına katılan ortaöğretim öğrencilerinin fen okuryazarlıkları ve teknoloji okuryazarlıklarının değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). (t.y.). Genç zihinler ile havacılık ve uzay macerası (Proje özeti).
- Zengin, H. K. (t.y.). Yapılandırmacı yaklaşım [Ders notları]. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Oyku-Cubuk-ZEKA.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayinde Alt Sistem İhracatı: CTIS ve Hidrolik Sistemlerde Küresel Fırsatlar

YAZAR
Abdullah Erim ÖZEL

PRAXEN MÜHENDİSLİK

1. Giriş

Bu çalışma, savunma sanayiinde kritik alt sistemler arasında yer alan Merkezi Lastik Şişirme Sistemleri (CTIS – Central Tire Inflation System) ve hidrolik alt sistemlerin küresel ihracat potansiyelini karşılaştırmalı ülke analizi çerçevesinde değerlendirmektedir. Çalışmanın temel savı, bu iki ürün grubunun aynı ekosistemde yer almakla birlikte farklı rekabet stratejileri gerektirdiğidir. Savunma sanayii; yüksek teknoloji yoğunluğu, uzun geliştirme döngüleri, sertifikasyon gereklilikleri ve stratejik bağımsızlık boyutuyla diğer endüstrilerden ayrışmaktadır. Kara platformlarında kullanılan alt sistemler, yalnızca teknik bileşenler değil; mobilite, dayanıklılık ve görev başarısı üzerinde doğrudan etkili kritik unsurlardır. Bu nedenle alt sistem üreticilerinin küresel konumlanması, platform üreticilerinin rekabet gücü kadar stratejik önem taşımaktadır.

Küresel Pazar ve Talep Dinamikleri

Küresel savunma harcamalarındaki artış, NATO merkezli güvenlik mimarisinin yeniden yapılandırılması ve tedarik zincirlerinde bölgesel çeşitlendirme eğilimi, alt sistem üreticileri açısından yeni fırsat alanları yaratmıştır. Avrupa'daki modernizasyon programları, Orta Doğu'daki mobilite odaklı platform talebi ve Asya-Pasifik'teki kapasite genişlemeleri, kara araçlarına entegre edilen alt sistemlere yönelik talebi artırmaktadır. Küresel askerî kara araçları pazarının 2024 itibarıyla yaklaşık 23–24 milyar ABD doları seviyesinde olduğu ve istikrarlı bir büyüme göstereceği öngörülmektedir. Bu büyüme, araç başına entegre edilen alt sistem sayısını ve yaşam döngüsü destek hizmetlerini de artırarak yapısal bir talep genişlemesi oluşturmaktadır.

Şekil 1: Askeri Kara Araçları için Küresel Pazar Büyüklüğü ve Projeksiyonu



Kaynak: IMARC Group (2024) verileri temel alınarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Araştırma Yöntemi ve Analiz Çerçevesi

Araştırma nitel bir desenle yürütülmüştür. Veri kaynağını sektörel pazar raporları, kurumsal ihracat istatistikleri, standart ve sertifikasyon dokümanları ile destek programlarına ilişkin kamuya açık belgeler oluşturmaktadır. Veriler, makro, mezo ve sektör düzeylerini kapsayan çok katmanlı bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Makro düzeyde, pazarı etkileyen politik, ekonomik, sosyal, teknolojik, hukuki ve çevresel faktörler PESTLE analiziyle incelenmiştir. Analiz; NATO uyumu, ihracat kontrol rejimleri, yerli üretim politikaları ve bölgesel güvenlik dinamiklerinin alt sistem ihracatı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Regülasyon yoğunluğu ve sertifikasyon gereklilikleri, pazara giriş koşullarını belirleyen temel yapısal unsurlardır.

Ülke Karşılaştırma ve Rekabet Profili

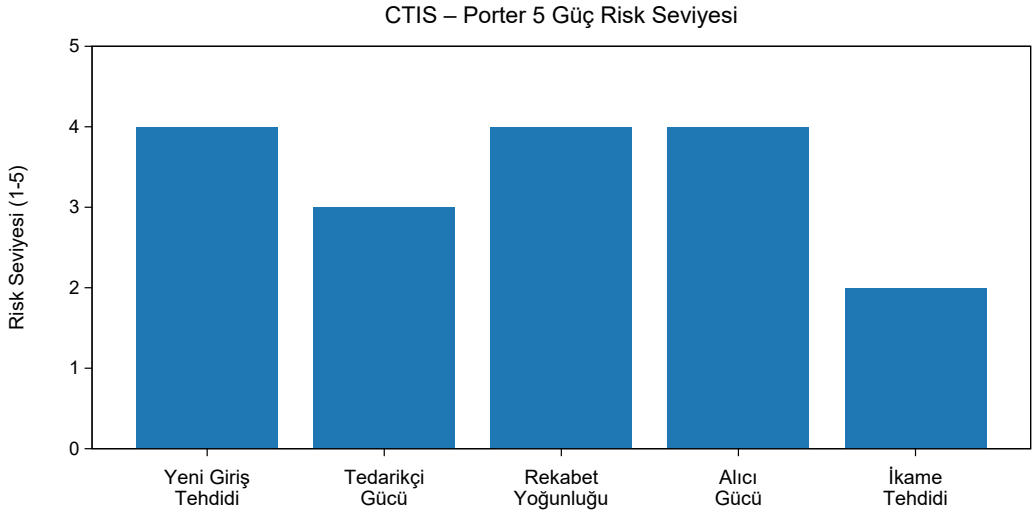
Mezo düzeyde SWOT analizi uygulanarak Türkiye'nin konumu, farklı rekabet karakterlerine sahip yükselen aktörler olan Polonya, Hindistan ve Brezilya ile karşılaştırılmıştır. Polonya, NATO ve Avrupa Birliği entegrasyonu sayesinde sertifikasyon ve tedarik zinciri uyumunda güçlüyken maliyet yapısı bakımından dezavantajlıdır. Hindistan, büyük iç pazarı ve ölçek avantajıyla maliyet etkin üretim kapasitesine sahiptir; ancak Batı merkezli sertifikasyon ve tedarik zinciri entegrasyonunda sınırlılıklar göstermektedir. Brezilya ise güçlü bir iç pazara ve üretim tecrübesine rağmen küresel ana yüklenici zincirine entegrasyonu bakımından sınırlı bir profil sergilemektedir.

Türkiye'nin SWOT analizi dengeli bir rekabet yapısına işaret etmektedir. Maliyet etkin üretim kapasitesi, esnek mühendislik kabiliyeti, NATO uyumlu kalite altyapısı ve Türk Silahlı Kuvvetleri'nin sağladığı operasyonel saha doğrulama avantajı, teknik güvenilirlik ile fiyat rekabetini birlikte sunan hibrit bir rekabet modeli oluşturmaktadır. Buna karşılık küresel marka bilinirliğinin artırılması ve ana yüklenici tedarik zincirine daha derin entegrasyon, sürdürülebilir ihracat artışı için kritik gelişim alanlarıdır.

CTIS ve Hidrolik Sistemlerde Rekabet

Sektör düzeyinde Porter'ın Beş Güç Modeli uygulanmıştır (Porter, 1980). Sonuçlar, CTIS segmentinde rekabet avantajının teknik farklılaşma ve sertifikasyon üstünlüğüne dayandığını göstermektedir. NATO uyumu, MIL-STD gereklilikleri ve uzun validasyon süreçleri giriş bariyeri oluşturarak teknik altyapıya sahip firmalara yapısal avantaj sağlamaktadır. İkame tehdidinin düşüklüğü ve ürünün görev kritik niteliği, farklılaşma stratejisinin uygulanabilirliğini artırmakta; modüler tasarım, dayanıklılık ve operasyonel doğrulama rekabetin belirleyici unsurları hâline gelmektedir.

Şekil 2: CTIS için Uygulanmış Porter'ın 5'li Güç Analizi



Kaynak: Yazarın sektör tecrübesi ile Porter'ın Beş Güç Analizi çerçevesi (Porter, 1985) esas alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Hidrolik alt sistemlerde ise rekabet daha yoğun ve fiyat odaklıdır. Ürünlerin standardize edilebilir olması, alternatif tedarikçi sayısının yüksekliği ve alıcıların pazarlık gücü maliyet baskısını artırmakta; sürdürülebilir avantaj maliyet liderliği, üretim ölçeği ve tedarik zinciri optimizasyonuna dayanmaktadır. Bazı uygulamalarda elektro-mekanik çözümlerin hidrolik sistemlere alternatif oluşturması ikame tehdidini ayrıca yükseltmektedir.

Bölgesel Öncelikler ve İhracat Destekleri

Bölgesel pazar önceliklendirme analizinde talep hacmi, regülasyon yoğunluğu, tedarik zincirine erişim kolaylığı ve rekabet yoğunluğu kriterleri esas alınmıştır. Avrupa, yüksek talep potansiyeline karşılık sertifikasyon gereklilikleri bakımından zorlu bir pazardır. Orta Doğu, esnek tedarik yapısı ve operasyonel hız beklentisiyle kısa ve orta vadede daha erişilebilir bir büyüme alanı sunmaktadır. Amerika, yüksek hacmine rağmen ihracat kontrol mekanizmaları ve yerli üretim gereklilikleri nedeniyle erişimi güç bir yapıdadır. Afrika, maliyet duyarlılığı yüksek ve sertifikasyon eşiği görece düşük profiliyle hidrolik alt sistemler için uygun bir giriş alanı oluşturmakta; Güneydoğu Asya'da ise yerli üretim ve iş birliği beklentileri ortaklık temelli bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır.

Devlet destekleri de değerlendirilmiştir. KOSGEB ve TÜBİTAK destekleri ile küresel tedarik zincirine yönelik yetkinlik programları, firmaların Ar-Ge kapasitesini, sertifikasyon altyapısını ve kurumsal olgunluğunu artırarak ihracat performansını dolaylı biçimde güçlendirmektedir. Etki değerlendirme çalışmaları, destek alan firmalarda Ar-Ge yoğunluğunun ve ihracat oranlarının yükseldiğini ortaya koymaktadır. Uluslararası sertifikasyon uyumu ise ihracat performansını üç mekanizma üzerinden etkilemektedir: pazara giriş eşiğini aşma, alıcı güvenini artırma ve yapısal giriş bariyeri oluşturma. NATO ve MIL-STD uyumu, Avrupa ve Kuzey Amerika pazarlarında ön koşul niteliğindedir; bu yönüyle sertifikasyon teknik bir gereklilik olmanın ötesinde stratejik bir rekabet aracıdır.

Tablo 1: Bölgesel Pazar Önceliklendirme Tablosu

Bölge	Talep Potansiyeli	Pazara Erişim Kolaylığı	Fiyatlandırma Esnekliği	Regülasyon Uygunluk Düzeyi	Toplam
Avrupa	5	2	4	3	**14**
Orta Doğu	4	3	3	4	**14**
Afrika	3	4	2	4	**13**
Güneydoğu Asya	3	3	3	3	**12**
Amerika	5	1	4	1	**11**

Kaynak: SIPRI (2025) ve OECD (2025) verileri ile çok kriterli değerlendirme yaklaşımı (Saaty, 1980) temel alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sonuç ve Gelecek Araştırmalar

Sonuç olarak çalışma, savunma alt sistem ihracatında tek tip bir rekabet stratejisinin yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Türkiye'nin hibrit rekabet modeli, doğru ürün–doğru pazar eşleştirmesiyle desteklendiğinde sürdürülebilir bir küresel konumlanma potansiyeli sunmaktadır. Uzun vadeli başarı; teknik validasyon kapasitesinin güçlendirilmesine, küresel tedarik zinciri entegrasyonunun artırılmasına ve ürün bazlı farklılaştırılmış strateji yaklaşımının benimsenmesine bağlıdır.

Araştırmanın sınırlılıkları üç başlıkta toplanmaktadır: analiz ikincil veri kaynaklarına dayanmış, firma düzeyindeki mikro veriler kapsam dışında kalmış ve rekabet değerlendirmesi nitel analizle sınırlı tutulmuştur. İzleyen çalışmalarda firma düzeyinde panel veri analiziyle Ar-Ge harcamaları, sertifikasyon yatırımları ve ihracat performansı arasındaki ilişkinin nicel olarak incelenmesi; yaşam döngüsü maliyet analiziyle teknik farklılaşmanın finansal getirisinin karşılaştırılması ve bölgesel tedarik zinciri ağ analiziyle Türkiye'nin konumunun somut göstergelerle ortaya konulması önerilmektedir.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	ÇALIŞMA DESENİ
	Abdullah Erim ÖZEL	Praxen Mühendislik	Nitel bir desenle
	İNCELEME KONUSU		
	Savunma Sanayinde Alt Sistem İhracatı: CTIS ve Hidrolik Sistemlerde Küresel Fırsatlar		
	ANALİZ ÇERÇEVESİ		
	PESTLE · SWOT · Porter'ın Beş Güç Modeli		
	VERİ / KAYNAK		
	Sektörel pazar raporları, kurumsal ihracat istatistikleri, standart ve sertifikasyon dokümanları ile destek programlarına ilişkin kamuya açık belgeler		

Kaynakça

- Chochowska, K., Chochowski, A., Zych, M., & Britchenko, I. (2024). *Defense expenditure dynamics in Poland after the Ukraine war.* https://doi.org/10.54658/ps.28153324.2024.10.4.pp.39-
- Government of India, Ministry of Defence. (2023). *Make in India: Defence manufacturing policy framework.* https://www.mod.gov.in
- IMARC Group. (2024). *Military land vehicles market size, share, growth, industry analysis report 2025–2033.* https://www.imarcgroup.com/military-land-vehicles-market
- Ministry of Industry and Technology. (2019). *Impact assessment of KOSGEB and TÜBİTAK R&D supports.* https://www.sanayi.gov.tr
- KOSGEB. (2026). *Kapasite geliştirme destek programı. T.C. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı.* https://www.kosgeb.gov.tr
- Mejino-López, J., vd. (2025). *Global defense supply chain restructuring trends.* https://doi.org/10.64153/QOZC5551
- Ministério da Defesa. (2020). *Brazilian national defense strategy*. https://www.gov.br/defesa
- OECD. (2025). *Global industrial policy and defense production trends*. OECD Publishing. https://www.oecd.org
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Research and Markets. (2025). *Global military land vehicles market forecast report*. https://www.researchandmarkets.com/reports/5849969/military-land-vehicles-market
- SASAD. (2023). *Savunma ve havacılık sanayi performans raporu*. https://www.sasad.org.tr
- SIPRI. (2025). *Trends in international arms transfers 2024*. Stockholm International Peace Research Institute. https://www.sipri.org/publications/2025/sipri-fact-sheets/trends-international-arms-transfers-2024
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill. https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8
- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2025). *Küresel tedarik zinciri yetkinlik projeleri desteği*. https://www.ticaret.gov.tr
- TİM. (2025). *Türkiye ihracat verileri: Savunma ve havacılık sektörü*. https://www.tim.org.tr
- TÜBİTAK. (2024). *1501, 1507 ve 1707 destek programları.* https://www.tubitak.gov.tr

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Abdullah-Erim-OZEL-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayiinde Talaşlı İmalat Yerli Tedarik Zincirinin Güçlendirilmesi: KOBİ'lerin Rolü ve Entegrasyonu

YAZAR
Yalçın YAVUZ

MİLLTRON

1. Giriş

Savunma sanayii, ülkelerin stratejik güvenliği ve teknolojik bağımsızlığı açısından kritik bir sektördür. Sektörün sürdürülebilirliği yalnızca ana sistemlerin geliştirilmesine değil, bu sistemleri oluşturan alt bileşenlerin güvenilir ve sürekli biçimde üretilebilmesine de bağlıdır. Bu nedenle tedarik zincirinin yapısı ve işleyişi, teknolojik yetkinlik kadar belirleyici bir konu olarak öne çıkmaktadır. Özellikle yüksek hassasiyet gerektiren üretim alanlarında tedarik zincirinin yerli kaynaklara dayanması, dışa bağımlılığın ve ambargo riskinin azaltılması bakımından önem taşımaktadır.

Talaşlı İmalatta KOBİ'lerin Yeri

Talaşlı imalat, savunma sanayiinde kullanılan birçok kritik parçanın üretiminde temel yöntemdir. Türkiye'de bu faaliyetlerin büyük bölümü küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ) tarafından gerçekleştirilmektedir. Söz konusu işletmeler, esnek üretim yapıları, düşük sabit maliyetleri ve tezgâh başında birikmiş teknik bilgileri sayesinde savunma sanayii için kayda değer bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu potansiyelin tedarik zinciri içinde etkin ve sürdürülebilir biçimde değerlendirilemediği görülmektedir. Yerlileşme tartışmaları çoğunlukla ana yüklenici düzeyinde yürütülmekte; zincirin alt katmanlarındaki üretim kapasitesi politika gündeminde yeterli yer bulamamaktadır.

Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Bu çalışma, savunma sanayiinde talaşlı imalat yapan KOBİ'lerin yerli tedarik zinciri içindeki rolünü incelemeyi ve bu firmaların entegrasyon sürecinde karşılaştıkları yapısal sorunları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel savı, yerlileşme hedeflerinin yalnızca ana yükleniciler üzerinden değil tedarik zincirinin alt katmanlarını da kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması; KOBİ'lerin ekosisteme parça tedarikçisi olarak değil, uzun vadeli iş ortağı olarak dâhil edilmesi gerektiğidir.



Bu çerçevede üç soruya cevap aranmaktadır: Talaşlı imalat yapan KOBİ'lerin mevcut teknik kapasitesi ile savunma sanayii projelerindeki fiilî katılım düzeyi arasındaki fark hangi etkenlerden kaynaklanmaktadır? Uluslararası uygulamalarda bu entegrasyon hangi mekanizmalarla sağlanmaktadır? KOBİ'lerin aşamalı entegrasyonu için nasıl bir model kurgulanabilir?

Araştırma nitel bir yöntemle yürütülmüş olup literatür taraması ve sektörel analiz yaklaşımı benimsenmiştir. Bu kapsamda savunma sanayii tedarik zinciri, talaşlı imalatın sektördeki yeri ve KOBİ'lerin karşılaştığı yapısal sorunlar; akademik çalışmalar, sektörel raporlar ile kamuya açık belge ve toplantı kayıtları üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca gelişmiş savunma sanayiine sahip ülkelerin tedarik zinciri uygulamaları literatüre dayalı olarak karşılaştırmalı biçimde incelenmiş ve Türkiye örneğiyle ilişkilendirilmiştir. Çalışmada anket, mülakat veya saha çalışması yapılmamış, tamamen ikincil veri kaynaklarından yararlanılmıştır. Elde edilen veriler; teknik yeterlilik, finansman, sertifikasyon, talep sürekliliği ve ana yüklenici ilişkisi eksenlerinde kodlanarak çözümlenmiştir.

Entegrasyonun Önündeki Yapısal Sorunlar

Yapılan analizler, savunma sanayiinde yerli üretim kapasitesinin arttığını, ancak bu kapasitenin tedarik zinciri genelinde dengeli ve sürdürülebilir bir yapıya henüz kavuşamadığını göstermektedir. Talaşlı imalat yapan KOBİ'ler teknik bilgi ve üretim kabiliyeti bakımından önemli bir potansiyele sahiptir; buna karşın bu potansiyel savunma projelerine sınırlı ölçüde yansımaktadır. Entegrasyonu zorlaştıran etkenler dört başlıkta toplanmaktadır. Birincisi finansman yetersizliğidir: savunma projelerinin gerektirdiği tezgâh yatırımı, ölçüm altyapısı ve nitelikli personel istihdamı, dar işletme sermayesiyle çalışan firmalar için yüksek bir giriş eşiği oluşturmaktadır. İkincisi sertifikasyon maliyetidir; kalite ve süreç belgelendirmesi hem doğrudan bedel hem uzun hazırlık süresi gerektirmekte, bu yük tekil bir siparişin getirisiyle karşılanamamaktadır. Üçüncüsü talep sürekliliğinin sağlanamamasıdır: düzensiz ve parti bazlı siparişler kapasite planlamasını engellemekte, ölçek ekonomisine ulaşılamadığı için birim maliyetler yükselmektedir. Dördüncüsü ana yüklenicilerle kurulan ilişkilerin çoğunlukla kısa vadeli ve proje bazlı olmasıdır; bu durum teknoloji aktarımını ve ortak süreç geliştirmeyi sınırlandırmaktadır. Dört etken birbirini beslemektedir: talep sürekliliği olmadığı için sertifikasyon yatırımı yapılamamakta, sertifikasyon olmadığı için uzun vadeli iş alınamamaktadır.

Uluslararası Uygulamalar ve Entegrasyon Modeli

Uluslararası uygulamalara ilişkin karşılaştırmalı değerlendirme, savunma sanayiinde başarılı tedarik zinciri modellerinin uzun vadeli planlama ve sistematik entegrasyon anlayışına dayandığını ortaya koymaktadır. Bu modellerde tedarikçiler yetkinlik düzeylerine göre kademelendirilmekte, tedarikçi geliştirme programlarıyla desteklenmekte ve çerçeve anlaşmalar yoluyla talep öngörülebilirliği sağlanmaktadır. Türkiye örneğinde eksik olan unsurun üretim kabiliyeti değil, bu kabiliyeti sürekli bir iş ilişkisine dönüştüren kurumsal çerçeve olduğu görülmektedir.

Bulgular doğrultusunda KOBİ'lerin entegrasyonuna yönelik aşamalı bir model önerilmiştir. Model, firmaların teknik yeterlilik düzeylerine göre sınıflandırılarak kademeli biçimde sisteme dâhil edilmesini; başlangıçta düşük kritiklikteki parçalarla başlayıp performansa bağlı olarak daha kritik kalemlere geçişini öngörmektedir. İkinci bileşen, sertifikasyon süreçlerinin kamu destek araçlarıyla finanse edilmesi veya ana yüklenici mentorluğunda yürütülmesidir. Üçüncü bileşen, tekil siparişler yerine çerçeve anlaşma niteliğinde uzun vadeli iş birliği ilişkilerinin kurulmasıdır. Dördüncü bileşen ise KOBİ'lerin kurumsal yapılarının ve süreç yönetimi yeteneklerinin güçlendirilmesidir; zira teknik kabiliyet tek başına yeterli olmamakta, planlama, izlenebilirlik ve dokümantasyon kapasitesi de aranmaktadır.

Sonuç ve Gelecek Araştırmalar

Sonuç olarak çalışma, yerli tedarik zincirinin güçlendirilmesinin yalnızca ana yüklenicilerin kapasitesiyle değil, talaşlı imalat yapan KOBİ'lerin sistematik biçimde desteklenmesiyle mümkün olacağını ortaya koymaktadır. Sertifikasyon süreçlerini tamamlayan ve kurumsal yapısını oluşturan firmalar, yalnızca yurt içi tedarik zincirine değil uluslararası savunma ve havacılık tedarik ağlarına da katılma imkânı kazanacak; bu yönüyle entegrasyon KOBİ'ler için önemli bir ihracat potansiyeli barındırmaktadır.

Araştırmanın temel sınırlılığı, bulguların ikincil kaynaklara dayanması ve firma düzeyinde birincil veriyle desteklenmemiş olmasıdır. Bu nedenle önerilen model kuramsal bir çerçeve niteliği taşımakta, uygulamada sınanmış bir yapı sunmamaktadır. İzleyen çalışmalarda talaşlı imalat yapan KOBİ'lerle yapılacak anket ve mülakatlar yoluyla engellerin göreli ağırlığının ölçülmesi, ana yüklenici tarafının değerlendirmelerinin alınması ve modelin seçili bir tedarik zinciri üzerinde sınanması önerilmektedir.



PROJE KÜNYESİ			
	YAZAR Yalçın YAVUZ	YÖNTEM Nitel bir yöntem	ANALİZ Literatür taraması ve sektörel analiz
	İNCELEME KONUSU Savunma sanayiinde talaşlı imalat yapan KOBİ'lerin yerli tedarik zinciri içindeki rolünü		
	ANALİZ KAPSAMI Teknik yeterlilik, finansman, sertifikasyon, talep sürekliliği ve ana yüklenici ilişkisi		
	VERİ KAYNAKLARI Akademik çalışmalar, sektörel raporlar ile kamuya açık belge ve toplantı kayıtları		

Kaynakça

- Aslan, M. (2026, Şubat 16). 3. Milli Havacılık Endüstrisi Çalıştayı konuşması. SAHA İstanbul.
- Christopher, M. (2016). Logistics and Supply Chain Management.
- Çıkmak.S, 2020. Savunma Sanayindeki Bir İşletmede Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejilerinin Bulanık DEMATEL Yöntemiyle Analizi.
- Derici.S, 2026. Türkiye'de Savunma Sanayinde Tedarik Zinciri Yönetiminin Başarısını Etkileyen Kritik Başarı Faktörlerinin SWARA ve DEMATEL Yöntemleriyle Belirlenmesi.
- Eceral.T, 2017. Türk Savunma ve Havacılık Sanayisinin Küresel, Ulusal ve Yerel Dinamikleri: Ankara Örneği
- Flynn, B. B., Huo, B., & Zhao, X. (2010). The impact of supply chain integration on performance. Journal of Operations Management, 28(1), 58–71.
- Güneri, Ö. O. (2026, Şubat 16). 3. Milli Havacılık Endüstrisi Çalıştayı konuşması. SAHA İstanbul.
- OECD. (2020). Financing SMEs and entrepreneurs 2020. OECD Publishing.
- Oğrak, A., Kibar, S., & Kızıldere, C. (2018). Ekonomik krizlerin KOBİ'ler üzerindeki etkileri. DergiPark.
- Saylan, E. (2026, Şubat 16). 3. Milli Havacılık Endüstrisi Çalıştayı konuşması. SAHA İstanbul.
- Savunma Sanayii Başkanlığı, (2024). 2024-2028 Stratejik Plan. Ankara.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Yalcin-YAVUZ.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Uzay ve Uydu Sistemlerinde Yerli Yetkinlik: TÜRKSAT ve TUA Stratejileri

YAZAR
Mehmet CEYLAN
ASELSAN

1. Giriş

Uzay teknolojileri, 21. yüzyılda ulusal güvenlik, ekonomik kalkınma ve stratejik egemenliğin en kritik bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Küresel uzay ekonomisinin 2023 yılı itibarıyla 546 milyar USD ölçeğine ulaştığı ve 2033 yılına kadar 1 trilyon USD'yi aşacağı öngörülmektedir. Dünya genelinde 80'i aşkın ülkenin aktif bir uzay programı vardır. Buna karşın haberleşme uydusunu kendi tasarım ve üretim kabiliyetiyle geliştirebilen ülke sayısı yalnızca 11'dir ve Türkiye 2024 yılında bu ülkeler arasına katılmıştır. Türkiye'nin uzay alanındaki kurumsal dönüşümü iki adımla ivme kazanmıştır: 13 Aralık 2018'de Türkiye Uzay Ajansı'nın (TUA) kurulması ve 9 Şubat 2021'de Milli Uzay Programı'nın ilan edilmesi. Bu çalışma, TÜRKSAT ve TUA'nın stratejik planlamaları ekseninde Türkiye'nin uzay sanayiindeki yerli yetkinlik düzeyini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca politika yapıcılar ve sektör paydaşları için makro düzeyde bir stratejik değerlendirme sunmaktadır.

Amaç ve Araştırma Yöntemi

Çalışmanın alt amaçları şunlardır:

- Milli Uzay Programı hedeflerinin gerçekleşme düzeyini kronolojik ve teknik açıdan değerlendirmek,
- TÜRKSAT 6A projesinin yerli üretim ekosistemine kazandırdığı endüstriyel çıktıları incelemek,
- ASELSAN, TUSAŞ ve TÜBİTAK UZAY gibi kilit paydaşların ekosistemdeki rollerini tanımlamak,
- Kamu-özel sektör iş birliği modellerinin etkinliğini analiz etmek,
- Sürdürülebilir bir yetkinlik modeli için politika önerileri geliştirmek.

Nitel araştırma deseninin benimsendiği çalışmada doküman incelemesi ve karşılaştırmalı stratejik analiz teknikleri kullanılmıştır. Veri kaynakları TUA ve TÜRKSAT'ın resmî strateji belgeleri, Milli Uzay Programı dokümanları, proje teknik raporları ve savunma-uzay literatüründen oluşmaktadır. Araştırmada üç hipotez kurulmuştur:

- H1: TÜRKSAT ve TUA'nın stratejik planları yerli üretim oranını anlamlı ölçüde artırmıştır.
- H2: Kamu-özel sektör iş birliği modelleri yerli yetkinlik gelişiminde katalizör rolü oynamaktadır.
- H3: Ar-Ge ve nitelikli insan kaynağı yatırımları uzay sektöründe sürdürülebilir yetkinlik inşasını doğrudan etkilemektedir.

Tablo 1. Küresel Uzay Ekonomisi Büyüklüğü (2020–2033)

Yıl	Pazar Büyüklüğü (Milyar USD)	Yıllık Büyüme (%)
2020	447	4.4
2021	469	4.9
2022	512	9.2
2023	546	6.6
2028 (Tahmin)	737	6.2 (CAGR)
2033 (Tahmin)	1.000+	6.3 (CAGR)

Kaynak: Space Foundation, 2024; Morgan Stanley Research, 2023.



Milli Uzay Programı ve TÜRKSAT 6A

Bulgular, Milli Uzay Programı'nın 10 stratejik hedefinden ikisinin 2024 yılı itibarıyla gerçekleştirildiğini göstermektedir. İnsanlı Uzay Misyonu kapsamında Türkiye'nin ilk astronotu Alper Gezeravcı, 18 Ocak 2024'te fırlatılan Axiom Space-3 (Ax-3) misyonuyla Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) gitmiştir. İstasyondaki yaklaşık 18 günlük görevi süresince 13 bilimsel deney gerçekleştirmiştir. Yerli Haberleşme Uydusu hedefi doğrultusunda ise TÜRKSAT 6A, 9 Temmuz 2024'te SpaceX Falcon 9 fırlatma aracıyla yörüngeye yerleştirilmiştir. Uzay Limanı, Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi ve Ay Araştırma Programı gibi diğer hedefler planlama ve uygulama aşamasındadır. Ay'a sert iniş hedefinin takvimi ise teknik gereksinimler doğrultusunda 2023'ten 2026'ya revize edilmiştir.

Tablo 2. Türkiye'nin Uzay Tarihçesi Kronolojisi

Yıl	Olay	Önemi
1994	TÜRKSAT 1B fırlatıldı	Türkiye'nin ilk haberleşme uydusu
1996	TÜRKSAT 1C fırlatıldı	Yedek uydu kapasitesi
2001	TÜRKSAT 2A fırlatıldı	Genişletilmiş kapsama alanı
2003	TÜBİTAK UZAY kuruldu	Yerli uydu geliştirme kapasitesi
2011	TÜRKSAT 4A fırlatıldı	Yeni nesil haberleşme uydusu
2012	GÖKTÜRK-2 fırlatıldı	İlk yerli gözlem uydusu
2014	TÜRKSAT 4B fırlatıldı	Genişletilmiş kapasite
2016	GÖKTÜRK-1 fırlatıldı	Yüksek çözünürlüklü gözlem uydusu
2018	TUA kuruldu	Ulusal uzay ajansı
2019	TÜRKSAT 5A fırlatıldı	Yeni nesil haberleşme
2021	Milli Uzay Programı açıklandı	10 stratejik hedef belirlendi
2021	TÜRKSAT 5B fırlatıldı	HTS kapasitesi
2023	İMECE fırlatıldı	İlk yerli gözlem uydusu (TÜBİTAK)
2024	Alper Gezeravcı uzaya gitti	İlk Türk astronot
2024	TÜRKSAT 6A fırlatıldı	İlk yerli haberleşme uydusu

Kaynak: TUA. (2021). Türkiye Milli Uzay Programı. TUA Yayınları. https://www.tua.gov.tr

TÜRKSAT 6A ve Yerli Alt Sistemler

Türkiye'nin uzay sanayiindeki dönüşümünün en somut göstergesi TÜRKSAT 6A'dır. Uydu, 4.250 kg fırlatma ağırlığına ve 15 yılı aşan tasarım ömrüne sahip, yer eşzamanlı (GEO) bir haberleşme uydusudur. %80'in üzerindeki yerlilik oranına ve 84 yerli ekipmana sahiptir. Kapsama alanı 35 ülkede yaklaşık 5 milyar kişilik bir nüfusa ulaşmaktadır. Alt sistem bazında sorumluluk dağılımı şöyledir:

- Haberleşme görev yükü: ASELSAN (18 ekipman)
- Yapısal elemanlar ve entegrasyon: TUSAŞ (15)
- Güç elektroniği ve dağıtım sistemleri: ASELSAN–CTECH ortaklığı (12)
- Termal kontrol: TÜBİTAK UZAY (10)
- Uçuş bilgisayarı ve yazılım: TÜBİTAK UZAY (8)
- Güneş paneli teknolojileri: TUSAŞ (8)

TÜRKSAT filosunun gelişimi, üretim yetkinliğindeki yapısal kırılmayı açıkça ortaya koymaktadır. TÜRKSAT 4A, 2014 yılında Mitsubishi Electric'in ana yükleniciliğinde üretilmişti ve yerlilik oranı yaklaşık %5'ti. Bu oran on yıl içinde yaklaşık 16 kat artarak TÜRKSAT 6A'da %80'i aşmıştır. Uydu platformu, haberleşme görev yükü, uçuş bilgisayarı ve güç sistemlerinde yerli tasarım ve üretim kabiliyeti kazanılmıştır. Fırlatma hizmetleri ve bazı uzay kalifikasyonlu alt bileşenlerde ise dışa bağımlılık sürmektedir.

Tablo 3. Yerlilik Oranı Gelişimi (2014–2024)

Yıl	Proje	Yerlilik Oranı	Artış
2012	GÖKTÜRK-2	%40	Başlangıç
2014	TÜRKSAT 4A	%5	–
2016	GÖKTÜRK-1	%50	+10%
2021	TÜRKSAT 5A/5B	%10	+5%
2023	İMECE	%70	+20%
2024	TÜRKSAT 6A	%80+	+10%

Kaynak: TÜBİTAK UZAY, 2024; TÜRKSAT A.Ş. Filo Raporları 2014–2024; SSB Yıllık Raporu, 2024

Kamu-Özel Sektör İş Birliği

Proje, Türkiye'deki kamu-özel sektör iş birliğinin öne çıkan örneklerinden biridir ve bir konsorsiyum modeliyle yürütülmüştür. Konsorsiyumdaki roller şöyledir:

- TÜRKSAT: müşteri ve fon sağlayıcı
- TÜBİTAK UZAY: ana yüklenici, sistem tasarımcısı ve entegratör
- ASELSAN: haberleşme görev yükü sağlayıcısı
- TUSAŞ: platform ve yapısal tasarımcı
- CTECH: güç elektroniği ve telemetri yazılımı geliştiricisi
- Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB): koordinatör

ASELSAN'ın Ku-bant transponderler, düşük gürültülü yükselteç (LNA), katı hâl güç yükselteci (SSPA) ve anten sistemleri gibi kritik bileşenleri yerli olarak geliştirmesi, bu iş birliği modelinin etkinliğini somut biçimde göstermektedir.



Ekosistemin SWOT ve Yetkinlik Analizi

Ekosisteme yönelik SWOT analizinin sonuçları şöyle özetlenebilir:

- **Güçlü yönler:** köklü kurumsal aktörler, savunma sanayiinden aktarılan teknolojik birikim ve altyapı, yüksek yerlilik oranı, nitelikli mühendislik iş gücü, sürekli devlet desteği ve jeostratejik konum.
- **Zayıf yönler:** ulusal fırlatma kapasitesinin bulunmaması, özel sektör katılımı ile Yeni Uzay (New Space) girişim ekosisteminin zayıflığı, bazı kritik bileşenlerde ithalat bağımlılığı ve küresel liderlere kıyasla sınırlı Ar-Ge bütçesi.
- **Fırsatlar:** büyüyen küresel uzay ekonomisi, ticari uzay faaliyetleri, bölgesel teknolojik liderlik potansiyeli ve gelişmekte olan ülkelere teknoloji ihracatı.
- **Tehditler:** yoğun uluslararası rekabet, ABD'nin ITAR düzenlemesi gibi teknoloji transferi ve ihracat kısıtlamaları, mega takımyıldızların yol açtığı yörünge yoğunluğu ve beyin göçü.

Bulguların Stratejik Değerlendirmesi

Elde edilen bulgular üç hipotezi de desteklemektedir:

- **H1:** TÜRKSAT 4A'dan 6A'ya yerlilik oranındaki artış, stratejik planlamanın endüstriyel çıktılar üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.
- **H2:** Altı aktörün ortak bir konsorsiyum çatısı altında koordine edilmesi, kamu-özel sektör iş birliğinin yetkinlik inşasındaki belirleyici rolünü göstermektedir.
- **H3:** On yıllık Ar-Ge yatırımlarıyla geliştirilen 84 yerli ekipman, gelecek projeler için kalıcı bir teknolojik altyapı ve beşerî sermaye birikimi oluşturmuştur.

Bulgular, yerli yetkinliğin yalnızca teknik bir başarı olmadığını göstermektedir. Yerli yetkinlik; bütüncül stratejik planlama, kurumsal yönetişim ve uzun vadeli Ar-Ge yatırımlarının bileşkesidir. Ulusal fırlatma kapasitesinin eksikliği ise Türkiye'nin uzaydaki stratejik özerklik vizyonunu sınırlayan en kritik yapısal zafiyettir.

Üç Aşamalı Eylem Planı

Bu doğrultuda üç aşamalı bir eylem planı önerilmektedir.

Kısa Vade (2024–2026):

- ROKETSAN'ın katı ve sıvı yakıtlı roket teknolojilerindeki birikimi üzerine mikro uydu fırlatma aracı (micro-launcher) projelerine bütçe ve teknik öncelik verilmesi,
- Ticari uzay girişimlerini desteklemek üzere tematik bir Uzay Teknoparkı kurulması, risk sermayesi fonları ve vergi muafiyetlerinin mevzuata eklenmesi,
- Bileşen seviyesinde değerlendirme (element evaluation) altyapısı kurularak uzay kalifikasyonlu yerli yarı iletken ve elektronik bileşen üretiminin artırılması.

Orta Vade (2026–2030):

- TÜRKSAT 6A ile uzayda doğrulanan yerli alt sistemlerin Orta Doğu, Afrika ve Orta Asya pazarlarına ihracatı için devlet destekli stratejiler geliştirilmesi,
- Nesnelerin İnterneti (IoT), hassas tarım ve afet yönetimi gibi ihtiyaçlara yönelik düşük maliyetli yerli küçük uydu takımyıldızı projelerinin başlatılması,
- Üniversitelerdeki uzay mühendisliği programlarının laboratuvar altyapısının güçlendirilmesi ve tersine beyin göçü teşviklerinin genişletilmesi.

Uzun Vade (2030 sonrası):

- Derin uzay ve Ay misyonu hedeflerinin güncel makroekonomik koşullara göre gerçekçi bir takvimle yeniden yapılandırılması,
- Türkiye'nin küresel uzay ekonomisindeki payının en az %1'e çıkarılması,
- Uzay madenciliği, yörüngede servis/bakım ve uzay çöpü temizleme gibi yıkıcı teknoloji alanlarına yönelik öncül Ar-Ge programlarının bugünden fonlanması.

Sonuç ve Stratejik Öncelikler

Sonuç olarak Türkiye, uzay ve uydu teknolojileri alanında son on yılda niteliksel ve niceliksel bir paradigma değişimi gerçekleştirmiştir. Bu başarının temel dayanakları kamu-özel sektör iş birliği, kararlı Ar-Ge politikaları ve güçlü kurumsal ekosistemdir. Stratejik özerkliğin tamamlanması için iki adım kritik eşik niteliğindedir: ulusal fırlatma kapasitesinin kazanılması ve özel sektörün ekosisteme entegrasyonunun hızlandırılması. Doğru ve sürdürülebilir politikalarla Türkiye, önümüzdeki on yılda uzay alanında bölgesel bir lider ve küresel bir aktör olma potansiyeline sahiptir.

PROJE KÜNYESİ			
	YAZAR Mehmet CEYLAN	KURUM ASELSAN	YÖNTEM Doküman incelemesi · karşılaştırmalı stratejik analiz
	İNCELEME KONUSU Uzay ve Uydu Sistemlerinde Yerli Yetkinlik: TÜRKSAT ve TUA Stratejileri		
	AMAÇ Bu çalışma, TÜRKSAT ve TUA'nın stratejik planlamaları ekseninde Türkiye'nin uzay sanayiindeki yerli yetkinlik düzeyini analiz etmeyi amaçlamaktadır.		
	VERİ KAYNAKLARI Veri kaynakları TUA ve TÜRKSAT'ın resmî strateji belgeleri, Milli Uzay Programı dokümanları, proje teknik raporları ve savunma-uzay literatüründen oluşmaktadır.		

Kaynakça

- ASELSAN. (2023). *2023 Yıllık Faaliyet Raporu*. Ankara: ASELSAN A.Ş.
- ASELSAN. (2024). *ASELSAN ve Uzay Teknolojileri*. https://www.aselsan.com/tr/blog/detay/347/aselsan-ve-uzay
- Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. (2023). *Türk Savunma Sanayii Ürün Kataloğu*. Ankara: SSB.
- Euroconsult. (2024). *Space Economy Report 2024*. Paris: Euroconsult.
- Space Foundation. (2024). *The Space Report 2024*. Colorado Springs: Space Foundation.
- TUA. (2021). *Milli Uzay Programı*. Ankara: Türkiye Uzay Ajansı. https://tua.gov.tr/tr/milli-uzay-programi
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park, CA: SAGE Publications.
- Axiom Space. (2024). *Axiom Mission 3*. https://www.axiomspace.com/missions/ax3
- European Space Agency. (2024). *ESA Annual Report 2023*. https://www.esa.int/
- TUA. (2024). *Türkiye Uzay Ajansı Stratejik Planı 2024-2028*. Ankara: Türkiye Uzay Ajansı.
- TÜBİTAK. (2024). *İlk Yerli ve Milli Haberleşme Uydumuz TÜRKSAT 6A Resmi Olarak Görevine Başladı*. https://tubitak.gov.tr/tr/haber/ilk-yerli-ve-milli-haberlesme-uydumuz-turksat-6a-resmi-olarak-gorevine-basladi
- TÜBİTAK UZAY. (2023). *İMECE Uydu Projesi Teknik Raporu*. Ankara: TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü.
- TÜRKSAT. (2023). *2023 Yıllık Faaliyet Raporu*. Ankara: TÜRKSAT A.Ş.
- TÜRKSAT. (2024). *TÜRKSAT 6A Projesi Bilgi Notu*. Ankara: TÜRKSAT A.Ş.
- TUSAŞ. (2023). *2023 Yıllık Faaliyet Raporu*. Ankara: Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.
- Morgan Stanley Research. (2023). *Space: Investing in the Final Frontier*. New York: Morgan Stanley.
- OECD. (2023). *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*. Paris: OECD Publishing.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- SpaceX. (2024). *Falcon 9 Launch Vehicle*. https://www.spacex.com/vehicles/falcon-9/
- Satellite Industry Association. (2024). *State of the Satellite Industry Report 2024*. https://sia.org/

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Mehmet-CEYLAN.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Türkiye Savunma Sanayiinde Yapay Zekâ Entegrasyonu: Ürün ve Platform Bazlı Analiz

YAZAR
Fatih Alper UĞUREL

YONGATEK

1. Giriş

Savunma sahası; yoğun elektromanyetik spektrum baskısı (karıştırma/aldatma), GNSS-inkârı, düşük görünürlüklü hedefler, çoklu sensör kaynaklı veri taşkını ve karar süresinin kısalması gibi parametrelerle tanımlanan bir ortama evrilmiştir. Bu ortamda "yalnızca daha fazla sensör" yaklaşımı yeterli değildir; sensör çıktısının anlamlandırılması, hedef ve tehdit önceliklendirmesi, otonom/yarı-otonom karar döngülerinin hızlandırılması ve bunların platform üzerinde (Edge) gecikme kısıtlarıyla çalıştırılması belirleyici hâle gelmiştir. Elektronik harp (EW) literatüründe de, önceden tanımlı tehdit kütüphanelerine dayalı otomasyonun sınırlarına karşı yapay zekâ ve uyarlamalı öğrenme ile yeni ve öngörülmeyen tehditlere tedbir üretme ekseni özellikle vurgulanmaktadır (Taşdan, 2022).

