



Alınma

18 Mayıs 2025

Kabul

12 Haziran 2025

* Sorumlu yazar.

e-mail: kamilkocyigit@gmail.com

Anahtar Kelimeler:

- Taktik İHA'lar
- Savaş İHA'ları
- MALE/HALE Sistemleri
- Savunma İhracatı
- Türk İHA Endüstrisi

Türkiye'nin İnsansız Hava Aracı (İHA) Teknolojisindeki Gelişimi: 1980 Sonrasından Günümüze Tarihsel Bir İnceleme

Kâmil KOÇYİĞİT*

MEB, Uçak Gövde ve Motor Bakımı Öğretmeni, Selçuk, İzmir, Türkiye, [0009-0005-0910-4804](https://orcid.org/0009-0005-0910-4804)

ÖZET

Bu çalışma, 1980'lerden günümüze kadar Türkiye'nin insansız hava aracı (İHA) teknolojilerindeki ilerlemesini kapsamlı bir tarihsel analizle sunmaktadır. Başlangıçta GNAT-750 ve Heron gibi ithal sistemlere bağımlı olan Türkiye, 2000'li yılların başından itibaren yerli ve ulusal İHA üretimine yönelmiş ve Bayraktar TB2, ANKA, Akıncı ve Kızılelma gibi gelişmiş sistemlerle sonuçlanmıştır. Araştırma, savunma sanayi raporları, akademik yayınlar ve kurumsal belgeler gibi ikincil verilere dayanan niteliksel, belgeye dayalı bir metodoloji kullanmaktadır. Kronolojik ve betimsel analiz yoluyla, çalışma Türkiye'nin İHA geliştirmedeki kilit aşamaları belirlemekte ve teknoloji bağımlılığından kendi kendine yeten üretime ve stratejik ihracata geçişi vurgulamaktadır. Bulgular, Türkiye'nin sadece dış bağımlılığını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda önemli bir İHA ihracatçısı olarak ortaya çıktığını, bölgesel güç dengelerini yeniden şekillendirdiğini ve tekno-milliyetçi söyleme katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu gelişme, Türkiye'nin savunma modernizasyonunun temelini oluşturan stratejik jeopolitik ve iç motivasyonları da yansıtmaktadır.

Türkiye's Development in Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology: A Historical Review from Post-1980 to the Present

Kâmil KOÇYİĞİT*

MEB, Uçak Gövde ve Motor Bakımı Öğretmeni, Selçuk, İzmir, Türkiye, [0009-0005-0910-4804](https://orcid.org/0009-0005-0910-4804)

ABSTRACT

This study presents a comprehensive historical analysis of Türkiye's progress in unmanned aerial vehicle (UAV) technologies from the 1980s to the present. Initially reliant on imported systems such as GNAT-750 and Heron, Türkiye has shifted toward domestic and indigenous UAV production since the early 2000s, culminating in advanced systems like Bayraktar TB2, ANKA, Akıncı, and Kızılelma. The research employs a qualitative, document-based methodology, relying on secondary data including defense industry reports, scholarly publications, and institutional documents. Through chronological and descriptive analysis, the study identifies key phases in

Received

18 Mayıs 2025

Accepted

12 Haziran 2025

* Corresponding author.

e-mail:

kamilkocyigit@gmail.com

Keywords:

- Tactical UAVs
- Combat UAVs
- MALE/HALE Systems
- Defense Export
- Turkish UAV Industry

Türkiye's UAV development, highlighting the transition from technology dependence to self-sufficient production and strategic exportation. The findings suggest that Türkiye has not only reduced its foreign dependency but also emerged as a major UAV exporter, reshaping regional power balances and contributing to techno-nationalist discourse. This evolution also reflects the strategic geopolitical and domestic motivations underpinning Türkiye's defense modernization.