Savunma alanında yapay zekâ (AI) üzerine üretilen yazının büyük bölümü kavramsal düzeyde kalmakta; "AI savunmada önemlidir" iddiası ürün ve platform düzeyinde kanıtlanmamaktadır. Türkiye bağlamında kamuya açık analizler de savunma AI gelişiminin pratikte otonom sistemler, sensörler ve karar-destek eksenlerinde yoğunlaştığını, sürü operasyonu ve sensör temelli otonominin öne çıktığını belirtmekle yetinmiştir (Springer Nature, 2024). Bu çalışmanın özgün katkısı, söz konusu gözlemi genel literatür özeti seviyesinde bırakmayıp kamuya açık ürün dokümanlarına indirgemesi ve üç soruya yanıt aramasıdır: (i) Hangi firma, hangi platformda, AI'yı hangi katmanda (sensör/işleme/karar/otonomi) kullanmaktadır? (ii) Radar, EW ve EO/IR alanlarında AI entegrasyonu klasik sayısal sinyal işleme (DSP) zincirini hangi noktalarda dönüştürmektedir? (iii) Merkezi işlem ile Edge AI ayrımında gecikme, bant genişliği ve EW dayanımı nasıl yeniden tasarlanmaktadır?

Çalışma, Türkiye'deki seçili firmalar ile küresel savunma sanayii üreticilerinin kamuya açık teknik dokümanları, ürün katalogları, fuar sunumları, faaliyet raporları ve resmî açıklamaları üzerinden yürütülmüş; EW, radar ve EO/IR-bilgisayarda görü alanlarında AI entegre platformlar belirlenerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

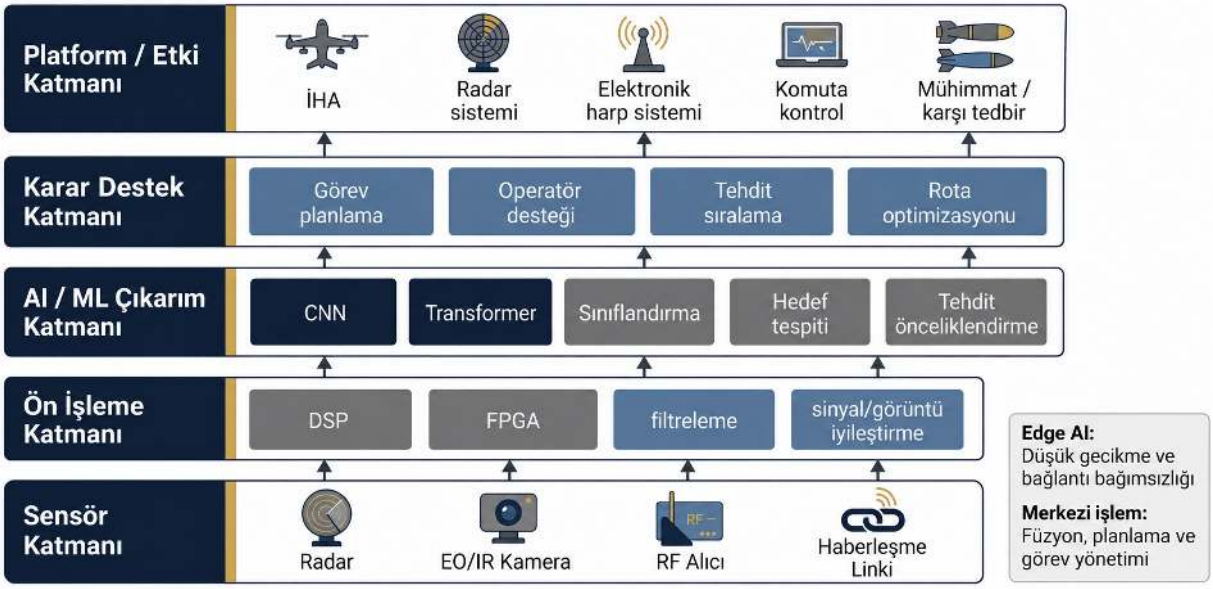
2. Yöntem: Kanıta Dayalı AI Entegrasyon Seviyesi Sınıflaması

Her ürün ve platform için platform tanımı, AI entegrasyon seviyesi, kullanılan yöntem, sinyal veya görüntü işleme katkısı, donanım mimarisi, operasyonel senaryo, performans kazanımı, ticarileşme-ihracat potansiyeli ve TRL içeren standart bir analiz şablonu uygulanmıştır. AI entegrasyonu, üretici beyanının kanıt gücüne göre üç sınıfta ele alınmıştır:

- K1 (açık AI beyanı): Ürün broşürü, ürün sayfası veya basın açıklamasında "AI / derin öğrenme / bilgisayarda görü / AI bilgisayarı" biçiminde açık ifade yer alır.
- K2 (AI'yı kuvvetle ima eden kabiliyet): GNSS-denied görsel seyrüsefer, sürü zekâsı veya gerçek zamanlı nesne tanıma gibi işlevler bildirilir; ancak algoritma adı verilmez.
- K3 (klasik sayısal işleme): Sınıflandırma, tanıma veya otomatik kimliklendirme vardır; fakat AI ibaresi yoktur, yöntemin DSP veya bulgusal (heuristic) olma ihtimali yüksektir.

TRL değerleri resmî beyan değildir; envanter, operasyon, teslimat, uçuş testi ve gösterim kilometre taşlarına dayalı kanıt temelli tahminlerdir. Savunma sistemlerinde yapay zekâ entegrasyonunun sensör, ön işleme, çıkarım, karar destek ve platform/etki katmanları arasındaki ilişkisi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Savunma sistemlerinde yapay zekâ entegrasyon katmanları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1'deki katmanlı yapı, AI entegrasyonunun yalnızca algoritma seviyesinde değil; sensör, ön işleme, karar destek ve platform/etki katmanlarında birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu yapı, K1/K2/K3 sınıflandırmasının sistem mimarisi bağlamına yerleştirilmesini sağlamış; böylece AI entegrasyonu, ürün broşürlerindeki tekil kabiliyet ifadeleri yerine görev zinciri içinde değerlendirilmiştir.

3. Türkiye'de AI Entegrasyonunun Ürün Haritası

Seçili firmalar için AI ile ilişkili platform ve ürünler ile kamuya açık kanıt tipleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Türkiye'de AI entegrasyonu görülen veya ima edilen platformlar

Firma	Platform / Ürün	Alan	AI Entegrasyon İşareti (Kanıt tipi)	Kamuya açık teknik metrik örneği	TRL (tahmin*)
ASELSAN	ASELFLIR-500	EO/IR	"AI tabanlı görüntü işleme", "Multi target tracking" (K1)	LRF "up to 35 km", çoklu kamera, HD sensörler	8–9
	ARES 2-NC	EW/ESM	Otomatik tanımlama (MDF), dijital alıcı mimarisi (K3)	LPI sinyal tespiti, kısa reaksiyon, ~40 kg	8–9
	ALP 500-G	Radar	Dijital beamforming, hedef sınıflandırma (K3)	99.9% availability, 30 min MTTR, "advanced algorithms against wind turbines"	7–9
HAVELSAN	BAHA	İHA/EO-ISR	"AI-driven decision-making", sürü zekâsı; GPS-denied vurgusu (K2/K1) (HAVELSAN, 2025)	MTOW 28 kg, payload 2 kg, <50 km data link (HAVELSAN, 2025)	9 (envanter) (HAVELSAN, 2025)
TUSAŞ	ANKA III	İHA + EO/IR + Radar + EW	"AI destekli modelleme/simülasyon/uçuş kontrol", "AI ile sürü teknolojisi" (K1) (Turkish Aerospace, t.y.)	40,000 ft; 0.7 Mach; 10 saat; SAR/GMTI-ISAR + EW payload sınıfları (Turkish Aerospace, t.y.)	7–8 (test)
STM	KARGU	İHA + CV + (RF Seeker ile) EW	"deep-learning-based computer vision... real-time detection/classification/tracking", sürü mimarisi (K1) (STM Defence, t.y.-a)	RF Seeker: SDR mimarisi, 10 km, 25 dk; sürüde dağıtık kontrol (STM Defence, t.y.-b)	9 (combat proven) (STM Defence, t.y.-a)
	KARGUFPV	İHA + CV	"computer vision ile otonom terminal dalış", EW etkilerine dayanım (K2/K1) (STM Defence, t.y.-b)	10 km, 160 km/h; "AI-supported image processing" (basın) (STM Defence, t.y.-b)	7–8

Firma	Platform / Ürün	Alan	AI Entegrasyon İşareti (Kanıt tipi)	Kamuya açık teknik metrik örneği	TRL (tahmin*)
BAYKAR	TB2T-AI	İHA + Edge AI	"3 AI bilgisayarı", görsel seyrüsefer, hedef tespit/teşhis, otonom iniş-kalkış (K1) (Anadolu Ajansı, 2025)	40,023 ft; >160 knot; rota optimizasyonu; EW ortamında arazi referanslı görsel nav (Anadolu Ajansı, 2025)	7–9 (uçuş/test + saha)
ROKETSAN	ALPAGUT	Akıllı mühimmat + EO/IR seeker	"target detection/tracking/evaluation mode", otonom taarruz (AI adı yok → K2/K3)	60 km; TV/IIR seeker video; swarm opsiyon	7–8
	SOM	Seyir füzesi (terminal)	"Image-Based Navigation (IBN)", "Automatic Target Acquisition (ATA)" (K2/K3) (Roketsan, t.y.)	IIR seeker; TRN/IBN/ATA kavramları (Roketsan, t.y.)	8–9
TÜBİTAK BİLGEM	EDPOD-RF / EHPOD-RF	EW pod (RWR/ECM)	RF donanım + gerçek zamanlı OS; pod sistemleri (K3) (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a)	RWR/ECM/CMDS koordinasyonu; F-16 entegrasyon hedefi (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a)	5–7
	Safir Intelligence Avionics	Aviyonik + ML	"machine learning library… avionics AI use cases" (K1) (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a)	ML kütüphane geliştirme (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a)	4–6
	DerinGÖRÜ	CV / Video analitik	"Deep Learning… Video analysis / object recognition" (K1) (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a)	Uygulamalı DL odak (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a)	3–5
Meteksan	MILSAR (SAR/GMTI)	Radar + görüntü işleme	SAR görüntü işleme; "CCD feature" için yazılım (AI adı yok → K3) (Defence Turkey Magazine, 2021)	27 km'de 30 cm çözünürlük; 13 Mb/s, >200 km C-band data link (FHSS/DSSS) (Defence Turkey Magazine, 2021)	6–8

Kaynak: Aselsan (t.y.), HAVELSAN (2025), Turkish Aerospace (t.y.), STM Defence (t.y.-a; t.y.-b), Anadolu Ajansı (2025), Roketsan (t.y.; 2024), TÜBİTAK BİLGEM (t.y.-a) ve Defence Turkey Magazine (2021) verilerinden yararlanılarak yazar tarafından derlenmiştir. TRL, kamuya açık envanter, operasyon ve test kilometre taşlarına göre tahminidir.

ASELSAN'ın ASELFLIR-500 broşürü, EO/IR kanallarında "innovative artificial intelligence-based image processing algorithms" ve "multi target tracking" kabiliyetlerini açık biçimde belirtmiştir; bu, EO/IR gimbal sınıfında en kanıta dayalı AI örneklerinden biridir (K1). Buna karşılık ARES 2-NC ESM çözümü, dijital alıcı mimarisi ve Mission Data File üzerinden otomatik tanımlama sağlamakla birlikte AI ifadesi içermediği için K3 sınıfındadır; ALP 500-G radarı da dijital hüzmeleme üzerinde hedef sınıflandırma ve "advanced algorithms against wind turbines" gibi sinyal işleme ağırlıklı kabiliyetler bildirmekte, fakat yöntemi açıklamamaktadır (Aselsan, t.y.). Bu üçlü, Türkiye'de EO/IR ile EW-radar tarafı arasındaki kanıt asimetrisinin tek firma içinde dahi görülebildiğini göstermektedir.

İnsansız hava aracı tarafında kanıt daha güçlüdür. HAVELSAN BAHA'nın AI destekli karar verme ve sürü zekâsı desteklediği açıkça belirtilmiş, platformun Kara Kuvvetleri envanterine girişi resmî olarak duyurulmuştur (HAVELSAN, 2025). TUSAŞ'ın ANKA III ürün sayfası "yapay zekâ destekli modelleme, simülasyon ve uçuş kontrol teknolojileri" ile "Yapay Zekâ ile Sürü Teknolojisi" ifadelerini doğrudan vermekte; aynı platform EO/IR, SAR/GMTI-ISAR ve COMINT/ELINT/ESM/EA görev yüklerini birlikte taşıyarak çalışmanın üç eksenini tek platformda kesiştirmektedir (Turkish Aerospace, t.y.). STM'nin KARGU sayfası sürü mimarisinde "deep-learning-based computer vision" ile gerçek zamanlı tespit, sınıflandırma ve takip yapıldığını, ayrıca dağıtık kontrol mimarisi kullanıldığını belirtmiş; RF Seeker bileşeni ise yazılım tanımlı radyo (SDR) mimarisiyle RF emisyon tespiti ekleyerek EW fonksiyonunu aynı platforma taşımıştır (STM Defence, t.y.-a). BAYKAR tarafında TB2T-AI'nin üç entegre yapay zekâ bilgisayarı ile EW ortamında arazi referanslı görsel seyrüsefer, hedef tespit-teşhis, otonom iniş-kalkış ve dinamik rota planlama kabiliyeti kazandığı açıklanmıştır (Anadolu Ajansı, 2025; Baykar Tech, 2025a).

Mühimmat ve altyapı tarafında kanıt dili yeniden zayıflamaktadır. ROKETSAN'ın ALPAGUT dokümanı mühimmatın hedef tespit-takip-değerlendirme moduna girdiğini ve kullanıcı onayı sonrası hedefe otonom saldırdığını belirtmekte; SOM ürün sayfası ise Görüntü Tabanlı Seyrüsefer (IBN) ve Otomatik Hedef Edinimi (ATA) kavramlarını listelemekle

birlikte yöntem adı vermemektedir (Roketsan, t.y.; 2024). TÜBİTAK BİLGEM, EHPOD-RF/EDPOD-RF pod projelerini, "Safir Intelligence Avionics" kapsamında aviyonik AI kullanımları için makine öğrenmesi kütüphanesi geliştirmeyi ve "DerinGÖRÜ" ile derin öğrenme tabanlı görüntü-nesne tanıma uygulamalarını aynı portföyde tutmaktadır (TÜBİTAK BİLGEM, t.y.-a). Meteksan MILSAR ise 27 km'den 30 cm SAR çözünürlüğü, eşzamanlıya yakın görüntü aktarımı ve Eşevreli Değişim Tespiti (CCD) için görüntü işleme yazılımı sunmakta; ancak AI adı geçmemektedir (Defence Turkey Magazine, 2021).

Bu ön haritalama, Türkiye'de AI entegrasyonunun üç hatta somutlaştığını göstermektedir: EO/IR üzerinde AI tabanlı görüntü işleme ve çoklu hedef takibi; İHA otonomisi, sürü ve GNSS-denied görsel seyrüsefer; EW/ESM tarafında ise AI'ye evrilmeye uygun ancak henüz AI olarak beyan edilmeyen dijital mimariler ve otomatik tanımlama altyapısı.

4. Elektronik Harp ve Radar Sistemlerinde AI Entegrasyonu

Bu bölümde EW ve radar sistemlerinde AI'nin hangi katmanlara konumlandığı ve klasik DSP zinciri ile öğrenen yaklaşımların nerede ayrıştığı incelenmiştir. Çerçeve, EW'nin elektromanyetik spektrum içinde icra edilen Elektronik Destek (ES), Elektronik Taarruz (EA) ve Elektronik Koruma (EP) fonksiyonlarına dayandırılmıştır (Joint Chiefs of Staff, 2012).

4.1. Radar/EW İşleme Zinciri ve AI'nin Temas Noktaları

Kamuya açık radar, ESM ve EW ürün dokümanlarında görülen çekirdek zincir şu katmanlardan oluşmaktadır: RF ön uç (LNA/filtre/LO) → ADC ve sayısallaştırma → DDC, kanalizasyon ve zaman-frekans dönüşümleri → tespit (eşikleme, CFAR türevleri, Doppler ayrımı, STAP) → parametre ölçümü (RF/PRI/PW/DOA, intrapulse özellikler) → tehdit kütüphanesi veya MDF ile sınıflandırma ve tanıma → karar ve görev yönetimi → etki (karıştırma, aldatma, karşı tedbir zamanlaması). ASELSAN'ın VURAL gibi Radar ES sistemleri bu zincirin özellikle dördüncü ile yedinci adımlarını açıkça tarif etmektedir: otomatik parametre ölçümü, emitör listesi üretimi, MDF ile otomatik kimliklendirme ve intrapulse kayıt (Aselsan, t.y.).

AI, bu zincirin tamamını değiştirmek yerine belirli darboğazlara müdahale etmektedir: çevresel değişkenliğin yüksek olduğu ortamlarda clutter yönetimi ve yanlış alarm bastırma; düşük SNR ve üst üste binen emisyonlarda LPI ve karmaşık dalga biçimlerinin ayrıştırılması; yoğun sinyal ortamında emitör ayrıştırma (deinterleaving) ve darbe sıralama; çok sayıda aday tehdidin kısa sürede operasyonel sıraya konması. Bu noktalar, radar sinyal işlemede makine öğrenmesi kullanımını sistematik biçimde inceleyen derlemelerde ortak tema olarak görülmüştür (Lang vd., 2020). Bilişsel EW (Cognitive EW) yaklaşımında da ML kullanımının tehdit tanıma, önceliklendirme ve uyarlamalı kaynak tahsisi eksenlerinde hızla arttığı belirtilmektedir (Casterline vd., 2022).

Buna karşılık zincirin ön-işleme katmanlarında sabit gecikme, yüksek veri hacmi ve düşük güç (SWaP-C) gereksinimleri nedeniyle DSP ve FPGA hâlâ baskındır. Bu gerçeklik, sahada SDR ve FPGA tabanlı mimarilerin konuşlandırılabilirlik için temel platform olarak görülmesiyle de uyumludur (National Instruments, t.y.).

4.2. Ürün ve Platform Bazlı Karşılaştırma

Türkiye ve küresel örneklerde EW/radar platformlarının AI kanıt seviyesi, donanım kanıtı ve TRL dağılımı Tablo 2'de konsolide edilmiştir.

Tablo 2. EW ve radar alanında Türkiye ile küresel örneklerin AI entegrasyon profili

Ürün/Platform	Firma/Ülke	Alt alan	AI kanıt seviyesi	Edge/GPU/FPGA kanıtı	TRL (tahmini)	Kamu kanıtı
CADS (AI/ML-powered RWR upgrade)	Raytheon/ ABD	EW (RWR)	K1	Embedded GPU + sensörde AI/ML vurgusu	7–8	"flight testing completed" + AI/ML RWR duyurusu (RTX, 2025)
CEW (Cognitive EW) + NE23 demo	BAE/ABD-UK	EW	K1	Donanım detayı sınırlı; "cognitive" yazılım kabiliyeti	6–8	CEW tanımı ve Northern Edge 2023 gösterimi (BAE Systems, t.y.-a)
Ground Master 400α	Thales/FR	Radar	K1	"5× processing power", AI vurgusu	8–9	515 km, update rate 6s; AI vurgulu basın/ürün sayfaları (Thales, t.y.-b)

Ürün/Platform	Firma/Ülke	Alt alan	AI kanıt seviyesi	Edge/GPU/FPGA kanıtı	TRL (tahmini)	Kamu kanıtı
KORAL/NG	ASELSAN/TR	Radar EW	K3	Wideband/multi-receiver mimarisi (bileşen adı yok)	8–9	Ürün sayfasında geniş bant alıcı mimarisi, hızlı reaksiyon ve yüksek POI söylemi (Aselsan, t.y.)
VURAL	ASELSAN/TR	Radar ES	K3	Donanım açıklanmamıştır	7–9	EOB üretimi, otomatik tanıma ve parametre ölçümü (AI açık değil) (Aselsan, t.y.)
EDPOD	TÜBİTAK BİLGEM/TR	EW (ES pod)	K3	Pod form faktörü → edge zorunlu (bileşen adı yok)	7–8	F-16 entegre ES podunun kamu duyuruları (önceki adım kanıt seti)
Retinar OPUS/ KAPAN	Meteksan/TR	Anti-drone radar + fusion + effectors	K2/K3	Radar + EO + C2 fusion; jammer/laser modülerliği	7–9	Fuar dokümanlarında sensör-füzyon-etki zinciri ve micro-Doppler analizi (Meteksan Defence vd., t.y.)

Kaynak: Aselsan (t.y.), TÜBİTAK (2025a), Meteksan Defence vd. (t.y.), RTX (2025), BAE Systems (t.y.-a) ve Thales (t.y.-a) verilerinden yararlanılarak yazar tarafından derlenmiştir.

Türkiye tarafında ürün anlatıları, AI'den çok zincirin alıcı ve tanıma katmanlarına odaklanmaktadır. ASELSAN'ın KORAL/NG sistemi, düşman hava savunma radarlarının bastırılmasına (SEAD) yönelik mobil bir Radar EW çözümü olarak ES ve EA alt sistemlerinden oluşmakta; geniş bant alıcılarla hızlı tespit, tehdit kütüphanesi ile otomatik kimliklendirme, yoğun PRF/CW ortamında çalışma ve çok platformlu konumlama kabiliyetleri bildirilmektedir. Ürün sayfasındaki "multi receiver architecture" ve "wide instantaneous bandwidth" ifadeleri FPGA/DSP ağırlıklı bir alıcı zincirine işaret etmekte; "fast response time" ve "high POI" gibi beyanlar ise nitel kalmakta, sayısal metrik verilmemektedir (Aselsan, t.y.). VURAL, tehdit radar emisyonlarını tespit ve teşhis ederek Elektronik Harp Düzeni (EOB) üretmekte; RF/PRI/PW/DOA parametre ölçümü, intrapulse kayıt ve otomatik emitör listesi üretimi sunmaktadır (Aselsan, t.y.). Deniz tarafındaki ARES 2-NCD ise C–K bant seçenekleri, geniş bantlı dijital mikrodalga alıcı mimarisi, yüksek doğruluklu yön bulma ve LPI sinyal tespitiyle "field proven" olarak tanımlanmaktadır (Aselsan, t.y.). Üç üründe de AI ibaresi bulunmamakta; buna karşılık otomatik tanıma ve dijital alıcı altyapısı, AI'ye evrilmeye elverişli bir zemin oluşturmaktadır.

TÜBİTAK BİLGEM'in F-16'ya entegre EDPOD'u, tehdit radarlarını algılama ve tanımlama, ham veri kaydı ve hassas konum belirleme işlevleriyle EOB ve EW veri bankasını beslemektedir; pod form faktörü işlemenin platform üzerinde yapılmasını zorunlu kılmakta, ancak bileşen adı açıklanmamaktadır (TÜBİTAK, 2025a). Meteksan tarafında kamuya açık sayısal metrikler belirgin biçimde daha zengindir: Retinar PTR alan gözetleme radarı, yürüyen insanı 4 km (RCS <1 m^2), küçük aracı 8 km (RCS 10 m^2) ve büyük aracı 10 km (RCS 30 m^2) menzilde tespit etmekte; 3 m menzil çözünürlüğü, 2° açısal çözünürlük ve ±25° otomatik yükseliş taraması sunmaktadır. Retinar OPUS/KAPAN anti-drone konfigürasyonu ise mikro-Doppler tayf analiziyle hedef ayrımı yapmakta, küçük drone için yaklaşık 1,5 km ve büyük drone için 2,5 km tespit menzili bildirmektedir (Meteksan Defence vd., t.y.). Bu ürünlerde kullanılan "özel algoritmalar" ifadesi yöntem adı vermediğinden K2/K3 sınırında değerlendirilmiştir.

Küresel örneklerde ise AI, ürün anlatısının merkezindedir. Raytheon'un CADS'i, eski nesil ve dijital RWR sistemlerine AI/ML ekleyen bir yükseltme paketi olarak konumlanmakta; gömülü GPU ve Deepwave Digital işlem yığınıyla işlemenin sensörde yapıldığı, tehditlerin algılanıp tanımlanarak önceliklendirildiği ve üçüncü parti algoritmaların çalıştırılabildiği açıkça belirtilmektedir (RTX, 2025). BAE Systems, bilişsel elektronik harbi doğrudan "AI/ML ile EW teknolojilerinin geliştirilmesi ve operasyonunun güçlendirilmesi" olarak tanımlamakta ve kabiliyeti Northern Edge 2023 tatbikatında sahada göstermiş; EPAWSS bağlamında dijital EW ve 360° durumsal görünüm vurgusu yapmaktadır (BAE Systems, t.y.-a). Thales GM400α ise beş kat artan işlem gücü, GaN tabanlı dijital mimari ve gelişmiş AI kabiliyeti vurgusunu 515 km ölçümlenmiş menzil ve 6 saniyelik tazeleme hızı gibi kamuya açık metriklerle birlikte sunmaktadır (Thales, t.y.-a). Aradaki fark yalnızca

kabiliyet değil, kanıt dilidir: küresel üreticiler AI'yı ölçülebilir bir ürün özelliği olarak beyan ederken, Türkiye ürünlerinde aynı işlev çoğunlukla yöntemi adlandırılmadan sunulmaktadır.

Tablodan üç sonuç çıkmaktadır. Birincisi, EW ve radar tarafında AI'nin en kritik getirisi algılamadan çok tehdit önceliklendirme ve adaptasyondur; Raytheon'un CADS örneği bunu RWR'a gömülü GPU eklenerek işlemenin sensörde yapılması ve "neredeyse hiç gecikme olmadan" önceliklendirme iddiasıyla somutlaştırmıştır (RTX, 2025). İkincisi, Türkiye ürünlerinde otomatik kimliklendirme ve tehdit kütüphanesi yaklaşımı güçlüdür; bu, AI'ye evrilebilir bir temel oluşturmakla birlikte ürün anlatısında AI kanıtı çoğunlukla K3 düzeyinde kalmaktadır (Aselsan, t.y.). Üçüncüsü, saha güvenliği ve anti-drone örneklerinde sensör-füzyon-etki zinciri pratikte uygulanmıştır: Meteksan KAPAN dokümanında radar hedefi tespit etmekte, EO sensörlerle kimliklendirme yapılmakta, C2 füzyon yazılımıyla tek resim üretilmekte ve ardından RF karıştırıcı veya lazere hedef ataması yapılmaktadır (Meteksan Defence vd., t.y.). Bu zincir, Bölüm 7'deki "ihracat değerini artıran mimari paketleme" argümanının doğrudan girdisidir.

5. EO/IR ve Bilgisayarda Görü Sistemlerinde AI Entegrasyonu

5.1. EO/IR İşleme Zinciri ve AI'nin Temas Katmanları

Tipik bir EO/IR hedefleme-ISR zinciri şu akışla modellenebilir: sensör (MWIR/SWIR/Day TV) → ISP ve ön işleme → algılama → takip → kimliklendirme → işaretleme ve koordinat üretimi → komuta ve atış kontrol → etki. AI entegrasyonu pratikte en çok dört noktada kanıtlanabilir biçimde görülmektedir: otomatik nesne tespiti ve sınıflandırma ile operatör yükünün azaltılması, çoklu hedef takibi, IR ile TV/SWIR görüntü füzyonu ve ön-seçim (cueing), GNSS-denied koşullarda görsel seyrüsefer ve arazi referanslama. Platform üzerinde derin öğrenme analitiğiyle gerçek zamanlı ATR, anomali tespiti ve tehdit sınıflandırma yaklaşımı, EO-AI yakınsamasının temel yönü olarak sektör raporlarında da vurgulanmaktadır (Ernst & Young India, 2025a).

5.2. Ürün ve Platform Bazlı Karşılaştırma

EO/IR ve bilgisayarda görü alanında Türkiye ve küresel platformların AI entegrasyon profili Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. EO/IR ve bilgisayarda görü alanında AI entegrasyon profili

Ürün/ Platform	Firma/ Ülke	AI kanıt seviyesi	AI'nin "işlevsel" rolü (kamu kanıtına göre)	Edge vurgusu	TRL (tahmini)	Kamu kanıtı
ASELFLIR-500	ASELSAN/TR	K1	AI tabanlı görüntü işleme + multi-target tracking	Donanım türü açıklanmamıştır	8–9	Broşürde AI-based image processing ve multi-target tracking kabiliyetleri (Aselsan, t.y.)
CATS	ASELSAN/TR	K3	Stabilizasyon + hareketli hedefin kaba hız/yön parametreleri	Donanım açıklanmamıştır	8–9	Ürün sayfası; AI beyanı yok (Aselsan, t.y.)
TB2T-AI	Baykar/TR	K1	Üç entegre AI bilgisayarıyla gelişmiş otonomi	Edge compute açık	6–8	Resmî basın duyurusu: "three integrated AI computers" (Baykar Tech, 2025a)
KARGU	STM/TR	K1	Deep-learning CV ile real-time tespit/ sınıflandırma/takip; sürü dağıtık kontrol	Edge zorunlu (detay yok)	8–9	"deep-learning-based computer vision… real-time…" + distributed control (STM Defence, t.y.-a)
TALIOS (AI upgrade)	Thales/FR	K1	Deep learning ile görüntü analizini otomatikleştirme; pilot iş yükünü azaltma	Pod içinde onboard analiz vurgusu	7–9	Thales insight + Janes haberleri (Thales, t.y.-b)
CONDOR MS	Elbit/IL	K1	"high-capacity AI analytics" ile EO intelligence analitik	Donanım detayı sınırlı	7–9	Elbit ürün sayfası (Elbit Systems Ltd., 2019)

Ürün/ Platform	Firma/ Ülke	AI kanıt seviyesi	AI'nin "işlevsel" rolü (kamu kanıtına göre)	Edge vurgusu	TRL (tahmini)	Kamu kanıtı
SPICE-250	Rafael/IL	K2/K1*	ATA/MTD/ATR + scene matching; GPS-denied vurgusu	Mühimmat içi işlem (detay sınırlı)	8–9	Rafael ürün sayfası + broşür (Rafael Advanced Defense Systems Ltd., 2024)
Sea Breaker	Rafael/IL	K2	Sahne eşleme tabanlı ATR; man-in-the-loop angajman	Mühimmat içi işlem (detay yok)	7–9	Sistem sayfası + broşür (Rafael Advanced Defense Systems Ltd., 2024)

Kaynak: Aselsan (t.y.), Baykar Tech (2025a), STM Defence (t.y.-a), Thales (t.y.-b), Janes (2024), Elbit Systems Ltd. (2019) ve Rafael Advanced Defense Systems Ltd. (2024; 2025) verilerinden yararlanılarak yazar tarafından derlenmiştir.

ASELSAN'ın ASELFLIR-500 broşürü, bu alanda Türkiye'deki en açık AI beyanını içermektedir: EO/IR kanallarında yapay zekâ tabanlı görüntü işleme algoritmaları ve çoklu hedef takibi bildirilmekte; lazer mesafe ölçer ile hedef işaretleyici menzili 35 km'ye kadar verilmekte, MWIR, Day TV ve SWIR kanalları ile tam dijital video hattı üzerinden eşzamanlı çoklu hedef takibi tanımlanmaktadır (Aselsan, t.y.). Bu tip çoklu kanal takibi sahada dört katmanda değer üretmektedir: görüntü stabilizasyonu ve iyileştirme, hedef adaylarının çıkarımı, izleme ve yeniden tanımlama (re-ID), operatör yükünü azaltan otomatik yönlendirme (cueing). Ancak broşür hızlandırıcı donanımı açıklamadığından GPU, FPGA veya ASIC iddiası kanıtlanmış değildir. Aynı firmanın CATS sistemi ise ortak optik açıklık mimarisiyle IR, HDTV ve LL-NIR kanallarını birleştirmekte, hareketli hedefin kaba hız ve yön parametrelerini üretmekte; fakat AI beyanı içermediği için K3 sınıfında kalmaktadır (Aselsan, t.y.).

Platform tarafında BAYKAR'ın TB2T-AI'si, üç entegre yapay zekâ bilgisayarıyla EW ortamında arazi referanslı görsel seyrüsefer, hedef tespit ve teşhis, otonom iniş-kalkış, dinamik rota planlama ve üsse otonom dönüş kabiliyetleri kazanmış; 40.023 ft irtifa testiyle sınıfında rekor bildirilmiştir (Anadolu Ajansı, 2025; Baykar Tech, 2025a). STM'nin KARGU ailesi ise derin öğrenme tabanlı bilgisayarda görü ile gerçek zamanlı tespit, sınıflandırma ve takip yapmakta; dağıtık kontrol mimarisi ve araçlar arası haberleşme altyapısıyla merkezi komuta bağımlılığını azaltmaktadır. KARGUFPV tarafında bilgisayarda görü ile otonom terminal dalış ve AI destekli görüntü işleme ifadeleri yer almaktadır (STM Defence, t.y.-a; t.y.-b). Küresel karşılıkta Thales TALIOS, Rafale için pod seviyesinde bir AI yükseltmesiyle görüntüleri otomatik analiz edip ilgi nesnelerini seçmekte ve pilotun bilişsel yükünü azaltmakta; kararın insanda kalması açıkça korunmaktadır (Janes, 2024). Elbit CONDOR MS ise çoklu EO sensörünü birleştirerek yüksek kapasiteli AI analitiğiyle EO istihbaratı üretmekte, fakat işlemenin platformda mı yer segmentinde mi yapıldığını açıklamamaktadır (Elbit Systems Ltd., 2019).

EO/IR'de AI'nin en kanıtlı çıktısı otomatik tespit-sınıflandırma, çoklu hedef takibi ve operatör ile pilotun iş yükünün azaltılmasıdır (Aselsan, t.y.; STM Defence, t.y.-a; Thales, t.y.-b). Edge kanıtı ise en net biçimde platform üzerinde AI işlem birimi bulunduğu açıkça beyan edilen örneklerde ortaya çıkmaktadır; TB2T-AI'deki üç entegre AI bilgisayarı bu beyanın en doğrudan örneğidir (Baykar Tech, 2025a). Küresel tarafta TALIOS örneği, AI'nin pod seviyesinde sahaya indirildiği ve insan kararını ikame etmeyip hızlandırdığı çizgiyi netleştirmektedir: görüntüler otomatik analiz edilerek ilgi nesneleri seçilmekte, karar insanda kalmaktadır (Janes, 2024).

Görü tabanlı güdüm, bu hattın mühimmat üzerindeki uzantısıdır. RAFAEL'in Sea Breaker sistemi sahne eşleme algoritmalarıyla Otomatik Hedef Tanıma (ATR) ve man-in-the-loop yaklaşımını açıkça belirtmekte; SPICE-250 ise ATA, Hareketli Hedef Tespiti (MTD) ve ATR kabiliyetlerini birlikte listelemektedir (Rafael Advanced Defense Systems Ltd., 2024; 2025). Bu kabiliyetlerin derin öğrenme ile ilişkilendirildiğine dair savunma basınında ek kaynaklar bulunmaktadır (C4ISRNet, 2019). Türkiye tarafında ROKETSAN'ın IBN/ATA kavramları aynı işlevsel yeri doldurmakta, ancak yöntem düzeyinde kanıt sunmamaktadır.

6. Mimari Kıyaslar: FPGA, Edge AI ve Gecikme

6.1. Yazılım Tabanlı ve FPGA Tabanlı Mimari

Bu çalışmada "yazılım tabanlı" ifadesi CPU/GPU/Edge işlem birimleri üzerinde esnek model çalıştırmayı, "FPGA tabanlı" ifadesi ise akış işleme ve deterministik gecikme gerektiren katmanlarda donanım hızlandırmayı karşılamaktadır. İki yaklaşımın radar/EW ve EO/IR zincirlerindeki yerleşimi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Radar/EW ve EO/IR zincirinde FPGA ile GPU/CPU yerleşimi

Zincir katmanı	Radar/EW'de tipik tercih	EO/IR'de tipik tercih	Neden
ADC sonrası kanalizasyon, DDC, spektrum tarama	FPGA/DSP ağırlıklı	(EO tarafında karşılığı ISP/video pipeline) FPGA/ISP	Yüksek bant genişliği + deterministik gecikme
Tespit (CFAR türevleri), temel parametre ölçümü	FPGA/DSP	—	Hard real-time ve yüksek throughput
Sınıflandırma / tehdit önceliklendirme	GPU/CPU/Edge AI yükseliyor	GPU/Edge AI baskın	Model güncellenebilirliği ve karmaşık örüntüler (LPI, clutter, re-ID)
Operatör karar desteği / cueing / otomatik öneri	CPU/GPU	CPU/GPU	İnsan döngüsünü hızlandırma (ör: TALIOS AI ile "objects of interest" ön-seçim) (Thales, t.y.-b)
Sensörde AI (edge)	CADS gibi örneklerde açık	TB2T-AI gibi örneklerde açık	Link kesintisi ve gecikme: "AI at the sensor" yaklaşımı (RTX, 2025)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

ASELSAN'ın KORAL/NG ve VURAL için vurguladığı "multi receiver architecture", "wide instantaneous bandwidth" ve "wideband receivers" ifadeleri FPGA/DSP ağırlıklı alıcı zincirine işaret etmektedir; ancak bileşen adı verilmediği için bu bir ifade düzeyi kanıtıdır (Aselsan, t.y.). Buna karşılık küresel tarafta hızlandırıcı doğrudan ürünleştirilmektedir: CADS'te gömülü GPU, TB2T-AI'de AI bilgisayarı açıkça beyan edilmiştir. Bu çalışmada, üreticinin açıkça "AI computer" veya "embedded GPU" dediği her durum kanıtlı Edge AI kabul edilmiş; aksi hâlde mimari çıkarım ayrıca işaretlenmiştir.

Bu çalışmanın kanıt setinden, Türkiye ile küresel örnekler arasında beş boyutta istikrarlı bir desen farkı çıkmaktadır. AI'nin kanıtlı konumu bakımından Türkiye'de EO/IR tarafı açık, EW ve radar tarafı büyük ölçüde K3 düzeyindeyken küresel örneklerde bilişsel yaklaşım K1 düzeyinde doğrudan beyan edilmektedir. Edge yaklaşımında Türkiye'de pod, araç ve saha radarı doğası gereği uçta çalışmakta; ancak işlemenin AI olduğu söylenmemekte, küresel tarafta ise CADS örneğinde olduğu gibi gömülü GPU ile sensörde AI açıkça ürünleştirilmektedir. Mimari tercihte Türkiye ürünleri geniş bantlı çok alıcılı yapıyı öne çıkarırken küresel ürünler açık mimari, algoritma yükleme ve hızlandırıcıyı birlikte sunmaktadır. Radar işlemede Türkiye ürünleri clutter ve sınıflandırma algoritmalarından söz etmekte, GM400α gibi radarlar ise AI kabiliyetini doğrudan vurgulamaktadır. Son olarak komuta-kontrol ve füzyon boyutunda Türkiye'nin güçlü örneği anti-drone sahasındaki sensör-füzyon-etki zinciridir; küresel tarafta ise aynı yetkinlik platform modernizasyonu paketlerinin içine yerleştirilmektedir. Bu beş boyut birlikte okunduğunda, farkın büyük ölçüde kabiliyet değil kanıtlama ve ürünleştirme dili farkı olduğu değerlendirilmiştir.

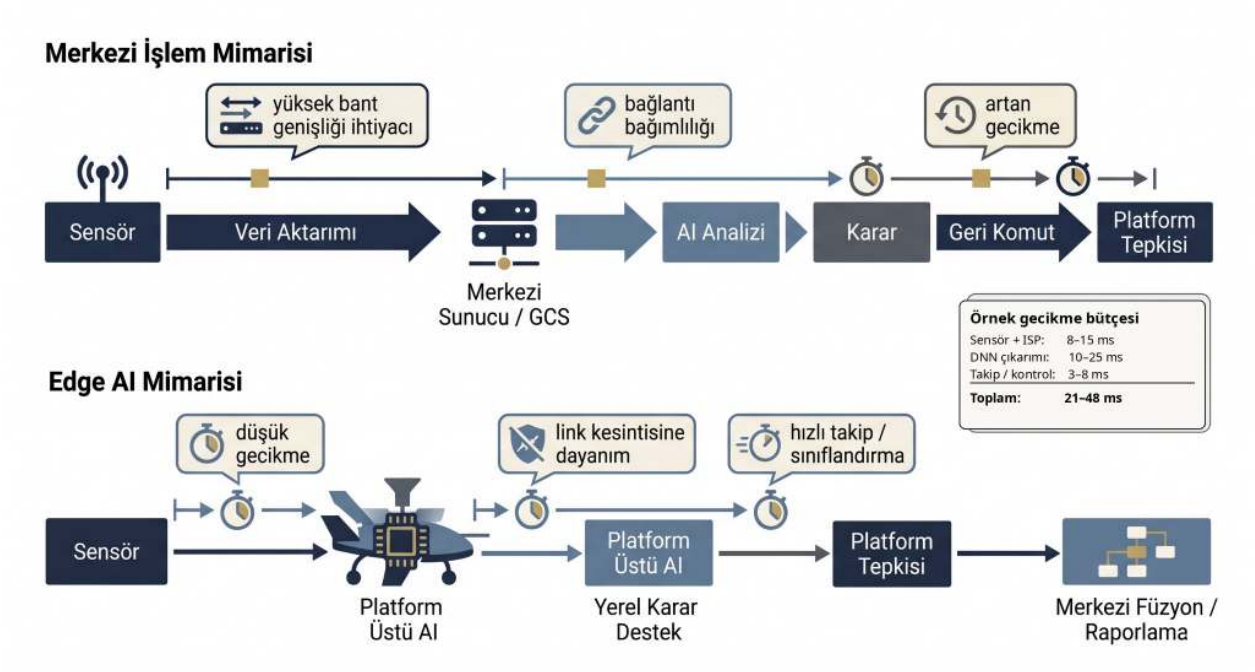
6.2. Klasik DSP ve AI Tabanlı Radar İşleme

Bu kıyasın amacı AI'nin DSP'yi tamamen ikame ettiğini öne sürmek değildir. Ön-işleme katmanlarında DSP/FPGA ağırlığı sürerken AI, clutter yönetimi ve yanlış alarm bastırma, LPI ve karmaşık dalga biçimlerinde örüntü çıkarımı, çok hedefli ortamda emitör ayrıştırma ve operasyonel tehdit sıralaması gibi üst katmanlarda fayda üretmektedir. Thales GM400α, gelişmiş AI kabiliyeti ve işlem gücü artışı vurgusunu 515 km menzil ile 6 saniyelik tazeleme hızı gibi kamuya açık metriklerle birlikte vermektedir (Thales, t.y.-a). Türkiye'de benzer sınıf radar ve ESM ürünlerinde "gelişmiş algoritmalar" ve otomatik sınıflandırma dili bulunmakla birlikte yöntem ve donanım katmanı çoğu kez açıklanmamıştır.