1. Giriş (Introduction)

İnsansız hava araçları (İHA), askeri teknolojilerdeki paradigma değişimlerinin baş aktörlerinden biri haline gelmiş ve son yıllarda gerek savaş konseptlerinde gerekse güvenlik uygulamalarında belirleyici rol oynamaya başlamıştır. Günümüzde birçok ülke, bu sistemleri hem taktik hem stratejik düzeyde kullanmakta, aynı zamanda savunma sanayi ihracatında önemli bir enstrüman olarak değerlendirmektedir. Türkiye de bu küresel eğilime paralel olarak 1980'li yıllardan itibaren İHA teknolojisine ilgi göstermeye başlamış, 2000'li yıllardan sonra ise yerli üretim odaklı ciddi atılımlar gerçekleştirmiştir.

Türkiye, küresel drone pazarında önemli bir oyuncu olarak ortaya çıkmış ve yerli yapım silahlı drone'ların hem üretken bir kullanıcısı hem de büyük bir ihracatçısı haline gelmiştir (Rossiter & Cannon, 2022). Bu yükseliş, dış politika ve askeri taktiklerde ayarlamalara yol açan uyumlu bir devlet çabasına ve erken drone kullanımından alınan derslere bağlanmaktadır (Rossiter & Cannon, 2022). Türkiye'nin İHA kabiliyetleri, bölgesel çıkarlarını takip etmesini ve küresel bir İHA gücü olarak rolünü ortaya koymasını sağlarken, aynı zamanda diplomatik gerilimlere de maruz kalmasına neden olmuştur (Demiryol & Soyaltin-Colella, 2024). Türk insansız hava araçlarının son çatışmalarda, özellikle de Libya'da elde ettiği başarı, yenilikçi askeri operasyonel konseptler getirmiş ve bölgesel güç dinamiklerini şekillendirmiştir (Besenyő & Málnácssy, 2024). İç politika ve uluslararası ortamdan etkilenen Türkiye'nin İHA stratejisi, bu alanda geç kalmış bir ülke olarak önemli başarılar elde etmiş ve küresel olarak İHA gelişimi için değerli içgörüler sunmuştur (Ho, 2024).

Türkiye'nin İHA çalışmalarına yönelmesinde birkaç temel neden bulunmaktadır. Bunlardan ilki, terörle mücadelede keşif ve istihbarat sağlama ihtiyacıdır. 1990'lı yıllardan itibaren artan terör tehdidi, sınır güvenliği ve operasyonel istihbaratın önemini artırmış; bu bağlamda İHA'ların etkin bir araç olduğu anlaşılmıştır. Ancak, o dönemlerde Türkiye, İsrail ve ABD gibi ülkelerden İHA satın almak zorunda kalmış ve dışa bağımlı bir savunma politikası izlemek durumunda kalmıştır (Bayraktar & Özcan, 2018). Bu bağımlılığı azaltmak amacıyla yerli üretim çabaları başlamış ve zamanla küresel ölçekte rekabet edebilecek teknolojiler geliştirilmiştir.

İkinci temel neden, Türkiye'nin savunma sanayiinde yerleşme politikasıdır. 2000'li yıllarla birlikte, özellikle Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB), TÜBİTAK, Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ) ve özel sektör girişimleri ile yerli İHA projeleri ivme kazanmıştır. Baykar Teknoloji ve TUSAŞ, bu süreçte en önemli aktörler olarak öne çıkmış, özellikle Bayraktar TB2, ANKA ve Akıncı İHA'ları ile dünya genelinde ses getiren projelere imza atmışlardır.

Üçüncü olarak, İHA'ların uluslararası alandaki artan stratejik önemi, Türkiye'nin bu alandaki yatırımlarını hızlandıran bir başka faktördür. 2010 sonrası dönemde özellikle ABD, İsrail ve Çin gibi ülkelerin İHA kullanımındaki başarıları, bu sistemlerin modern savaş alanındaki etkinliğini gözler önüne sermiştir (Erdoğan, 2022). Türkiye, kendi askeri ve istihbarat kapasitesini artırmak, dışa bağımlılığı minimize etmek ve küresel savunma sanayiinde rekabet edebilmek için yerli İHA sistemlerine yaptığı yatırımları artırmıştır.