6.3. Merkezi İşlem ve Edge AI

Edge AI'yi zorunlu kılan üç koşul belirlenmiştir: EW baskısı veya link kopması hâlinde platformun hedefi kaçırmaması gereği; EO/IR takip-stabilizasyon ve RWR reaksiyon döngüleri gibi milisaniye bandındaki kapalı döngü kontrol; tüm ham verinin merkeze taşınmasını pratik olmaktan çıkaran bant genişliği doygunluğu. Buna karşılık çoklu sensör füzyonu ve ortak taktik resim üretimi, uzun vadeli analiz ve model güncelleme ile angajman yetkilendirmesi (ROE) ve man-in-the-loop süreçleri merkezde kalmaktadır. Bu nedenle pratik mimari çoğunlukla hibrittir: uçta tespit, izleme ve önceliklendirme; merkezde füzyon ve planlama. İki mimarinin gecikme, bant genişliği ve bağlantı bağımlılığı açısından karşılaştırması Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. Merkezi işlem ve Edge AI mimarilerinde taktik gecikme



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 2'de merkezi mimarinin veri aktarımı, merkezi analiz ve geri komut aşamalarında bağlantı bağımlılığı ve gecikme riski oluşturduğu; Edge AI mimarisinde ise sensöre yakın çıkarım ve yerel karar destek ile platform tepkisinin hızlandırılabildiği görülmektedir.

6.4. Taktik Sahada Gecikme Bütçeleri

Aşağıdaki hesaplar tasarım amaçlı örnek bütçelerdir ve platforma göre değişir; amaç Edge ile merkez kararını sayısal düşünme disiplinine oturtmaktır. EO/IR takip döngüsünde (sensör → DNN → izleyici → gimbal) hedef, 25-30 FPS bandında takibi kopartmamaktır. Örnek bütçe: sensör entegrasyonu ve ISP 8-15 ms, Edge'de DNN çıkarımı 10-25 ms, izleyici ile kontrol ve gimbal komutu 3-8 ms; toplam yaklaşık 21-48 ms. Merkeze gidiş-dönüş eklendiğinde bu değer kolaylıkla 100 ms'nin üzerine çıkmakta ve takip kararsızlaşmaktadır. EW/RWR reaksiyon döngüsünde gecikme toleransı tehdit türüne göre daha da düşmekte; CADS yaklaşımı bu nedenle işlemeyi sensöre taşımaktadır (RTX, 2025). Sürü ve anti-drone sahasında ise ilk tespit, ilk sınıflandırma ve ilk yönlendirme uçta yürütülmekte, merkez yalnızca çoklu sensör doğrulaması ve görev ataması yapmaktadır (Meteksan Defence vd., t.y.).

6.5. AI Hızlandırıcılı SoC Eğilimi

Uçta işleme uygulamalarındaki artan işlem yükü doğrultusunda, geleneksel FPGA tabanlı SoC mimarilerinin (örneğin Zynq UltraScale+ MPSoC) yerini özel yapay zekâ çekirdekleri barındıran yeni nesil AI hızlandırıcılı SoC mimarilerine (örneğin Versal serisi) bıraktığı saptanmıştır (AMD, 2023b). Bu dönüşümün temelinde model karmaşıklığı ile güç tüketimi, ağırlık ve hacim kısıtları arasındaki darboğazlar yatmaktadır. Modern nesne tespiti algoritmaları (örneğin YOLOv8m) yüksek doğruluk için SiLU gibi karmaşık aktivasyon fonksiyonlarına ihtiyaç duymakta (Jocher vd., 2023); ancak geleneksel işlem üniteleri (örneğin DPUCZDX8G) bu fonksiyonları donanım

seviyesinde desteklememektedir (AMD, 2023a). Bu nedenle aktivasyon fonksiyonunun ReLU formuna dönüştürülmesi ve başarımı etkilemeyen katmanların budanması (pruning) gibi uyarlamalar gerekmiştir. AIE-ML destekli yeni nesil üniteler (örneğin DPUCV2DX8G) söz konusu operasyonları donanım seviyesinde destekleyerek model uyarlama ve yeniden eğitim yükünü ortadan kaldırmakta; bu da pazara çıkış süresini kısaltmakta ve uç cihazlarda kare hızı ile gecikme metriklerini iyileştirmektedir (AMD, 2023b; 2023c).

7. Stratejik ve Ticari Değerlendirme

7.1. AI Entegrasyonunun İhracat Değerine Etkisi

AI entegrasyonunun ihracat değerine etkisi tek kalemde fiyat artışından çok, değer zincirinde dört ayrı katmanda ortaya çıkmaktadır. Birinci katman platform ayrıştırmadır: benzer sınıf platformlar arasında fiyatı belirleyen unsur sahada sürdürülebilir üstünlük ve çekişmeli ortam dayanımıdır. TB2T-AI'nin üç entegre AI bilgisayarıyla üstün otonomi vurgusu, KARGU'nun derin öğrenme tabanlı görü ile dağıtık kontrol mimarisi ve CADS'in AI/ML destekli RWR yaklaşımı bu ayrıştırıcının üç farklı biçimidir (Baykar Tech, 2025a; RTX, 2025; STM Defence, t.y.-a). İkinci katman yükseltme ekonomisidir: küresel pazarın en büyük gelir havuzlarından biri yeni platform satışı kadar mevcut filonun modernizasyonudur ve CADS örneği eski nesil platformlarda dahi AI kabiliyeti eklenmesini ticarileştirmektedir; TALIOS'un AI yükseltmesi aynı deseni EO/IR tarafında göstermektedir (Janes, 2024). Üçüncü katman toplam sahip olma maliyetidir: AI, çoğu platformda daha fazla hedef vurmadan önce daha az personelle daha çok görev yürütmeyi satın aldırmakta, aynı uçuş saatinde görev verimini yükseltmektedir. Dördüncü katman ise yazılımın metalaşmasından premiumlaşmasına geçiştir; havacılık ve savunmada AI pazarına ilişkin projeksiyonlar, yazılım segmentinin donanım kadar fiyatlandığı bir eksene kayışı göstermektedir (Grand View Research, t.y.). Bu dört katmanın ortak sonucu, ihracatın tek seferlik teslim yerine yazılım güncellemesi, model güncellemesi, eğitim veri paketi ve bakım-analitik hizmetlerini içeren bir sürüm döngüsüne taşınmasıdır.

7.2. Türkiye'nin Konumu

Kamuya açık kanıtlara göre Türkiye'nin konumu üç kuvvetli hat ve üç gelişim alanıyla özetlenebilir. Kuvvetli hatlar: İHA otonomisi ve Edge işlem görünürlüğü, sürü ile dağıtık görev davranışının ürünleşmesi ve savunma-havacılık ihracatının 2025'te 10,54 milyar dolara ulaşmasıyla temsil edilen portföy ölçeği (Anadolu Ajansı, 2026; Baykar Tech, 2025a; STM Defence, t.y.-a). Gelişim alanları ise şunlardır: EW ve radar tarafında K1 düzeyinde AI beyanının sınırlı kalması; AI doğrulama ve sertifikasyonun, yani "sistem hangi koşulda hata yapar" sorusunun açıklanabilirlik, test standardizasyonu ve saha veri döngüsüyle yanıtlanması ihtiyacı (Thales, t.y.-c); ve Edge AI'nin sürdürülebilirliğini sınırlayan GPU/FPGA/ASIC tedarik bağımlılığı. Kamu dokümanlarında donanım türünün çoğunlukla açıklanmaması nedeniyle Türkiye tarafında açık hızlandırıcı mimarisi kanıtı sınırlı görünmektedir.

7.3. Dual-Use Aktarım Potansiyeli

Savunma AI kabiliyetlerinin sivil sektöre aktarım kümeleri Tablo 5'te özetlenmiştir.

Buradaki temel ticari avantaj, savunma sahasının en zor çalışma ortamı olmasından kaynaklanmaktadır: dayanıklılık, gecikme ve doğruluk baskısı altında olgunlaşan algoritmalar sivil pazarda yüksek güven ve yüksek marj üretebilmektedir.

Tablo 5. Savunma AI kabiliyetinin sivil sektöre aktarım kümeleri

Savunma kabiliyeti	Sivil karşılığı	Aktarımın ana koşulu
EO/IR'de otomatik tespit/takip	kritik altyapı gözetleme, orman yangını erken uyarı, trafik/liman izleme	veri gizliliği + modelin çevresel dayanımı
Anti-drone sensör-füzyon-etki mimarisi	havaalanı/liman çevresi güvenliği, tesis güvenliği	regülasyon + sahada yanlış alarm yönetimi
GNSS-denied görsel seyrüsefer	insansız lojistik/depoda robot navigasyonu	güvenlik standardı + haritalama altyapısı
EW'de spektrum farkındalığı	endüstriyel IoT spektrum optimizasyonu, kritik haberleşme güvenliği	spektrum düzenlemeleri + siber dayanım

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

8. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Türkiye savunma sanayiindeki yapay zekâ entegrasyonu, kavramsal bir anlatım yerine ürün ve platform düzeyinde, sistem mimarisi perspektifiyle analiz edilmiştir. Dört temel bulguya ulaşılmıştır. Birincisi, EO/IR ve bilgisayarda görü sistemleri AI entegrasyonunun en görünür ve kanıtlanabilir ürünleşme hattıdır; ASELFLIR-500, TALIOS, TB2T-AI ve KARGU örnekleri AI tabanlı görüntü işleme, çoklu hedef takibi, otomatik sınıflandırma, görsel seyrüsefer ve operatör yükünün azaltılması bakımından somut örneklerdir. İkincisi, radar ve EW sistemlerinde AI entegrasyonu çoğunlukla açık AI beyanından değil; dijital alıcı mimarisi, otomatik tanıma, tehdit kütüphanesi ve karar destek kabiliyetleri üzerinden gelişmektedir. Üçüncüsü, küresel örneklerde "cognitive EW", "AI-enabled radar" ve "AI/ML-powered RWR" kavramları doğrudan ürün söylemine dönüştürülmüştür. Dördüncüsü, Türkiye'de güçlü ürünleşme eğilimi İHA otonomisi, EO/IR görüntü işleme, sürü sistemleri ve Edge AI bilgisayarları hattında yoğunlaşmaktadır.

Sistem mimarisi açısından en rasyonel yapının tamamen merkezi veya tamamen uçta değil hibrit olduğu sonucuna ulaşılmıştır. RF ön uç, kanalizasyon, DDC, darbe sıralama ve deterministik gecikme gerektiren adımlarda FPGA/DSP tabanlı yapılar önemini korumakta; sınıflandırma, takip, tehdit önceliklendirme, görüntü analitiği ve karar destek katmanlarında GPU/Edge AI tabanlı yapılar öne çıkmaktadır. Gecikme, bant genişliği, EW baskısı ve link kesintisi parametreleri Edge AI kullanımını operasyonel bir zorunluluk hâline getirmiştir.

Türkiye'nin en güçlü konumu İHA, EO/IR, sürü sistemleri ve görü tabanlı otonomi alanlarındadır; küresel şirketler ise radar ve EW sistemlerinde bilişsel kabiliyetleri daha görünür bir ürünleştirme söylemiyle sunmaktadır. Bu fark, Türkiye'nin EW ve radar ürünlerinde AI kabiliyetlerini daha açık teknik metriklerle görünür kılması gerektiğini ortaya koymaktadır: model performansı, yanlış alarm oranı, hedef sınıflandırma doğruluğu, reaksiyon süresi ve saha dayanımı gibi metrikler hem ihracat hem akademik kanıt değeri açısından kritiktir.

Bu çerçevede dört öneri geliştirilmiştir. (i) AI entegre sistemler için açık mimari, model güncelleme, algoritma sürümleme ve saha verisi geri besleme altyapıları kurulmalı; böylece modernizasyon geliri artırılmalı ve ihracat müşterisine ürün ömrü boyunca güncellenebilir kabiliyet sunulmalıdır. (ii) EW ve radar sistemlerinde AI kullanımını kanıtlayan teknik metrikler, test senaryoları ve doğrulama protokolleri sistematik biçimde üretilmeli; ürün dokümanlarında AI entegrasyon seviyesi, model sınıfı, hızlandırıcı mimari, gecikme bütçesi ve yanlış alarm oranı kontrollü ölçekte açıklanmalıdır. (iii) Edge AI donanım bağımsızlığı için yerli FPGA, ASIC, SoC ve AI hızlandırıcı geliştirme çalışmaları savunma platformlarıyla daha sıkı ilişkilendirilmeli, yapay zekâ donanımı tedarik zinciri güvenliği öncelikli bir başlık olarak ele alınmalıdır. (iv) Açıklanabilirlik, güvenilirlik, man-in-the-loop kontrolü ve sertifikasyon süreçleri kurumsallaştırılmalı; hedef tespiti, tehdit önceliklendirme, sürü davranışı ve terminal güdüm alanlarında model davranışının hangi koşullarda güvenilir kabul edileceği açık doğrulama prosedürleriyle tanımlanmalıdır.

Çalışma kamuya açık kaynaklarla sınırlıdır. Donanım hızlandırıcı türleri, gerçek gecikme değerleri, model doğruluk oranları ve saha test sonuçlarının çoğu kamuya açık olmadığından bazı TRL ve mimari çıkarımlar kanıt temelli tahmin olarak verilmiştir. Gelecek çalışmalarda üretici teknik görüşmeleri, saha test raporları, patent analizleri ve sistem mühendisliği doğrulama dokümanlarıyla analizin genişletilmesi; ayrıca güç tüketimi kısıtları, donanım maliyetleri ve üretim kapasitesi gibi ölçeklenebilirlik sorunlarının FPGA, ASIC ve SoC mimarileri bağlamında derinlemesine incelenmesi önerilmektedir.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	ANALİZ BİRİMİ
Fatih Alper UĞUREL	YONGATEK	Ürün ve platform

İNCELEME KONUSU
Türkiye Savunma Sanayiinde Yapay Zekâ Entegrasyonu: Ürün ve Platform Bazlı Analiz

YÖNTEM / SINIFLAMA
KANITA DAYALI AI ENTEGRASYON SEVİYESİ SINIFLAMASI

VERİ / KAYNAK
Kamuya açık teknik dokümanları, ürün katalogları, fuar sunumları, faaliyet raporları ve resmî açıklamaları

Kaynakça

- AMD. (2023a). Zynq DPUCZDX8G for Kria SOMs and Zynq UltraScale+ MPSoCs product guide (PG338). [Teknik doküman]. Erişim adresi: https://docs.amd.com/r/en-US/pg338-dpuczdx8g
- AMD. (2023b). DPUCV2DX8G for Versal adaptive SoCs product guide (PG425). [Teknik doküman]. Erişim adresi: https://docs.amd.com/r/en-US/pg425-dpucv2dx8g
- AMD. (2023c). Vitis AI user guide (UG1414). [Kullanıcı kılavuzu]. Erişim adresi: https://docs.amd.com/r/en-US/ug1414-vitis-ai

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Fatih-Alper-UGUREL.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Su Altı Harp Teknolojisinde Gelişmeler ve Türkiye

YAZAR
Dr. Mersin GÖKÇE

STM

1. Giriş

Küreselleşmeyle birlikte kaynak paylaşımı mücadelelerinin yoğunlaştığı günümüzde, deniz ve okyanus tabanındaki su altı kaynakları stratejik önemini giderek artırmaktadır. Buna paralel olarak devletlerin su altı harp teknolojisine yönelik yatırım ve araştırma faaliyetleri de artan bir ivmeyle sürmektedir. Bu çalışma, su altı harp teknolojisinde dünyada ve Türkiye'de yaşanan gelişmeleri platform, sensör ve silah başlıkları altında incelemeyi ve olası gelişim alanlarına ilişkin değerlendirmeler sunmayı amaçlamaktadır. Araştırmanın cevap aradığı sorular şunlardır: Su altı harp konseptini dönüştüren teknolojik eğilimler nelerdir? Türkiye'nin bu üç başlıktaki mevcut kabiliyet düzeyi hangi aşamadadır? Yerli ve millî imkânlarla sürdürülebilir bir su altı harp ekosisteminin kurulması için hangi teknoloji alanlarına öncelik verilmelidir?

Araştırma Yöntemi ve Kapsamı

Araştırma nitel bir yöntemle, literatür taraması ve doküman incelemesi yoluyla yürütülmüştür. Veri kaynaklarını akademik yayınlar, kurumsal proje duyuruları, savunma sanayii kuruluşlarının teknik tanıtım belgeleri ve sektörel raporlar oluşturmaktadır. Elde edilen veriler platform, sensör ve silah sistemleri eksenlerinde sınıflandırılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltı Envanteri

Sınıf	Sayı
Ay	2
Preveze	4
Gür	4
Reis	1

Kaynak: Ay Sınıfı (t.y.) [Erişim Tarihi:16.12.2025]

Sualtı Harbinin Dönüşümü

Operasyon sahasında üstünlük sağlayan kuvvet çarpanlarından biri olan gizlilik, su altı coğrafyasını ve su altı harbini sürekli bir ilgi alanı hâline getirmiştir. Denizaltının ilk olarak kim tarafından tasarlandığına ilişkin kesin bir kanıt bulunmamakla birlikte, bu platformlar Birinci Dünya Savaşı'nın seyrini etkilemiş, İkinci Dünya Savaşı'nda kritik önem kazanmış ve Soğuk Savaş boyunca belirleyici bir rol oynamıştır. İlk kullanım konsepti, barış döneminde operasyon bölgelerine yakın konuşlanma ve gizlilik esasına dayalı keşif-karakol görevlerinin icrası biçimindeydi. Ancak başta nükleer tahrik olmak üzere itki sistemlerinde yaşanan gelişmeler, denizaltıların limana bağlı kalmaksızın uzun süre seyir yapabilmesini mümkün kılarak operasyon alanlarını genişletmiştir. Sensör hassasiyetindeki artış ise hem elde edilen verinin hacmini büyütmüş hem de kalitesini ve kapsamını yükseltmiştir.

Şekil 1. STM NETA 300



Kaynak: STM NETA 300, (t.y.), [Erişim Tarihi:25.11.2025]

Su altı harp konseptindeki en köklü değişim, insansız ve otonom sualtı araçlarının kullanımının yaygınlaşmasıdır. Bu sayede ileri operasyon bölgelerinde, daha düşük maliyetli araçlarla ve personel kaybı riski taşımaksızın görev icra edilebilmektedir. Dünyadaki güncel platform çalışmalarına, Amerika Birleşik Devletleri'nin nükleer tahrikli Columbia sınıfı ve SSN(X) sınıfı

denizaltıları ile Almanya ve Hollanda'nın ortaklaşa geliştirdiği 212CD sınıfı denizaltı örnek gösterilebilir.

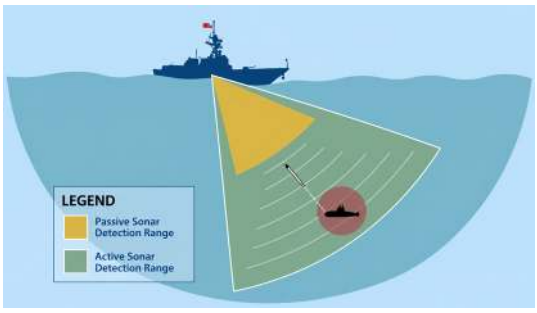
Türkiye'de Su altı Platformları

Türkiye'de denizaltı tasarımına ilişkin hâlihazırda yürütülen çalışmalar, Gölcük Tersanesi Komutanlığına bağlı Millî Denizaltı (MİLDEN) Tasarım Proje Ofisi tarafından yürütülen MİLDEN projesi ile STM A.Ş. tarafından geliştirilen STM500 Özel Harekât ve Hücum Denizaltısıdır. İnsansız sualtı araçları alanında ise TÜBİTAK koordinasyonunda yürütülen ULİSAR projesi, ASELSAN tasarımı Deringöz 100M/600 otonom sualtı aracı, Sonitus tarafından 2023 yılında tanıtılan RAMPUS ve STM A.Ş. tarafından geliştirilen STM NETA 300 öne çıkmaktadır. Sonuncusu; kompakt yapısı, iki kişi tarafından taşınabilir olması, modüler tasarımı ve farklı gövde seçenekleri sunmasıyla dikkat çekmektedir.

Sonar ve Silah Sistemlerinde Yerli Kabiliyetler

Su altı platformlarının en kritik sensörü olan sonarlar alanında ASELSAN, Meteksan Savunma ve Armelsan faaliyet göstermektedir. ASELSAN tarafından düşük frekanslı çekili aktif sonar ile denizaltı intersept sonar sistemi, Meteksan Savunma tarafından denizaltı intersept pasif sonar (IPS) ve yan dizin sonarı, Armelsan tarafından ise karinaya monteli denizaltı savunma harbi sonarı geliştirilmiştir.

Şekil 2. Pasif ve Aktif Sonar Tespit Mesafesinin Mukayesesi



Kaynak: US Navy Sonar,(t.y.), [Erişim Tarihi: 25.11.2025]

Silah sistemleri başlığında da kayda değer çıktılar bulunmaktadır. Savunma Sanayii Başkanlığı (sözleşme tarihinde Savunma Sanayii Müsteşarlığı), Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Araştırma Merkezi Komutanlığı, TÜBİTAK ve ROKETSAN arasında imzalanan sözleşme kapsamında geliştirilen Millî Ağır Torpido (AKYA) projesinde, harp başlıklı ilk atış testi 2023 yılında başarıyla gerçekleştirilmiş ve sistem Deniz Kuvvetleri envanterine alınmıştır. Kritik kara hedeflerine uzun menzilden ve derinliğine taarruz imkânı sağlayacak GEZGİN Millî Müşterek Seyir Füzesinin kapsüllü kütle eşdeğeri atışları 2025 yılında tamamlanmıştır. Hâlen inşa hâlindeki REİS sınıfı denizaltılardan da bırakılabilecek MALAMAN akıllı dip mayını ise Koç Savunma, MKE A.Ş. ve TÜBİTAK SAGE iş birliğiyle geliştirilmiştir.

Şekil 3. Denizaltı Torpidosu



Kaynak: Yerli Torpido AKYA denizaltılara teslim edilmeye başlandı, (2024, 10 Mayıs), [Erişim Tarihi:26.01.2026]

Yerli Ekosistem ve Teknoloji Öncelikleri

İnceleme, üç başlıkta da kabiliyet birikiminin oluştuğunu, ancak bu birikimin bütünleşik bir platform üretme kapasitesine dönüşmesinin önünde teknoloji bağımlılıklarının sürdüğünü göstermektedir. Ülkeler arasındaki iş birliği ve ittifak anlaşmalarının menfaat çatışması durumunda işlevsiz kalabildiği, yakın dönem deneyimleriyle görülmüştür. Bu nedenle savunma sanayiinde dışa bağımlı olmayan, yerli ve millî imkânlarla kurulup idame ettirilen bir yapı zorunluluk niteliği taşımaktadır. Su altı harp teknolojisi özelinde önceliğin, denizaltı tasarım ve imalatının millî imkânlarla gerçekleştirilmesi ve bunu mümkün kılacak ekosistemin oluşturulması olması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bu çerçevede, savunma sanayii altyapısına ilişkin politikaların belirlenmesi ve uygulanmasıyla yetkili kurum olan Savunma Sanayii Başkanlığı'nın mevcut yaklaşımını sürdürmesi önerilmektedir. Öncelikli teknoloji alanları olarak ana motor, egzoz geri basıncı altında çalışabilen dizel-jeneratör seti, sürülebilir direkler, havadan

bağımsız tahrik sistemi, lityum-iyon batarya ve denizaltı pervanesi öne çıkmaktadır. Bu alanlarda tasarım ve imalatın planlanması, uygun finansman modellerinin belirlenmesi ve kamu katkısının öngörülebilir biçimde sürdürülmesi, ekosistemin kurulması bakımından belirleyici görülmektedir.

Şekil 4. STM500 Test Bloğu



Kaynak: İlk Milli Denizaltısı STM500: Mukavim tekne blokları ilk kez sivil sanayi tarafından üretildi, (2024, 25 Ekim), [Erişim Tarihi:25.11.2025]

Araştırmanın temel sınırlılığı, su altı harp sistemlerine ilişkin teknik verilerin önemli bölümünün gizlilik dereceli olması nedeniyle incelemenin kamuya açık kaynaklarla yürütülmüş olmasıdır. İzleyen çalışmalarda, belirlenen öncelikli teknoloji alanlarının yerlileşme olgunluk düzeyinin göstergeler üzerinden ölçülmesi önerilmektedir.

Su altı Harp Konsepti ve Teknolojik Gelişmeler

Günümüzde küreselleşmeyle birlikte kaynak paylaşım mücadelelerinin yoğunlaşarak arttığı bir ortamda deniz ve okyanus altındaki su altı kaynakları her geçen gün stratejik önemini daha da artırmaktadır. Buna paralel olarak devletlerin su altı harp teknolojisindeki yatırım ve çalışmaları da artan bir ivme ile devam etmektedir. Bu çalışmada dünyada ve ülkemizde su altı harp teknolojisi özelinde platform, sensör ve silah alt başlığında yaşanan gelişmeler literatür araştırması ile incelenecek ve olası gelişim alanları hakkında tavsiyeler sunulacaktır.

Operasyon sahasında üstünlük sağlayan kuvvet çarpanlarından olan gizlilik kapsamında su altı coğrafyası ve sualtı harbi her zaman ilgi ve dikkat çekmiştir.

Denizaltının ilk kimin tarafından tasarladığına yönelik kesin kanıt olmamakla birlikte Birinci Dünya Savaşı'nın kaderini etkileyen, İkinci Dünya Savaşı'nda kritik önem kazanan denizaltılar, Soğuk Savaş boyunca kilit rol oynamıştır.

Denizaltıların su altı harbinde ilk kullanım konsepti barış zamanında operasyon bölgelerine yakın olarak denizaltıların konuşlandırılması ve gizlilik prensibi ile keşif karakol görevleri icra etmesidir. Lakin başta nükleer enerji olmak üzere itki sistemlerindeki gelişmelerle denizaltıların limanlara bağlı kalmadan uzun süre seyir yapma imkan ve kabiliyetleri sayesinde operasyon bölgeleri genişletilmiştir. Bununla birlikte sensör hassasiyetlerinin de artması ile hem elde edilen hem veri kümesi artmış hem de verinin kalitesi ile birlikte kapsamı genişlemiştir.

Şekil 5. MİLDEN



Kaynak: Bilgen (2025)

Su altı harp konseptinde en büyük değişim ise teknolojik gelişmeler bağlı olarak insansız otonom sualtı araçların kullanımının yaygınlaşmasıdır. Böylelikle ileri operasyon bölgelerinde daha az maliyetli araçlarla, personel kayıp riskini dikkate almadan görev icra etme imkanına kavuşulmuştur.

Denizaltı konusunda güncel gelişmeleri yansıtan projelere örnek olarak Amerika Birleşik Devletleri'nin nükleer tahrikli Columbia sınıfı denizaltı ile SSN(X) sınıfı denizaltılar ile Almanya ve Hollanda'nın ortaklaşa geliştirdiği 212CD sınıfı denizaltı verilebilir.

Denizaltı ve Otonom Araç Projeleri

Ülkemizde denizaltı tasarımı hakkında halihazırda devam eden çalışmalar ise Gölcük Tersanesi Komutanlığına bağlı Milli Denizaltı (MİLDEN) Dizayn Proje Ofisi tarafından yapılan MİLDEN ve STM A.Ş. tarafından yapılan STM500 Özel Harekât ve Hücum Denizaltısıdır.

Şekil 6. STM500



Kaynak: Türkiye'nin küçük boyutlu İLK milli denizaltısı, (t.y.), [Erişim Tarihi:25.11.2025]

İnsansız su altı araçları hakkında ülkemizde yapılan çalışmalara ise Tübitak organizasyonu altında yapılan ULİSAR projesi, Aselsan'ın tasarımı olan Deringöz 100M/600 Otonom Sualtı Aracı, Sonitus'un 2023 yılında tanıttığı RAMPUS isimli insansız su altı aracı ve STM A.Ş. tarafından tasarımı yapılan kompakt, iki kişi tarafından taşınabilen, kullanımı kolay, modüler tasarıma sahip, çeşitli gövde opsiyonları sunan bir insansız otonom su altı aracı olan STM NETA 300 örnektir.

Sensör ve Silah Sistemleri

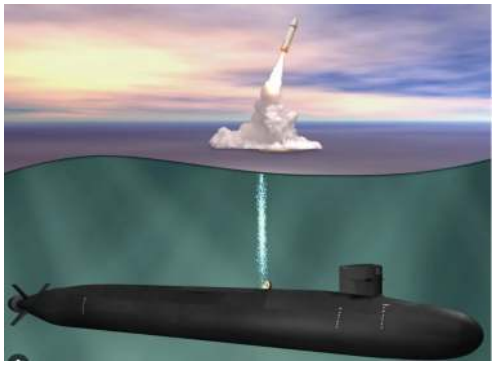
Su altı vasıtaların em önemli olan sensörü olan sonarlar hakkında ülkemizde Aselsan, Meteksan Savunma ve Armelsan'ın da çalışmaları vardır. Aselsan tarafından Düşük Frekans Çekili Aktif Sonar ve Denizaltı İntersept Sonar Sistemi, Meteksan tarafından Denizaltı İntersept Pasif Sonar (IPS) ve Yan Dizin Sonarı, Armelsan tarafından ise karinaya monteli denizaltı savunma harbi sonarı geliştirilmiştir.

Sualtı harp teknolojisindeki platform ve sonar çalışmalarına ilave olarak ülkemizde denizaltılardan atılan silahlar olan torpido, füze ve mayınlar hakkında da başarılı çalışmalar bulunmaktadır.

SSM (Savunma Sanayi Müsteşarlığı) ile Deniz Kuvvetleri Komutanlığı bağlısı Araştırma Merkezi Komutanlığı-TÜBİTAK ve ROKETSAN arasında imzalanan sözleşme kapsamında tasarım ve imalatı yapılan Milli Ağır Torpido Geliştirme Projesi (AKYA)'nın harp başlıklı ilk atış testi 2023 yılında başarılı bir şekilde yapılarak Deniz Kuvvetlerimizin envanterine alınmıştır.

Ülkemize kritik kara hedeflerine karşı uzun menzilden ve derinliğine taarruz imkânı kazandıracak GEZGİN Millî Müşterek Seyir Füzesinin, Kapsüllü Gezgin Kütle Eşdeğer Atışları 2025 yılında başarıyla icra edilmiştir.

Şekil 7. Denizaltı Füze Atımı



Kaynak: Werner, (2019, 29 Mart), [Erişim Tarihi:26.01.2026]

Şu an inşa aşamasında olan REİS sınıfı denizaltılarımızdan da denize dökülebilecek olan MALAMAN Akıllı Dip Mayını Koç Savunma, MKE A.Ş. ve Tübitak-SAGE iş birliğiyle geliştirildi.

Stratejik Bağımsızlık ve Sanayi Öncelikleri

Ülkeler arasında çeşitli iş birliği ve güvenlik amaçlı müttefiklik anlaşmaları olsa da menfaat çatışması olduğunda bu anlaşmaların geçersiz olduğunu yakın dönem dahil geçmiş tarihimizde yaşayarak tecrübe etmiş durumdayız.

Bu sebeple özellikle savunma sanayiinde herhangi bir ülkeye bağlı olmadan, kendi sanayiimizi yerli ve milli imkanlarla yaratmak ve idame etmek kaçınılmazdır.

Su altı harp teknolojisi özelinde en büyük çabanın ise süratle kendi denizaltımızın tasarımının ve imalatının milli ve yerli imkanlar ile yapılması, bu amaçla da gerekli eko sistemin yaratılması yönünde olmalıdır.

Bu nedenle, ülkemizde savunma sanayii altyapısının tesisine ilişkin politikaların tespiti ve bu politikaları tatbik etme yetki ve sorumluluğuna sahip mekanizmaların oluşturulması amacıyla kuruluşu 1985'e kadar uzanan Savunma Sanayii Başkanlığımızca, bugüne kadar yapıldığı gibi, bundan sonra da ana motor, egzoz geri tazyiki altında çalışılabilecek dizel-jeneratör seti, sürülebilir-direkler, havadan bağımsız tahrik sistemi, li-ion batarya ve denizaltı pervanesi gibi ihtiyaç duyulan teknolojilerin tasarım ve imalatının planlanmasına, finansman modellerinin belirlemesine ve bu konularda Devlet katılımının planlanmasına devam edilmesi gerekmektedir.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Dr. Mersin GÖKÇE	STM	Literatür taraması ve doküman incelemesi
	İNCELEME KONUSU: Su altı Harp Teknolojisinde Gelişmeler ve Türkiye		
	KAPSAM: Platform, sensör ve silah sistemleri		
	VERİ KAYNAKLARI: Veri kaynaklarını akademik yayınlar, kurumsal proje duyuruları, savunma sanayii kuruluşlarının teknik tanıtım belgeleri ve sektörel raporlar oluşturmaktadır.		

Kaynakça

- Ali I.A., (2025, 25 Aralık), Submarine-launched missiles: Why they are considered among the deadliest weapons https://www.wionews.com/photos/-submarine-launched-missiles-why-they-are-considered-among-the-deadliest-weapons-1766670480286/1766670480287
- ARMELSAN Savunma Teknolojileri A.Ş., Melis-2071 https://armelsan.com/urunler/melis/
- ASELSAN A.Ş., DERİNGÖZ 100M/600, (2025, 02 Haziran) https://tskgv.org.tr/savunmasanayiigundem/aselsan-deringoz-100m600
- ASELSAN A.Ş., SST_DUFAS_LR_TR. www.cdn.aselsan.com
- ASELSAN A.Ş., ASIST_TR. www.cdn.aselsan.com
- Attariwala J., (2024, 07 Kasım), Cover Story: thyssenkrupp Marine Systems Submarines, Canadian Defence Review. https://canadiandefencereview.com/tkms-submarine/
- Ay Sınıfı (t.y.) https://www.dzkk.tsk.tr/Destek/icerik/ay-sinif
- Bilgen M.E., (2025, 06 Kasım), Milli Denizaltı (MİLDEN) Projesi, Mavivatan.net. https://mavivatan.net/milli-denizalti-milden-projesi/
- Boeing, (2025), Unprecedented undersea autonomy with infinite reach and endurance, https://www.boeing.com/defense/xluuv#overview
- Bozoklu B., (2024, 06 Eylül), MALAMAN Akıllı Dip Mayını Projesi ve Uçan Deniz Mayını, Mavivatan.net. https://mavivatan.net/malaman-akilli-dip-mayini-projesi-ve-ucan-deniz-mayini-uca/
- Carlin M, (2025, 30 Mayıs), China Is Laughing: The Navy's Next-Gen SSN(X) Submarine Is Facing New Delays, The National Interest. https://nationalinterest.org/blog/buzz/china-is-laughing-the-navys-next-gen-ssnx-submarine-is-facing-new-delays
- Clark B, (2017), The Emerging Era in Undersea Warfare, The Center for Strategic and Budgetary Assessments. https://csbaonline.org/uploads/documents/CSBA6292_%28Undersea_Warfare_Reprint%29_web.pdf
- Dr. Murat Koray, (2024, 21 Haziran), The Future of Submarine Warfare, Trends Research & Advisory. https://trendsresearch.org/insight/the-future-of-submarine-warfare/?srsltid =AfmBOorod2x3SPjkJ8EePSBUGqq8U5OhkwF8iqlVGjwduB1891Ip2He,
- Füze, (2025), Wikipedia.org https://tr.wikipedia.org/wiki/F%C3%BCze#:~:text=lar%C4%B1)%20hedefte%20patlar,Stratejik,daha%20d%C3%BCz%20bir%20y%C3%B6r%C3%BCngede%20u%C3%A7ar.
- Gezgin Seyir Füzesi İlk Testleri Gerçekleştirdi!, (2025, 07 Mayıs) https://www.xn--savunmagnl-hebca30c.com/gezgin-seyir-fuzesi-ilk-testleri-gerceklestirdi/
- Ghatak, A. vd. (2024, Ocak), Classification on unmanned underwater vehicles: a review, ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/381543031
- Hendricks B.R, (2024), Weapon Payload and Self-Defense Capabilities for Non-Nuclear Submarines, Naval Forces Subcon 2024 Special Issue 2024, Vol. XLV, p.91
- Hensel J., (2021,23 Ağustos), METEKSAN Introducing Submarine Sonar Elements https://euro-sd.com/2021/08/news/sea/23810/sonar-elements/
- İlk Milli Denizaltısı STM500: Mukavim tekne blokları ilk kez sivil sanayi tarafından üretildi, (2024, 25 Ekim) https://csavunma.com/ilk-milli-denizaltisi-stm500-mukavim-tekne-bloklari-ilk-kez-sivil-sanayi-tarafindan-uretildi/.html
- İnsansız Otonom Su altı Araçlarında Küresel Gelişmeler ve Gelecek Eğilimler, (Ağustos 2024), https://thinktech.stm.com.tr/tr/insansiz-otonom-sualti-araclarinda-kuresel-gelismeler-ve-gelecek-egilimleri

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Dr.-Mersin-GOKCE-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Rusya-Ukrayna Savaşı'nda Kullanılan Tek Yönlü Saldırı İHA'ları (Şahid/Geran): Tehditler, Karşı Tedbirler ve Türkiye için Çıkarımlar

YAZAR
Volkan EKİNCİ

ROKETSAN

1. Giriş

Rusya-Ukrayna savaşı modern harp tarihinde insansız hava araçlarının (İHA) kullanımında köklü bir kırılmaya neden olmuş, Rusya Federasyonu'nun Şahid/Geran sınıfı tek yönlü taarruz İHA'larını (OWA-UAV) "platform" odaklı bir yaklaşımdan çıkararak "endüstriyelleşmiş taarruz yöntemi" seviyesine taşıması, savunma doktrinlerini yeniden şekillendirmiştir. Bu yeni yaklaşım; gerçek vuruş gücü olan İHA'ların düşük maliyetli aldatıcı (decoy) dronlarla kombine edilerek savunma sistemlerinin doyurulmasını, ateş tahsis kararlarının bozulmasını ve pahalı mühimmat stoklarının eritilmesini hedeflemektedir. 2025 yılı içerisinde fırlatılan toplam 54.538 adet Şahid/Geran tipi İHA'nın yaklaşık 32.200'ünün doğrudan taarruz amaçlı olduğu raporlanmıştır; geriye kalan yaklaşık 22.300 araç, yani fırlatılanların %41'i aldatıcı dronlardan oluşmaktadır.

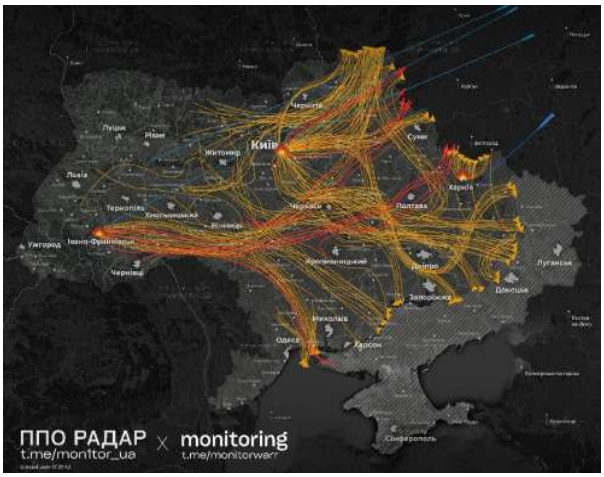
Çalışma, açık kaynak istihbaratına dayalı doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Veri tabanını Ukrayna Hava Kuvvetleri'nin günlük fırlatma bültenleri, uluslararası araştırma kuruluşlarının Şahid analiz raporları, savunma sanayii kurumsal yayınları ve basın kaynakları oluşturmakta; inceleme Eylül 2022-Aralık 2025 dönemini kapsamaktadır.

Şekil 1



Kaynak: SavunmaSanayiST.com, "ROKETSAN, BURÇ Mobil Hava Savunma Sistemini tanıttı", 24 Temmuz 2023

Şekil 2



Kaynak: Defense of Ukraine (@DefenceU), https://x.com/DefenceU

İnsansız sistemler, ABD Savunma Bakanlığı (US DoD) ve NATO tarafından ağırlık, irtifa ve görev tanımlarına göre kategorize edilmektedir. Şahid-131 ve 136 modelleri, US DoD ölçeğinde Grup-3, NATO ölçeğinde ise Sınıf-2 (Taktik İHA) kategorisinde yer almaktadır. Bu sınıf sistemlerin stratejik bir tehdit olarak yükselişi, 2019'da Suudi Arabistan'daki petrol tesislerine düzenlenen saldırıyla başlamış; Temmuz 2021'de hareketli deniz hedeflerine yönelik vuruş kabiliyetinin kanıtlanmasıyla devam etmiştir. Rusya'nın Eylül 2022'den itibaren Ukrayna sahasında bu sistemleri kullanmaya başlaması, çatışmanın doğasını "asimetrik yıpratma savaşına" dönüştürmüştür.

Şahid/Geran ailesi, delta kanat yapısına sahip, düşük radar kesit alanlı ve uzun menzilli platformlardır. Geran-1 (Şahid-131) yaklaşık 900 km menzile ve 10-20 kg harp başlığına sahipken; Geran-2 (Şahid-136) 2.500 km'ye varan menzili ve 50-90 kg'lık harp başlığı kapasitesiyle öne çıkmaktadır. Ayrıca jet motorlu varyantlarla hız artırılmış; sınırlı sayıda üretilen Geran-3'ü takiben 2026 itibarıyla Geran-4 ve Geran-5 varyantlarında seyir hızının 400-500 km/s bandına taşındığı görülmektedir. Rusya,

Tataristan'daki Alabuga tesislerinde bu sistemlerin üretimini yerlileştirmiş ve aylık üretim kapasitesini hızla artırmıştır. Maliyet analizlerine göre, bir adet Geran-2'nin Rusya'ya maliyetinin 20.000-70.000 USD bandında olduğu öngörülmekte, bu da milyon dolarlık savunma füzelerine karşı devasa bir maliyet-etkinlik avantajı sağlamaktadır.

Tablo 1 NATO Sınıflandırma Tablosu

NATO Kategorilendirmesi	Maksimum Brüt Kalkış Ağırlığı (Kg)	Normal Çalışma İrtifası (feet)	Normal Görev Yarı Çapı	Örnek UAS
Sınıf-1 (Mikro)	< 66 J	< 200 AGL	< 5 Km (LOS)	Black Hornet
Sınıf-1 (Mini)	< 15 Kg	< 3.000 AGL	< 25 Km (LOS)	Skylark Strix DF
Sınıf-1 (Küçük)	>15 Kg – <150 Kg	< 5.000 AGL	< 50 Km (LOS)	- Scan Eagle - Hermes 90 - EMT Luna X-2000 - Neptun (RQ-15) - XPV-1Tern, - XPV-2 Mako
Sınıf-2 (Taktik İHA)	>150 Kg – <600 Kg	< 18.000 AGL	< 200 Km (LOS)	- Shahed 131 - Geran-1 - Shahed 136 - Geran-2 - Shadow (RQ-7B) - Watch Keeper
Sınıf-3 (MALE İHA)	> 600 Kg	< 45.000 MSL	Sınırsız (BLOS)	- TB-2 - TB-3 - Anka - Karayel - Aksungur - Heron - Predator - Gray Eagle (MQ-1C) - Fire Scout (MQ-8B) - Reaper (MQ-9) - Triton (RQ-4N)
Sınıf-3 (HALE İHA)	> 600 Kg	< 65.000 MSL	Sınırsız (BLOS)	- Akıncı - Global Hawk (RQ-4) - Triton (MQ-4C) - Predator-C
Sınıf-3 (Strike or Combat İHA)	> 600 Kg	< 65.000 MSL	Sınırsız (BLOS)	- Protector (MQ-9B)

Kaynak : A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems (2019), https://www.japcc.org/wp-content/uploads/A-Comprehensive-Approach-to-Countering-Unmanned-Aircraft-Systems.pdf

Yüksek hacimli ve sürü taktikli saldırılara karşı Ukrayna, katmanlı bir savunma mimarisi geliştirmiştir.

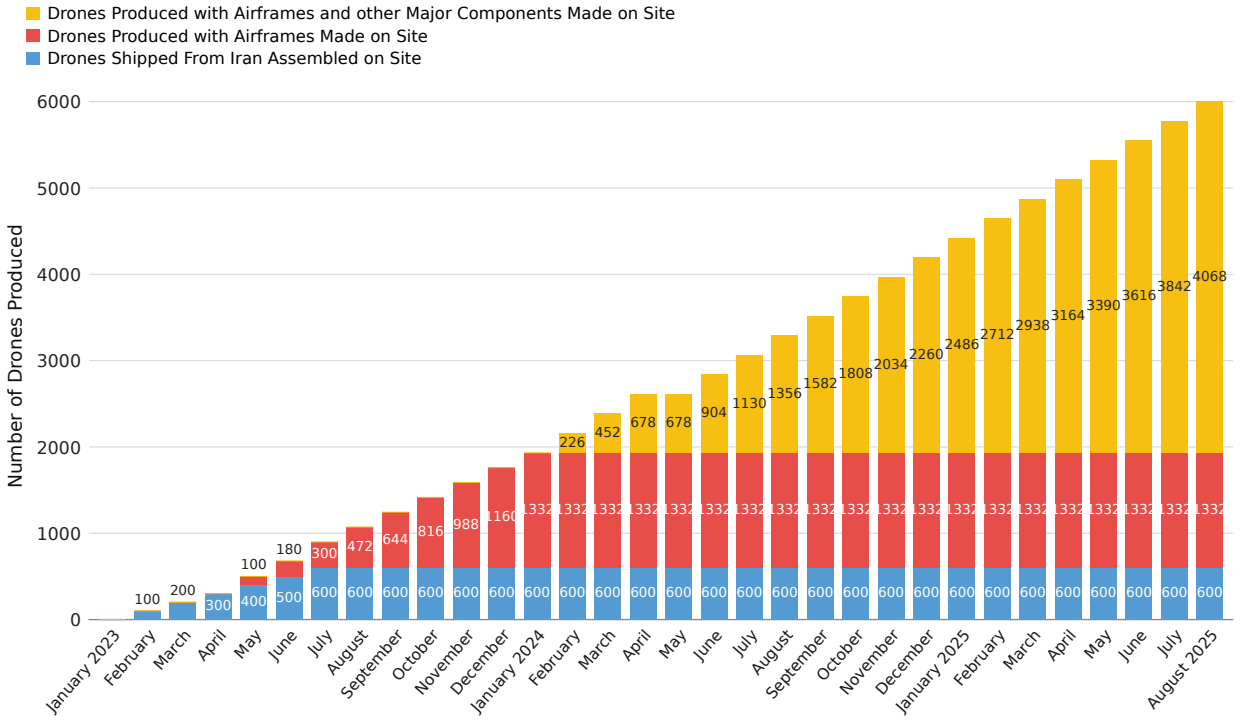
Bu mimari; Sky Fortress gibi 14.000 sensörden oluşan devasa akustik ağlar, DELTA ortak işletim sistemi ve mobil uçaksavar timlerinden oluşmaktadır. Savunmada;

Kinetik Çözümler: 35 mm AHEAD mühimmatı atan Gepard ve Skynex sistemleri,

Hassas Güdümlü Roketler: Lazer güdümlü APKWS mühimmatı kullanan Vampire sistemi,

Asimetrik Yanıt: Şahid'leri 2.500 USD gibi çok düşük maliyetlerle düşüren Sting tipi "interceptor" dronlar öne çıkmaktadır.

Tablo 2 Ocak 2023 – Ağustos 2025 arası Şahit Dronu Üretim Durumu Tablosu



Kaynak : FORBES,(07.02.2024),https://www.forbes.com/sites/erictegler/2024/ 02/07/375000the-sticker-price-for-an-iranian-shahed-drone/

Karadeniz'deki savaşın teknolojik yansımaları Türkiye hava sahasında da hissedilmiş; Aralık 2025'te beş gün içinde üç ayrı İHA vakası yaşanmıştır.

15 Aralık'ta Karadeniz üzerinden yaklaşan bir İHA F-16'lar tarafından Çankırı-Elmadağ hattında imha edilmiş, 19 Aralık'ta Kocaeli'nde ve 20 Aralık'ta Balıkesir Manyas'ta birer İHA bulunmuştur.

Kocaeli'nde bulunan aracın Rus menşeli Orlan-10 keşif İHA'sı olduğu değerlendirilmiş; bu durum tehdidin yalnızca taarruz platformlarıyla sınırlı olmadığını göstermiştir. Türkiye, bu tehditlere karşı milli savunma sanayii ekosistemiyle kapsamlı çözümler geliştirmektedir. BURÇ ve KORKUT gibi mobil/namlulu sistemler alçak irtifa koruması sağlarken;

Şekil 3 Korkut Sistemi



Kaynak : SavunmaSanayiST.com, "KORKUT Alçak İrtifa Hava Savunma Sistemi (AİHSS)", 01 Ocak 2023

TOLGA yakın hava savunma sistemi mini/mikro İHA'lara odaklanmaktadır. Ayrıca CİRİT Anti İHA/ PUSU Anti-İHA sistemi ve ALKA yönlendirilmiş enerji silahı (lazer), asimetrik tehditlerin hem "soft kill" hem de "hard kill" yöntemleriyle bertaraf edilmesinde kritik rol oynamaktadır.

Şekil 4 Tolga Sistemi



Kaynak : M5dergi.com, "MKE Tolga'dan İlk Atışta Dronlara Karşı Tam İsabet", 16 Kasım 2025

C-UAS sistemlerinin geleceği; yapay zeka tabanlı otonom tespit, sürü savunma dronları ve yüksek enerjili lazer (HEL) ile mikrodalga (HPM) silahlarının entegrasyonuna dayanmaktadır. 2030 yılına kadar 20 milyar doları aşması beklenen bu pazar, artık sadece tekil tesis korumasını değil, bölgesel ölçekli savunma fonksiyonlarını ifade etmektedir.

Şekil 5 PUSU Anti İHA Sistemi



Kaynak : Turkiyetoday.com, 05 Ağustos 2025

Türkiye için kritik olan, doğu ve güney sınırlarını kapsayan, NATO Bütünleşik Hava ve Füze Savunma Sistemi (NATINAMDS) ile uyumlu bir "Milli Drone Kalkanı" konseptinin hayata geçirilmesidir. Bu mimari, stratejik altyapıların ve sınır güvenliğinin yeni nesil asimetrik tehditlere karşı korunmasında temel güvence olacaktır.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Volkan EKİNCİ	ROKETSAN	Açık kaynak istihbaratına dayalı doküman analizi
	KONU: Rusya-Ukrayna Savaşı'nda Kullanılan Tek Yönlü Saldırı İHA'ları (Şahit/Geran): Tehditler, Karşı Tedbirler ve Türkiye İçin Çıkarımlar		
	KAPSAM: İnceleme Eylül 2022-Aralık 2025 dönemini kapsamaktadır.		
	VERİ KAYNAKLARI: Ukrayna Hava Kuvvetleri'nin günlük fırlatma bültenleri, uluslararası araştırma kuruluşlarının Şahid analiz raporları, savunma sanayii kurumsal yayınları ve basın kaynakları		

Kaynakça

- 1 Institute for Science and International Security. "A Comprehensive Analytical Review of Russian Shahed-Type UAVs Deployment against Ukraine in 2025." 22 Ocak 2026. https://isis-online.org/isis-reports/a-comprehensive-analytical-review-of-russian-shahedtype-uavs-deployment-against-ukraine-in-2025
- 2 Rheinmetall. "Skynex – Networked Air Defence." https://www.rheinmetall.com/en/products/air-defence-systems/networked-air-defenceskynex.
- 3 U.S. Department of Defense. "Ukraine Security Assistance Package." 8 Eylül 2022. https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3157802/400-million-inadditional-security-assistance-for-ukraine/.
- 4 Watling, Jack, and Nick Reynolds. Stormbreak: Fighting Through Russian Defences in Ukraine's 2023 Offensive. London: Royal United Services Institute (RUSI), 2024. https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/stormbreakfighting-through-russian-defences-ukraines-2023-offensive.
- 5 Joint Chiefs of Staff. Joint Concept for Emerging Operations (JCEO). Washington, DC: The Joint Staff, 2023. 7 Nisan 2014 https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/concepts/jceo.pdf
- 6 Wikipedia katılımcıları. "Abqaiq–Khurais Attack." Wikipedia, Özgür Ansiklopedi. Son güncelleme 10 Mayıs 2026. https://en.wikipedia.org/wiki/Abqaiq%E2%80%93Khurais_attack.
- 7 Wikipedia katılımcıları. "July 2021 Gulf of Oman Incident." Wikipedia, Özgür Ansiklopedi. Son güncelleme 3 Mayıs 2026. https://en.wikipedia.org/wiki/July_2021_Gulf_of_Oman_incident.
- 8 U.S. Central Command. "U.S. Central Command Statement on the Investigation into the Attack on the Motor Vessel Mercer Street." 6 Ağustos 2021. https://www.centcom.mil/MEDIA/PRESS-RELEASES/Press-Release-View/Article/2722418/us-central-command-statement-on-the-investigation-into-the-attack-on-themotor/.
- 9 PBS NewsHour. "Israeli Prime Minister Denounces Iran, Ignores Palestinians in U.N. Speech." 27 Eylül 2021. https://www.pbs.org/newshour/world/israeli-prime-ministerdenounces-iran-ignores-palestinians-in-u-n-speech.
- 10 The Iran Primer. "IRGC Tests Ballistic Missiles, Drones in War Game." United States Institute of Peace, 28 Aralık 2021. https://iranprimer.usip.org/blog/2021/dec/28/irgc-testsballistic-missiles-drones-war-game.
- 11 NV (New Voice of Ukraine). "Ukraine Forms New Air Force Unit to Intercept Russian Shaheds with Drones, Helicopters and Light Aircraft." The New Voice of Ukraine. 4 Temmuz 2025. https://english.nv.ua/nation/ukraine-forms-new-air-force-unit-to-interceptrussian-shaheds-with-drones-helicopters-and-light-ai-50548226.html.
- 12 United24 Media. "Russia Begins Production of Jet-Powered Geran-3 Drone, a Faster, Deadlier Shahed-238 Clone." 24 Eylül 2024. https://united24media.com/latest-news/russia-begins-production-of-jet-powered-geran-3-drone-a-faster-deadlier-shahed-238-clone-6001.
- 13 Center for Strategic and International Studies (CSIS). "Drone Saturation: Russia's Shahed Campaign." 13 Mayıs 2025. https://www.csis.org/analysis/drone-saturationrussias-shahed-campaign.
- 14 Reuters. "Russia Has Secret War Drones Project in China, Intel Sources Say." 25 Eylül 2024. https://www.reuters.com/world/russia-has-secret-war-drones-project-china-intelsources-say-2024-09-25/.
- 15 Main Directorate of Intelligence of the Ministry of Defense of Ukraine (HUR). "War&Sanctions: HUR Reveals Details of a New Modification of the Russian 'Geran' Equipped with an R-60 Air-to-Air Missile." 15 Aralık 2025. https://gur.gov.ua/content/warsanctions-hur-rozkryvaie-detali-novoi-modyfikatsiirosiiskoi-erani-z-aviatsiinoiu-raketoiu-r60.html.
- 16 Main Directorate of Intelligence of the Ministry of Defense of Ukraine (HUR). "War&Sanctions: New Modification of the 'Geran' Simultaneously Carries a MANPADS and a Warhead." 12 Ocak 2026. https://gur.gov.ua/en/content/warsanctions-novamodyfikatsiia-yerani-odnochasno-nese-na-bortu-pzrk-ta-boiovu-chastynu.
- 17 Militarnyi. "Russians Modified the Gerbera UAV to Serve as a Carrier for FPV Drones." Militarnyi. 3 Şubat 2026. https://militarnyi.com/en/news/russians-modified-the-gerberauav-to-serve-as-a-carrier-for-fpv-drones/.
- 18 Watling, Jack, and Nick Reynolds. "Russia's Iranian-Made UAVs: A Technical Profile." Royal United Services Institute (RUSI) 13 Ocak 2023. https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/russias-iranian-madeuavs-technical-profile.
- 19 Watling, Jack, and Nick Reynolds. "Russia's Iranian-Made UAVs: A Technical Profile." Royal United Services Institute (RUSI) 13 Ocak 2023. https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/russias-iranian-madeuavs-technical-profile.
- 20 Wikipedia katılımcıları. "Yelabuga Drone Factory." Wikipedia, Özgür Ansiklopedi. Son güncelleme 15 Mayıs 2026. https://en.wikipedia.org/wiki/Yelabuga_drone_factory.
- Associated Press, "Drone debris found in Ukraine indicates Russia is using new technology from Iran," 20 Haziran 2025, https://apnews.com/article/3ddeb853845f0ea5f81878165af07bfd.
- 21 Forbes. Tegler, Eric. "$375,000? The Sticker Price For An Iranian Shahed Drone." 7 Şubar 2024. https://www.forbes.com/sites/erictegler/2024/02/07/375000the-sticker-price35for-an-iranian-shahed-drone/.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Volkan-EKINCII.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayinde Yerlileştirme ve Kritik Sistem/Cihaz/Alt Malzeme Tedariklerinde Stratejik İş Birliği Anlaşmalarının (SİA) Etkisi

YAZAR
Hale AKÇA & Damla MUYAN

MSB, İSTANBUL TERSANESİ KOMUTANLIĞI

1. Giriş

Bu vaka çalışması, savunma sanayiinde kullanılan kritik sistem, cihaz ve alt malzemelerin tedarik süreçlerinde ortaya çıkan dışa bağımlılık kaynaklı yapısal sorunları ve bu sorunların Stratejik İş Birliği Anlaşmaları (SİA) ile Onaylı Tedarikçi Kataloğu uygulamaları aracılığıyla nasıl yönetilebilir ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulduğunu incelemektedir. Çalışma, özellikle deniz platformlarının bakım-onarım, idame ve modernizasyon faaliyetlerinde yaşanan tedarik güçlüklerini termin süreleri, maliyetler ve operasyonel süreklilik üzerindeki etkileriyle birlikte ele almakta; yerlileştirmenin bu alandaki dönüştürücü rolünü değerlendirmektedir. Araştırmanın cevap aradığı sorular şunlardır: Kritik alt malzeme tedarikinde yaşanan yapısal sorunların kaynakları nelerdir? SİA ve Onaylı Tedarikçi Kataloğu bu sorunları hangi mekanizmalarla dönüştürmektedir? Yerlileştirme, harekâta hazırlık seviyesi ve tedarik maliyetleri bakımından ölçülebilir bir iyileşme üretmekte midir?

Tedarik Güvenliği ve Yapısal Sorunlar

Savunma sanayiinde tedarik faaliyetleri, klasik bir satın alma sürecinin ötesinde, millî güvenliği doğrudan etkileyen stratejik bir fonksiyon niteliği taşımaktadır. Deniz kuvvetleri platformlarının harekâta hazırlık seviyesi, kritik sistem ve malzemelerin zamanında ve öngörülebilir biçimde temin edilmesine bağlıdır. Dışa bağımlılık; teslim sürelerinin uzaması, ambargo ve ihracat kısıtları, üretimden kalkmış malzemeler ve kalite belirsizlikleri üzerinden çok boyutlu operasyonel riskler üretmekte, bakım-onarım faaliyetlerini zorlaştırmakta ve gemilerin görev dışı kalma sürelerini artırmaktadır.

Çalışmanın odaklandığı temel sorun, yabancı menşeli ve yaşlanmış sistemlerde bakım-onarım ihtiyacı artarken bazı alt malzemelerin üretimden kalkması veya tedarik edilememesi nedeniyle termin sürelerinin kabul edilemez seviyelere ulaşmasıdır. Bazı kalemlerde teslim sürelerinin iki yılı aşması veya tedarikin tamamen mümkün olmaması, mevcut tedarik yaklaşımının sürdürülebilirliğini tartışmalı hâle getirmiştir. Yerli üretim potansiyeli bulunmasına rağmen düzensiz ve tekil talepler nedeniyle firmaların yatırım ve kapasite geliştirmeye isteksiz kaldığı, ölçek ekonomisi sağlanamadığı için birim maliyetlerin yükseldiği görülmüştür. SİA öncesi dönemde yerlileştirme faaliyetleri ile ihale süreçleri arasındaki kopukluk da belirleyici bir yapısal sorun olarak öne çıkmıştır: yerlileştirme çalışmasını yürüten firmalar yerine farklı firmaların ihaleleri kazanması, teknik başarıların tedarik başarısına dönüşmesini engellemiştir.

Araştırma Yöntemi ve Kapsamı

Araştırma, tekil vaka deseniyle kurgulanmıştır. Veri kaynaklarını kurumsal tedarik kayıtları, ihale ve sözleşme süreçlerine ilişkin belgeler, mevzuat metinleri ve yerlileştirme projelerine ait teknik dokümanlar oluşturmaktadır. Analiz, doküman incelemesine dayalı nitel değerlendirme ile SİA öncesi ve sonrası dönemlerin termin süresi, teslimat gerçekleşme oranı ve karar süreci uzunluğu göstergeleri üzerinden karşılaştırılmasını birlikte içermektedir. Karşılaştırma, verisine erişilebilen seçili yerlileştirme örnekleriyle sınırlandırılmıştır.

Kurumsal Dönüşüm ve SİA Modeli

Vaka çalışmasının arka planında, 2016 yılı sonrasında savunma sanayiinde gerçekleştirilen kurumsal ve mevzuatsal dönüşüm yer almaktadır. Askerî tersanelerin Millî Savunma Bakanlığı (MSB) bünyesinde merkezî bir yapıya kavuşturulması, tedarik süreçlerinde güvenlik odaklı ve esnek bir yaklaşımın benimsenmesini sağlamış; SİA'nın kurumsal bir model olarak uygulanmasının önünü açmıştır. Savunma ve güvenlik alanına ilişkin tedarikler, 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'nun 3/b

istisnası kapsamında yürütülerek hukuki zemine kavuşturulmuştur.

SİA süreci, yerlileştirilmesi planlanan sistem ve malzemelerin belirlenmesiyle başlamakta; gizlilik esasına dayalı tetkikler sonucunda yeterliliği teyit edilen firmalarla uzun vadeli anlaşmalar imzalanmaktadır. Yaklaşık on yıllık tedarik teminatı, yerli firmaların yatırım yapabilmesi ve planlı üretime geçebilmesi bakımından belirleyici bir avantaj sağlamakta; süreci tamamlayan firmalar ilgili kalemlerde tek kaynak tedarikçi olarak belirlenmektedir. Onaylı Tedarikçi Kataloğu ise teknik, idari ve kalite yeterliliği önceden değerlendirilmiş firmalardan oluşan bir tedarikçi havuzu kurarak ihale süreçlerini hızlandırmakta ve sözleşme sonrası riskleri azaltmaktadır. İki uygulama birlikte, teknik yeterlilik ile tedarik sorumluluğu arasındaki kopukluğu gidermekte ve yerlileştirme faaliyetlerinin fiilî tedarik başarısına dönüşmesini sağlamaktadır.

Yerlileştirmenin Operasyonel Sonuçları

Bulgular, seçili yerlileştirme örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir. Mayın avlama gemilerinde sonar alt malzemelerinin, hücumbotlarda demode makine izleme sistemlerinin ve denizaltı kurtarma sistemlerinde kullanılan kritik hortumların yerlileştirilmesiyle teslim sürelerinin belirgin biçimde kısaldığı ve birim maliyetlerin düştüğü görülmüştür. Tersanelerde kullanılan çekici vasıtalara ait motorların yerlileştirilmesi ise yardımcı unsurların dahi operasyonel süreklilik açısından taşıdığı kritik önemi ortaya koymuştur. Örnekler bir arada değerlendirildiğinde, iyileşmenin yalnızca üretimin yurt içine taşınmasından değil, talebin uzun vadeli bir anlaşmayla öngörülebilir hâle gelmesinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.



Resim 1. TCG ANAMUR (Aydın Class) Turkish Navy minehunter.
Kaynak: Wikimedia Commons (2026)

Sonuçlar ve Araştırmanın Sınırları

Sonuç olarak SİA ve Onaylı Tedarikçi Kataloğu uygulamalarının, birlikte ele alındığında kritik sistem, cihaz ve alt malzeme tedarikine ilişkin yapısal sorunlara bütüncül ve sürdürülebilir bir çözüm sunduğu değerlendirilmektedir. Model, özellikle demode ve muadili bulunmayan kalemlerde klasik tedarik yöntemlerine kıyasla daha etkin sonuçlar üretmiştir. Çalışmanın temel çıkarımı, tedarik güvenliğinin yalnızca mevzuat ve satın alma süreçleriyle değil; uzun vadeli stratejik iş birlikleri ve ekosistem yönetimiyle doğrudan ilişkili olduğudur.

Araştırmanın sınırlılıkları iki başlıkta toplanmaktadır. Birincisi, bulguların tek bir kurumsal bağlama ve deniz platformlarına dayanması nedeniyle genellenebilirliğinin sınırlı olmasıdır. İkincisi, tedarik verilerinin önemli bölümünün gizlilik dereceli olması nedeniyle karşılaştırmanın erişilebilir kalemlerle yapılabilmesidir. İzleyen çalışmalarda modelin kara ve hava platformlarındaki uygulamalarının karşılaştırılması ile tek kaynak tedarikçi statüsünün uzun vadede fiyat ve rekabet üzerindeki etkisinin incelenmesi önerilmektedir.

Bu vaka çalışması, savunma sanayiinde kullanılan kritik sistem, cihaz ve alt malzemelerin tedarik süreçlerinde ortaya çıkan dışa bağımlılık kaynaklı yapısal sorunları ve bu sorunların SİA ile Onaylı Tedarikçi Kataloğu uygulamaları aracılığıyla nasıl yönetilebilir ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulduğunu incelemektedir. Çalışma, özellikle deniz platformlarının bakım-onarım, idame ve modernizasyon faaliyetlerinde yaşanan tedarik güçlüklerini termin süreleri, maliyetler ve operasyonel süreklilik üzerindeki etkileriyle birlikte ele almakta; yerlileştirmenin bu alanlardaki

dönüştürücü rolünü analitik bir yaklaşımla değerlendirmektedir.

Dışa Bağımlılık ve Tedarik Riskleri

Savunma sanayiinde tedarik faaliyetleri, klasik bir satın alma sürecinin ötesinde, millî güvenliği doğrudan etkileyen stratejik bir fonksiyon niteliği taşımaktadır. Deniz kuvvetleri platformlarının harekâta hazırlık seviyesi, kritik sistem ve alt malzemelerin zamanında ve öngörülebilir biçimde temin edilmesine bağlıdır. Dışa bağımlılık; teslim sürelerinin uzaması, ambargo ve ihracat kısıtları, üretimden kalkmış malzemeler ve kalite belirsizlikleri üzerinden çok boyutlu operasyonel riskler üretmektedir. Bu durum, bakım-onarım faaliyetlerini zorlaştırmakta ve gemilerin görev dışı kalma sürelerini artırmaktadır.

Vaka çalışmasının odaklandığı temel sorun, yabancı menşeli ve yaşlanmış sistemlerde bakım-onarım ihtiyacının artmasına karşın, bazı alt malzemelerin üretimden kalkması veya tedarik edilememesi nedeniyle termin sürelerinin kabul edilemez seviyelere ulaşmasıdır. Bazı kalemlerde teslim sürelerinin iki yılı aşması veya tedarikin tamamen mümkün olmaması, mevcut tedarik yaklaşımının sürdürülebilirliğini tartışmalı hâle getirmiştir. Yerli üretim potansiyeli bulunmasına rağmen, düzensiz ve tekil talepler nedeniyle firmaların yatırım ve kapasite geliştirme konusunda isteksiz kaldığı; ölçek ekonomisinin sağlanamaması sonucu maliyetlerin yükseldiği görülmüştür.



Resim 2. TCG KARAYEL Yıldız Class Fast Attack Craft (Turkish Navy).
Kaynak: Wikimedia Commons (2026)

SİA öncesi dönemde yerlileştirme faaliyetleri ile ihale süreçleri arasındaki kopukluk da önemli bir yapısal sorun olarak öne çıkmıştır. Yerlileştirme çalışmasını yapan firmalar yerine farklı firmaların ihaleleri kazanması, üretim ve teslimat sorunlarına yol açmış; teknik başarıların tedarik başarısına dönüşmesini engellemiştir. Buna ek olarak, yurt dışından temin edilen malzemelerde dahi teslim sürelerinin öngörülemezliği ve kalite riskleri tedarik güvenilirliğini zayıflatmıştır.

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çerçevede çalışmanın amacı, söz konusu yapısal sorunları ortaya koymak ve SİA ile Onaylı Tedarikçi Kataloğu uygulamalarının bu sorunları nasıl dönüştürdüğünü analiz etmektir. Çalışma, yerlileştirmenin savaş gemilerinin harekâta hazırlık seviyesi, teslim süreleri ve tedarik maliyetleri üzerindeki etkilerini değerlendirmekte; sürdürülebilir bir tedarik yaklaşımına ilişkin çıkarımlar sunmaktadır.

Kurumsal ve Hukuki Çerçeve

Vaka çalışmasının arka planında, 2016 yılı sonrasında savunma sanayiinde gerçekleştirilen kurumsal ve mevzuatsal dönüşüm yer almaktadır. Askerî tersanelerin MSB bünyesinde merkezi bir yapıya kavuşturulması, tedarik süreçlerinde güvenlik odaklı ve esnek bir yaklaşımın benimsenmesini sağlamış; SİA'nın kurumsal bir model olarak uygulanmasının

önünü açmıştır. Savunma ve güvenlik alanına ilişkin tedarikler, 4734 sayılı Kamu İhale Kanununun 3/B istisnası kapsamında yürütülerek hukuki zemine kavuşturulmuştur.

SİA ve Onaylı Tedarikçi Kataloğu

SİA süreci, yerlileştirilmesi planlanan sistem ve malzemelerin belirlenmesiyle başlamakta; gizlilik esasına dayalı tetkikler sonucunda yeterliliği teyit edilen firmalarla uzun vadeli anlaşmalar imzalanmaktadır. Yaklaşık on yıllık tedarik teminatı, yerli firmaların yatırım yapabilmesi ve planlı üretime geçebilmesi açısından kritik bir avantaj sağlamaktadır. Süreci tamamlayan firmalar, ilgili kalemlerde tek kaynak tedarikçi olarak belirlenmektedir.

Onaylı Tedarikçi Kataloğu ise teknik, idari ve kalite yeterliliği önceden değerlendirilmiş firmalardan oluşan bir tedarikçi havuzu oluşturarak ihale süreçlerini hızlandırmakta ve sözleşme sonrası riskleri azaltmaktadır. Böylece teknik yeterlilik ile tedarik sorumluluğu arasındaki kopukluk giderilmekte ve yerlileştirme faaliyetleri fiilî tedarik başarısına dönüşmektedir.

Karşılaştırmalı Bulgular ve Sonuçlar

Çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmış; SİA ve Onaylı Tedarikçi uygulamaları öncesi ve sonrası dönemler tedarik süreleri, teslimat oranları ve karar süreçleri açısından karşılaştırılmıştır. Bulgular, seçili yerlileştirme örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir. Mayın avlama gemilerinde sonar alt malzemelerinin, hücumbotlarda demode makine izleme sistemlerinin ve denizaltı kurtarma sistemlerinde kullanılan kritik hortumların yerlileştirilmesiyle teslim sürelerinin önemli ölçüde kısaldığı ve maliyetlerin düştüğü görülmüştür. Tersanelerde kullanılan çekici vasıtalara ait motorların yerlileştirilmesi ise yardımcı unsurların dahi operasyonel süreklilik açısından ne kadar kritik olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, SİA ve Onaylı Tedarikçi Kataloğu uygulamalarının birlikte ele alındığında savunma sanayiinde kritik sistem, cihaz ve alt malzeme tedarikine ilişkin yapısal sorunlara bütüncül ve sürdürülebilir bir çözüm sunduğu değerlendirilmektedir. Bu model, özellikle demode ve muadili bulunmayan kalemlerde klasik tedarik yöntemlerine kıyasla daha etkin sonuçlar üretmiştir. Çalışmanın ortaya koyduğu temel çıkarım, tedarik güvenliğinin yalnızca mevzuat ve satın alma süreçleriyle değil; uzun vadeli stratejik iş birlikleri ve ekosistem yönetimiyle doğrudan ilişkili olduğudur.

PROJE KÜNYESİ

YAZARLAR	KURUM	ÇALIŞMA TÜRÜ
Hale AKÇA & Damla MUYAN	MSB, İstanbul Tersanesi Komutanlığı	Vaka çalışması

İNCELEME KONUSU
Savunma Sanayinde Yerlileştirme ve Kritik Sistem/Cihaz/Alt Malzeme Tedariklerinde Stratejik İş Birliği Anlaşmalarının (SİA) Etkisi

VERİ KAYNAKLARI
Veri kaynaklarını kurumsal tedarik kayıtları, ihale ve sözleşme süreçlerine ilişkin belgeler, mevzuat metinleri ve yerlileştirme projelerine ait teknik dokümanlar oluşturmaktadır.

UYGULAMALAR
Stratejik İş Birliği Anlaşmaları (SİA) · Onaylı Tedarikçi Kataloğu

Kaynakça

- Türkiye Cumhuriyeti. (2002). *Kamu İhale Kanunu (Kanun No. 4734)*. Resmî Gazete (24648). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4734&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5
- Millî Savunma Bakanlığı. (2017). MSY 310-12 Askeri Fabrikalar Genel Müdürlüğü ve Tersaneler Genel Müdürlüğü (3B) İstisnalar Kapsamındaki Kapsamındaki Mal ve Hizmet Alımları Yönergesi.
- Türkiye Cumhuriyeti. (2017). 2017/10605 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı.
- Türkiye Cumhuriyeti. (2021). 4416 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı.
- Millî Savunma Bakanlığı. (2022). Stratejik İş Birliği Anlaşması Kılavuzu.
- Millî Savunma Bakanlığı. (2026). Stratejik iş birliği faaliyetleri. https://www.msb.gov.tr/TGM/icerik/stratejik-is-birligi-faaliyetleri
- Millî Savunma Bakanlığı. (2024, Şubat 26). Onaylı tedarikçi başvuruları. https://www.msb.gov.tr/TGM/icerik/tersaneler-genel-mudurlugu-onayli-tedarikci-basvurulari
- Millî Savunma Bakanlığı. (2026). Deniz Lojistik Yönetim Bilgi Sistemi (DLYBS) verileri [Kurum içi elektronik veri tabanı, erişime kapalı]
- Wikimedia Commons. (2026, Şubat 8). M269 TCG Anamur (Aydın Class) Turkish Navy minehunter. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M_269_TCG_Anamur_aydin_class_Turkish_Navy_minehunter.jpg
- Wikimedia Commons. (2026, Şubat 8). TCG Karayel – Yıldız Class Fast Attack Craft (TurkishNavy). https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Fast_attack_craft_of_Turkey

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Hale-AKCA-Damla-MUYAN-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Türk Savunma Sanayiinde Yatırım Teşviklerinin Sektörel Büyüme Performansı Üzerindeki Etkisi: 2012-2023 Dönemi Ampirik Analizi

YAZAR
Dr. Zeynep KAPLAN

T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



1. Giriş

Savunma sanayi, son yıllarda yalnızca askeri ihtiyaçlara dönük bir kamu tedarik alanı olmaktan çıkmış; teknolojik ilerleme, yerlileşme ve stratejik bağımsızlık açısından kritik bir sektör haline gelmiştir. Türk savunma sanayisi de aynı dönemde küresel ölçekte rekabet edebilen stratejik bir endüstriyel ekosisteme dönüşmüştür. Sektördeki yerli katkı oranının artırılması, teknolojik yetkinliğin geliştirilmesi ve küresel piyasalarda rekabetçi bir konuma gelinmesi hedefleri, devletin temel politika önceliklerinden biri olmuştur. Bu stratejik dönüşümün sağlanmasında kullanılan en önemli araçlardan biri ise T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen yatırım teşvik sistemidir.

Çalışmanın Amacı ve Literatürdeki Yeri

Literatür incelendiğinde, savunma harcamaları ile makroekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ölçen çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, savunma sanayine verilen yatırım teşviklerinin sektörel büyüme performansı üzerindeki etkisini doğrudan ele alan ampirik çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu çalışma, 2012-2023 dönemini kapsayan verilerden yararlanarak söz konusu literatür boşluğunu doldurmayı amaçlamaktadır.

Veri Seti ve Araştırma Yöntemi

Araştırmanın ampirik altyapısı; T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının yatırım teşvik verileri, SASAD performans raporları ve SIPRI veri tabanından

derlenen yıllık veriler üzerine kurgulanmıştır. Analiz sürecinde, değişkenler arasındaki esneklik ilişkilerini ölçmek amacıyla çift logaritmik regresyon modeli tercih edilmiştir. Modelde bağımlı değişken olarak sektör hasılası, temel bağımsız değişken olarak teşvik belgeli sabit yatırım tutarı ve kontrol değişkeni olarak savunma harcamaları yer almaktadır. Zaman serisi analizlerinde sıkça rastlanan varsayım sapmalarını önlemek amacıyla; Durbin-Watson testi ile otokorelasyon, Breusch-Pagan testi ile değişen varyans ve VIF testi ile çoklu doğrusal bağlantı kontrolleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, tahminlerde Huber-White (Robust) standart hatalar kullanılarak sonuçların istatistiksel güvenilirliği artırılmıştır.

Yatırım Teşviklerinin Büyümeye Etkisi

Regresyon analizi neticesinde, savunma sanayi yatırımlarına verilen teşviklerin sektör hasılası üzerinde pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tahmin edilen esneklik katsayısına göre; yatırım teşvik tutarlarındaki %1'lik artış, aynı yıl içerisinde sektör hasılasında yaklaşık %0,17 oranında bir artış sağlamaktadır. Bu tespit, savunma sanayine sağlanan devlet desteklerinin sadece kamudan özel sektöre yapılan bir kaynak transferi olmadığını, aksine çarpan etkisi yaratarak doğrudan reel üretim artışına dönüştüğünü kanıtlamaktadır. Savunma sanayi gibi Ar-Ge maliyetlerinin yüksek, yatırım geri dönüş sürelerinin uzun ve teknolojik risklerin fazla olduğu bir alanda; gelir ve kurumlar vergisi indirimi, KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti, faiz desteği ve sigorta primi işveren hissesi desteği gibi teşvik mekanizmaları sayesinde firmaların yatırım maliyetleri azaltılarak küresel rekabet güçleri artırılmaktadır. Elde edilen katsayı, teşvik politikalarının sektörün kapasite artışındaki lokomotif rolünü teyit etmektedir.

Savunma Harcamaları ve İhracat Dinamiği

Çalışmanın bir diğer önemli ve literatürde tartışmalı olan bulgusu ise, kontrol değişkeni olarak modele dahil edilen savunma harcamalarının sektörel hasıla üzerindeki negatif ve gecikmeli etkisidir. Bu bulgu, Türk savunma sanayisinin artık yalnızca kamu iç alımlarına dayalı bir büyüme modelinden, ihracat odaklı büyüme modeline evrildiğini göstermektedir. Sektör hasılasının, iç savunma harcamalarındaki dalgalanmalardan bağımsız olarak yükseliş ivmesini sürdürmesi, yerli savunma sanayi ürünlerinin uluslararası pazarlarda kabul gördüğünün ve bağımsız bir büyüme dinamiği kazandığının somut bir göstergesidir.

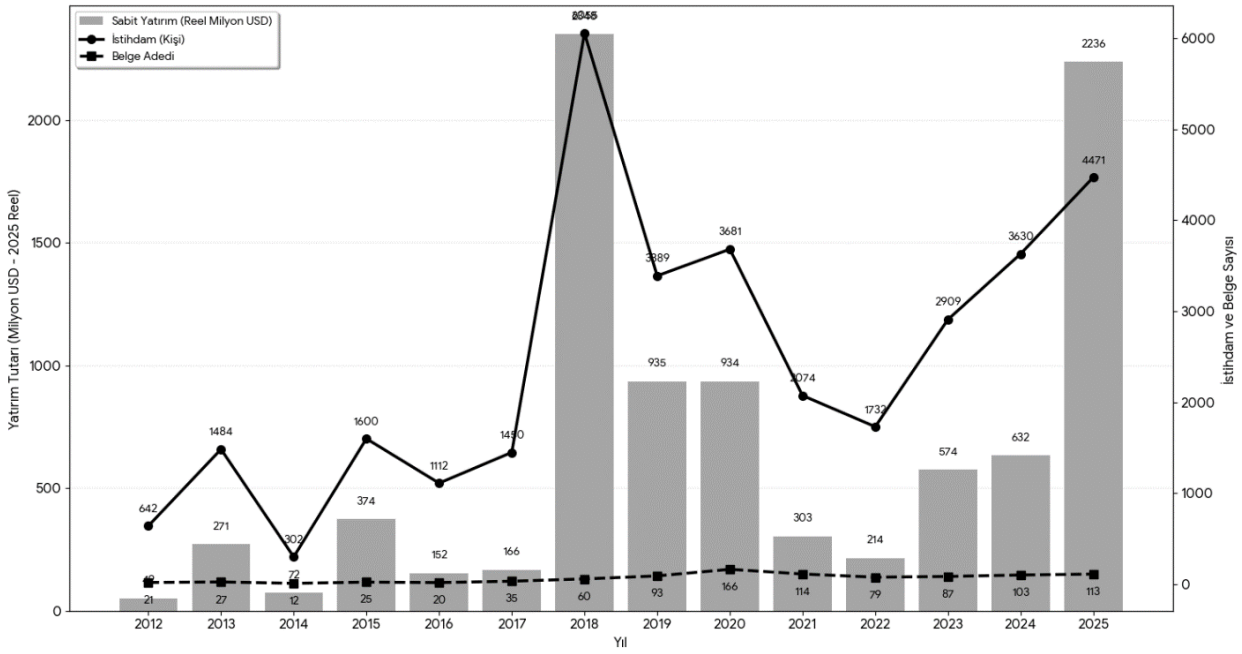
Stratejik Teşvik ve Politika Önerileri

Elde edilen bulgular ışığında, savunma sanayinin mevcut büyüme ivmesini koruması ve küresel piyasalardaki rekabet gücünü artırması adına yatırım teşvik mekanizmalarının stratejik bir perspektifle optimize edilmesi önerilmektedir. Analiz sonuçları yatırım teşviklerinin sektör hasılası üzerinde doğrudan pozitif bir etkiye sahip olduğunu gösterdiğinden, bu desteklerin niceliksel artışından ziyade niteliksel olarak özellikle teknoloji odaklı ve seçici bir yapıya kavuşturulması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda, yatırım teşviklerinin sadece genel kapasite artışına yönelik değil; yerli katma değeri yüksek kritik alt bileşenlerin üretimine, nitelikli iş gücü istihdamının devamlılığına ve ihracat potansiyeli yüksek savunma projelerine yönlendirilmesi, kamu kaynaklarının etkinliğini artıracaktır. Özetle, teşvik mekanizmalarının teknolojik derinliği artıran ve yan sanayi ekosistemini kapsayan sonuç odaklı bir yapıda sürdürülmesinin, Türkiye'nin tam bağımsız savunma sanayi vizyonuna önemli katkı sunacağı değerlendirilmektedir.

Araştırmanın Sınırları ve Gelecek Çalışmalar

Çalışmanın temel kısıtı, stratejik gizlilik nedeniyle firma düzeyindeki mikro verilere erişilememesi ve analizin makro düzeydeki verilerle yürütülmüş olmasıdır. Ayrıca, etkilerin 2012-2023 dönemiyle sınırlandırılması, teşviklerin uzun vadeli yapısal dönüşüm etkilerinin ölçülmesini kısıtlamaktadır. Gelecek çalışmalarda teşviklerin istihdam, toplam faktör verimliliği ve Ar-Ge yoğunluğu gibi farklı performans göstergeleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, politikaların etkinliğini daha net ortaya koyacaktır. Sonuç olarak Türkiye'nin, teşvik mekanizmalarını teknolojik derinliği artıracak şekilde modernize ettiği sürece savunma sanayisindeki büyüme ivmesini sürdürülebilir bir zeminde koruyacağı öngörülmektedir.