Türkiye havacılıkta yalnızca insanlı ya da insansız uçan platformlar yapmıyor aynı zamanda alt sistemlerde yapmaktadır. Bu alt sistemlerden bazıları hayati önem taşımakta olup termal piller bir örnektir. Termal piller, yüksek enerji yoğunluğu, güvenilirlik ve dayanıklılık özellikleri nedeniyle özellikle acil durum ve yüksek performans gerektiren sistemlerde tercih edilmektedir (Öztürk, 2024).

Türkiye, havacılık alanındaki ilerlemelerine benzer şekilde, son yıllarda uzay ve uydu teknolojilerinde de önemli adımlar atmıştır. Küresel ölçekte teknolojik bağımsızlık kazanmayı ve güçlü bir pozisyon elde etmeyi hedeflemektedir. Türkiye'nin uzay ve uydu sektöründe daha bağımsız ve etkili bir aktör olmasını sağlayacak bu gelişmeler, uluslararası düzeyde daha fazla söz sahibi olmasına da yardımcı olacaktır. Bu stratejik yatırımlar, teknolojik ilerlemeyi desteklemenin yanı sıra, ekonomik ve stratejik açıdan da önemli fırsatlar sunma potansiyeline sahiptir (Öztürk, 2024).

Bu bağlamda çalışmanın amacı, Türkiye'nin 1980 sonrası İHA teknolojisindeki gelişimini tarihsel bir çerçevede ele almak; bu süreci yerli üretim kapasitesi, savunma politikaları ve dışa bağımlılığın azaltılması bağlamında analiz etmektir. Ayrıca Türkiye'nin İHA programının jeopolitik etkileri, ihracat başarısı ve küresel rekabetteki yeri de değerlendirme kapsamındadır.

Bu çalışmanın temel araştırma soruları şunlardır:

- Türkiye'nin İHA teknolojisine geçiş süreci tarihsel olarak nasıl şekillenmiştir?
- Bu süreçte hangi kurumlar ve teknolojik gelişmeler belirleyici olmuştur?
- Türkiye'nin İHA stratejisi, diğer ülkelerin (ABD, İsrail, Çin vb.) yaklaşımlarıyla kıyaslandığında nasıl bir farklılık veya benzerlik göstermektedir?
- Türkiye'nin İHA ihracat başarısının arkasında yatan jeopolitik ve teknolojik faktörler nelerdir?

2. İnsansız Hava Araçları (İHA'lar) ve Alt sistemleri (Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Subsystems)

İnsansız Hava Araçları (İHA) tipik olarak üç ana alt sistemden oluşur: aktüatörler, ana yapı ve sensörler (Fourlas & Karras, 2021). Bununla birlikte, son araştırmalar, veri bağlantı sistemi, uçuş kontrol ve navigasyon sistemi ve güç sistemi dahil olmak üzere ek kritik alt sistemler tanımlamıştır (Zhang ve vd., 2024). Güç kaynağı, uçuş kontrolü, iletişim ve video bileşenlerini kapsayan aviyonik alt sistem, İHA operasyonu için çok önemlidir (Akbar vd., 2021). Bu alt sistemler arızalara ve elektromanyetik parazitlere yatkındır ve karmaşık arıza teşhis ve koruma önlemleri gerektirir (Fourlas ve Karras, 2021; Zhang vd., 2024). Arıza izleme sistemleri, her bir alt sistemi denetlemek ve hata ayıklamak için tasarlanmıştır ve özellikle sensörlerde ve aktüatörlerde ciddi arızaların zamanında tespit edilmesini ve izole edilmesini sağlar (Fourlas ve Karras, 2021). İHA'ların artan karmaşıklığı ve güvenilir performansa yönelik artan talepler, potansiyel sorunları feci sonuçlara yol açmadan önce ele almak için gelişmiş arıza teşhis tekniklerinin ve elektromanyetik koruma önlemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır (Fourlas ve Karras, 2021; Zhang vd., 2024).