Şekil 1: Yıllara Göre Savunma Sanayi Yatırım Teşvik Göstergeleri (2012-2025)



Kaynak: T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan alınan verilerle yazar tarafından hazırlanmıştır.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Dr. Zeynep KAPLAN	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Çift logaritmik regresyon modeli
	KONU: Türk Savunma Sanayinde Yatırım Teşviklerinin Sektörel Büyüme Performansı Üzerindeki Etkisi: 2012-2023 Dönemi Ampirik Analizi		
	DEĞİŞKENLER: Modelde bağımlı değişken olarak sektör hasılası, temel bağımsız değişken olarak teşvik belgeli sabit yatırım tutarı ve kontrol değişkeni olarak savunma harcamaları yer almaktadır.		
	VERİ KAYNAKLARI: T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının yatırım teşvik verileri, SASAD performans raporları ve SIPRI veri tabanından derlenen yıllık veriler		

Kaynakça

- Aktan, C. C. (2011). Devlet Mi, Piyasa Mı? Mal ve Hizmetler Hangi Sektör Tarafından ve Hangi Yöntemlerle Sunulmalı? Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 3 (1), 96-114.
- Atesoglu, H. S. (2002). Defense Spending Promotes Aggregate Output in the United States--Evidence from Cointegration Analysis. Defence and Peace Economics, 13(1), 55–60.
- Baran, T. (2018). Türkiye'de Savunma Sanayi Sektörünün İncelenmesi ve Savunma Sanayi Sektörü Harcamalarının Ekonomi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi. Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 4 (2), 58-81.
- Başar, S., ve Künü, S. (2012). Savunma Harcamalarının İktisadi Büyümeye Etkisi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10, 1-30.
- Benoit, E. (1973). Defense and Economic Growth in Developing Countries, Lexington: Lexington Books.
- Dunne, J. P., Smith, R. P. ve Willenbockel, D. (2005). Models of military expenditure and growth: A critical review. Defence and peace economics, 16(6), 449-461.
- Durgun, Ö., ve Timur, M. C. (2017). Savunma Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Analizi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 54, 126-137.
- Faini, R.,Annez, P. ve Taylor, L. (1984). Defense Spending, Economic Structure, and Growth: Evidence among Countries and Over Time, Economic Development and Cultural Change, University of Chicago Press, 32(3), 487-498.
- Güller, Z., ve Yakışık, H. (2023). Savunma Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. Premium E-Journal of Social Sciences (PEJOSS), 7(34), 1012–1025.
- Joerding, W. (1986). Economic growth and defense spending: Granger Causality, Journal of Development Economics, 21(1), 35-40.
- Hiçdönmez, C. (2025). Savunma Sanayine Yönelik Yatırım Teşviklerinin Türk Savunma Sanayinin Dışa Bağımlılığı ve İhracat Potansiyeli Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir.
- Kara, M.A. ve Aksu, T. (2024). Savunma Sanayi Harcamalarının Ekonomik Büyümeye Katkısı: Türkiye Örneği. Toplum, Ekonomi ve Yönetim Dergisi, 5 (2), 225-244.
- Kollias, C. ve Makrydakis, S. (2000). A note on the causal relationship between defence spending and growth in Greece: 1955–93, Defence and Peace Economics, 11 (1), 173-184.
- Lee, C. ve Chang, C. (2006). The Long-Run Relationship Between Defence Expenditures And Gdp In Taiwan. Defence and Peace Economics, 17(4), 361–385.
- Pehlivan, O. (2009). Kamu Maliyesi, Derya Kitabevi, Trabzon.
- Sezgin, S. (1997). Country survey X: Defence spending in Turkey, Defence and Peace Economics, Taylor & Francis Journals, 8(4), 381-409.
- Yıldırım, J., Sezgin, S., ve Öcal, N. (2005). Military Expenditure and Economic Growth in Middle Eastern Countries: A Dynamic Panel Data Analysis, 7th Annual Conference on Economics & Security, University of the West of England, Bristol, 26–28 June 2003.
- Yılmaztürk, A. (2023). Türkiye'de Savunma Sanayi Sektörü ve Ekonomi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi, Enderun Dergisi, 7:2, 139-165.
- https://www.sasad.org.tr
- https://www.sanayi.gov.tr
- https://www.sipri.org

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Zeynep-KAPLAN-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

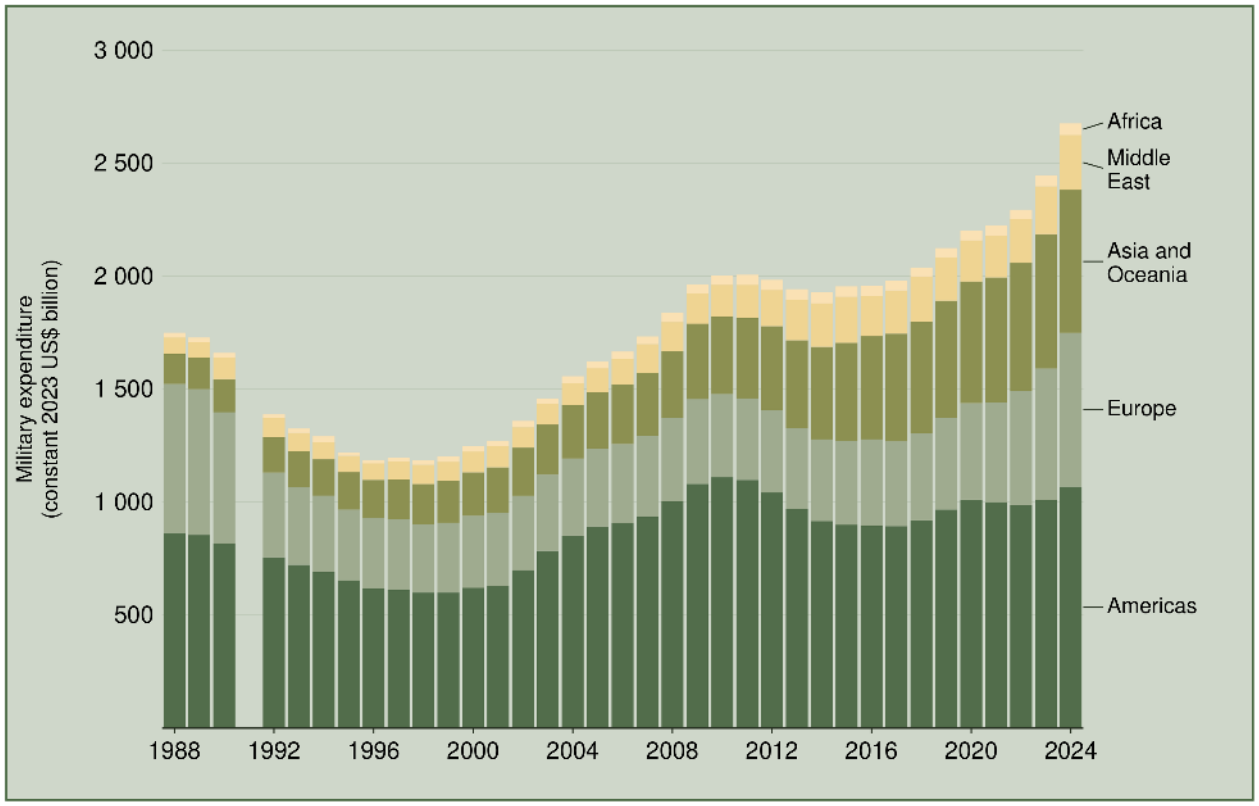
Yerli ve Millî Savunma Ürünlerinin İhracat Stratejisi ve Afrika Açılımı

YAZAR
Sabri KAMÇILI
MSB, DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI

1. Giriş

21'inci yüzyılda küresel güç dengelerinin yeniden şekillenmesiyle birlikte Afrika kıtası, hem barındırdığı demografik ve ekonomik potansiyel hem de sahip olduğu zengin yeraltı kaynaklarıyla dünya siyasetinin yeni rekabet alanı hâline gelmiştir. Ancak kıtanın kalkınma potansiyeli; Boko Haram, Eş-Şebab, ISWAP ve JNIM gibi devlet dışı silahlı aktörlerin yarattığı asimetrik tehditler ve kronikleşmiş güvenlik sorunları nedeniyle tam anlamıyla hayata geçirilememektedir. Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti'nin 1998'de kabul edilen Afrika'ya Açılım Eylem Planı ile başlayan ve 2005 "Afrika Yılı" ile ivme kazanan açılım politikasının, günümüzde insani ve diplomatik boyutların ötesine geçerek nasıl stratejik bir savunma ve güvenlik ortaklığına evrildiğini incelemektedir. Çalışmanın temel amacı, Türk savunma sanayiinin kıtaya yönelik ihracat stratejisini; hedef pazardaki operasyonel ihtiyaçlar, rekabet avantajını sağlayan yapısal faktörler ve bu stratejinin Türkiye'nin makroekonomik dinamikleri ile dış politikasına etkileri ekseninde analiz etmektir. Araştırmanın cevap aradığı sorular

Şekil 1: Bölgelere Göre Dünya Savunma Harcamaları, 1988–2023



Kaynak: (Tarçın, 2026)'dan uyarlanmıştır.

şunlardır: Afrika savunma pazarının talep yapısı hangi operasyonel gerçeklikler tarafından belirlenmektedir? Türk savunma sanayiinin bu talebe sunduğu ürün grupları hangi özellikleriyle ayrışmaktadır? İhracatın sürdürülebilirliği önündeki riskler nelerdir ve hangi mekanizmalarla yönetilebilir?

Araştırma Yöntemi ve Veri Kaynakları

Araştırma nitel bir desenle, doküman incelemesi ve literatür taraması yoluyla yürütülmüştür. Veri kaynaklarını kıta ülkelerinin güvenlik ortamına ilişkin akademik yayınlar, savunma sanayii ihracat verileri, kurumsal raporlar ve ürün teknik bilgileri oluşturmaktadır. Elde edilen veriler; talep yapısı, ürün uygunluğu, rekabet konumu ve risk alanları başlıklarında kodlanarak çözümlenmiştir.

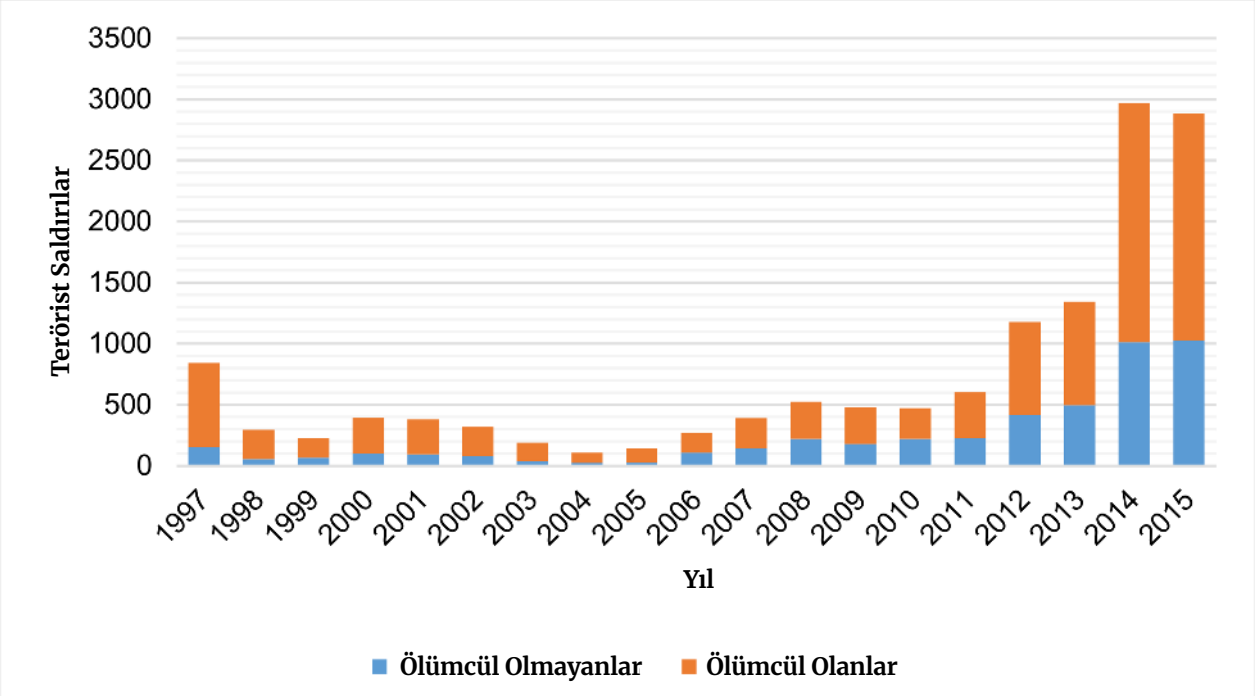
Afrika'nın Güvenlik İhtiyaçları

Araştırmanın ilk bulguları, Afrika savunma pazarının konvansiyonel savaşlardan ziyade gayrinizami harp ve asimetrik tehditlerle şekillendiğini göstermektedir. Kıta ülkelerinin envanterlerinde ağırlıklı olarak Soğuk Savaş döneminden kalma, hantal ve bakımı zor sistemler bulunmaktadır. Bu sistemler, geniş çöl ve orman alanlarında vur-kaç taktiği uygulayan terör unsurlarına karşı sınırlı etki üretmektedir. Dolayısıyla Afrika ordularının öncelikli ihtiyacı; yüksek manevra kabiliyetine sahip, maliyet-etkin, hassas vuruş yeteneği olan ve sahadaki personelin güvenliğini artıran modern sistemlerdir. Nitekim Sambo vd. (2020) ile Kantemir ve Özkil (2016) de kıta ordularının ihtiyaç profilinin konvansiyonel platformlardan mobil ve teknolojik çözümlere kaydığına işaret etmektedir.

İhraç Potansiyeli Yüksek Ürün Grupları

Bu operasyonel ihtiyaçlar doğrultusunda çalışmada ihraç potansiyeli yüksek ürün grupları üç ana başlıkta incelenmiştir. İlk olarak insansız hava araçları (Bayraktar TB2, ANKA ve AKINCI), havada kalış süreleri, keşif-gözetleme kabiliyeti ve hassas vuruş yetenekleriyle terörle mücadelede belirleyici bir kapasite sunmaktadır. İkinci olarak TUSAŞ tarafından üretilen HÜRKUŞ temel eğitim ve yakın hava desteği uçağı, jet platformlara kıyasla düşük işletme

Şekil 2: Afrika'da 1997–2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Terör Saldırıları



Kaynak: (Albuquerque, A.L., 2017)'den uyarlanmıştır.

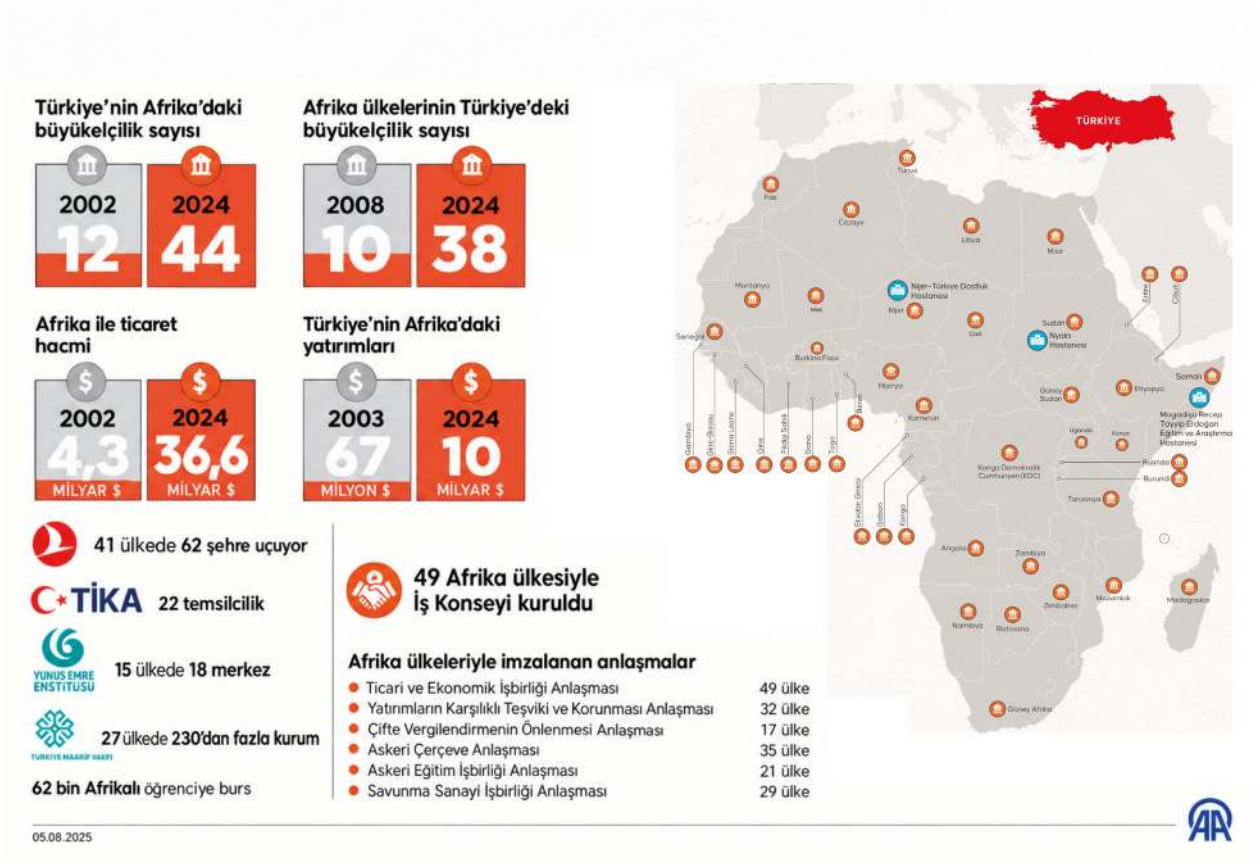
maliyeti ve hazırlanmamış pistlere inebilme özelliğiyle kısıtlı bütçeli ülkeler için uygulanabilir bir alternatif oluşturmaktadır. Üçüncü olarak kara sistemleri bağlamında taktik tekerlekli zırhlı araçlar (MRAP sınıfı) ve bunlara entegre edilen uzaktan komutalı silah sistemleri, personelin el yapımı patlayıcı ve mayın tehditlerine karşı hayatta kalma oranını yükseltmektedir. Bu üç grubun ortak özelliği, yüksek teknoloji içeriğini düşük idame maliyetiyle birleştirerek kıtanın bütçe kısıtına uyum sağlamasıdır.

Rekabet Avantajı ve Savunma Diplomasisi

İhracat stratejisinin politik ve ekonomik boyutları analiz edildiğinde Türkiye'nin rakiplerinden ayrıştığı görülmektedir. Batılı devletlerin silah satışlarını ağır politik ön şartlara bağlaması ve Çin ile Rusya gibi aktörlerin idamesi zor platformlar sunması karşısında Türkiye, alıcı ülkelerin iç politikasına ilişkin ön şart ileri sürmeyen bir yaklaşım benimsemiştir. Egemenlik haklarına saygıya dayanan bu tutum, sömürgeci bir geçmişin yokluğuyla birleşerek Türkiye'yi eşit ve güvenilir bir ortak konumuna taşımaktadır. Satış sonrası sunulan eğitim, bakım ve lojistik destek faaliyetleri ise ilişkiyi tek seferlik bir ticari işlemden çıkarıp kalıcı bir savunma diplomasisine dönüştürmektedir. Makroekonomik açıdan yüksek teknoloji içeren bu ürünlerin ihracı, cari açığın azaltılmasına, sektörün Ar-Ge kapasitesinin genişlemesine ve nitelikli istihdama doğrudan katkı sağlamaktadır.

İhracat Riskleri ve Ortaklık Modelleri

Fırsatların yanında kıtanın makroekonomik kırılganlıkları, ödeme güçlükleri ve siyasi istikrarsızlık ihtimali, ihracatın sürdürülebilirliği önündeki temel riskler olarak tespit edilmiştir. Bu risklerin yönetilmesi için Eximbank kredi mekanizmalarının etkin kullanılması, takas benzeri alternatif ticaret modellerinin geliştirilmesi, yerinde üretim ve teknoloji transferine dayalı derinlikli ortaklıkların



kurulması önerilmektedir. Söz konusu ortaklık modelleri yalnızca finansal riski dağıtmakla kalmayıp alıcı ülkede yerel kapasite oluşturarak ilişkinin uzun vadeli zeminini de güçlendirmektedir.

Stratejik Ortaklık ve Sürdürülebilirlik

Çalışma, artan nüfusu, büyüyen ekonomisi ve derinleşen güvenlik sorunlarıyla küresel sistemin odak noktası hâline gelen Afrika kıtasının Türk savunma sanayii için stratejik bir pazar oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Terörizm, iç çatışma ve sınır güvenliği sorunlarıyla mücadele eden Afrika devletleri, hantal ve pahalı konvansiyonel silahlar yerine operasyonel ihtiyaçlara uygun, maliyet-etkin, mobil ve teknolojik çözümlere yönelmektedir. Türkiye'nin savunma sanayii odaklı Afrika açılımı bu çerçevede salt ticari kâr amacı güden bir satış ilişkisinden ibaret değildir; kazan-kazan prensibine dayanan, Afrika'nın öz kaynaklarını koruma kapasitesini artıran ve kıtanın stratejik özerkliğini destekleyen uzun vadeli bir güvenlik ortaklığı niteliği taşımaktadır. Asimetrik tehditlerden arınarak iç istikrarını sağlayan bir Afrika'nın daha hızlı kalkınacağı ve öz yeterliliğine kavuşan kıtanın küresel jeopolitikte Türkiye için güçlü bir stratejik ortak hâline geleceği değerlendirilmektedir.

Araştırmanın Sınırları ve Gelecek Çalışmalar

Araştırmanın temel sınırlılığı, ihracat sözleşmelerine ilişkin verilerin önemli bölümünün gizlilik dereceli olması nedeniyle analizin kamuya açık kaynaklarla sınırlı kalmasıdır. İzleyen çalışmalarda ülke bazlı vaka incelemeleri ve alıcı ülke karar vericileriyle yapılacak görüşmeler yoluyla bulguların derinleştirilmesi önerilmektedir.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	YÖNTEM
Sabri KAMÇILI	MSB, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı	Nitel bir desenle, doküman incelemesi ve literatür taraması

KONU
Yerli ve Millî Savunma Ürünlerinin İhracat Stratejisi ve Afrika Açılımı

ANALİZ EKSENLERİ
Talep yapısı, ürün uygunluğu, rekabet konumu ve risk alanları

ÜRÜN GRUPLARI
İnsansız hava araçları (Bayraktar TB2, ANKA ve AKINCI) · HÜRKUŞ temel eğitim ve yakın hava desteği uçağı · taktik tekerlekli zırhlı araçlar (MRAP sınıfı)

Kaynakça

- Albuquerque, A. L. (2017). Terrorism in Africa. Totalförsvarets forskningsinstitut, 15. https://www.foi.se/rest-api/report/FOI-R--4398--SE
- Baykuş, A. B., & Aliyev, P. (2023). İnsani Yardımlardan Savunma Sanayi İşbirliğine: Türkiye-Çad İlişkilerinin Derinlemesine Analizi. The Turkish Yearbook of International Relations, 54, 1-29.
- Bayraklı, Z. Ç. (2024). Türkiye'nin savunma ve havacılık sanayii ve ihracatı'nın analizi (2002-2023). Mevzu–Sosyal Bilimler Dergisi, (11), 205-240.
- Çardak, B., Koncagül P. G., & Öcal Arslan, Ş. (2025). Afrika'da Terörizmin İki Yüzü: Boko Haram ve El-Şebab'ın Bibliyometrik Bir Analizi. Uluslararası İlişkiler ve Politika Dergisi. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/4702188
- Çinar, H. Y. (2026). Türkiye'nin Afrika Politikasının Seyri: Açılımdan Stratejik Ortaklığa. Toplum Çalışmaları Enstitüsü. https://www.toplum.org.tr/turkiyenin-afrika-politikasinin-seyri-acilimdan-stratejik-ortakliga/
- Kantemir, Ö., & Özkil, A. (2016). Teröristle Mücadelede Kullanılan Silah Sistemlerinin Etkinliklerine Yönelik Algıların Belirlenmesi. Güvenlik Bilimleri Dergisi, 4(2), 37-62.
- Kuran, N. (t.y.). Türkiye'nin Afrika'daki Varlığı: Afrika'da Yaşanan Son Dönem Gelişmeler Işığında Batılı Ülkeler, Endişeler ve Afrika'da Türkiye.
- Kurç, Ç. (2024). No Strings Attached: Understanding Turkey's Arms Exports to Africa. In Turkey's Pivot to the African Continent (pp. 90-107). Routledge.
- Levent, A. K. S. U. (2025). Türk Savunma Sanayi ile İktisadi Büyüme Arasındaki İlişkilerin Analizi. Ulusal ve Uluslararası Sosyoloji ve Ekonomi Dergisi, 5(10), 505-553.
- Orakçı, S. (2025). 2005'ten 2025'e Türkiye'nin Afrika'da 20 Yılı. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/analiz/2005ten-2025e-turkiyenin-afrikada-20-yili/3519187
- Özlük, E., & Mahamat, S. A. (t.y.). Türkiye'nin Sahel Bölgesine Yönelik İlgisinin Nedenleri ve Geleceği.
- Sambo, A., Mohammed, A., & Gani, A. (2020). The Impact of Small Arms and Light Weapons in the Proliferation of Armed Group Conflicts in Northeastern Nigeria: Interrogating the Boko Haram Phenomenon.
- Sertok, K. (2024). Türkiye's defense diplomacy and UAV exports towards African states (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir Ekonomi Üniversitesi.
- Tarçın, U. (2026). Strategic Outlook for Advancing Türkiye's Defense Industry. The Journal of Social Science, 10(19), 1-15. https://doi.org/10.30520/tjsosci.1828225
- Watterson, P. J. (2023). A Changing Landscape: Turkey's Drone Diplomacy in Sub Saharan Africa.
- Yiğitoğlu, E. (2022, 18 Aralık). Nijer'e İhraç Edilen HÜRKUŞ İlk Defa Görüntülendi. Defence Turk.
- Yılmaz, T. O. (2018). Türkiye-Afrika İlişkilerinin Güvenlik Boyutu: Türk Savunma Sanayii ve Afrika. Türk Dünyası Araştırmaları, 120(237), 41-66.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Sabri-KAMCILI.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Yönlendirilmiş Enerji (Lazer) Silah Sistemleri: Önemi, Stratejik Avantajları ve Türkiye'deki Geliştirme Programları (Alka Örneği)

YAZAR
Anıl KARAÇAY & Tayfur Tuğrul ÖZDEM

ROKETSAN

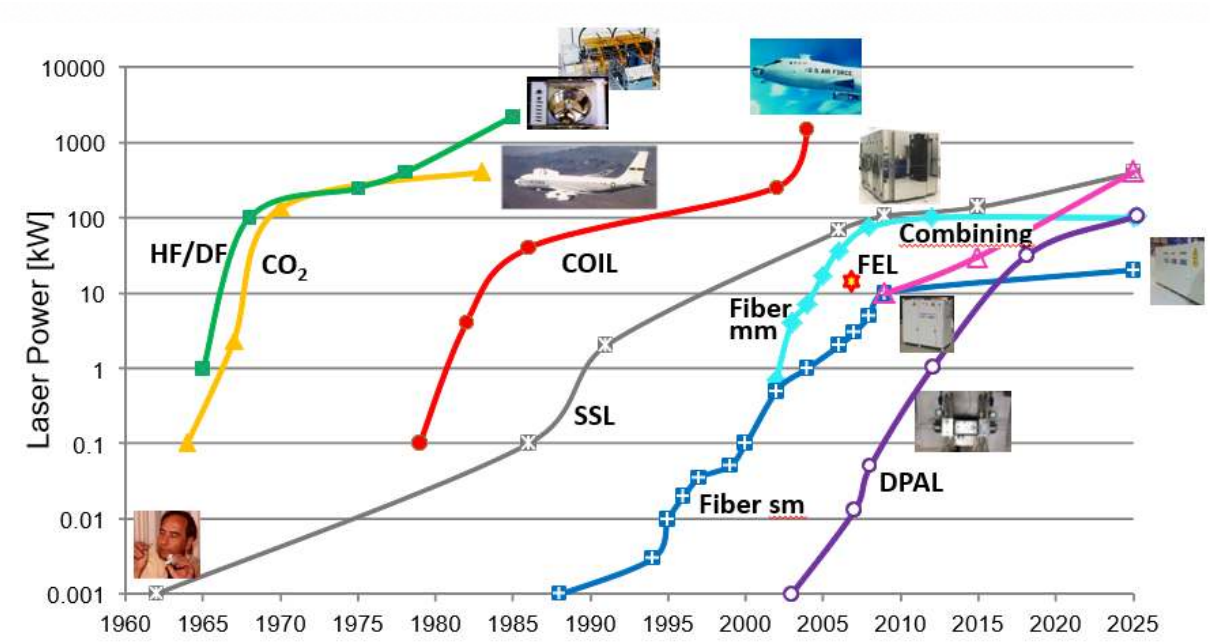
1. Giriş

Bu çalışma, yönlendirilmiş enerji silahları ailesi içerisinde yer alan lazer tabanlı sistemlerin modern harp ortamındaki artan önemini teknik, operasyonel ve stratejik boyutlarıyla değerlendirmektedir. Günümüz muharebe sahasında düşük maliyetli İHA'lar, FPV dronlar, dolanan mühimmatlar ve sürü hâlinde kullanılabilen küçük hava araçları, klasik hava savunma mimarileri üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Bu tehditlerin düşük radar kesit alanına sahip olması, alçak irtifadan yaklaşabilmesi, ticari bileşenlerle hızla üretilebilmesi ve aynı anda çok sayıda hedef yaratabilmesi, savunma tarafında hem reaksiyon süresi hem de mühimmat sürdürülebilirliği açısından yeni bir ihtiyaç seti doğurmuştur. Özellikle birkaç bin dolar seviyesindeki bir tehdidin çok daha pahalı kinetik önleyicilerle karşılanması, maliyet-değişim oranı bakımından uzun vadede sürdürülebilir olmayan bir tablo ortaya çıkarmaktadır. Lazer silah sistemleri bu noktada tek başına mucizevi bir çözüm olarak değil; düşük atış maliyeti, hızlı reaksiyon ve yalnızca enerji arzıyla sınırlı atış kapasitesi ("şarjör derinliği") sunarak çok katmanlı hava savunma mimarisini tamamlayan bir katman olarak öne çıkmaktadır. Akademik ve stratejik analizi birleştiren hibrit bir yaklaşımla kurgulanan çalışmada, açık kaynaklı teknik literatür, resmî ve sektörel kaynaklar ile karşılaştırmalı vaka analizi birlikte kullanılmıştır.

Lazer Teknolojisi ve Sistem Bileşenleri

Araştırmada öncelikle yönlendirilmiş enerji silahlarının kavramsal temeli ele alınmış; lazerin tarihsel gelişimi, güç kaynaklarındaki evrim, fiziksel imha (hard-kill) ve işlevsizleştirme

Şekil-1-Lazer Güç Kaynaklarının Gelişimi



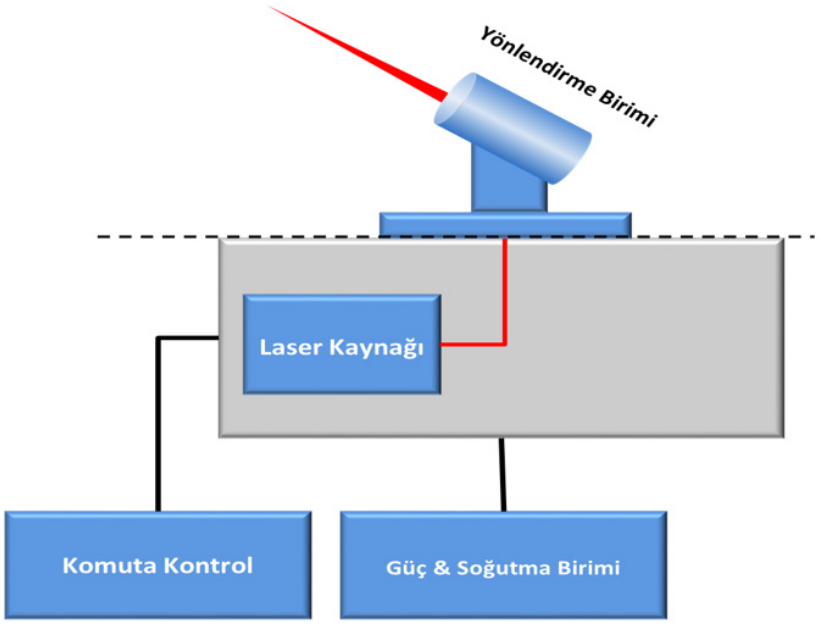
Kaynak: (NATO STO, 2022).

(soft-kill) yaklaşımları ile temel sistem bileşenleri incelenmiştir. Yüksek enerjili lazer sistemlerinin etkinliği yalnızca lazer kaynağının çıkış gücüne bağlı değildir; güç üretimi, enerji depolama, termal yönetim, ışın kalitesi, hedef tespit ve takip hassasiyeti, komuta-kontrol yazılımı ve ışın yönlendirme optikleri sistem performansını birlikte belirlemektedir. Fiber lazer teknolojilerindeki ilerleme, ışın birleştirme teknikleri ve kompakt güç mimarileri sayesinde 2010 sonrası dönemde lazer sistemlerinin daha mobil, daha verimli ve sahada kullanılabilir hâle geldiği görülmektedir. Bununla birlikte çalışmada lazer sistemlerinin kritik sınırlamaları da vurgulanmıştır. Sis, yağmur, toz, duman, türbülans, atmosferik soğurma ve saçılma gibi çevresel etkenler lazer ışınının hedef üzerindeki enerji yoğunluğunu azaltabilmekte; görüş hattı kısıtı ise angajman geometrisini doğrudan sınırlamaktadır. Ayrıca hedefin etkisiz hâle getirilmesi için ışının belirli bir süre hedef üzerinde tutulması gerektiğinden, tek bir lazer sistemi hedeflere ancak sırayla angaje olabilmektedir. Dolayısıyla lazer sistemlerinin gerçek değeri, her koşulda her hedefi imha edebilmesinden değil, uygun tehdit seti ve görev ortamı için doğru şekilde konumlandırılmasından kaynaklanmaktadır.

Operasyonel Kullanım ve Hibrit Savunma

Çalışmanın operasyonel analiz bölümünde lazer silahlarının karşı-İHA, kritik tesis koruması, mobil birlik savunması ve sürü tehditlerine karşı kullanım konseptleri değerlendirilmiştir. Bulgular, lazer sistemlerinin özellikle kısa menzil, alçak irtifa ve yüksek adetli hedeflere karşı maliyet-etkin bir çözüm sunduğuna işaret etmektedir. Havaalanları,

Lazer Silah Sistemleri Temel Bileşenleri – Temsili Gösterim



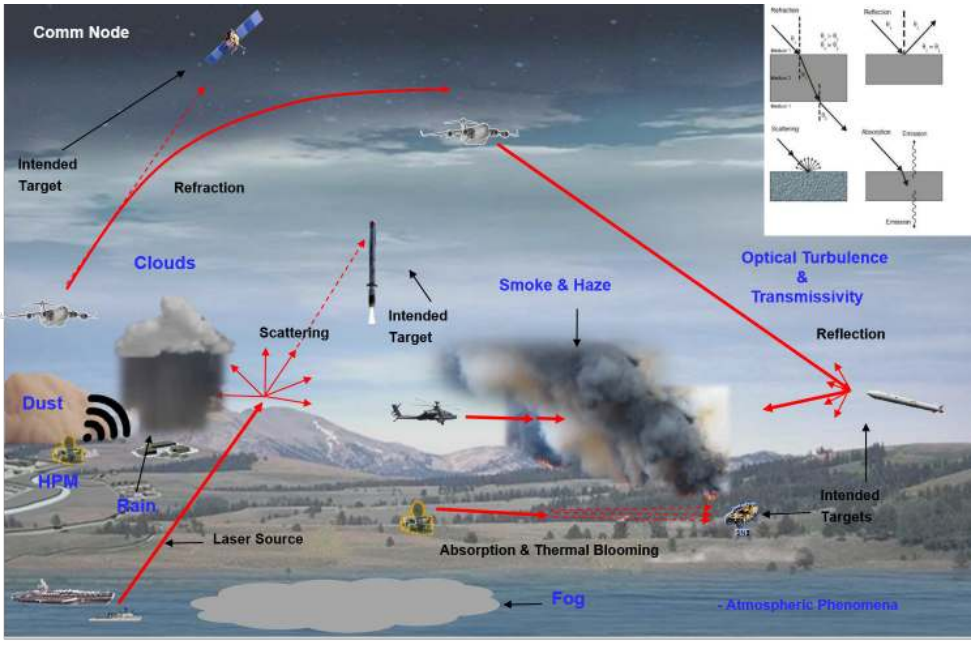
Kaynak: (NATO STO, 2022).

mühimmat depoları, enerji altyapıları ve ileri üs bölgeleri gibi kritik tesislerde sabit veya yarı-sabit konuşlu lazer sistemleri, güç ve soğutma altyapısıyla daha iyi beslenebildiği için yüksek görev sürekliliği sağlayabilir. Mobil birlik savunmasında ise güç ve termal yönetim daha zorlayıcı olmakla birlikte, hızlı reaksiyon ihtiyacı ve düşük maliyetli tehditlerin yaygınlığı lazer tabanlı çözümleri cazip kılmaktadır. Sürü saldırılarında ise lazerin atış maliyeti avantajı korunmakla birlikte, sıralı angajman nedeniyle birim zamanda etkisiz hâle getirilebilecek hedef sayısı sınırlıdır; bu durum çoklu lazer konuşlandırmasını ya da alan etkili soft-kill unsurlarıyla birlikte kullanımı gerekli kılmaktadır. Bu nedenle en etkili yaklaşımın, lazerin elektronik harp, radar, elektro-optik sensörler ve kinetik hava savunma unsurlarıyla birlikte kullanıldığı hibrit mimari olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hava sahası emniyeti, ışının hedef ötesine taşma riski ve insan gözüne yönelik kullanımı yasaklayan uluslararası düzenlemeler ise angajman kurallarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken ek unsurlardır.

ALKA ve Türkiye'deki Geliştirme Programları

Türkiye örneğinde Roketsan tarafından geliştirilen ALKA sistemi ayrıntılı bir vaka analizi olarak incelenmiştir. ALKA'nın elektromanyetik karıştırma ile soft-kill, yüksek enerjili lazer ile hard-kill etkisini bir arada sunan iki katmanlı hibrit yapısı, sistemi karşı-İHA ve çok yakın hava savunma görevleri için özgün bir konuma taşımaktadır. ALKA NEW yaklaşımı ise ağ merkezli kullanım, çoklu sistem koordinasyonu, hedef paylaşımı ve sürü tehditlerine

Lazer ışınının atmosferdeki yayılımını etkileyen başlıca atmosferik faktörlerin şematik gösterimi.



Kaynak: (NATO STO, 2022).

karşı daha etkin angajman yönetimi açısından önemli bir evrim olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca ASELSAN GÖKBERK ile TÜBİTAK BİLGEM ARMOL/JARMOL programları incelenmiş ve bu projelerin Türkiye'de lazer tabanlı çok yakın hava savunma katmanının oluşmaya başladığını gösterdiği tespit edilmiştir. Uluslararası karşılaştırmada İsrail'in Iron Beam sistemi, düşük maliyetli lazer önleme katmanının klasik hava savunma sistemlerini nasıl tamamlayabileceğine; ABD Donanması'nın HELIOS yaklaşımı ise lazerin yalnızca tahrip edici bir silah değil, aynı zamanda gözetleme, optik sensörlerin bozulması ve platform öz savunmasıyla entegre bir etki modülü olarak kullanılabileceğine örnek teşkil etmektedir.

Stratejik Sonuçlar ve Ar-Ge Öncelikleri

Sonuç olarak çalışma, lazer silah sistemlerinin Türkiye açısından özellikle kritik tesislerin korunması, FPV ve mikro/mini İHA tehditlerinin etkisiz hâle getirilmesi, sürü saldırılarına karşı maliyet açısından sürdürülebilir bir angajman kabiliyeti sağlanması ve çok katmanlı hava savunma mimarisinin güçlendirilmesi bakımından stratejik önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Ancak bu kabiliyetin tam olgunluğa ulaşabilmesi için güç ve termal yönetim, ışın kontrolü, adaptif optik, hedef izleme, sensör füzyonu, yapay zekâ destekli hedef sınıflandırma, angajman karar destek yazılımları ve farklı meteorolojik koşullarda test ve sertifikasyon altyapıları alanlarında ilave Ar-Ge yatırımlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Lazer sistemlerinin gelecekteki başarısı, bağımsız bir silah olarak değerlendirilmesinden ziyade, elektronik harp ve kinetik savunma unsurlarıyla görev paylaşımı yapan, ağ merkezli, doktrinel olarak tanımlanmış ve sahadan gelen geri bildirimlerle sürekli olgunlaştırılan bütünleşik bir savunma katmanı hâline getirilmesine bağlıdır.

Kısaltmalar

C-UAS: Counter-Unmanned Aircraft System (Karşı-İHA)

C2: Command and Control (Komuta-Kontrol)

DEW: Directed-Energy Weapon (Yönlendirilmiş Enerji Silahı)
EH: Elektronik Harp

EO: Electro-Optic (Elektro-Optik)
SHORAD: Short Range Air Defense (Kısa Menzilli Hava Savunma)
YESS : Yönlendirilmiş Enerji Silah Sistemi

Değerlendirme Kontrol Listesi (Saha İşletmesi)

- Görev çevrimi ve soğutma kapasitesi yeterli mi?
- Sensör entegrasyonu ve hedef sınıflandırma doğruluğu kabul edilebilir mi?
- Meteorolojik koşullar altında performans profili çıkarıldı mı?
- Bakım/onarım konsepti ve yedek parça zinciri tanımlı mı?
- Operatör eğitimi, emniyet prosedürleri ve kullanım kuralları dokümante mi?
- Çok katmanlı savunma ile görev paylaşımı net mi?

PROJE KÜNYESİ	YAZARLAR	KURUM	YÖNTEM
	Anıl KARAÇAY & Tayfur Tuğrul ÖZDEM	ROKETSAN	Karşılaştırmalı vaka analizi
	İNCELEME KONUSU		
	Yönlendirilmiş Enerji (Lazer) Silah Sistemleri: Önemi, Stratejik Avantajları ve Türkiye'deki Geliştirme Programları (ALKA Örneği)		
	KAYNAK TÜRÜ		
	Açık kaynaklı teknik literatür, resmî ve sektörel kaynaklar		
	VAKA ODAĞI		
	Türkiye örneğinde ROKETSAN tarafından geliştirilen ALKA sistemi ayrıntılı bir vaka analizi olarak incelenmiştir.		

Kaynakça

- Study: Archimedes Set Roman Ships Afire with Cannons, Erişim Tarihi: 14.04.2026. https://www.livescience.com/8383-study-archimedes-set-roman-ships-afire-cannons.html
- Bernatskyi, A., & Sokolovskyi, M. (2022). History of military laser technology development in military applications. History of Science and Technology, 12(1), 88–113. https://doi.org/10.32703/2415-7422-2022-12-1-88-113
- Graves, R. (2017). The Greek myths: The complete and definitive edition. Penguin Books. (Orijinal çalışma 1955'te yayımlanmıştır)
- Maiman, T. H. (1960). Stimulated optical radiation in ruby. Nature, 187(4736), 493–494. https://doi.org/10.1038/187493a0
- Olson, M. (2012). History of laser weapon research. In Directed energy weapons: Past, present, and future. Defense Technical Information Center. https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA557756
- Wells, H. G. (1898). The war of the worlds. William Heinemann.
- Accurl. (n.d.). Laser cutting history: Complete timeline, inventors and... https://www.accurl.com/blog/laser-cutting-history/
- Belforte, D. A. (2010). History of laser materials processing. In A century of optics (pp. 124-126). Optica PublishingGroup. https://opticaorgdev.blob.core.windows.net/$web/optica/media/osa.history/century_of_optics/1960-1974/124.pdf
- Hecht, J. (2010). A short history of laser development. Optical Engineering, 49(9), 091002. https://doi.org/10.1117/1.3483597
- Steen, W. M., & Mazumder, J. (2010). Laser material processing (4th ed.). Springer. The Fabricator. (2013). Solid-state laser retrospective: A decade of high brightness.https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/lasercutting/solid-state-laser-retrospective-a-decade-of-high-brightness
- Dill, J. (2023). Soft-kill vs hard-kill counter-drone technology trade-offs. D-Fend Solutions. https://d-fendsolutions.com/blog/soft-kill-vs-hard-kill-counter-drone-technology/
- Hecht, J. (2018). High-power fiber lasers. Optics & Photonics News, 29(10), 34–41. https://www.optica-opn.org/home/articles/volume_29/october_2018/features/high-power_fiber_lasers/
- Kopp, C. (2021). High-power laser applications on the future battlefield. Institute for National Security Studies. https://www.inss.org.il/publication/laser-weapon/
- NATO STO. (2022). High energy laser (HEL) weapon technology, opportunities, and challenges (STO-LS-SCI-340). NATO Science and Technology Organization. https://www.sto.nato.int/document/en-sci-340-executive-summary/
- Sprangle, P., et al. (2015). Incoherent combining of fiber lasers for directed energy applications.
  Naval Research Laboratory. Steen, W. M., & Mazumder, J. (2010). Laser material processing (4th ed.). Springer.
- Hecht, J. (2018). High-power fiber lasers. Optics & Photonics News, 29(10), 34–41. https://www.optica-opn.org/home/articles/volume_29/october_2018/features/high-power_fiber_lasers/ Kopp, C. (2021).
- High power laser applications on the future battlefield. Air Power Australia. https://www.ausairpower.net/APA-DEW-HEL-Analysis.html Puent, D. (2017).
  Integration of adaptive optics into high energy laser weapon systems [Master's thesis, Naval Postgraduate School] https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/AD1046505.pdf
- Sprangle, P., et al. (2015). Incoherent combining of fiber lasers for directed energy applications. Naval Research Laboratory.
- Chan, M. K. (2003). Atmospheric transmission windows for high energy short pulse lasers [Master's thesis, Naval Postgraduate School]. https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA420318.pdf ,
- Cook, J. R. (2005). Atmospheric propagation of high energy lasers and applications. AIP Conference Proceedings, 766, 58–71. https://doi.org/10.1063/1.1925158
- Fahey, T., et al. (2021). Laser beam atmospheric propagation modelling for aerospace LIDAR applications. Atmosphere, 12(7), 918. https://doi.org/10.3390/atmos12070918
- Gebhardt, F. G. (1995). Atmospheric effects on high energy laser beams. SPIE Proceedings, 2502, 101–112.
- Prilutsky, O. F., & Fomenkova, M. N. (1990). Laser beam scattering in the atmosphere. Science & Global Security, 2, 75–81.
- Sprangle, P., et al. (2006). Optimum wavelength and power for efficient laser propagation in the atmosphere. Journal of Directed Energy, 2(1), 71–95.
- Rafael Advanced Defense Systems. (2025). IRON BEAM - High Energy Laser Weapon System. https://www.rafael.co.il/system/iron-beam/
- Reuters. (2025, September 18). Israeli anti-missile laser system 'Iron Beam' ready for military use this year. https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/israeli-anti-missile-laser-system-iron-beam-ready-military-use-this-year-2025-09-17/
- Ynetnews. (2025, December 30). The real cost of Israel's 'Iron Beam' laser: Cheap interceptions, costly deployment.https://www.ynetnews.com/business/article/bjfrpu11411x
- Times of Israel. (2025, December 31). Iron Beam changes the cost curve—But not the war. https://blogs.timesofisrael.com/iron-beam-changes-the-cost-curve-but-not-the-war/
- Lockheed Martin. (2021). More than a laser: HELIOS is an integrated weapon system. https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/2021/more-than-a-laser-helios-is-an-integrated-weapon-system.html
- MarketsandMarkets. (2025). AI driving the future of military laser systems market.https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/ai-impact-analysis-on-military-laser-systems-industry.asp
- Navy Times. (2025, February 4). US Navy hits drone with HELIOS laser in successful test. https://www.navytimes.com/news/your-navy/2025/02/04/us-navy-hits-drone-with-helios-laser-in-successful-test/
- The War Zone. (2026, February 2). USS Preble used HELIOS laser to zap four drones in expanding testing. https://www.twz.com/sea/uss-preble-used-helios-laser-to-zap-four-drones-in-expanding-testing U.S. Navy. (2025). Directed energy weapon developments.
- Karkadakattil, A. (2026). Laser-based directed energy weapons: Current capabilities and future prospects. EngRxiv. https://engrxiv.org/preprint/view/6772
- Army Recognition. (2024). Roketsan's ALKA laser weapon system tackles growing threat of drone swarms. https://armyrecognition.com/archives/archives-land-defense/land-defense-2024/roketsans-alka-laser-weapon-system-tackles-growing-threat-of-drone-swarm
- FNSS. (2025). Hybrid IFV Kaplan with ALKA laser weapon. https://www.fnss.com.tr/
- Roketsan. (2024). ALKA Directed Energy Weapon System. https://www.roketsan.com.tr/en/products/alka-new-network-enabled-weapon
- Roketsan. (2024). ALKA Yönlendirilmiş Enerji Silah Sistemi katalogu. https://roketsan.com.tr/uploads/docs/kataloglar/ENG/2024/1726595873alka.pdf
- ASELSAN. (2025). GÖKBERK Mobil Lazer Silah Sistemi. https://www.aselsan.com.tr/tr/urunler/gokberk-mobil-lazer-silah-sistemi SavunmaSanayiST. (2025).ASELSAN GÖKBERK mobil lazer silah sistemi testleri. https://www.savunmasanayist.com/aselsan-gokberk-mobil-lazer-silah-sistemi/
- TÜBİTAK BİLGEM. (2025). ARMOL Araca Monte Lazer Silah Sistemi. https://www.bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/armol
- SavunmaSanayiST. (2025). TÜBİTAK BİLGEM ARMOL ve JARMOL lazer silah sistemleri. https://www.savunmasanayist.com/tubitak-bilgem-armol-lazer-silah-sistemi/
- Defence Turkey. (2024). Turkey's indigenous directed energy weapons: ARMOL, JARMOL and IŞIK.https://www.defenceturkey.com/en/content/turkeys-indigenous-directed-energy-weapons-armol-jarmol-and-isik-4567

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Anil-KARACAY-Tayfur-Tugrul-OZDEM.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayi Ekosisteminde İş Ortaklığı Geliştirmede Etkin Satış ve Pazarlama Stratejileri

YAZAR
Göksel GÖNÜLTAŞ

RÖSLER TÜRKİYE

1. Giriş

Bu araştırma projesi, Türkiye savunma sanayii ekosisteminde faaliyet gösteren firmalar arasında iş ortaklığı geliştirme süreçlerinde etkin satış ve pazarlama stratejilerinin rolünü incelemektedir. Küresel askerî harcamaların 2024 yılında 2,718 trilyon ABD dolarına ulaşması savunma pazarındaki rekabeti derinleştirirken; Türkiye'nin savunma ve havacılık ihracatının 2024'te %29 artış göstererek 7,154 milyar ABD dolarına yükselmesi, ekosistemin küresel ölçekli büyüme potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır (SIPRI, 2025; SSB, 2024). Bu bağlamda çalışma; yalnızca ürün ve teknoloji üstünlüğünün değil, bu üstünlüğü nitelikli ortaklıklar yoluyla pazar değerine dönüştürme kapasitesinin de stratejik bir kurumsal yetkinlik alanı olduğunu savunmaktadır.