İnsansız Hava Araçları (İHA), hava aracı tipi, boyutu, menzili, otonomisi, irtifası, motor tipi, kalkış ve iniş yöntemi ve uygulaması gibi çeşitli özelliklere göre sınıflandırılabilir (Tachinina vd., 2022). Son araştırmalar, radyo frekansı (RF) parmak izleri ve derin evrişimli sinir ağları kullanmak gibi yeni sınıflandırma yaklaşımlarını araştırmış ve 15 ticari İHA türünü ayırt etmede %97,25 doğruluk elde etmiştir (Bremnes vd., 2022). Radar ölçümlerinden çıkarılan mikro-Doppler imzalarını ve öz-çift özelliklerini kullanan bir başka yöntem ise uçakları, quadcopterleri, helikopterleri ve kuşları sınıflandırmada %95 doğruluk göstermiştir (Molchanov vd., 2013). İHA'ların 1.500'den fazla tasarımla hızla gelişmesi, belirli görevler için uygun modellerin seçilmesine yardımcı olacak kapsamlı bir sınıflandırma sistemi gerektirmektedir. Çok kriterli optimizasyon yöntemleri ve karar destek sistemleri, İHA tasarımı ve seçiminin karmaşık doğasını ele almak için çok önemlidir (Hutsul, vd., 2022).

Yer Kontrol İstasyonları (YKİ), İnsansız Hava Araçlarının (İHA) kontrolü için çok önemlidir. YKİ tasarımındaki son gelişmeler, güvenlik özelliklerini geliştirmeye, operatörün durumsal farkındalığını artırmaya ve sistem güvenilirliğini artırmaya odaklanmaktadır. Syed Razwanul Haque ve arkadaşları (2017), kazaları önlemek için entegre hava durumu izleme ve uçuşa yasak bölge tespitine sahip bir GCS önermiştir. V. Prisacariu ve diğerleri

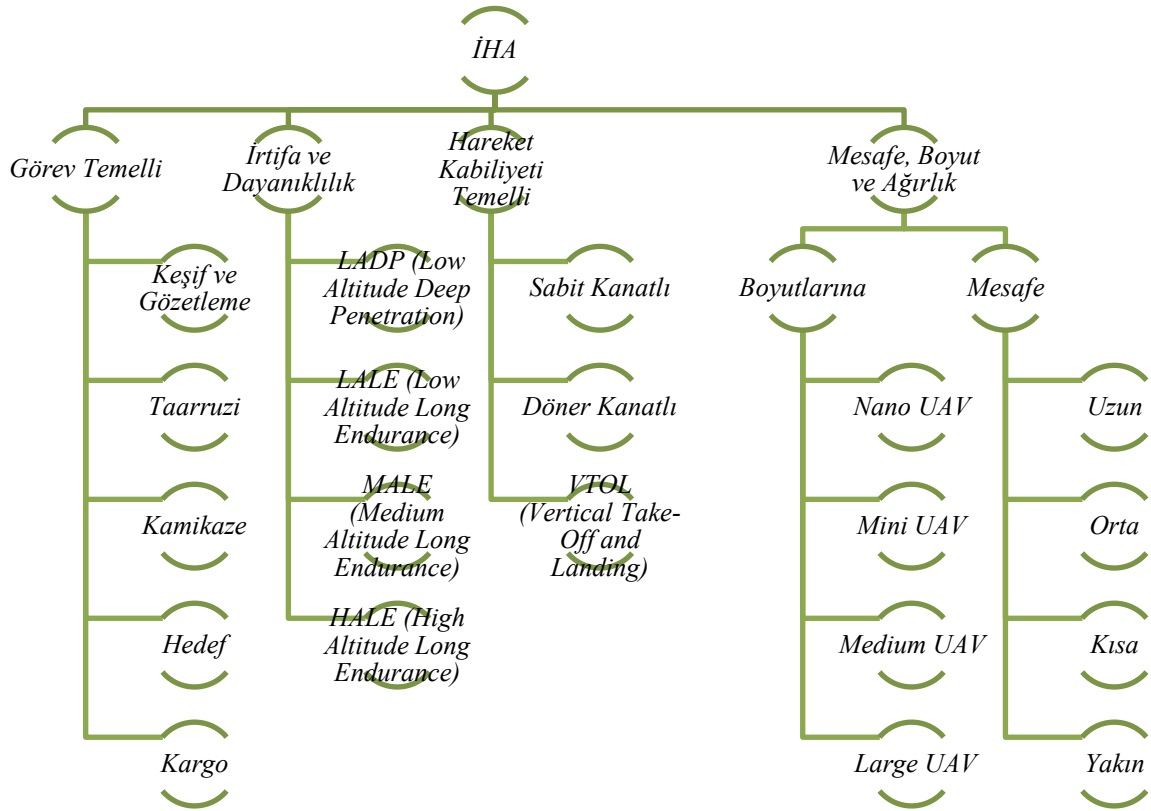
(2022) GCS yapımında yüksek hızlı veri aktarımı ve güvenilir iletişimin önemini vurgulamıştır. G. Natarajan (2001), GCS'nin iletişim, ekranlar ve görev planlama yeteneklerini içeren İHA görevlerinin sinir merkezi olduğunu vurgulamıştır. Bryan Walter ve diğerleri (2004), operatörlerin birden fazla İHA'yı aynı anda izlemelerine olanak tanıyan ve durumsal farkındalığı artıran sürükleyici sanal gerçeklik tabanlı bir GKS tasarımı sunmuştur. Bu gelişmeler hem askeri hem de sivil uygulamalarda güvenlik standartlarını korurken, İHA kontrol verimliliğini artırmayı, operatör iş yükünü azaltmayı ve görev başarı oranlarını artırmayı amaçlamaktadır.