Araştırmanın Problemi ve Yöntemi

Araştırmanın problem alanını; teknik kabiliyeti yüksek firmaların uzun satış döngüleri, çok paydaşlı karar yapıları, güvenlik kısıtlamaları ve karmaşık sözleşme/offset düzenlemeleri gibi sektörel bariyerler nedeniyle satış ve pazarlama süreçlerini çoğu zaman kurumsallaşmamış ve sezgisel biçimde yürütmesi, buna bağlı olarak da potansiyel iş ortaklıklarını veya ihracat fırsatlarını kaçırması oluşturmaktadır. Bu sorunsalı ele almak amacıyla çalışmada; nitel araştırma yaklaşımı benimsenecek biçimde ikincil kaynak analizi, sektör raporları ve seçilmiş vaka incelemeleri bir arada kullanılmıştır. Birincil veri toplanmadığından bulguların sınırları açıkça belirtilmiş; geliştirilen öneriler literatür ile sektör pratiklerinin kesişim noktasında yapılandırılmıştır.

Kavramsal Çerçeve ve Uygulama Araçları

Çalışmanın kavramsal çerçevesi; endüstriyel (B2B) pazarlamada değer teklifi yaklaşımı, ilişkisel görüş (*relational view*), satış–pazarlama entegrasyonu ve hesap bazlı pazarlama (*Account-Based Marketing - ABM*) literatürü üzerine kurulmuştur. Bu çerçeve, savunma sektörünün özgün koşullarına uyarlanarak dört pratik model/araç üretilmiştir: (i) savunma sektörüne özgü yedi aşamalı satış süreci modeli, (ii) müşteri segmenti ve karar verici rolüne göre uyarlanabilir değer teklifi bileşenleri matrisi, (iii) dijital pazarlama ve sosyal satış kullanım rehberi ve (iv) ihracat odaklı pazarlama metodolojisi.

Satış ve Pazarlamada Temel Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular sekiz ana başlık altında toplanmıştır:

1. Savunma sanayiinde satış süreçleri, sivil B2B pazarlara kıyasla daha uzun döngülere ve yüksek geçiş maliyetlerine (*switching costs*) sahiptir; bu durum 'işlemsel satış' yerine 'program ve ortaklık yönetimi' anlayışını zorunlu kılmaktadır.
2. Değer teklifinin yalnızca teknik özelliklerle sınırlı kalmayıp Yaşam Döngüsü Maliyeti (*Life-Cycle Cost - LCC*), risk azaltma ve stratejik uyum gibi parametrelerle nicel kanıtlar üzerinden sunulması ikna gücünü artırmaktadır.
3. Karar mekanizmasının çok katmanlı yapısı, ayrıntılı paydaş haritalamasını ve eş zamanlı ilişki yönetimini gerekli kılmaktadır.
4. Savunma fuarları ve iş geliştirme platformları (ör. SAHA Match) yüksek temas yoğunluğu sağlamaktadır; nitekim SAHA EXPO 2024'te 22.467 B2B görüşme gerçekleştirilmiş ve 6,189 milyar ABD doları tutarında anlaşma raporlanmıştır (SAHA EXPO, 2024).
5. Dijital kanallar güvenlik hassasiyetleri nedeniyle sınırlı kullanılsa da düşünce liderliği, nitelikli kurumsal içerik ve LinkedIn temelli sosyal satış uygulamaları 'güven' inşasında kritik bir kaldıraç işlevi görmektedir.
6. İhracatta pazar seçimi; pazara giriş engelleri, stratejik uyum ve yerel ortak tasarımı gibi kriterlerle sistematik bir yapıya kavuşturulmalıdır.
7. Sözleşme sonrası dönem; satış sonrası hizmetler, teknik eğitim ve kurumsal referans üretimi yoluyla yeni satışların en kritik girdisini oluşturmaktadır.
8. Sektördeki KOBİ'lerde CRM ve fırsat takip altyapılarının yetersizliği, uzun döngülü programlarda kurumsal hafızayı ve öğrenmeyi zayıflatmaktadır.

Firma, Ekosistem ve Politika Önerileri

Araştırmanın politika ve uygulama önerileri üç farklı düzeyde sunulmuştur. **Firma düzeyinde;** hesap bazlı iş geliştirme, çok disiplinli satış ekiplerinin kurgulanması, güvenlik uyumlu CRM mimarilerinin kurulması ve LCC tabanlı değer

iletişimi öncelikli aksiyonlar olarak belirlenmiştir. **Ekosistem düzeyinde;** kümelenmeler bünyesinde satış mentörlüğü, teklif yönetimi ve ihracat hazırlık programları ile KOBİ'lerin ölçeklenebilir biçimde desteklenmesi önerilmektedir. **Ulusal düzeyde ise;** pazar araştırması, sertifikasyon ve stratejik danışmanlık gibi iş geliştirme faaliyetlerini kapsayan teşvik mekanizmalarının genişletilmesi ile pazar istihbaratı paylaşım ağlarının güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Sonuçlar ve Gelecek Araştırmalar

Sonuç olarak çalışma, Türkiye savunma sanayinin 'üretim odaklı' başarısını 'pazar ve değer odaklı' küresel rekabete taşırken satış ve pazarlama disiplinini stratejik bir kaldıraç olarak konumlandırmaktadır. Gelecek araştırmaların, satış yetkinlikleri ile ihracat performansı arasındaki ilişkiyi ampirik yöntemlerle test etmesi ve güvenlik standartlarına uyumlu dijital CRM/analitik çözümlerinin etkinliğini ölçmesi önerilmektedir.

Şekil 1. Türkiye Savunma Sanayi Ekosistemi Paydaş İlişkileri Haritası



Not. SSB (2024) ve SAHA EXPO (2024) verilerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 1: Türkiye Savunma Sanayi Ekosistemi Paydaş Yapısı

Paydaş Kategorisi	Başlıca Örnekler	Ekosistem İçi Rol
Sistem Entegratörleri	ASELSAN, ROKETSAN, TUSAŞ, BAYKAR	Ana yüklenici, teknoloji yönlendirici, ihracat lokomotifi
KOBİ Alt Yükleniciler	SAHA İstanbul üye firmaları	Bileşen/sistem tedarikçisi, niş teknoloji geliştirici
Kamu Kurumları	SSB, MSB, Kuvvet Komutanlıkları	Politika belirleyici, ana alıcı, yönlendirici
Ar-Ge Kuruluşları	TÜBİTAK, ASFAT, Üniversiteler	Teknoloji geliştirme, test, sertifikasyon
Uluslararası Ortaklar	NATO müttefikleri, ihracat müşterileri	Teknoloji transferi, offset anlaşmaları, pazar erişimi

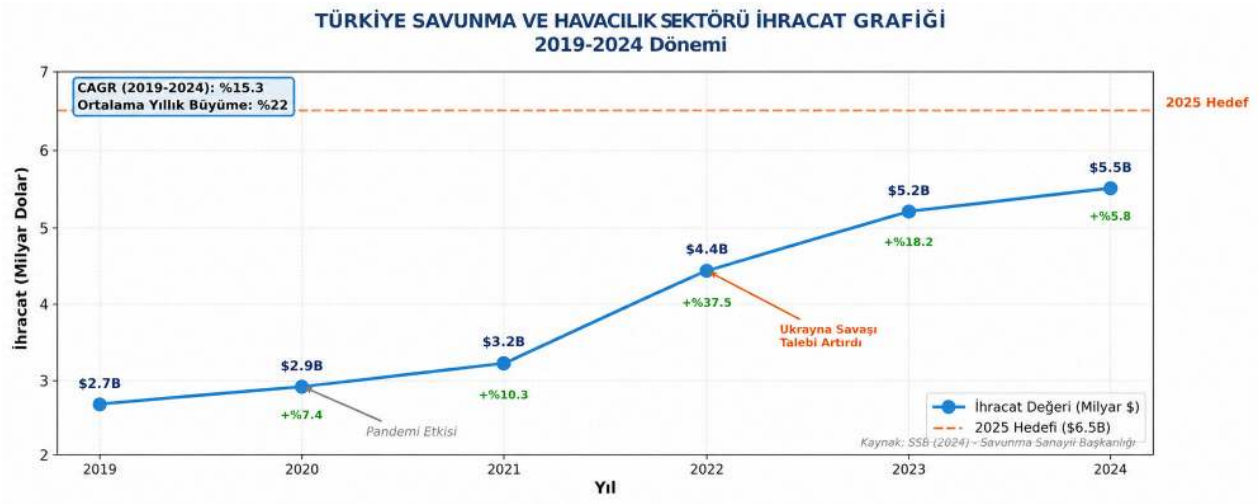
Not. SSB (2024) ve SAHA İstanbul (2024) verilerinden derlenmiştir.

Tablo 2: Savunma Sektörü için Değer Teklifi Bileşenleri

Değer Bileşeni	Açıklama	Savunma Örneği
Teknik Üstünlük	Rakiplerle kıyaslandığında ürünün performans avantajları	MTTF (Ortalama Arıza Süresi), CEP değerleri
Maliyet Avantajı	Yaşam döngüsü maliyetleri (LCC) bazında tasarruf	Bakım-onarım maliyetinin rakibe göre düşüklüğü
Stratejik Uyum	Müşterinin stratejik önceliklerine katkı	Yerlilik oranına katkı, NATO uyumluluğu
Risk Azaltma	Tedarik güvencesi ve risk yönetimi	Çift kaynaklama, stok tampon anlaşmaları
İlişkisel Değer	Ortaklık kalitesi ve uzun vadeli destek	Entegrasyon desteği, teknik eğitim, SSS

Not. Anderson, Narus ve Van Rossum (2006) çerçevesinden uyarlanmıştır.

Şekil 2. Türkiye Savunma ve Havacılık Sektörü İhracatı (2019–2024)



Not. SASAD (2019; 2020; 2021), TİM/SASAD (2023) ve SSB (2024) verilerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	YÖNTEM	PAZARLAMA YAKLAŞIMI
Göksel GÖNÜLTAŞ	Nitel araştırma yaklaşımı	Hesap bazlı pazarlama (Account-Based Marketing - ABM)

İNCELEME KONUSU
Bu araştırma projesi, Türkiye savunma sanayii ekosisteminde faaliyet gösteren firmalar arasında iş ortaklığı geliştirme süreçlerinde etkin satış ve pazarlama stratejilerinin rolünü incelemektedir.

ÇALIŞMA DAYANAĞI
İkincil kaynak analizi, sektör raporları ve seçilmiş vaka incelemeleri

ARAÇLAR
Yedi aşamalı satış süreci modeli · değer teklifi bileşenleri matrisi · dijital pazarlama ve sosyal satış kullanım rehberi · ihracat odaklı pazarlama metodolojisi

Kaynakça

- Anadolu Ajansı. (2024, 17 Ekim). Savunmadaki "milli hamle" Türkiye'ye kazandırdı. https://www.aa.com.tr/tr/savunma-sanayisi/savunmadaki-milli-hamle-turkiyeye-kazandirdi/3362358
- Anderson, J. C., & Narus, J. A. (1998). Business marketing: Understand what customers value. Harvard Business Review, 76(6), 53–65.
- Anderson, J. C., Narus, J. A., & Van Rossum, W. (2006). Customer value propositions in business markets. Harvard Business Review, 84(3), 90–99.
- ASELSAN. (2024). ASELSAN Tedarik Politikaları. https://wwwcdn.aselsan.com/api/file/aselsan_tedarik_politikalari.pdf
- Buttle, F., & Maklan, S. (2019). Customer relationship management: Concepts and technologies (4th ed.). Routledge.
- Congressional Research Service (CRS). (2023). Department of Defense Contract Pricing (R47879). https://www.congress.gov/crs_external_products/R/PDF/R47879/R47879.1.pdf
- Defense Acquisition University (DAU). (t.y.). Life Cycle Cost (LCC). https://www.waru.edu/acquipedia-article/life-cycle-cost-lcc
- Dyer, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. Academy of Management Review, 23(4), 660–679.
- Federal Acquisition Regulation (FAR). (2026). FAR Part 16: Types of Contracts; Subpart 16.3 Cost-Reimbursement Contracts. https://www.acquisition.gov/far/part-16
- Hartley, K., & Bialos, J. P. (2003). Defense procurement and industrial policy. In T. Sandler & K. Hartley (Eds.), Handbook of defense economics (pp. 473–509). Elsevier.
- Jane's Defence Budgets. (2024). Global defence budget analysis 2024. IHS Markit.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). Marketing management (15. baskı). Pearson Education.
- Kotler, P., Rackham, N., & Krishnaswamy, S. (2006). Ending the war between sales and marketing. Harvard Business Review, 84(7–8), 68–78.
- LinkedIn Sales Solutions. (2023). State of sales 2023: The productivity imperative. LinkedIn Corporation.
- NATO. (2022). DIANA programme framework: Accelerating defence innovation in the alliance. North Atlantic Treaty Organization.
- Payne, A., & Frow, P. (2005). A strategic framework for customer relationship management. Journal of Marketing, 69(4), 167–176.
- Péria-Peigné, L. (2023). TB2 Bayraktar: Big strategy for a little drone. IFRI. https://www.ifri.org/sites/default/files/migrated_files/documents/atoms/files/peria-peigne_tb2_bayraktar_2023.pdf
- SAHA EXPO. (2024). SAHA EXPO 2024 Fuar Sonuç Raporu (Postshow Report). https://sahaexpo.com/storage/media/dosyalar/SAHA-EXPO-Postshow-Report-2024-Tr.pdf
- SAHA İstanbul. (2024). Türkiye savunma ve havacılık ekosistemi 2024 raporu. SAHA İstanbul Savunma Havacılık ve Uzay Kümelenmesi.
- Salesforce Research. (2023). State of sales, 5th edition: Insights and trends from 7,700+ sales professionals. Salesforce, Inc.
- SASAD. (2020). Aerospace and Defence Industry Performance Report 2019. SIPRI. https://www.sipri.org/sites/default/files/2020-07/turkey_2019_0.pdf
- SASAD. (2021). Aerospace and Defence Industry Performance Report 2020. SIPRI. https://www.sipri.org/sites/default/files/2021-11/turkey_2020.pdf
- SIPRI. (2024). SIPRI yearbook 2024: Armaments, disarmament and international security. Stockholm International Peace Research Institute.
- SSB - Savunma Sanayii Başkanlığı. (2024). Türk savunma ve havacılık sanayi 2024 raporu. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı.
- Yıldız, A. (2021). Türkiye savunma sanayisinde yerlilik politikaları ve tedarik zinciri dönüşümü. Güvenlik Stratejileri Dergisi, 17(37), 115–152.
- Öztürk, M. (2023). Türkiye savunma sanayisinde KOBİ-büyük firma ilişkileri: Ortaklık dinamikleri üzerine nitel bir analiz. Savunma Bilimleri Dergisi, 22(1), 1–28.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Goksel-GONULTAS.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Günümüz Savunma Sanayisine Alternatif Bir Senaryo: Mağara Kullanımı

YAZAR
Ayşe BALCI

TÜBİTAK TÜSSİDE

1. Giriş

Güvenlik ihtiyacı, tarihsel süreç boyunca devletlerin ve toplumların en temel önceliklerinden biri olmuştur. Değişen siyasal dengeler ve teknolojik dönüşümler, güvenlik anlayışını yalnızca konvansiyonel askerî kapasite ile sınırlı olmaktan çıkararak kritik altyapıların korunması, üretim sürekliliğinin sağlanması, sivil nüfusun emniyeti ve hibrit tehditlere karşı toplumsal/kurumsal dayanıklılık gibi çok boyutlu bir çerçeveye taşımıştır. Günümüz savaş ve kriz senaryoları; doğrudan cephe hattıyla sınırlı kalmayan; ekonomik, teknolojik ve lojistik sistemleri hedef alan karmaşık risk alanları üretmektedir. Bu durum, savunma kapasitesinin yalnızca ileri teknoloji silah sistemleriyle değil, aynı zamanda bu sistemleri destekleyen dirençli, gizlenebilir ve sürdürülebilir fiziksel altyapı modelleriyle tahkim edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Tarihsel Kullanım ve Koruma Avantajları

Bu bağlamda mağaralar, literatürde incelendiği üzere yalnızca doğal jeolojik oluşumlar değil; koruma, lojistik destek ve operational (operasyonel) süreklilik sağlayan çok katmanlı mekânsal altyapılar olarak öne çıkmaktadır. Antik dönem kuşatma tünellerinden Orta Çağ savunma yapılarındaki yeraltı geçitlerine, I. ve II. Dünya Savaşlarında geliştirilen karst temelli savunma sistemlerinden modern çatışma alanlarında kullanılan mağara ağlarına kadar uzanan tarihsel pratikler; yeraltı mekânlarının yüksek tehdit içeren ortamlarda dayanıklılık, gizlenme ve sürdürülebilirlik avantajı sunduğunu doğrulamaktadır. Mağaraların sunduğu doğal yalıtım, kamuflaj ve yüksek fiziksel koruma özellikleri; komuta-kontrol, mühimmat muhafazası ve personel barınması gibi kritik işlevlerin güvenli biçimde yürütülmesine tarihsel olarak imkân tanımıştır.

Stratejik Altyapı ve Savunma Sanayii

Savunma sanayii literatürü ise bu tarihsel birikimi stratejik bir çerçeveye oturtmaktadır. Güçlü ve sürdürülebilir bir savunma sanayii altyapısının, ülkelerin tam bağımsızlık ve caydırıcılık kapasitesinin temel unsuru olduğu; yerli üretim imkânlarının azami ölçüde kullanılması ve yüksek teknolojiye dayalı üretim ekosisteminin güçlendirilmesinin hayati önem taşıdığı vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım, sadece nihai silah sistemlerinin geliştirilmesini değil; aynı zamanda bu sistemlerin güvenli, dirençli ve kesintisiz biçimde üretileceği, depolanacağı ve konuşlandırılacağı alternatif altyapı modellerinin tasarımını da kapsamaktadır. Değişen muharebe konseptleri, hassas güdümlü mühimmatlar, hibrit tehditler ve KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) riskleri dikkate alındığında; üretim ve lojistik süreçlerinin yüzeydeki hassas altyapılara olan bağımlılıktan kurtarılması stratejik bir gereklilik hâline gelmektedir. Bu çerçevede yeraltı ve doğal mağara temelli kullanım senaryoları; üretim, depolama, lojistik ve konuşlanma eksenlerinde savunma sanayii ekosistemine entegre edilebilecek alternatif ve yüksek dirençli bir kapasite alanı sunmaktadır.

Araştırma Yöntemi ve Kapsamı

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden literatür taraması (doküman incelemesi) ve mekânsal analiz yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturmak, toplanan verileri analiz etmek ve anlamlandırmak amacıyla ilgili alanyazından bütüncül biçimde yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında Türkiye'deki doğal mağaraların coğrafi dağılımı, ölçekleri, morfometrik yapıları ve kullanım potansiyelleri incelenmiştir. Elde edilen jeolojik ve mekânsal veriler, savunma sanayinin öncelikli gereksinimleriyle karşılaştırılmış; *mikro üretim, mühimmat depolama, lojistik destek, askerî ve sivil sığınak oluşturma* ile *küçük birliklerin konuşlandırılması* gibi stratejik kullanım alanları değerlendirilmiştir. Çalışmanın temel amacı; olası bir kriz, gerginlik veya çatışma durumunda savunma sanayinin stratejik zayiatını azaltmak, üretim sürekliliğini güvence altına almak ve sivil-askerî can kayıplarını en aza indirecek altyapı önerileri sunmaktır.

Mağaraların Savunma Amaçlı Kullanımı

Elde edilen bulgular, uygun mühendislik düzenlemeleri ve iklimlendirme/havalandırma altyapılarıyla desteklendiğinde doğal mağaraların; elektronik-robotik bileşen montajından hafif silah ve hassas mühimmat parçalarına kadar belirli mikro üretim süreçlerinde güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca sabit iç ortam sıcaklığı, neme/çevresel etkilere karşı doğal yalıtım, tespiti zorlaştıran kamuflaj ve yüksek bombardıman dayanımı gibi özellikleri sayesinde mağaralar, mühimmat ve kritik teknolojilerin depolanmasında

stratejik bir alternatif sunmaktadır. Mağaraların doğal jeolojik yapısı, sığınak olarak kullanımda yüksek koruma seviyesi sağlarken; yeraltı ortamlarının sunduğu lojistik gizlilik ve tespit edilemezlik, bu alanların komuta merkezleri veya geçici konuşlanma üsleri olarak işlev görmesini mümkün kılmaktadır.

Sonuçlar ve Stratejik Katkılar

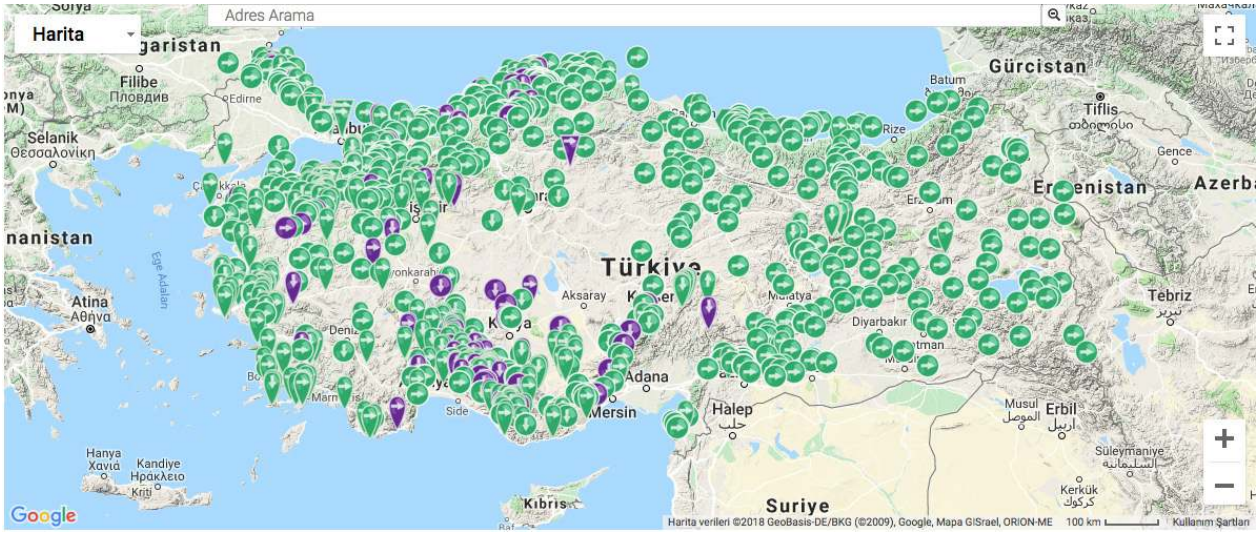
Sonuç olarak çalışma, Türkiye'nin zengin doğal mağara potansiyelinin savunma sanayi ekosistemine entegre edilmesine yönelik stratejik bir model önermekte; bu entegrasyonun millî savunma altyapısında kayda değer bir fiziksel dayanıklılık, operasyonel süreklilik ve güvenlik avantajı yaratacağını öngörmektedir.

Tablo 1. Türkiye'nin En Derin Mağaraları

Sıra	Mağara	Konum	Derinlik (m)	Uzunluk (m)
1	EGMA (Peynirlikönü)	Mersin / Anamur	1429	3118
2	Kuzgun	Kayseri / Yahyalı	1400	3187
3	Morca	Mersin / Anamur	1276	5714
4	Çukurpınar	Mersin / Anamur	1196	3350
5	Kuyukule	Isparta / Aksu	832	1231
6	Keş Dağı Düdeni	Kahramanmaraş / Onikişubat	728	1801
7	Subatağı	Kayseri / Yahyalı	643	1514
8	Sütlük	Adana / Pozantı	640	1317
9	Düdenağzı	Karaman / Başyayla	612	2528
10	Çem	Adana / Tufanbeyli	605	1069
11	Yaylacık / İnilti Pazarı	Antalya / Gündoğmuş	590	5929
12	Omalas	Antalya / Gündoğmuş	584	1378
13	Yarıkk	Antalya / Gazipaşa	553	1118
14	Keçili	Antalya / Gündoğmuş	712	1698
15	Yılanlıyurt	Adana / Pozantı	528	1866
16	Kocadağ İni	Kütahya / Merkez	458	(?)
17	Pınargözü	Isparta / Yenişarbademli	450 (+)	8950
18	Düdenyaya	Konya / Beyşehir	416	1511
19	Atlılar	Mersin / Gözne	410	1450
20	Çamlıköy	Adana / Pozantı	379	680

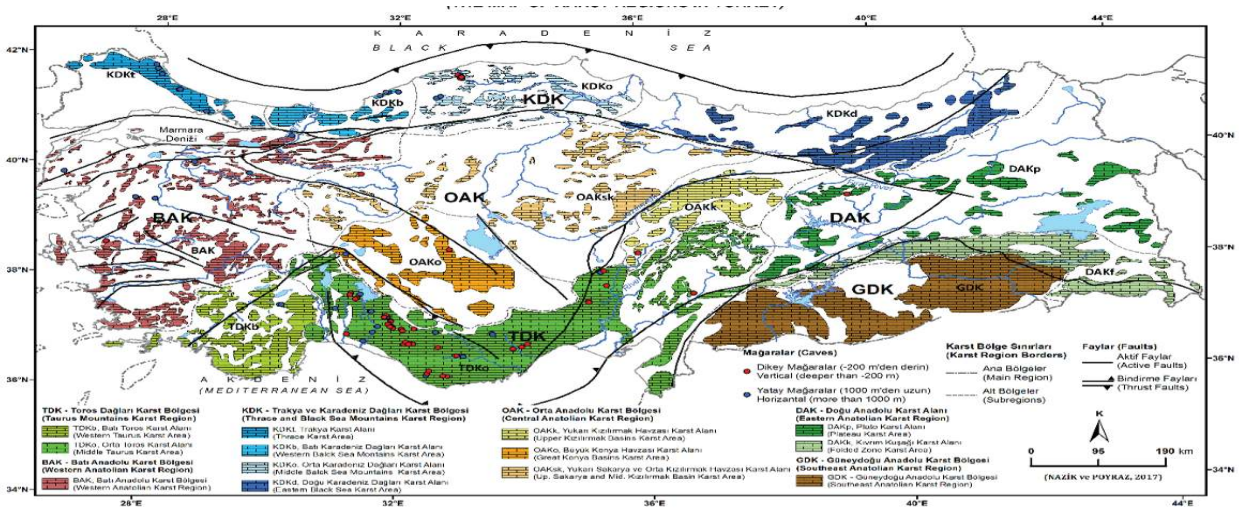
Kaynak: Türkiye Mağaracılık Federasyonu. (2021, 14 Aralık). Türkiye'nin en uzun ve en derin mağaraları. https://tumaf.org/turkiyenin-en-uzun-ve-en-derin-magaralari/

Şekil 1. Türkiye'deki Mağaraların Coğrafi Dağılışı



Kaynak: Türkiye Mağara Veritabanı. https://magara.org/app/login

Şekil 2. Türkiye'de Karst ve Mağara Gelişimine Uygun Kaya Topluluklarının Dağılımı ve Bu Kayalar Üzerinde Gelişen Karst Bölgeleri Haritası



Kaynak: Nazik, L., & Bayari, S. (2018). Mağara zengini ülke: Türkiye. Mavi Gezegen, (24), s.8

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	YÖNTEM
Ayşe BALCI	TÜBİTAK TÜSSİDE	Literatür taraması (doküman incelemesi) · mekânsal analiz yaklaşımı

İNCELEME KONUSU
Günümüz Savunma Sanayisine Alternatif Bir Senaryo: Mağara Kullanımı

KAPSAM
Türkiye'deki doğal mağaraların coğrafi dağılımı, ölçekleri, morfometrik yapıları ve kullanım potansiyelleri

AMAÇ
Savunma sanayinin stratejik zayiatını azaltmak, üretim sürekliliğini güvence altına almak ve sivil-askerî can kayıplarını en aza indirecek altyapı önerileri sunmaktır.

Kaynakça

- Ak, T. (2022). İç güvenlikte yer altı, tünel ve mağara operasyonları ile yönetimi. *SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi, 32*(1), 139–158.
- Akıncı, E. (2007). *Türk savunma sanayiinde teknoloji ve strateji* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Xpx_d_2OS8igWR-iwKWiiw&no=eHyC6_zDsOirnnVyyY8hBw
- Al Jazeera. (2026). *Inside Qeshm, Iran's underground missile fortress and geological marvel.* https://www.aljazeera.com/features/2026/3/17/inside-qeshm-irans-underground-missile-fortress-and-geological-marvel
- Banks, I. (2014). Digging in the dark: The underground war on the Western Front in World War I. *Journal of Conflict Archaeology, 9*(3), 156–176.
- Bartolomeu, J. P. S. (2020). Operations in subterranean systems: Terrain and weather variable. *Security & Defence Quarterly, 29*, 39–60.
- Biricik, A. S. (2009). *Fiziki coğrafya: Jeomorfoloji ile hidrolojinin temel prensipleri ve araştırma yöntemleri*. Gonca Yayınevi.
- Erinç, S. (2001). *Jeomorfoloji II* (13. bs.). Der Yayınevi.
- Ho, Y.-K., Shum, K.-W., & Wong, J. C.-F. (2016). Strategic use of rock caverns and underground space for sustainable urban development of Hong Kong. *Procedia Engineering*.
- Hoşgören, M. Y. (2010). *Jeomorfolojinin ana çizgileri I* (7. bs.). Çantay Kitabevi.
- Huber, T. M. (1990). *Japan's battle of Okinawa, April–June 1945* (Leavenworth Papers No. 18). Combat Studies Institute, U.S. Army Command and General Staff College.
- Hürriyet. (2019, 3 Haziran). Mağaralara kamikaze drone'lar. https://www.hurriyet.com.tr/gundem/magaralara-kamikaze-dronelar-41234083
- Karakuş, A. (2006). *Türk savunma sanayiinin gelişimi, Türkiye'nin savunma harcamalarının boyutları ve bazı NATO ülkeleri ile karşılaştırmalı ekonometrik analizi.* Kara Harp Okulu Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Konietzky, H., & Zhao, J. (2024). *Usage of underground space*. TU Bergakademie Freiberg, Geotechnical Institute.
- Mushynsky, J., McKinnon, J., & Camacho, F. (2019). The archaeology of World War II karst defences in the Pacific. *Journal of Conflict Archaeology*.
- NATO. (2025). *Emerging and disruptive technologies*. https://www.nato.int/en/what-we-do/deterrence-and-defence/emerging-and-disruptive-technologies
- Nazik, L., & Bayari, S. (2018). Mağara zengini ülke: Türkiye. *Mavi Gezegen, 24*.
- Pekkan, E. (2018). Mağara araştırma ve haritalama yöntemleri. *Mavi Gezegen, 24, 37.*
- Petchey, P. (2015). Second World War Japanese defences on Watom Island, Papua New Guinea. *Journal of Conflict Archaeology, 10*(1), 29–51.
- Savunma Sanayii Başkanları Derneği. (2025, 11 Nisan). Pençe-Kilit bölgesindeki terörist mağaraları birer birer ortaya çıkarılıyor. https://www.savunmasanayi.org/pence-kilit-bolgesindeki-teroristmagaralari-birer-birer-ortaya-cikariliyor/
- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2024). *2024–2028 savunma sanayii sektörel strateji dokümanı*.
- Springer, P. J. (2015, April). Fighting under the earth: The history of tunneling in warfare. Foreign Policy Research Institute.
- Tarçın, U. (2024). Savunma Sanayi için Yeni Trendler 2024. Savunma Sanayi Firmaları İçin Yeni Trendler, 4.
- Taşkıran, H. (2018). Prehistorik arkeoloji ve mağaralar. *Mavi Gezegen, 24*, 62–63.
- Tekaslan, Ö., Arı, A., & Aksal, Z. (2025). Türkiye'de savunma sanayinde kullanılan stratejik ürünler. MÜSİAD Savunma Sanayi Sektör Kurulu. ISBN 978-625-95604-8-9.
- Tsurtsumia, M. (2015). Medieval Georgian poliorcetica. *Historia i Świat, 4*, 175–203.
- Türkiye Mağaracılık Federasyonu. (2021, 14 Aralık). Türkiye'nin en uzun ve en derin mağaraları. https://tumaf.org/turkiyenin-en-uzun-ve-en-derin-magaralari/
- Türkiye Mağara Veritabanı. https://magara.org/app/login
- U.S. Army. (2019). *ATP 3-21.51 Subterranean operations*. Department of the Army.
- U.S. Department of Energy. (t.y.). *SPR storage sites*. https://www.energy.gov/hgeo/opr/spr-storage-sites
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. bs.). Seçkin Yayıncılık.
- Yakıcı Öksüz, Z., & Öztürk, D. (2020). *Türkiye'de savunma sanayinin sanayi sektörünün gelişim sürecindeki rolü*. Umuttepe Yayınları.

PROJE BAĞLANTISI

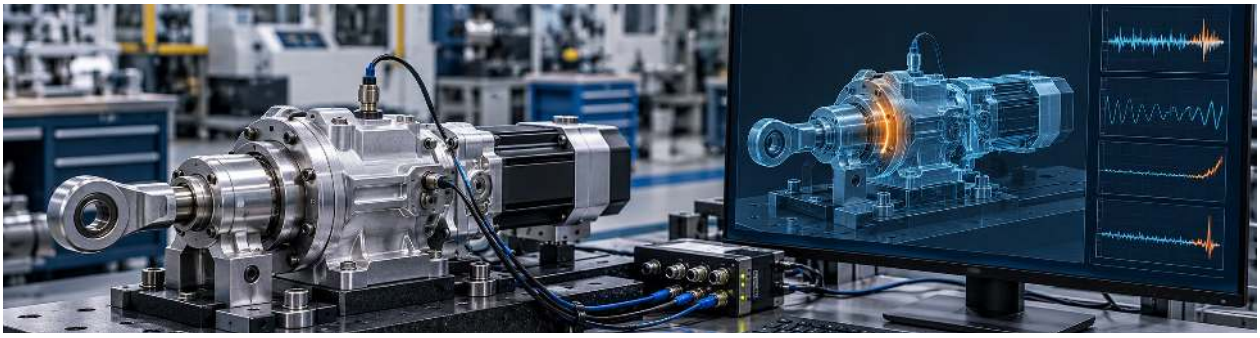
https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Ayse-BALCI-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayiinde Dijital İkiz Teknolojisinin Üretim Verimliliği ve Risk Yönetimine Etkisi

YAZAR
Gökhan SOYLU

MEKATRONİK ŞİRKETLER GRUBU



1. Giriş

Savunma sanayii; yüksek kalite standartları, karmaşık üretim süreçleri, sıfıra yakın hata toleransı, sıkı izlenebilirlik gereksinimleri ve güvenlik odaklı yapısı nedeniyle dijital dönüşüm teknolojilerinin en yoğun uygulandığı sektörlerden biridir. Artan rekabet koşulları, maliyet baskıları, karmaşık tedarik zincirleri ve operasyonel riskler, üretim süreçlerinin daha etkin yönetilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Bu kapsamda dijital ikiz (Digital Twin – DT) teknolojisi, fiziksel üretim sistemlerinin gerçek zamanlı olarak dijital ortamda modellenmesine, izlenmesine ve analiz edilmesine olanak sağlayarak üretim verimliliğinin artırılması ve risklerin proaktif biçimde yönetilmesi açısından önemli bir çözüm sunmaktadır. Ancak dijital ikiz literatürü ağırlıklı olarak büyük ölçekli işletmeler ve seri üretim yapan sektörler üzerinden gelişmiş olup düşük hacimli ve yüksek çeşitlilikli üretim yapan savunma sanayii KOBİ'lerine yönelik uygulamalı çalışmalar sınırlı kalmaktadır.

Araştırmanın Kapsamı ve Amacı

Bu çalışma, savunma sanayiinde faaliyet gösteren ve kimliği anonimleştirilmiş KOBİ ölçeğindeki bir tedarikçi işletmede dijital ikiz teknolojisinin üretim verimliliği, operasyonel risk yönetimi ve tedarik zinciri güvenilirliği üzerindeki etkilerini inceleyen uygulamalı bir vaka çalışmasıdır. Araştırmada dijital ikiz teknolojisi yalnızca teknik bir otomasyon aracı olarak değil; aynı zamanda veri temelli karar almayı, kurumsal dijital dönüşümü ve sürdürülebilir rekabet avantajını destekleyen stratejik bir yönetim sistemi olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda çalışma, dijital ikiz uygulamasının işletmenin operasyonel, finansal ve yönetsel performansında ne düzeyde değişim yarattığı ve bu değişimin hangi kurumsal koşullara bağlı olduğu sorularına yanıt aramaktadır.

Araştırma Yöntemi ve Dijital İkiz Altyapısı

Araştırmada nicel performans göstergeleri ile nitel bulguları bir arada kullanan karma yöntemli bir vaka analizi tasarımı benimsenmiştir. İncelenen işletmede dijital ikiz altyapısı; IoT tabanlı sensörler, ERP sistemi, bulut tabanlı veri yönetimi, dijital modelleme, simülasyon uygulamaları ve gerçek zamanlı gösterge panellerinden oluşan bütünleşik bir mimari üzerine kurulmuştur. Çalışmada kullanılan veriler, Ocak 2025–Mart 2026 dönemini kapsayan 15 aylık operasyonel süreçten elde edilmiştir. Veriler; gerçek zamanlı sensör kayıtları, ERP performans göstergeleri, dijital ikiz simülasyon çıktıları, saha gözlemleri ve yarı yapılandırılmış yönetici görüşmeleri aracılığıyla toplanmış, literatür ve sektör raporlarıyla desteklenmiştir.

Araştırma kapsamında üretim çevrim süresi, Genel Ekipman Etkinliği (Overall Equipment Effectiveness – OEE), enerji tüketimi, malzeme israfı, plan dışı duruş süreleri, kalite göstergeleri, bakım maliyetleri, yatırım getirisi (ROI) ve karar alma süreçlerine ilişkin performans ölçütleri, uygulama öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra SWOT analizi, süreç akış analizi ve risk değerlendirme matrisi kullanılarak dijital ikiz uygulamasının kurumsal etkileri bütüncül bir bakış açısıyla incelenmiştir.

Üretim Verimliliği Bulguları

Araştırma bulguları, dijital ikiz uygulamasının ardından üretim performansında belirgin bir iyileşme gerçekleştiğini göstermektedir. Uygulama sonrası dönemde üretim çevrim süresinde yaklaşık %17 azalma gözlenirken OEE değeri %12,8 artmıştır.

Enerji tüketiminde %11,4, malzeme israfında %9,2 oranında azalma gerçekleşmiş; personel verimliliğinde ise %14 artış elde edilmiştir. Dijital ikiz destekli simülasyonlar sayesinde üretim hattındaki darboğazlar önceden belirlenmiş, kaynak kullanımı optimize edilmiş ve süreçlerin görünürlüğü artırılmıştır.

Operasyonel Riskler ve Kestirimci Bakım

Risk yönetimi açısından değerlendirildiğinde, plan dışı duruş sürelerinde %28 azalma sağlanmış; kestirimci bakım uygulamaları sayesinde arızaların %65'i oluşmadan önce tespit edilmiştir. İlk seferde doğru üretim oranı yükselirken yeniden işleme ve test tekrar oranlarında önemli düşüşler gözlenmiştir. Ayrıca makine arızaları, kalite sapmaları ve tedarik gecikmeleri gibi operasyonel risklerin erken tespit edilmesiyle üretim sürekliliği ve tedarik zinciri güvenilirliği güçlenmiştir.