Üç İHA sınıfı bulunmaktadır ve son kullanıcılar operasyonel ihtiyaçlarına ve bütçelerine göre İHA platformunu seçmektedir. Bununla birlikte, ağırlık ve boyut, maksimum hizmet tavanı ve menzil gibi teknik özelliklerin yanı sıra taşınabilecek faydalı yükleri de etkileme eğilimindedir. Sonuç olarak, her sınıf tipik olarak üç tür kullanıcı desteği sunmaktadır: operasyonel, taktik ve stratejik. Yüksek İrtifa, Uzun-Dayanıklılık (HALE) ve Orta İrtifa, Uzun Havada Kalkışlı (MALE) araçlar insanlı uçaklardan daha güçlü ve uygun maliyetlidir. Bunun ışığında, çoğu ülkenin silahlı kuvvetleri bu silahların kullanımını hem silahlı hem de silahsız görevler için genişletmektedir.

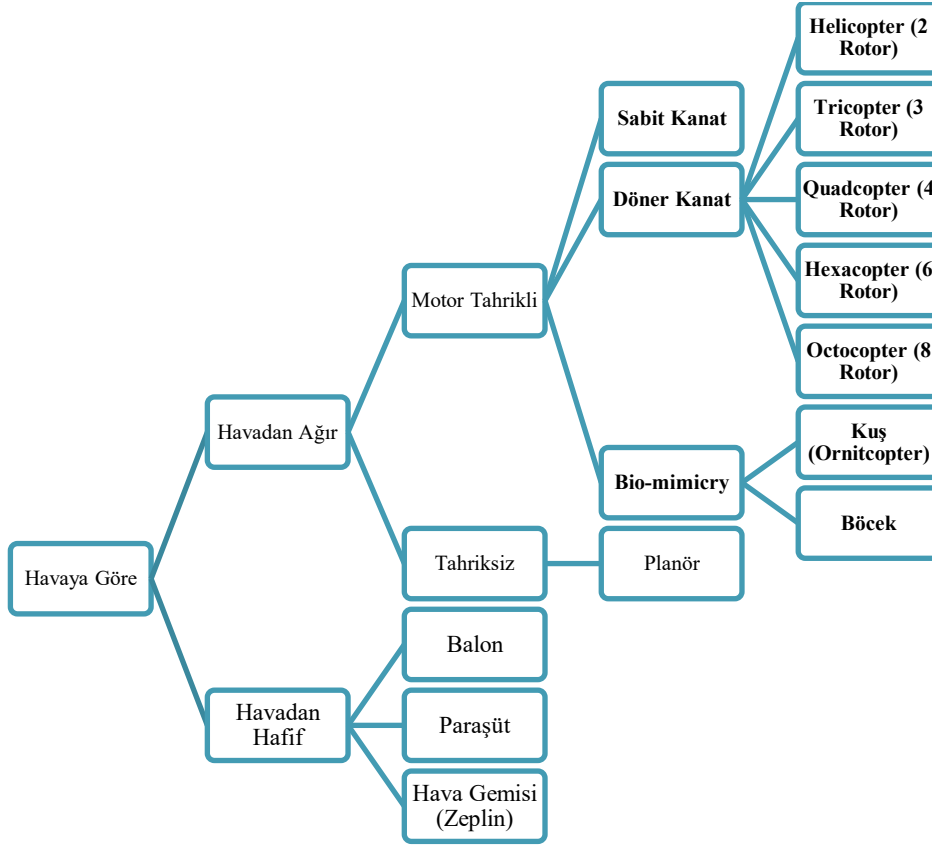
Tablo 1. İHA Kategorileri ve Ağırlıkları, Menzil, İrtifası ve Uçuş Süreleri (UAV Categories and Weights, Range, Altitude and Flight Duration)

Category Name	Acronym	Weight [kg]	Range [km]	Flight Altitude [m]	Endurance [hours]
Micro	Micro	<5	<10	250	1
Mini	Mini	25-150	<10	150-300	<2
Close Range	CR	25-150	10-30	3,000	2-4
Short Range	SR	50-250	30-70	3,000	3-6
Medium Range	MR	<1,250	70-200	5,000	6-10
Medium Range Endurance	MRE	<1,250	>500	8,000	10-18
Low Altitude Deep Penetration	LADP	to 350	>250	50-9,000	0.5-1
Low Altitude Long Endurance	LALE	<30	>500	3,000	>24