Finansal Performans ve Yatırım Getirisi

Finansal analiz sonuçları da dijital ikiz uygulamasının işletmeye önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. Bakım, kalite ve enerji maliyetlerindeki düşüşlerin etkisiyle toplam üretim maliyetinde yaklaşık %10 oranında iyileşme sağlanmış; yıllık yatırım getirisi (ROI) %42,9, buna karşılık gelen geri dönüş süresi ise yaklaşık 2,3 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, dijital ikiz yatırımlarının yalnızca operasyonel değil finansal açıdan da sürdürülebilir ve katma değer yaratan stratejik yatırımlar olabileceğine işaret etmektedir.

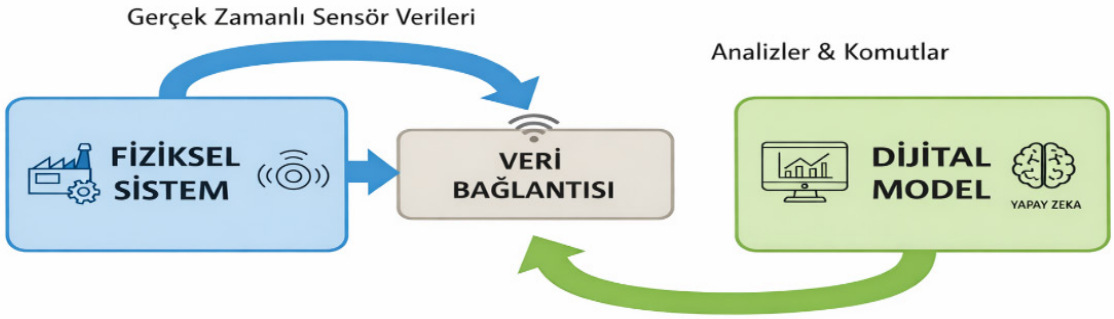
Veri Temelli Yönetim ve Kurumsal Dönüşüm

Yönetsel açıdan değerlendirildiğinde ise gerçek zamanlı veri erişimi sayesinde karar alma süresi %57 oranında kısalmış, veri temelli karar alma kültürü güçlenmiş ve yönetici görüşmelerine göre çalışanların dijital sistemlere uyumu yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Araştırma sonuçları, dijital ikiz teknolojisinin yalnızca üretim süreçlerini iyileştirmediğini; aynı zamanda organizasyonel öğrenme, kurumsal dönüşüm, yönetsel etkinlik ve rekabet avantajını destekleyen bütünleşik bir dijital yönetim platformu işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır.

Sonuçlar ve Uygulama Koşulları

Sonuç olarak, dijital ikiz teknolojisinin savunma sanayii üretim sistemlerinde verimlilik artışı, operasyonel risklerin azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi ve veri temelli karar alma süreçlerinin geliştirilmesi açısından önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte teknolojinin başarıyla uygulanabilmesi için güçlü dijital altyapı, ERP ve IoT entegrasyonu, nitelikli insan kaynağı, etkin değişim yönetimi ve kurumsal dijital dönüşüm kültürünün birlikte geliştirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Savunma sanayiine özgü olarak, bulut tabanlı veri yönetiminde siber güvenlik ve gizlilik gereksinimlerinin karşılanması da uygulamanın ön koşulları arasında yer almaktadır. Tek bir işletmeye dayanan vaka tasarımı nedeniyle bulguların genellenebilirliği sınırlı olup gözlenen iyileşmelerin bir kısmı eş zamanlı diğer süreç iyileştirmelerinden de kaynaklanmış olabilir; bu nedenle sonuçların farklı ölçek ve alt sektörlerdeki işletmelerle sınanması; kontrol grubu içeren ve daha uzun izleme sürelerine dayanan araştırma tasarımlarıyla desteklenmesi önerilmektedir. Çalışmanın, özellikle savunma sanayiinde faaliyet gösteren KOBİ ölçeğindeki işletmeler için dijital ikiz teknolojisinin uygulanmasına yönelik yol gösterici bir çerçeve sunduğu ve literatüre uygulama temelli bir katkı sağladığı düşünülmektedir.

Şekil 1. Dijital İkiz (Digital Twin – DT) Veri Akış Modeli



Kaynak: Siemens Digital Industries Software'in MindSphere ve Teamcenter teknik dokümantasyonları temel alınarak yazar tarafından uyarlanmıştır (Siemens Digital Industries Software, 2024a, 2024b)..

Tablo 1. Geleneksel Üretim ile Dijital İkiz Destekli Sistemlerin Karşılaştırılması

Kriter	Geleneksel Yöntem	Dijital İkiz Destekli Yöntem
Veri Toplama	Manuel / gecikmeli	Gerçek zamanlı sensör verisi
Arıza Yönetimi	Reaktif (sorun sonrası)	Proaktif (tahmine dayalı)
Görünürlük	Sınırlı, parçalı	Entegre, merkezi
Süreç Kontrolü	Dönemsel raporlama	Anlık izleme ve optimizasyon
Risk Azaltımı	Tepkisel tedbir	Önleyici kontrol mekanizmaları

Kaynak: Grieves ve Vickers (2017), Kritzinger ve ark. (2018), Negri ve ark. (2017), Tao ve ark. (2019) ile Siemens Digital Industries Software (2024) tarafından yayımlanan dijital ikiz ve Endüstri 4.0 yaklaşımlarından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur..

Tablo 2. Dijital İkiz Uygulama Zaman Çizelgesi

Aşama	Dönem	Gerçekleştirilen Faaliyetler	Somut Çıktı / Örnek
Hazırlık	2020 Q1–Q2	Üretim hatlarının analiz edilmesi, sensör ihtiyacının belirlenmesi	Mekanik montaj hattında 12 kritik ölçüm noktası tespit edilmiştir
Pilot	2020 Q3–Q4	IoT sensörlerinin kurulumu ve veri toplama altyapısının oluşturulması	Sıcaklık, titreşim ve enerji verileri ilk kez gerçek zamanlı izlenmiştir
Test	2021 Q1–Q3	Dijital model ile fiziksel sistemin karşılaştırılması ve validasyon	Üretim süresinde %12 iyileşme sağlayan darboğaz noktası belirlenmiştir
Eğitim	2021 Q4–2022 Q2	Kullanıcı eğitimleri ve dashboard kullanımının yaygınlaştırılması	Üretim mühendislerinin %85'i sistemi aktif kullanmaya başlamıştır
Uygulama	2022 Q3+	Sistem tüm hatlara yaygınlaştırılmış ve ERP entegrasyonu sağlanmıştır	Kestirimsel bakım sayesinde arızaların %65'i önceden tespit edilmiştir

Kaynak: Proje uygulama verilerine dayanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2'de görüldüğü üzere, dijital ikiz uygulaması kademeli olarak ilerlemiş ve her aşamada ölçülebilir performans çıktıları elde edilmiştir.

Tablo 3. Kaynak Kullanım Verimliliği Karşılaştırması (Öncesi – Sonrası)

Gösterge	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası	Değişim (%)	Açıklama / Etki
Enerji Tüketimi (kWh/ürün)	100	88,6	-11,4	Enerji kullanımında optimizasyon sağlanmıştır
Malzeme İsrafı (%)	9,8	8,9	-9,2	Üretim hatalarının azalması ile malzeme kaybı düşmüştür
Personel Verimliliği (ürün/saat)	10	11,4	14,0	İş gücü kullanımında verimlilik artışı sağlanmıştır

Not: Veriler Ocak 2025 – Mart 2026 dönemine ait operasyonel verilerin ortalama değerleri üzerinden hesaplanmıştır.

Kaynak: Deloitte'un üretim optimizasyonu ve kaynak verimliliği modellerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur (Deloitte, 2023).

Tablo 4. Kalite Performansı Karşılaştırması (Öncesi – Sonrası)

Gösterge	Uygulama Öncesi (%)	Uygulama Sonrası (%)	Değişim (%)	Açıklama / Etki
First Pass Yield (İlk Seferde Doğru Üretim)	88	95	8	Hatalı üretim oranı azalmış, ilk seferde doğru üretim artmıştır
Rework Oranı	12	5	-58,3	Yeniden işleme ihtiyacı önemli ölçüde azalmıştır
Test Tekrar Oranı	8,4	3,2	-61,9	Test süreçlerindeki hata oranı düşmüştür

Not: Veriler Ocak 2025 – Mart 2026 dönemine ait operasyonel verilerin ortalama değerleri üzerinden hesaplanmıştır.

Kaynak: General Electric'in kalite ve üretim optimizasyonu modellerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur (General Electric, 2018).

Tablo 5. Karar Alma Süreçleri Performans Karşılaştırması (Öncesi – Sonrası)

Gösterge	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası	Değişim (%)	Açıklama / Etki
Ortalama Karar Alma Süresi (gün)	4,2	1,8	-57,1	Gerçek zamanlı veri erişimi sayesinde karar süreçleri hızlanmıştır
Veri Tabanlı Karar Oranı (%)	42	78	85,7	Veri analitiği kullanımının artmasıyla karar kalitesi yükselmiştir
Karar Doğruluk Oranı (%)	70	88	25,7	Simülasyon destekli analizler ile hata oranı azalmıştır

Kaynak: Tablo, McKinsey & Company'nin veri temelli karar alma modellerinden yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur (McKinsey & Company, 2022).

Tablo 6. Çalışan Uyum ve Algı Göstergeleri (Uygulama Sonrası Değerlendirme)

Gösterge	Değer (%)	Açıklama / Etki
Sistem Kullanım Memnuniyeti	87	Kullanıcılar dijital ikiz sistemini etkin ve faydalı bulmaktadır
Veri Güvenilirliği Algısı	91	Üretim verilerine duyulan güven artmıştır
Karar Kalitesinde İyileşme Algısı	82	Karar süreçlerinin daha doğru ve hızlı olduğu değerlendirilmiştir
Sistem Kullanım Oranı	85	Çalışanların büyük bölümü sistemi aktif kullanmaktadır

Kaynak: Tablo, Deloitte'un organizasyonel dönüşüm ve dijital adaptasyon çalışmalarından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur (Deloitte, 2023).

Tablo 7. Dijital İkiz Uygulamasının Genel Etki Özeti

Performans Alanı	Gösterge	İyileşme Oranı (%)	Açıklama / Etki
Üretim Verimliliği	Çevrim Süresi	-17	Üretim süresi kısalmış, kapasite kullanımı artmıştır
Üretim Verimliliği	OEE	12,8	Genel ekipman etkinliği artmıştır
Kaynak Verimliliği	Enerji Tüketimi	-11,4	Enerji kullanımında optimizasyon sağlanmıştır
Risk Yönetimi	Plan Dışı Duruşlar	-28	Üretim sürekliliği artmıştır
Risk Yönetimi	Kalite Sapmaları	-62	Hatalı üretim oranı önemli ölçüde düşmüştür
Maliyet	Toplam Üretim Maliyeti	-9,7	Operasyonel maliyetler azalmıştır
Yönetim	Karar Alma Süresi	-57	Karar süreçleri hızlanmıştır

Kaynak: Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara dayanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR / UNVAN	KURUM	YÖNTEM
Gökhan SOYLU	Mekatronik Şirketler Grubu	Karma yöntemli bir vaka analizi tasarımı

İNCELEME KONUSU
Savunma Sanayiinde Dijital İkiz Teknolojisinin Üretim Verimliliği ve Risk Yönetimine Etkisi

İNCELEME ALANLARI
Üretim verimliliği, operasyonel risk yönetimi ve tedarik zinciri güvenilirliği

VERİ KAYNAKLARI
Gerçek zamanlı sensör kayıtları, ERP performans göstergeleri, dijital ikiz simülasyon çıktıları, saha gözlemleri ve yarı yapılandırılmış yönetici görüşmeleri

Kaynakça

- ASELSAN. *Faaliyet Raporu 2023*. Ankara, 2024.
- Deloitte. *Digital Twin: Driving Innovation in Manufacturing*. London: Deloitte Insights, 2020.
- Gartner. *Top Strategic Technology Trends: Digital Twin*. Stamford, CT: Gartner Research, 2021.
- General Electric. *Digital Twin: The Industrial Internet Revolution*. Boston: GE Digital, 2019.
- Kritzinger, Werner, et al. "Digital Twin in Manufacturing: A Categorical Literature Review." *IFAC-PapersOnLine* 51, no. 11 (2018): 1016–1022.
- Roketsan. *Faaliyet Raporu 2023*. Ankara, 2024.
- Savunma Sanayii Başkanlığı. *Savunma Sanayii Sektör Raporu*. Ankara, 2023.
- Siemens. *Digital Twin in Manufacturing: Industry Applications*. Munich: Siemens AG, 2022.
- Siemens MindSphere. *Product Documentation and Architecture Overview*. 2023.
- Siemens Teamcenter. *PLM Integration for Digital Twin Systems*. 2023.
- Tao, Fei, and Qinglin Qi. "Make More Digital Twins." *Nature* 573 (2019): 490–491.
- TUSAŞ. *Annual Report 2023*. Ankara, 2024.
- World Economic Forum. (2022). *Digital twins for sustainable manufacturing*. WEF Report.

PROJE BAĞLANTISI
https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Gokhan-SOYLU.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Yerli Savunma Girişimlerinde Liderlik ve Kurumsal Kültürün İnsan Kaynağına Etkisi

YAZAR
Ceyda Gül TAŞÇI

TEKOM



1. Giriş

Bu araştırma, Türkiye'de faaliyet gösteren yerli savunma sanayii işletmelerinde benimsenen liderlik yaklaşımlarının ve kurumsal kültürün insan kaynakları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan nitel ve literatüre dayalı kavramsal bir çalışmadır. Savunma sanayii; ileri teknoloji odaklı üretim, yüksek güvenlik ve gizlilik standartları, uzun soluklu AR-GE ve proje süreçleri ile sıkı düzenleyici çerçeveler gibi özgün nitelikleri nedeniyle diğer sektörlerden belirgin biçimde ayrışmaktadır. Bu stratejik yapı içerisinde liderlik anlayışı ve örgüt kültürü, çalışanların motivasyonunu, örgütsel bağlılığını ve iş yapma biçimlerini doğrudan şekillendiren temel dinamikler olarak öne çıkmaktadır. Çalışmanın temel amacı, söz konusu işletmelerde sergilenen liderlik tarzları ile yerleşik kurumsal kültürün; çalışan motivasyonu, performansı ve örgütsel bağlılık üzerindeki olası etkilerini teorik ve kavramsal düzeyde ortaya koymaktır.

Araştırma Yöntemi ve Kavramsal Çerçeve

Araştırmada birincil veri toplama yöntemlerine (anket, mülakat veya saha çalışması) başvurulmamış; inceleme tamamen ikincil kaynaklar üzerinden yürütülmüştür. Bu doğrultuda ulusal ve uluslararası akademik yayınlar, kitaplar, lisansüstü tezler ile sektörel raporlar sistematik bir taramayla incelenmiş; elde edilen veriler nitel içerik analizi ve doküman incelemesi yaklaşımlarıyla değerlendirilmiştir. Liderlik kuramları, örgüt kültürü modelleri ve insan kaynakları yönetimi literatürü karşılaştırmalı bir perspektifle ele alınarak ortak kavramlar ve tekrar eden temalar üzerinden bütüncül bir analiz çerçevesi kurgulanmıştır.

Liderlik Tarzları ve Çalışan Motivasyonu

Literatürden elde edilen bulgular, özellikle dönüşümcü (*transformational*) ve katılımcı (*participative*) liderlik yaklaşımlarının çalışan motivasyonu, kurumsal bağlılık ve yenilikçi iş davranışı üzerinde anlamlı olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Bu liderlik tarzlarının ortak bir vizyon inşası, bireysel gelişimin desteklenmesi ve güven temelli bir örgüt ikliminin oluşturulması açısından stratejik avantajlar sağladığı görülmektedir. Bununla birlikte, savunma sektörünün yapısal zorunlulukları olan hiyerarşi, disiplin ve güvenlik hassasiyeti; merkezi veya bürokratik yönetim unsurlarının tamamen ortadan kaldırılmasını kısıtlamaktadır. Ancak yalnızca otorite ve kontrol odaklı geleneksel yönetim anlayışlarının, uzun vadede nitelikli insan kaynağının bağlılığı ile yaratıcılığı üzerinde sınırlayıcı etkiler doğurabileceği değerlendirilmektedir.

Kurumsal Kültür ve Örgütsel Değerler

Kurumsal kültür açısından bakıldığında; disiplin, kalite bilinci, yüksek sorumluluk ve güvenlik hassasiyeti savunma sanayii işletmelerinin çekirdek değerlerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte küresel rekabet ve dijital/teknolojik dönüşümün etkisiyle yenilikçilik, disiplinlerarası ekip çalışması ve sürekli öğrenme gibi değerlerin de kültürel dokuya giderek daha fazla entegre olduğu gözlemlenmektedir. Örgütsel değerlerin açıkça tanımlanması ve kurum genelinde tutarlı biçimde aktarılması aidiyet

duygusunu pekiştirirken; kültürel belirsizlikler veya birimler arası algı farklılıkları uyum sorunlarına ve çalışan memnuniyetsizliğine yol açabilmektedir.

Liderlik ve Kültür Uyumu

Çalışmanın vurguladığı kritik unsurlardan biri, liderlik davranışları ile örgüt kültürü arasındaki uyumun (*person-organization fit*) insan kaynakları çıktıları üzerindeki belirleyici rolüdür. Yöneticilerin sergilediği tutum ve uygulamalar, kurumun ilan ettiği kültürel değerlerle örtüştüğünde çalışanlar nezdinde daha adil, tutarlı ve güvenilir bir yönetim algısı şekillenmektedir. Bu bütünlük; çalışanların proaktif sorumluluk üstlenmelerini, kurumsal sadakatlerinin artmasını ve yenilik süreçlerine etkin katılımlarını desteklemektedir.

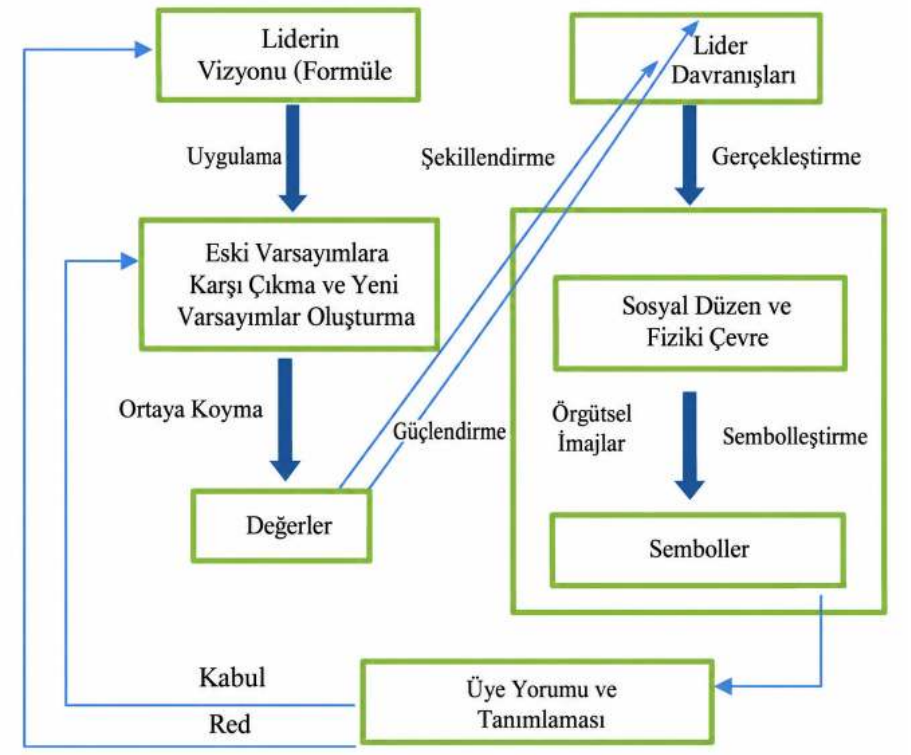
İnsan Kaynakları İçin Yönetim Önerileri

Araştırma sonuçları, savunma sanayiinde insan kaynağının yalnızca teknik uzmanlık boyutuyla değil; psikolojik ihtiyaçlar, iletişim kalitesi ve örgütsel aidiyet ekseninde de bütüncül olarak yönetilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda; liderlik geliştirme programlarının yaygınlaştırılması, yöneticilerin geri bildirim ve iletişim yetkinliklerinin artırılması ve çalışan katılımını teşvik edecek örgütsel mekanizmaların kurulması önerilmektedir. Ayrıca kurumsal değerlerin günlük operasyonel süreçlere yansıtılması ve yeni katılan personel için sistemli oryantasyon/uyum programlarının tasarlanması, kültürel sürdürülebilirliği destekleyecektir.

Sonuçlar ve Stratejik Katkılar

Sonuç olarak bu çalışma, yerli savunma sanayii işletmelerinde liderlik ile kurumsal kültürün insan kaynağı üzerindeki etkisini teorik düzeyde ele alan kapsayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Bulgular, liderlik yaklaşımları ile kurumsal kültürün eş güdümlü yönetilmesinin çalışan motivasyonunu, performansını ve yenilik kapasitesini doğrudan yükselteceğini göstermektedir. Bu doğrultuda araştırmadan elde edilen bulgu ve değerlendirmelerin; Türkiye'deki savunma sanayii literatürüne özgün ve nitelikli katkılar sunması, bunun yanı sıra yerli savunma ekosisteminin sürdürülebilir gelişimine yön veren stratejik bir perspektif kazandırması amaçlanmaktadır. Çalışma, literatüre sunduğu teorik katkının yanı sıra savunma sanayii yöneticileri ve insan kaynakları profesyonelleri için stratejik bir yol haritası niteliği taşımaktadır.

Şekil 1: Örgüt Kültürü Değişiminde Liderin Rolü



Kaynak : (George vd., 1999, aktaran Baytok, 2006)

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Ceyda Gül TAŞÇI	TEKOM	Nitel içerik analizi · doküman incelemesi
	İNCELEME KONUSU: Yerli Savunma Girişimlerinde Liderlik ve Kurumsal Kültürün İnsan Kaynağına Etkisi		
	İNCELEME EKSENİ: Çalışan motivasyonu, performansı ve örgütsel bağlılık		
	VERİ / KAYNAK: Ulusal ve uluslararası akademik yayınlar, kitaplar, lisansüstü tezler ile sektörel raporlar		

Kaynakça

- Alpkan, L., Dilek, H., & Bozlağan, R. (2005). Liderlik tarzlarının güven ve adalet algısı yoluyla örgütsel bağlılık, iş tatmini ve örgütsel vatandaşlık davranışı üzerine etkileri. *Savunma Bilimleri Dergisi*. https://doi.org/10.17134/sbd.69829
- Anadolu Ajansı. (2022, September 15). İstanbul İnsan Kaynakları Forumu: Savunma sanayiinde yetenek yönetimi paneli. https://www.aa.com.tr/tr/gundem/istanbul-insan-kaynaklari-forumunda-savunma-sanayiinde-yetenek-yonetimi-paneli-duzenlendi/3083619
- ASELSAN. (2022). *Faaliyet raporu 2022*. https://www.aselsan.com
- ASELSAN. (2023). *Faaliyet raporu 2023*. https://www.aselsan.com
- Avolio, B. J., Zhu, W., Koh, W., & Bhatia, P. (2004). Transformational leadership and organizational commitment: Mediating role of psychological empowerment and moderating role of structural distance. *Journal of Organizational Behavior, 25*(8), 951–968.
- Bass, B. M. (1985). *Leadership and performance beyond expectations*. Free Press.
- Bass, B. M., & Avolio, B. J. (1994). *Improving organizational effectiveness through transformational leadership*. Sage Publications.
- Bass, B. M., & Riggio, R. E. (2006). Transformational leadership (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Baykar. (2023). Kurumsal bilgiler ve teknoloji geliştirme faaliyetleri. https://www.baykartech.com
- Baytok, A. (2006). Örgüt kültürünün oluşumunda liderin rolü. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(16), 1–17.
- Brandão, F., & Bruno-Faria, M. F. (2013). Organizational culture, leadership, and creativity in organizations: A systematic review. *Revista de Administração Contemporânea, 17*(6), 1–23.
- Denison, D. R. (1990). *Corporate culture and organizational effectiveness*. Wiley.
- European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. (2019). Leadership style and employee attitudes in Turkish management culture. https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.01.02.36
- George, G., Sleeth, R. G., & Siders, M. A. (1999). Organizing culture: Leader roles, behaviors, and reinforcement mechanisms. *Journal of Business and Psychology, 13*(4).
- Günsel, N. (2024). *Savunma sanayii şirketinde yetenek yönetimi sisteminin değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi).
- Hartnell, C. A., Ou, A. Y., & Kinicki, A. (2011). Organizational culture and effectiveness: A meta-analytic investigation. *Journal of Applied Psychology, 96*(4), 677–694.
- Kaya, H., & Arslan, M. (2020). Savunma sanayinde yerli girişimlerin rekabet gücü. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 16*(2), 321–340.
- Koçak, R. D., & Demir, S. (2019). *Organizational culture and the Turkish military*. THK Üniversitesi Yayınları.
- Kotter, J. P., & Heskett, J. L. (1992). *Corporate culture and performance*. Free Press.
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (2004). What should we do about motivation theory? *Academy of Management Review, 29*(3), 388–403.
- Murugan, G. A. (2023). Leadership and HRM: A review of the relationship between leadership styles and employee outcomes.
- Northouse, P. G. (2022). *Leadership: Theory and practice* (9th ed.). Sage Publications.
- OECD. (2022). *OECD reviews of innovation policy: Türkiye*. OECD Publishing.
- O'Reilly, C. A., Chatman, J., & Caldwell, D. F. (1991). People and organizational culture: A profile comparison approach. *Academy of Management Journal, 34*(3), 487–516.
- Ogbonna, E., & Harris, L. C. (2000). Leadership style, organizational culture and performance. *International Journal of Human Resource Management, 11*(4), 766–788.
- Savunma sanayi üzerine anket çalışması. (2025). *6. Liderlik Akademisi & Yönetim Kongresi*.
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Stockholm International Peace Research Institute. (2023). Trends in international arms industry and innovation. https://www.sipri.org
- Şahbaz, A., & Keçili, M. F. (2025). 2000 yılı sonrası Türk savunma sektörü ve geliştirilen stratejilerin incelenmesi. *Lapseki MYO Uygulamalı Araştırmalar Dergisi, 6*(11), 62–76.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı. (2023). Stratejik plan ve faaliyet raporları. https://www.ssb.gov.tr
- Uçkun, G., Latif, H., & Şeneldir, O. (2021). Leadership types and HR motivation in crisis. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*.
- Yukl, G. (2013). *Leadership in organizations* (8th ed.). Pearson.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Ceyda-Gul-TASCI-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayii Girişimcilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi ve İnovasyon Odaklı Girişimcilik Yapılanması

YAZAR
Muhammed Onur KARAMUK

T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



1. Giriş

Savunma sanayii; yüksek teknoloji yoğunluğu, uzun Ar-Ge döngüleri, yüksek yatırım gereksinimi ve ulusal güvenlik boyutu nedeniyle diğer sektörlerden ayrışan stratejik bir ekosistemdir. Son yıllarda yapay zekâ, otonom sistemler, siber güvenlik, uzay teknolojileri ve çift kullanımlı (dual-use) teknolojiler alanlarında yaşanan gelişmeler, savunma sektöründe girişimcilik ve inovasyonun önemini artırmıştır. Geleneksel olarak büyük ölçekli savunma firmaları ve kamu kurumları tarafından yürütülen teknoloji geliştirme faaliyetleri, günümüzde giderek artan ölçüde girişimlerin ve derin teknoloji şirketlerinin katkısıyla şekillenmektedir. Bu dönüşüm, yenilikçi fikirlerin daha hızlı geliştirilmesi, ticarileştirilmesi ve operasyonel kabiliyete dönüştürülmesi için yeni kurumsal mekanizmaları gerekli kılmaktadır. Öte yandan savunma pazarının tek alıcılı (monopsonik) yapısı, uzun tedarik döngüleri, gizlilik ve güvenlik belgesi gereksinimleri ile sertifikasyon süreçleri, girişimlerin bu pazara girişini sivil teknoloji pazarlarına kıyasla önemli ölçüde zorlaştırmaktadır.

Türkiye'de Ekosistemin Mevcut Durumu

Türkiye son yıllarda savunma sanayiinde önemli bir gelişim göstermiştir. Savunma ve havacılık sektöründe yürütülen proje sayısı 1.290'a ulaşmış, sektör cirosu 15,5 milyar dolar seviyesine yükselmiş ve savunma ihracatı 7,1 milyar dolara ulaşmıştır; sektörde istihdam edilen kişi sayısı ise 92 binin üzerine çıkmıştır (SSB, 2024). Bunun yanı sıra TÜBİTAK, KOSGEB, teknoparklar ve Ar-Ge merkezleri aracılığıyla savunma teknolojileri alanında faaliyet gösteren girişimlere yönelik çeşitli destek mekanizmaları oluşturulmuştur. Ancak mevcut yapı incelendiğinde, bu desteklerin farklı kurumlar arasında dağınık biçimde yürütüldüğü; savunma girişimciliğini doğrudan merkezine alan ve yatırım, hızlandırma ve yönetişim süreçlerini bütünleşik biçimde yöneten bir kurumsal mekanizmanın bulunmadığı görülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de savunma sanayii girişimcilik ekosisteminin mevcut durumunu analiz etmek ve uluslararası iyi uygulama örneklerinden hareketle Türkiye'ye özgü, sürdürülebilir bir savunma girişimcilik modeli geliştirmektir. Bu kapsamda çalışma, savunma sanayiinde faaliyet gösteren girişimlerin karşılaştığı yapısal sorunları incelemekte, mevcut destek mekanizmalarının etkinliğini değerlendirmekte ve girişimcilik ekosisteminin güçlendirilmesine yönelik politika önerileri sunmaktadır. Böylece savunma sanayii literatüründe ağırlıklı olarak ana yükleniciler ve kamu politikaları üzerinden yürütülen tartışmaya, girişimcilik ekosistemi perspektifinden katkı sunulması hedeflenmektedir.

Araştırma Yöntemi ve Karşılaştırmalı Çerçeve

Araştırmada karma yöntem (mixed-method) yaklaşımı benimsenmiştir. Nitel analiz kapsamında Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜBİTAK, KOSGEB, teknopark yönetimleri, savunma sanayii firmaları ve diğer ekosistem paydaşlarına ait raporlar ve strateji belgeleri doküman analiziyle incelenmiştir. Nicel analiz kapsamında ise savunma sanayiine yönelik Ar-Ge harcamaları, girişim sayıları, destek programları, teknopark verileri ve uluslararası savunma inovasyon modellerine ilişkin göstergeler betimsel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca NATO DIANA, ABD'deki DARPA ve DIU modelleri ile İsrail Innovation Authority uygulamaları karşılaştırmalı analiz yöntemiyle incelenmiş; elde edilen bulgular SWOT analiziyle bütünleştirilmiştir.

Ekosistemin Güçlü Yönleri ve Yapısal Sorunlar

Araştırma bulguları, Türkiye'de savunma sanayii girişimcilik ekosisteminin güçlü bir teknolojik altyapıya sahip olduğunu göstermektedir. Savunma Sanayii Başkanlığı'nın stratejik yönlendirme kapasitesi, ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN ve HAVELSAN gibi ana yüklenici firmaların yüksek Ar-Ge yetkinliği, teknopark altyapısının yaygınlaşması ve nitelikli mühendislik insan kaynağı ekosistemin temel güçlü yönleri olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte SWOT ve karşılaştırmalı analiz sonuçları; kurumsal koordinasyon eksikliği, yatırım mekanizmalarının sınırlılığı, girişimlerin savunma projelerine ve ana yüklenici tedarik zincirlerine entegrasyonunda yaşanan güçlükler ve ticarileşme süreçlerinin uzunluğu gibi önemli yapısal sorunlara işaret etmektedir.

Uluslararası Savunma İnovasyonu Modelleri

Uluslararası örnekler incelendiğinde, başarılı savunma girişimcilik modellerinin üç ortak özellik taşıdığı görülmektedir: merkezi ve yetkili bir kurumsal yapı, kamu destekli yatırım ve risk sermayesi mekanizmaları ile hızlandırılmış prototipleme ve tedarik süreçleri. ABD'de DARPA ve DIU, İsrail'de Innovation Authority ve NATO bünyesindeki DIANA programı, girişimcilik ekosisteminin yalnızca Ar-Ge desteğiyle değil; yatırım, test altyapısı, mentorluk ve uluslararası iş birlikleriyle birlikte desteklendiğini göstermektedir. Bu modellerde girişimlerin kamu alıcısıyla erken aşamada buluşturulması ve başarılı prototiplerin hızla tedarik sözleşmesine dönüştürülmesi, ekosistemin sürdürülebilirliğinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Türkiye İçin Direktörlük Modeli Önerisi

Bu bulgulardan hareketle araştırma kapsamında Türkiye için "Savunma Sanayii Girişimcilik ve İnovasyon Direktörlüğü" modeli önerilmektedir. Modelin Savunma Sanayii Başkanlığı koordinasyonunda faaliyet göstermesi; Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, TÜBİTAK, KOSGEB, üniversiteler, teknoparklar, ana yüklenici firmalar ve Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi ile entegre biçimde çalışması öngörülmektedir. Önerilen yapı; savunma girişimciliğinin stratejik düzeyde koordine edilmesini, savunma odaklı risk sermayesi fonlarının oluşturulmasını, hızlandırma ve prototipleme programlarının geliştirilmesini, test ve doğrulama altyapılarına erişimin kolaylaştırılmasını ve uluslararası savunma inovasyon ağlarıyla entegrasyonun güçlendirilmesini amaçlamaktadır. Modelin yeni bir bürokratik katman yaratmaması için mevcut destek programlarının yerini almak yerine bunları tek bir koordinasyon çatısı altında bütünleştirmesi esas alınmıştır.

Sonuçlar ve Gelecek Araştırmalar

Sonuç olarak araştırma, Türkiye'de savunma sanayii girişimciliğinin sürdürülebilir ve rekabetçi bir yapıya kavuşabilmesi için mevcut Ar-Ge ve üretim kapasitesinin girişimcilik ekosistemiyle daha güçlü biçimde bütünleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Önerilen Savunma Sanayii Girişimcilik ve İnovasyon Direktörlüğü modeli; yatırım, hızlandırma ve yönetişim boyutlarını bir araya getirerek savunma sanayiinde yenilikçi girişimlerin gelişimini destekleyecek bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Bu yönüyle modelin, Türkiye'nin teknolojik bağımsızlığına, yüksek katma değerli üretim kapasitesine ve küresel savunma pazarındaki rekabet gücünün artırılmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Modelin, çift kullanımlı teknolojiler aracılığıyla girişimlerin sivil pazarlara da açılmasını teşvik ederek savunma alımlarına tek yönlü bağımlılığı azaltması da önem taşımaktadır. Önerilen modelin uygulanabilirliğinin, ilgili kurum temsilcileri ve girişimcilerle yürütülecek görüşmeler ve pilot uygulamalar aracılığıyla sınanması, gelecek çalışmalar için bir araştırma gündemi olarak önerilmektedir.

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	YÖNTEM
	Muhammed Onur KARAMUK	T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Karma yöntem (mixed-method) yaklaşımı
	İNCELEME KONUSU: Savunma Sanayii Girişimcilik Ekosisteminin Güçlendirilmesi ve İnovasyon Odaklı Girişimcilik Yapılanması		
	AMAÇ: Türkiye'de savunma sanayii girişimcilik ekosisteminin mevcut durumunu analiz etmek		
	KARŞILAŞTIRMA: Ayrıca NATO DIANA, ABD'deki DARPA ve DIU modelleri ile İsrail Innovation Authority uygulamaları karşılaştırmalı analiz yöntemiyle incelenmiş; elde edilen bulgular SWOT analiziyle bütünleştirilmiştir.		

Kaynakça

- ASELSAN. (2022). ASELSAN sürdürülebilirlik ve inovasyon raporu 2022. Ankara: ASELSAN Kurumsal Yayınları.
- Bonvillian, W. B., & Van Atta, R. (2011). ARPA-E and DARPA: Applying the DARPA model to energy innovation. Journal of Technology Transfer, 36(5), 469–513. https://doi.org/10.1007/s10961-010-9152-8
- DARPA. (2021). Innovation in defense: Advancing technology through partnerships. U.S. Department of Defense.
- Defense Advanced Research Projects Agency. (2021). Innovation in defense: Advancing technology through partnerships. Arlington, VA: U.S. Department of Defense.
- Defense Innovation Unit. (2023). *Annual report*. U.S. Department of Defense.
- European Commission. (2023). *European Defence Fund: Factsheet*. Brussels: European Commission.
- European Innovation Council. (2024). EIC Accelerator: 68 deep-tech start-ups in the latest funding round. European Commission.
- European Investment Bank. (2024). EIB Board of Directors steps up support for Europe's security and defence industry. European Investment Bank.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From national systems and "Mode 2" to a triple helix of university–industry–government relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4
- Isenberg, D. J. (2010). How to start an entrepreneurial revolution. Harvard Business Review, 88(6), 40–50.
- Israel Innovation Authority. (2022). Defence and dual-use technology innovation report. Tel Aviv: Government of Israel.
- KOSGEB. (2022). KOBİ girişimcilik ve inovasyon destek programı değerlendirme raporu. Ankara: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı.
- KOSGEB. (2024). KOSGEB faaliyet raporu 2024. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı.
- Markowski, S., Hall, P., & Wylie, R. (2010). Defence procurement and industry policy. Routledge.
- Mazzucato, M. (2018). The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths. Penguin.
- McKinsey & Company. (2024). European defense tech start-ups: In it for the long run.
- Mowery, D. C. (2010). Military R&D and innovation. In B. H. Hall & N. Rosenberg (Eds.), Handbook of the economics of innovation (Vol. 2, pp. 1219–1256). Elsevier.
- NATO. (2022). Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic (DIANA): Strategic concept paper. Brussels: North Atlantic Treaty Organization.
- NATO. (2024). NATO DIANA announces companies chosen for the next phase of its accelerator programme. North Atlantic Treaty Organization.
- OECD. (2020). Innovation and entrepreneurship in the defence sector. Paris: OECD Publishing.
- OECD & Eurostat. (2018). Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation (4th ed.). Paris: OECD Publishing.
- Rothwell, R., & Zegveld, W. (1985). Reindustrialization and technology. Longman.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2019). Milli teknoloji hamlesi: Türkiye'nin sanayide dijital dönüşüm stratejisi (2019–2023). Ankara: T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayınları.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2025). 2030 sanayi ve teknoloji stratejisi. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.
- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2022). Savunma sanayii başkanlığı stratejik planı 2022–2026. Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı.
- Savunma Sanayii Başkanlığı. (2024). 2024–2028 savunma sanayii sektörel strateji dokümanı. https://www.ssb.gov.tr/Images/Uploads/MyContents/F_20240917164305314800.pdf
- Teknopark İstanbul. (2023). Cube incubation girişimcilik programı faaliyet raporu. İstanbul: Teknopark İstanbul Yayınları.
- TÜBİTAK. (2023). Türkiye'de Ar-Ge ve inovasyon göstergeleri raporu 2023. Ankara: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Yayınları.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). (2024). TÜBİTAK faaliyet raporu 2024. TÜBİTAK Yayınları.
- Weiss, L. (2014). America Inc. Innovation and enterprise in the national security state. Cornell University Press.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Muhammed-Onur-KARAMUK.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayinde Dijital Dönüşüme Hazırlık Aşamasında Süreç Sınıflandırma Çerçevesi Yaklaşımının Rolü

YAZAR
Ayşe ERDOĞAN USLU

ASELSAN

1. Giriş

Dijital dönüşüm, çağdaş organizasyonlarda yalnızca yeni teknolojilerin veya yazılımların kurumsal altyapıya entegrasyonunu değil; kurumsal strateji, örgüt kültürü, veri sahipliği, iş yapma biçimleri ve operasyonel süreçlerin bütünsel bir anlayışla yeniden yapılandırılmasını ifade etmektedir. Özellikle uzun ürün yaşam döngüleri (PLM), çok paydaşlı ve katmanlı proje yapıları, yüksek güvenlik standartları ile sıkı regülasyonlar barındıran savunma sanayii kuruluşlarında bu dönüşüm süreci çok daha karmaşık ve kritik bir nitelik kazanmaktadır. Süreçlerin sistematik biçimde tanımlanmadığı, haritalandırılmadığı ve standartlaştırılmadığı altyapılarda gerçekleştirilen dijitalleşme ve otomasyon yatırımları, literatürde sıklıkla vurgulandığı üzere mevcut verimsizliğin ve karmaşanın daha hızlı işletilmesinden (*"automating a mess creates a faster mess"*) başka bir sonuç doğurmamaktadır. Bu bağlamda, organizasyonel süreçlerin uçtan uca hiyerarşik bir hiyerarşide sınıflandırılmasını ve ortak bir kurumsal dil (taksonomi) oluşturulmasını sağlayan Süreç Sınıflandırma Çerçeveleri (*Process Classification Frameworks - PCF*), dijital dönüşüm öncesi hazırlık (*digital readiness*) aşamasında stratejik bir kaldıraç işlevi görmektedir. Bu çalışmanın amacı; Amerikan Verimlilik ve Kalite Merkezi (*American Productivity and Quality Center - APQC*) tarafından geliştirilen PCF yaklaşımının ve diğer referans modellerinin, savunma sanayii firmalarının dijital olgunluk ve operasyonel mükemmellik seviyelerine olan etkisini kuramsal temeller ve küresel vaka incelemeleri üzerinden analiz etmektir.

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden literatür taraması (doküman incelemesi) ve çoklu vaka analizi (*case study*) metodolojisi benimsenmiştir. Çalışma kapsamında öncelikle öne çıkan süreç referans modelleri (APQC PCF, eTOM, SCOR, VRM) belirlenen kriter setleri üzerinden karşılaştırmalı analize tabi tutulmuştur. Ardından, süreç sınıflandırma çerçevelerini dijital dönüşüm stratejilerinin merkezine konumlandırarak somut operasyonel başarılar elde etmiş olan küresel ölçekli üç büyük organizasyonun (*Raytheon, Pearson ve Philips*) uygulama stratejileri, karşılaştıkları yönetişim zorlukları ve elde ettikleri nitel/nicel kazanımlar detaylı olarak incelenmiştir.

Yapılan karşılaştırmalı analizler, APQC PCF modelinin kurumsal süreç yönetimi ve süreç temelli dijital dönüşüm altyapısı sağlamada en yüksek kapsayıcılığa ve bütünsel bakış açısına sahip çerçeve olduğunu göstermiştir. Vaka analizlerinden elde edilen ampirik bulgular ise şu şekildedir:

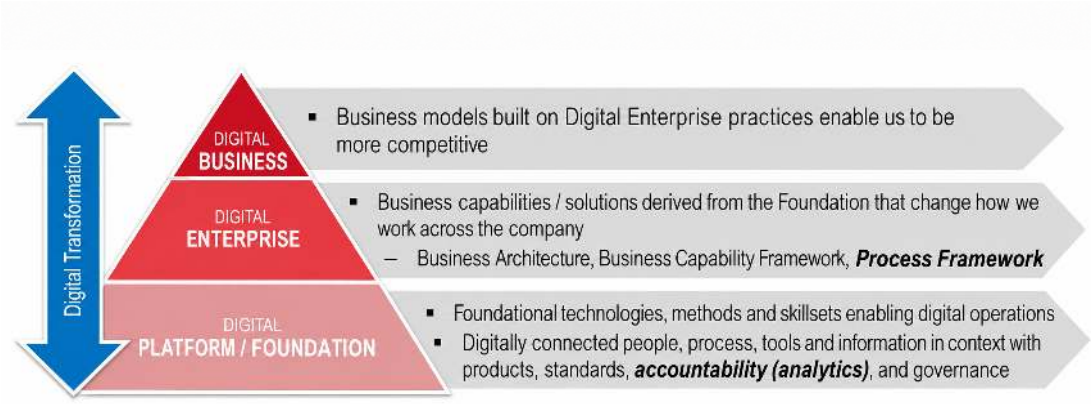
- Raytheon: Karmaşık savunma sanayii tedarik zinciri ve departmanlar arası veri siloları içinde kaybolan veri erişilebilirliğini artırmak amacıyla APQC Havacılık ve Savunma PCF (*Aerospace & Defense PCF*) modelini operasyonel süreç mimarisinin merkezine yerleştirmiş; bu sayede Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA) ile Hata Raporlama, Analiz ve Düzeltici Eylem Sistemi (FRACAS) gibi kritik kalite ve analiz süreçlerinde tam şeffaflık ve veri güvenilirliği sağlamıştır.
- Pearson: PCF yapısını küresel bir ortak dil (sözlük) olarak kullanarak süreç parçalanmışlığını gidermiş ve operasyonel süreç sayısını 33'ten 21'e düşürerek yüksek düzeyde yalınlaşma elde etmiştir.
- Philips: APQC'nin standart 4 seviyeli mimarisini kendi operasyonel ihtiyaçlarına göre 7 seviyeli bir yürütme modeline genişletmiş ve ARIS tabanlı süreç modelleme entegrasyonuyla teknoloji çözüm ortağına dönüşerek tekrarlayan gelir payını %25'in üzerine çıkarmıştır.

Araştırma sonuçları, süreç sınıflandırma çerçevelerinin dijital dönüşüm projelerinde fonksiyonel siloları (departmanlar arası iletişim kopukluklarını) ortadan kaldırdığını ve yapay zekâ ile otomasyon araçları için elzem olan kaliteli veri altyapısını inşa ettiğini doğrulamaktadır. Ancak AstraZeneca örneğinde de görüldüğü üzere, süreçleri tasarlamak dönüşümün ilk aşamasıyken; asıl stratejik zorluk süreç yönetişiminin (*Süreç Sahibi, Süreç Mimarı, Süreç Uzmanı* rollerinin) sürdürülebilir kılınması ve kurum kültürüne entegre edilmesidir.

Türk Savunma Sanayii'nin küresel rekabet gücü, yalnızca ileri teknoloji platformları üretme kapasitesine değil; bu teknolojiyi tasarlayan, üreten ve yöneten operasyonel mükemmelliğe ve süreçler arasında kesintisiz bir etkileşim sağlanmasına dayanmaktadır. Operasyonel mükemmelliğe ulaşmak amacıyla başlatılan dijital dönüşüm hamlelerinin sadece basit bir yazılım/SaaS güncellemesi olarak değil, bütünsel bir sistem tasarımı şeklinde ele alınması gereken bu süreçte; "Süreç Sınıflandırma Çerçevesi" (PCF) yaklaşımı kritik bir altyapı görevi görmektedir. Bu yaklaşım sayesinde, yapay zekâ ve otomasyon sistemlerinin temel yakıtı olan kaliteli veri akışı için süreç ve veri sahipliği kurumsallaşmakta; sektörün çok katmanlı operasyonlarındaki karmaşıklık disipline edilerek "kaosun dijitalleşmesi" riski tamamen bertaraf edilmektedir.

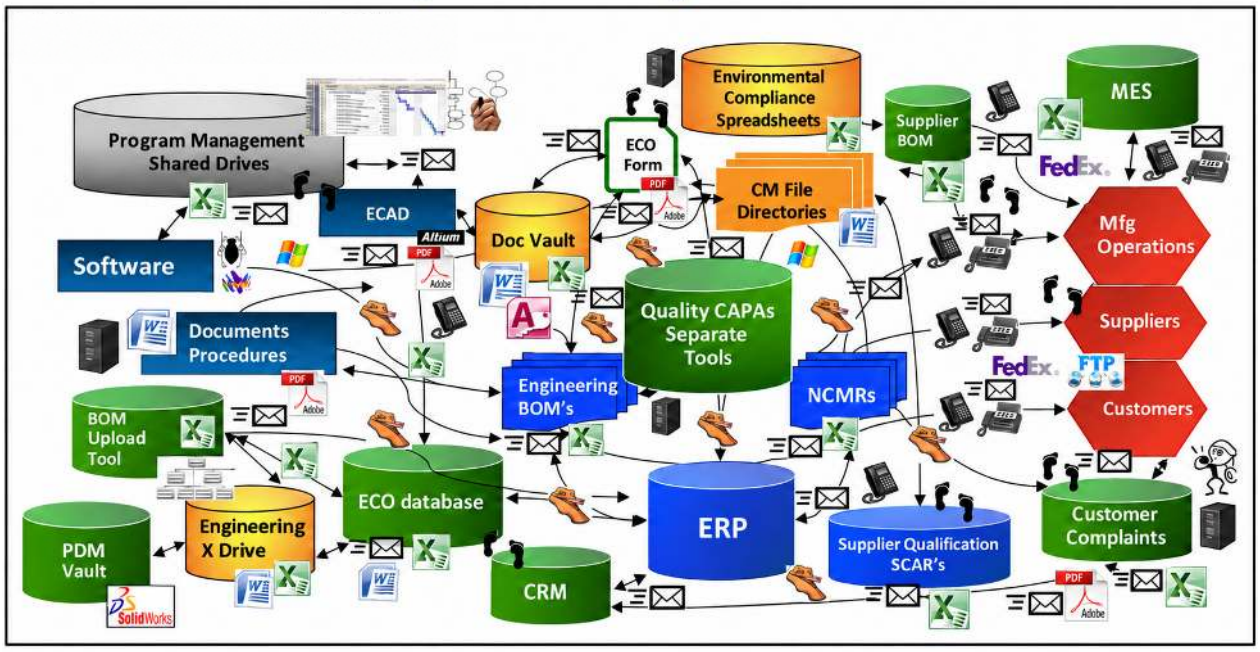
Netice itibarıyla, teknolojik altyapı ile süreç yönetişiminin tam entegrasyonu; Türk savunma ekosistemini sadece günümüzün gereksinimlerine değil, geleceğin otonom, veriye dayalı ve esnek stratejik dünyasına hazırlayarak verimliliği ve hızı kalıcı bir kurumsal standart haline getirecektir. Bu doğrultuda, söz konusu PCF yaklaşımının savunma sanayii ekosistemindeki tüm paydaşlar (ana yükleniciler, alt yükleniciler ve KOBİ'ler) tarafından ortak bir referans modeli olarak benimsenmesi, tedarik zinciri entegrasyonunu ve ortak projelerdeki iş birliği verimliliğini üst seviyeye taşıyacaktır. Uçtan uca tanımlanmış, standartlaştırılmış ve dijitalleşmiş süreçler; savunma projelerinin en büyük maliyet kalemi olan zaman kayıpları ile operasyonel hata paylarını minimize ederek millî imkânlarla geliştirilen platformların küresel pazardaki rekabetçi ve stratejik konumunu perçinleyecektir.

Şekil 1 Raytheon Dijital Dönüşüm Stratejisi



Kaynak: Kaiser, 2019.

Şekil 2 Raytheon Dijital Silo Örneği



Kaynak: Kaiser, 2019

Şekil 3 APQC PCF Süreç Sınıflandırma Çerçevesi Örnek Gösterim



Kaynak: Yazar tarafından yapay zeka aracılığıyla oluşturulmuştur.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	VAKA ÖRNEKLERİ
Ayşe ERDOĞAN USLU	ASELSAN	Raytheon, Pearson ve Philips

İNCELEME KONUSU
Savunma Sanayii'nde Dijital Dönüşüme Hazırlık Aşamasında Süreç Sınıflandırma Çerçevesi Yaklaşımı'nın Rolü

YÖNTEM
Literatür taraması (doküman incelemesi) ve çoklu vaka analizi (case study) metodolojisi

İNCELENEN REFERANS MODELLER
APQC PCF, eTOM, SCOR, VRM

Kaynakça

- American Productivity and Quality Center. (2025, April 16). *Best practices in applying process frameworks 2025: Survey report*. https://www.apqc.org/resource-library/resource-listing/best-practices-applying-process-frameworks-2025-survey-report
- American Productivity and Quality Center. (2025, Nisan). *Designing process is easy, governing is harder: AstraZeneca* [Uygulama örneği]. https://www.apqc.org/system/files/resource-file/2025-04/K015681_Designing%20Process%20is%20Easy%2C%20Governing%20is%20Harder%20ASTRAZENECA%20Moriak.pdf
- American Productivity and Quality Center. (2026, Ocak). *2026 process and performance management priorities & challenges survey report*. https://www.apqc.org/system/files/resource-file/2026-01/K016703_2026%20PPM%20Priorities%20%26amp%3B%20Challenges%20Survey%20Report.pdf
- American Productivity and Quality Center. (t.y.). *Current member list*. https://www.apqc.org/members/alpha
- American Productivity and Quality Center. (t.y.). *Process classification framework (PCF)*. https://www.apqc.org/pcf
- Axelos. (t.y.). *Information Technology Infrastructure Library (ITIL)*. https://www.axelos.com
- Business Architecture Guild. (t.y.). *A guide to the business architecture body of knowledge (BIZBOK)*. https://www.businessarchitectureguild.org
- Harmon, P. (2014). *Business process change: A guide for business managers and BPM and six sigma professionals* (3. bs.). Morgan Kaufmann.
- Kaiser, K. (2019). *Building an operational process model: Raytheon* [Uygulama örneği]. American Productivity and Quality Center. https://www.apqc.org/resource-library/resource-listing/building-operational-process-model-raytheon
- Pearson. (2014). *How organizations are using the PCF: Pearson case study* [Uygulama örneği]. American Productivity and Quality Center. https://www.apqc.org/system/files/K05430_Pearson%20Case%20Study_How%20Organizations%20are%20Using%20the%20PCF.pdf
- Philips. (t.y.). *Philips IT case study* [Uygulama örneği]. American Productivity and Quality Center. https://www.apqc.org/system/files/k06547_PhilipsIT_CaseStudy_final.pdf
- Supply Chain Council. (t.y.). *Supply chain operations reference model (SCOR)*. Association for Supply Chain Management. https://www.apics.org
- TUSAŞ. (2023). *2023 sürdürülebilirlik raporu*. https://www.tusas.com/content/files/uploads/4728/TUSA%C5%9E_2023_S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilirlik_Raporu_TR.pdf
- Vom Brocke, J., & Rosemann, M. (Ed.). (2015). *Handbook on business process management 1: Introduction, methods, and information systems* (2. bs.). Springer.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Ayse-Erdogan-USLU.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Ateşli Silahlarda Katmanlı Üretim Teknolojisinin Kullanımı

YAZAR
Yüksel GÜNAR

KALE KALIP

1. Giriş

Katmanlı imalat yöntemi, önce polimer malzemelerle başlayıp ardından metal malzemeleri de kapsayacak şekilde, uzun süredir özellikle hızlı prototipleme amacıyla Ar-Ge çalışmalarında kullanılmaktadır. Günümüzde makine kapasitelerinin artması, Türkiye'de yerli üreticiler arasında rekabetin oluşması ve hammaddeye erişimin kolaylaşmasıyla birlikte bu yöntemin seri üretimde nihai parça imalatında da kullanılması gündeme gelmiş ve çeşitli örnek uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Katmanlı imalat, topoloji optimizasyonu olanaklarıyla hafifletmeyi ve karmaşık geometrilerin üretimini mümkün kılarak tasarım anlayışını dönüştürme niteliğine sahiptir. Bu yönüyle, uzun yıllardır köklü değişimlerin sınırlı kaldığı ateşli silah endüstrisine yeni bir tasarım ve üretim perspektifi kazandırması açısından ayrıca önem taşımaktadır.

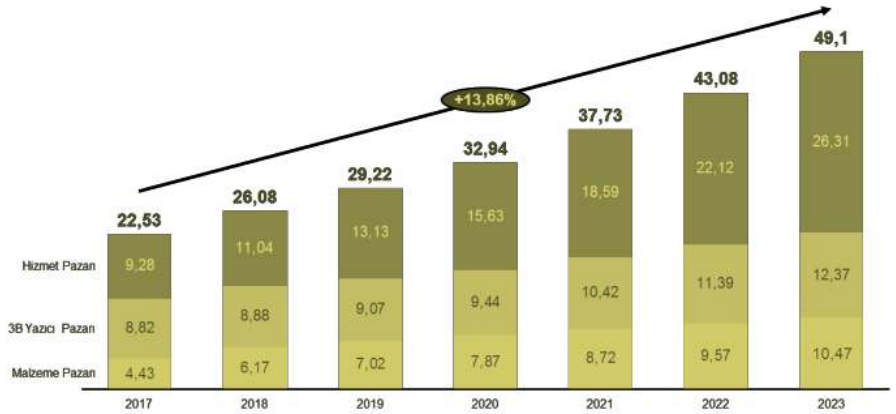
Çalışmanın Amacı ve Hipotezi

Bu çalışmada, katmanlı imalat teknolojisinin ateşli silah sanayiinde Ar-Ge prototipleme süreçlerini hızlandıracağı, tasarım inovasyonlarının önünü açacağı ve özellikle düşük adetli üretimlerde nihai parça olarak kullanıldığında parça performansından ödün vermeden termin ve maliyet verimliliği sağlayacağı varsayımı sınanmaktadır.

Vaka Çalışması ve Karşılaştırma Yöntemi

Vaka çalışmasında, konvansiyonel yöntemlerle üretilen 6 farklı parça, katmanlı imalat yöntemlerinden Seçici Lazer Ergitme (Selective Laser Melting – SLM) ile de üretilmiştir. Parçaların SLM ile üretimi; plakadan talaşlı imalat ve hassas döküm ara mamul üzerine talaşlı imalat yöntemleriyle hem prototip hem de seri imalatta nihai ürün parçası olarak üretilmeleri durumuyla maliyet, termin, geometrik uygunluk ve mekanik performans açısından kıyaslanmıştır. Bu kapsamda iki yöntemde kullanılan malzemelerin kimyasal ve mekanik özellikleri karşılaştırılmış, üretim süreç akışları tablolar hâlinde ortaya konmuştur. Ardından örnek bir lot büyüklüğü esas alınarak üretim ve maliyet verileri derlenmiş; 6 parçanın birim maliyetleri ve birim üretim süreleri grafiklerle karşılaştırılmıştır.

Grafik 1 : Türkiye'de Pazar büyüme grafiği tahmini (Milyon ABD Doları)



Kaynak: (Sektörler Ve Kamu Yatırımları Genel Müdürlüğü, 2019)

1.Parça; Tutucu mandal



2.Parça; Kurma kolu hamil



3.Parça; Sol kilit



4.Parça; Sağ kilit



5.Parça; Ayar parçası



6.Parça; Solenoid tetik gövdesi



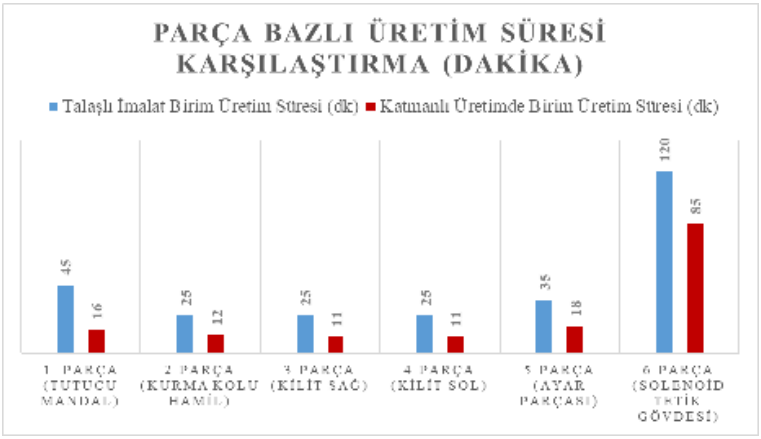
Çevresel ve Mekanik Testlerde Performans Doğrulaması

SLM ile üretilen 6 parçadan 5'i, KMR762 keskin nişancı tüfeğine monte edilerek sıcak şartlandırma, soğuk şartlandırma, kum ve toz, düşme ve ağırlaştırılmış ömür-dayanım testlerine tabi tutulmuştur. Testler sonucunda parçaların uluslararası test kabul kriterlerinde tanımlanan fonksiyonel ve dayanım şartlarını sağladığı; fonksiyon ve malzeme bütünlüğü bakımından geleneksel talaşlı imalat parçalarıyla eşdeğer performans gösterdiği belirlenmiştir.

Bulgular ve Araştırmanın Sınırları

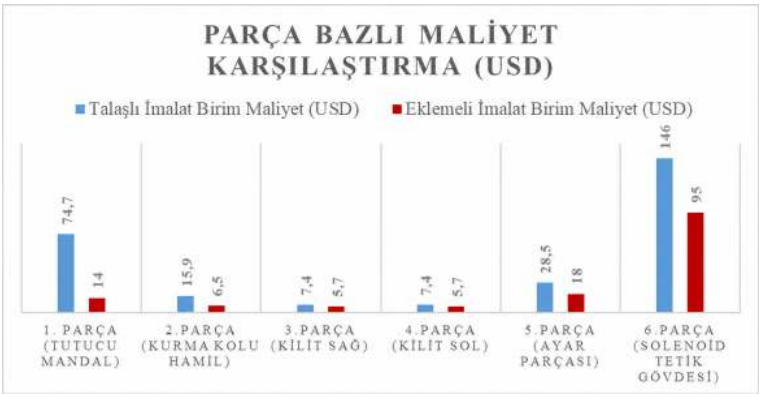
Vaka çalışmasının bulguları, katmanlı imalatla üretilen metal parçaların konvansiyonel üretim yöntemlerine kıyasla avantajlar sunduğunu ve bu parçaların yalnızca prototipleme aşamasında değil, seri imalat sürecinde de kullanılabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte testlerin tek bir tüfek üzerinde gerçekleştirilmiş olması, bulguların istatistiksel genellenebilirliğini sınırlamakta; daha fazla sayıda numune ve silah üzerinde yürütülecek doğrulama çalışmalarını gerekli kılmaktadır.

Grafik 2: Parça Bazlı Birim Üretim Süresi Karşılaştırması



Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Grafik 3: Parça Bazlı Birim Maliyet Karşılaştırması



Kaynak: Yazar tarafından üretilmiştir.

Teknolojik Gelişim ve İyileştirme Alanları

Teknolojinin sağladığı faydaların, gelecekte birkaç alanda kaydedilecek ilerlemelerle artması beklenmektedir. Makine ve tesis yatırım maliyetlerinin düşmesi teknolojinin yaygınlaşmasını hızlandıracak, malzeme çeşitliliğinin artması ise kullanım alanlarını genişletecektir. Makine tabla boyutlarının ve lazer gücünün artırılmasıyla birim üretim süreleri ve maliyetlerin düşmesi öngörülmektedir. Kullanıcı firmalarda mühendislik deneyimi ve kabiliyetleri geliştikçe destek yapısı ve parça yerleşim optimizasyonu yoluyla baskı ve temizleme süreleri kısalacaktır. Toz hammadde tedarikinde rekabetin artması toz maliyetlerini düşürecek; toz geri dönüşüm verimliliğinin artırılması da birim maliyetlerde ilave iyileşme fırsatları yaratacaktır. Son olarak, teknoloji olgunlaştıkça yüzey kalitesinin iyileşmesiyle yüzey hassasiyeti gerektiren parçalarda ikincil işlemlere duyulan ihtiyacın azalması beklenmektedir.

Sektörel Etkiler ve Gelecek Perspektifi

Söz konusu teknolojik iyileştirmelerin hayata geçirilmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte katmanlı imalatın, Türk savunma sanayii ekosisteminde konvansiyonel üretim yöntemlerinin yanında standart bir üretim disiplini hâline gelmesi beklenmektedir. Bu dönüşüm, milli projelerde hem hızlı prototipleme sayesinde Ar-Ge termin planlarının kısalmasına hem de uygun parça ailelerinde seri imalatın maliyet-zaman etkinliğinde kritik bir eşiğin aşılmasına katkı sağlayabilecektir. Bu yönüyle katmanlı imalat, Türkiye'nin küresel savunma pazarındaki stratejik rekabet gücünü pekiştirecek bir kuvvet çarpanı olma potansiyeli taşımaktadır.

Tablo 1: Askeri Alanlarda Katmanlı Üretim Uygulamaları

Uygulama Alanı	Uygulama Açıklaması
Silah prototip üretimi ve geliştirilmesi	Katmanlı üretim teknolojisi, silahların hızlı prototiplemesini mümkün kılarak, seri üretimden önce tasarımların hızlı bir şekilde yinelenmesine ve test edilmesine olanak tanır.
Askeri yedek parça üretimi	Askeri birlikler, geleneksel tedarik zincirlerine ve lojistiğe olan bağımlılığı azaltarak, yedek parçaları talep üzerine 3 boyutlu yazıcıyla üretebilirler.
İnsansız hava araçları (UAVs)	Katmanlı üretim İHA'lar için hafif ve karmaşık bileşenlerin üretilmesini sağlayarak performansı ve manevra kabiliyetini artırır.
Vücut Zırhları ve Koruyucu Ekipmanlar	Katmanlı üretim, özel tasarımlı vücut zırhı ve koruyucu ekipman üretebilir ve daha iyi uyum ve gelişmiş koruma sağlayabilir.
Kamuflaj ve Gizlenme	Katmanlı üretim, uyarlanabilir kamuflaj desenlerinin oluşturulmasına olanak tanıyarak savaş alanındaki gizlilik yeteneklerini artırıyor.
Askeri araç bileşenleri	Askeri araçlar için kritik parçalar 3 boyutlu yazıcıda üretilebiliyor, bu da geleneksel üretim yöntemleriyle ilişkili arıza sürelerini ve maliyetleri azaltıyor.
Cephane ve Mühimmat	Katmanlı üretim, özel görevlere uygun, uzmanlaşmış mühimmat ve teçhizatın hızlı üretimini mümkün kılıyor.
Saha Tıbbi Cihazları ve Protezler	Askerler, tıbbi cihazların ve protezlerin yerinde 3 boyutlu yazıcıyla üretilmesinden faydalanarak uzak bölgelerdeki tıbbi bakımı iyileştirebilirler.
Muhaberat ve Radar ekipmanları	Katmanlı üretim, hafif iletişim ve radar cihazlarının üretimini kolaylaştırarak durumsal farkındalığı artırıyor.
Temel Altyapı ve Barınaklar	Askeri üsler, 3 boyutlu yazıcılarla üretilen yapıları ve barınakları kullanarak operasyonel esnekliği artırabilir ve inşaat süresini kısaltabilir.
Su altı Ekipmanları ve Denizaltı Bileşenleri	Katmanlı üretim, su altı ekipmanları ve denizaltılar için su geçirmez bileşenlerin oluşturulmasına olanak tanıyarak performansı optimize eder.
Uydu ve Uzay Teknolojisi	Katmanlı üretim, küçük uyduların ve uzay teknolojisi bileşenlerinin yapımını destekleyerek fırlatma maliyetlerini ve teslim sürelerini azaltıyor.
Askeri Eğitim ve Simülasyon Araçları	Katmanlı üretim, gerçekçi eğitim modelleri ve simülasyon araçları üretebilir, bu da eğitim etkinliğini ve maliyet verimliliğini artırır.
Elektronik Savaş Ekipmanları	Katmanlı üretim, elektronik harp ekipmanları için karmaşık bileşenlerin üretimini kolaylaştırarak yetenekleri artırıyor.
Enerji Depolama ve Güç Sistemleri	Katmanlı üretim, görev süresini optimize eden verimli ve hafif enerji depolama ve güç sistemlerinin oluşturulmasını sağlar.
Kara Mayınları Temizleme ve Patlayıcı İmha Ekipmanları	Katmanlı üretim, kara mayınlarının temizlenmesi ve patlayıcıların imhası için özel aletlerin oluşturulmasına olanak tanıyarak güvenliği artırıyor.
Zırhlılar ve Askeri Araçlar	Katmanlı üretim, askeri araçlar ve zırhlı personel taşıyıcıları için hafif ancak güçlü bileşenlerin üretilmesine yardımcı olur.
Hava Keşif ve Haritalama Dronları	Katmanlı üretim, hava keşif ve haritalama dronları için hassas ve hafif bileşenlerin üretilmesini mümkün kılar.
UAV karşı önleme sistemleri	Katmanlı üretim, insansız hava araçlarına karşı sistemlerin geliştirilmesine katkıda bulunarak, insansız hava tehditlerine karşı güvenliği artırıyor.
Askeri saha robot uygulamaları	Katmanlı üretim, savaş alanında kullanılmak üzere gelişmiş robotik sistemlerin oluşturulmasına yardımcı olarak taktiksel yetenekleri artırıyor.

Kaynak: (Colorado vd., 2023)

PROJE KÜNYESİ	YAZAR	KURUM	TEKNOLOJİ
	Yüksel GÜNAR	KALE KALIP	Seçici Lazer Ergitme (Selective Laser Melting – SLM)
	KONU: Ateşli Silahlarda Katmanlı Üretim Teknolojisinin Kullanımı		
	KAPSAM: Konvansiyonel yöntemlerle üretilen 6 farklı parça · maliyet, termin, geometrik uygunluk ve mekanik performans		
	TEST KAPSAMI: SLM ile üretilen 6 parçadan 5'i, KMR762 keskin nişancı tüfeğine monte edilerek sıcak şartlandırma, soğuk şartlandırma, kum ve toz, düşme ve ağırlaştırılmış ömür-dayanım testlerine tabi tutulmuştur.		

Kaynakça

- Additive Manufacturing Research Group. (2017). About Additive Manufacturing. http://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing
- ASTM International. (2012). ASTM F2074-12: Standard terminology for additive manufacturing technologies.
- ASTM International. (2014). ASTM F2924-14: Standard specification for additive manufacturing Ti-6Al-4V with powder bed fusion.
- Bartholomew Sholademi, D. (2024). 3D printing and its impact on arms proliferation. https://doi.org/10.55248/gengpi.5.1024.2710
- Brothers, E. (2024, February 5). First metal 3D printer for space going to the ISS. Aerospace Manufacturing and Design.
- Colorado, H. A., Cardenas, C. A., Gutierrez-Velazquez, E. I., Escobedo, J. P., & Monteiro, S. N. (2023). Additive manufacturing in armor and military applications: Research, materials, processing technologies, perspectives, and challenges. Journal of Materials Research and Technology, 27, 3900–3913. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.11.030
- CustomPartNet. (2017). Laminated object manufacturing (LOM). http://www.custompartnet.com/wu/laminated-object-manufacturing
- Durgun, İ. (2016). Prototip geliştirme sürecinde değişikliklerin yönetimi. Uluslararası Katılımlı 16. Üretim Araştırmaları Sempozyumu.
- ExOne. (2017). Binder jetting. http://www.exone.com/Resources/Technology-Overview/What-is-Binder-Jetting
- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2010). Additive manufacturing technologies: Rapid prototyping to direct digital manufacturing (1st ed.). Springer.
- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2014). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing: Springer. (Çev. Y.Günar)
- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). Vat photopolymerization processes. In Additive manufacturing technologies (pp. 63–106). Springer.
- ISO. (1989a). ISO 2768-1: General tolerances—Part 1: Linear and angular dimensions.
- ISO. (1989b). ISO 2768-2: General tolerances—Part 2: Geometrical tolerances.
- Jones, N. R. J. (2015). Small arms and additive manufacturing: An assessment of 3D-printed firearms, components, and accessories. In Behind the curve: New technologies, new control challenges.
- Kırbaç, V. (2025). Türk savunma sanayisinde 3D yazıcı ile katmanlı üretim teknolojilerinin kullanımı.
- Lou A. and Grosvenor C. (2012). Selective laser sintering, birth of an industry. http://www.me.utexas.edu/news/2012/0712_sls_history.php (22.09.2017).
- Matweb malzeme teknik bilgi föyü https://matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=7b75475aa1bc41618788f63c6500d36b&ckck=1
- Mouzakis, D. E. (2018). Advanced technologies in manufacturing 3D-layered structures for defense and aerospace. https://doi.org/10.5772/intechopen.74331
- Nikon SLM Solutions Material Üretici Teknik bilgi veri föyü; https://nikon-slm-solutions.com/wp-content/uploads/2025/02/mds5133.pdf
- Hermann D., Davis A., Zakary S., (2021) The past, present and future of additive manufacturuing
- Rautio, S., & Valtonen, I. (2022). Supporting military maintenance and repair with additive manufacturing. Journal of Management and Strategy, 13(1), 45–57. https://doi.org/10.2478/jms-2022-0003
- Redwood, B. (2017). Additive manufacturing technologies overview.
- Schroeder, M., Florquin, N., Fabre, A.-S., & Varisco, A. E. (2023). Privately Made Firearms in the European Union. Flemish Peace Institute; Small Arms Survey. *https://gunviolence.eu/wp-content/ uploads/2023/11/Project_INSIGHT_Emerging-Threats_DEF.pdf*
- Sektörler ve kamu yatırımları genel müdürlüğü, İmalat Sanayii Daire Başkanlığı, 2019 Uretimde Paradigma Degisikligi Artirimsal Uretim UcBoyutlu Yazicilar https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2019/08/UretimdeParadigmaDegisikligiArtirimsalUretimUcBoyutluYazicilar.pdf
- Suckau, L. (2025). Additive manufacturing in the military technology sector: Application and proliferation of an emerged technology (PRIF Report No. 3/2025). Peace Research Institute Frankfurt.
- TOP 3-2-045A (2016), test operations procedure: small arms - hand and shoulder weapons and machineguns
- Yalçın, B., & Ergene, B. (2017). Endüstride yeni eğilim olan 3-B eklemeli imalat yöntemi ve metalurjisi.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Yuksel-GUNAR-1.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Savunma Sanayinde Yapay Zeka Destekli Kestirimci Bakım Sistemlerinin Uygulanabilirliği ve Katkısı

YAZAR
Ahmet Aybars BEBEK

ENOX TEKNOLOJİ



1. Giriş

Savunma sanayisinde kullanılan platformların teknolojik karmaşıklığının artması ve operasyonel sürekliliğin kritik bir hal alması, bakım yönetimini stratejik bir unsur haline getirmiştir. Geleneksel bakım yaklaşımları çoğunlukla arıza sonrası müdahale veya belirli periyotlarda gerçekleştirilen planlı bakım uygulamalarına dayanmaktadır. Ancak modern savunma sistemlerinde artan veri hacmi, yükselen operasyonel beklentiler ve yüksek yaşam döngüsü maliyetleri, veri temelli bakım yaklaşımlarını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda yapay zekâ destekli kestirimci bakım sistemleri; savunma sanayisinde operasyonel verimlilik, maliyet optimizasyonu ve sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayabilecek temel bir stratejik dönüşüm aracı olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmanın Amacı ve Stratejik Kapsamı

Bu çalışmanın temel amacı, yapay zekâ destekli kestirimci bakım sistemlerinin savunma sanayisindeki uygulanabilirliğini ve stratejik katkı potansiyelini değerlendirmektir. Araştırma yalnızca teknik altyapıyı incelemekle sınırlı kalmamış; aynı zamanda organizasyonel dönüşüm, iş geliştirme, performansa dayalı lojistik modelleri ve rekabet avantajı gibi stratejik boyutları da bütüncül bir yaklaşımla ele almıştır. Böylece konu, mühendislik perspektifinin yanı sıra yönetimsel ve ticari açılardan da analiz edilmiştir.

Araştırma Yöntemi ve Veri Kaynakları

Araştırma kapsamında karma yöntem (*mixed-method*) yaklaşımı benimsenmiştir. İlk aşamada kestirimci bakım, Endüstri 4.0, veri analitiği, makine öğrenmesi ve bakım optimizasyonu konularına ilişkin uluslararası akademik literatür incelenmiştir. Literatür taraması aracılığıyla küresel eğilimler, bakım maliyet yapıları ve dijital dönüşüm süreçleri analiz edilmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında ise savunma sanayisinde bakım yönetimi, sistem mühendisliği, lojistik destek ve iş geliştirme alanlarında görev yapan uzmanlara yönelik keşifsel nitelikte bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma çevrim içi yöntemle uygulanmış ve savunma sektöründe en az beş yıl deneyime sahip altı profesyonelden veri elde edilmiştir. Araştırma, güvenlik ve gizlilik kısıtları nedeniyle operasyonel platform verilerine erişim sağlayamadığından, senaryo bazlı değerlendirme ve uzman görüşü yaklaşımı ile sınırlandırılmıştır.

Operasyonel Verimlilik ve Lojistik Katkılar

Araştırma bulguları, yapay zekâ destekli kestirimci bakım sistemlerinin savunma sanayisinde yalnızca teknik bir inovasyon değil, stratejik değer üreten bir dönüşüm aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan analizler; bu uygulamaların plansız duruş sürelerini azaltabileceğini, yedek parça stok maliyetlerini optimize edebileceğini ve görev hazırlık oranını (harbe hazırlık seviyesini) artırabileceğini göstermektedir. Elde edilen bu iyileştirmeler yalnızca doğrudan maliyet avantajı sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda savunma firmalarının performansa dayalı lojistik (PBL) modellerine geçişini destekleyerek sürdürülebilir bir gelir yapısı oluşturmalarına katkı sunmaktadır.

Veri Entegrasyonu ve Kurumsal Dönüşüm

Çalışmanın bir diğer kritik sonucu, teknolojik altyapı yatırımının tek başına yeterli olmadığıdır. Kestirimci bakım sistemlerinin başarısı için veri entegrasyonu, siber güvenlik altyapısı, insan kaynağı yetkinliği ve organizasyonel adaptasyon gibi unsurların eş zamanlı olarak ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda süreç, basit bir yazılım entegrasyonundan ziyade kurum kültürünü ve yönetim zihniyetini şekillendiren kapsamlı bir kurumsal strateji olarak değerlendirilmelidir.

İhracat ve Satış Sonrası Rekabet Avantajı

Özellikle ihracat pazarlarında performans kriterlerinin önem kazanmasıyla birlikte, yüksek kullanılabilirlik/hazır bulunabilirlik sunabilen firmalar uluslararası alanda belirgin bir rekabet üstünlüğü elde etmektedir. Bu bağlamda yapay zekâ destekli kestirimci bakım sistemleri, satış sonrası hizmet kapasitesini güçlendirerek müşteri bağlılığını artırmakta ve uzun vadeli operasyonel destek sağlayıcısı olmanın yolunu açmaktadır.

Sonuçlar ve Gelecek Araştırmalar

Sonuç olarak bu araştırma, yapay zekâ destekli kestirimci bakım sistemlerinin Türkiye savunma sanayisi açısından kritik bir dönüşüm potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sistemler operasyonel sürdürülebilirliği, maliyet verimliliğini ve uluslararası rekabet gücünü destekleyen stratejik yatırım alanlarıdır. Başarılı bir uygulama için teknolojik yatırımların kurumsal strateji ve organizasyonel dönüşüm süreçleriyle entegre yürütülmesi gerekmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmaların platform bazlı uygulamalar ve gerçek operasyonel veriler üzerinden yürütülmesi, konunun uygulama boyutuna daha detaylı ışık tutacaktır.

PROJE KÜNYESİ

YAZAR	KURUM	YÖNTEM
Ahmet Aybars BEBEK	Enox Teknoloji	Karma yöntem (mixed-method) yaklaşımı

İNCELEME KONUSU
Savunma Sanayinde Yapay Zeka Destekli Kestirimci Bakım Sistemlerinin Uygulanabilirliği ve Katkısı

VERİ TOPLAMA
Çalışma çevrim içi yöntemle uygulanmış ve savunma sektöründe en az beş yıl deneyime sahip altı profesyonelden veri elde edilmiştir.

ARAŞTIRMA SINIRI
Araştırma, güvenlik ve gizlilik kısıtları nedeniyle operasyonel platform verilerine erişim sağlayamadığından, senaryo bazlı değerlendirme ve uzman görüşü yaklaşımı ile sınırlandırılmıştır.

Kaynakça

- Carvalho, T. P., Soares, F. A. A. M. N., Vita, R., Francisco, R., Basto, J., & Alcalá, S. G. (2019). A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance. *Computers & Industrial Engineering, 137*, 106024.
- Galar, D., Kumar, U., & Lee, J. (2017). Maintenance decision making based on big data analytics. *Procedia CIRP, 59*, 177–182.
- Jardine, A. K. S., Lin, D., & Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical Systems and Signal Processing, 20*(7), 1483–1510.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters, 3*, 18–23.
- Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Si, X.-S., Wang, W., Hu, C.-H., & Zhou, D.-H. (2011). Remaining useful life estimation – A review on the statistical data driven approaches. *European Journal of Operational Research, 213*(1), 1–14.
- Zonta, T., da Costa, C. A., Antunes, R. S., da Rosa Righi, R., de Lima, M. J., da Trindade, E. S., & Li, G. P. (2020). Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers in Industry, 123*, 103291.

PROJE BAĞLANTISI

https://sahaakademi.com/wp-content/uploads/2026/10/Ahmet-Aybars-BEBEK.pdf

Karekodu Okutabilirsiniz

Ateş Serbest-2026 Tatbikatı Başarıyla Tamamlandı

Türk Silahlı Kuvvetlerinin müşterek harekât kabiliyetlerinin sergilendiği Ateş Serbest-2026 Tatbikatı, Ankara Polatlı'daki General Nahit Şenoğul Atış ve Tatbikat Bölgesi'nde icra edildi. Kara, Deniz ve Hava Kuvvetleri Komutanlıkları ile Genelkurmay Özel Kuvvetler Komutanlığının katıldığı tatbikat; envanterdeki silah ve sistemleri tanıtmak, ateş gücünün hedefteki etkisini göstermek ve günümüz muharebe sahasının gerçekleri doğrultusunda uçangöz/gözükara, otonom sistemler, yapay zekâ, elektronik harp ve siber yeteneklerimizi sergilemek maksadıyla düzenlendi.



13 Ekim 2026'daki Seçkin Gözlemci Günü'nü Millî Savunma Bakanı, Genelkurmay Başkanı ve Kuvvet Komutanlarının yanı sıra Azerbaycan ve Katar'dan üst düzey askerî heyetler takip etti. Tatbikata ASELSAN, BAYKAR, ROKETSAN, HAVELSAN, STM, TUSAŞ, MKE, FNSS ve TÜBİTAK SAGE başta olmak üzere savunma sanayii kuruluşlarının üst düzey yöneticileri de katıldı.



104 silah ve sistemin yer aldığı tatbikatta 53 sistem ilk kez serbest atışlı bir tatbikatta kullanıldı. ALKA yönlendirilmiş enerji silahı, lazerle insansız hava aracı imha eden TOLGA ve Baykar'ın AKINCI, TB2, K2 Kamikaze, SİVRİSİNEK ve KEMANKEŞ sistemleri öne çıktı.



Tatbikat, yerli ve millî sistemlerin sahadaki olgunluğunu ve teknolojik üstünlüğümüzü açıkça ortaya koydu.

IAC 2026: Türkiye'nin Uzay Vizyonu ve Küresel Buluşma

Türkiye'nin ilk kez ev sahipliği yaptığı 77. Uluslararası Uzay Kongresi (IAC 2026), 5–9 Ekim 2026 tarihlerinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda, Türkiye Uzay Ajansı (TUA) ve SAHA İstanbul'un eş ev sahipliğinde Antalya'da düzenlendi. "Dünyanın Daha Fazla Uzaya İhtiyacı Var" temasıyla gerçekleştirilen kongre, 111 ülkeden 7.604 delege ve toplam 18.642 katılımcıyı bir araya getirdi. Bilimsel programa 108 ülkeden 8.330 bildiri özeti başvurusu yapılırken Türkiye, 1.810 başvuruyla kongre tarihinde tek bir ülkeden yapılan en yüksek başvuru sayısına ulaştı ve kabul edilen 674 bildiri özetiyle ülkeler arasında ilk sırada yer aldı. Açılış konuşmasını gerçekleştiren SAHA İstanbul Yönetim Kurulu Başkanı Haluk Bayraktar, Türkiye'nin savunma, havacılık ve uzay sanayisindeki dönüşümünü güçlü üretim ekosistemi, millî teknoloji geliştirme kapasitesi ve ana yüklenici–KOBİ iş birlikleri çerçevesinde değerlendirdi.

Bayraktar; uzay ekosisteminin gelişiminde yalnızca büyük ölçekli projelerin değil, girişimcilerin, üniversitelerin, KOBİ'lerin ve genç mühendislerin sürece katılımının belirleyici olduğunu vurguladı. Haberleşme ve gözlem uyduları, bağımsız navigasyon altyapısı, fırlatma sistemleri ve Ay araştırmaları Türkiye'nin öncelikli çalışma alanları arasında öne çıktı. Türkiye'nin öncülüğünde hazırlanan "Uzayda Barış için Antalya Deklarasyonu"nun ilk aşamada 21 ülkeden 32 temsilcinin desteğini alması, etkinliğin bilimsel, toplumsal ve diplomatik etkisini ortaya koydu. TEKNOFEST aracılığıyla büyüyen genç yetenek havuzu ve SAHA İstanbul'un kümelenme yaklaşımı, Türkiye'nin uluslararası uzay değer zincirinde daha güçlü konumlanmasına katkı sağlayabilecek iki temel unsur olarak değerlendirildi.





SAHA Akademi Araştırma Projeleri Web Sitesinde Yayında

Savunma, havacılık ve uzay ekosisteminin ihtiyaçlarına yönelik hazırlanan SAHA MBA araştırma projeleri, künyeleri ve atıf bilgileriyle birlikte sahaakademi.com'da okuyucuyla buluştu.



SAHA Akademi, savunma, havacılık ve uzay sanayimizin yerlileşme ve millîleşme hamlesine akademik ve teknolojik birikimiyle katkı sunmayı sürdürüyor. SAHA MBA katılımcılarının hazırladığı araştırma projeleri, SAHA Akademi web sitesindeki "Araştırma Projeleri" sayfasında yayımlanmaya başladı.

Dr. Uğur Tarçın danışmanlığında yürütülen projeler, sektörün somut sorunlarına doğrudan yanıt vermeyi amaçlıyor. Sayfada her projenin künyesi, yazar ve kurum bilgileri, amacı ve odak alanları yer alıyor. Çalışmalara akademik ve teknik araştırmalarda atıf yapılabiliyor.

Sayfada tanımlanan vizyon, araştırma projelerini sektörün sorunlarına çözüm üreten, kurumların rekabet gücünü artıran ve Türkiye'nin küresel liderlik



SAHA Akademi web sitesindeki Araştırma Projeleri sayfası (www.sahaakademi.com).

hedefini destekleyen bir platforma dönüştürmek. Bu çalışmalar teknolojik bağımsızlığa katkı sağlarken sanayi–akademi iş birliğini ve sektör içi bilgi paylaşımını da güçlendiriyor.

Dergimizin bu sayısında yer alan araştırma projelerinin tam metinlerine ve kaynakçalarına, her makalenin sonundaki "Proje Bağlantısı" ya da QR kod üzerinden ulaşılabiliyor.

Tüm projeler için: www.sahaakademi.com › Araştırma Projeleri

RULE THE TECHNOLOGY, SHAPE THE FUTURE



SAHA 2026 IN NUMBERS

OFFICIAL POST-SHOW REPORT

1,700+
EXHIBITOR COMPANIES

148,872
VISITORS

400,000 m²
TOTAL EVENT AREA

28,947
B2B MEETINGS

204
OFFICIAL DELEGATIONS

216
SIGNING CEREMONIES

JOIN US AT

SAHA 2028
INTERNATIONAL DEFENCE & AEROSPACE EXHIBITION

SAHAEXPO.COM

ORGANISED BY **SAHA ISTANBUL**, EUROPE'S LARGEST DEFENCE AND AEROSPACE CLUSTER

/SahaExpo

SAHA AKADEMİ DERGİSİ

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

SAHA İSTANBUL
SAVUNMA, HAVACILIK VE UZAY KÜMELENMESİ

TÜBİTAK TÜSSİDE

ODTÜ METU

MİLLİ YETKİNLİK HAMLESİ

#MİLLİ TEKNOLOJİ HAMLESİ