Medium Altitude Long Endurance	MALE	to 1,500	>500	14,000	24-48
High Altitude Long Endurance	HALE	2500-5000	>500	5.000-8.000	12-24

Yukarıda tablo 1'de İHA'ların sınıflandırması ve onlara ait özellikleri sistematik şekilde sıralayarak verilmiştir.



Şekil 1. İHA'ların Görev, İrtifa, Hareket Kabiliyetine Boyutlarına Göre Sınıflandırılması (Classification of UAVs by Mission, Altitude, Mobility and Size)



Şekil 2. İHA'ların Havadan ağır olup olmadıklarının göre sınıflandırılması (Classification of UAVs according to whether they are heavier than air)

İnsansız Hava Araçları (İHA), görevleri ve özelliklerine göre farklı kategorilere ayrılmaktadır. Görev temelli sınıflandırmada keşif ve gözetleme İHA'ları (Bayraktar TB2, ANKA-S), taarruzi İHA'lar (Bayraktar Akıncı, KIZILELMA), kamikaze İHA'lar (STM Kargu, Alpago), hedef simülasyonu İHA'ları (TUSAŞ Şimşek) ve kargo İHA'lar (Kargo RİHA) gibi çeşitler bulunmaktadır. İrtifa ve dayanıklılığa göre MALE (ANKA-S, AKSUNGUR), HALE (Bayraktar Akıncı), taktik İHA'lar (Karayel-SU, Bayraktar TB2) ve mini/mikro İHA'lar (Bayraktar Mini İHA) öne çıkar. Hareket kabiliyetine göre sabit kanatlı (ANKA, Bayraktar TB2), döner kanatlı (STM Kargu, Malazgirt) ve VTOL (Malazgirt VTOL) İHA'lar bulunmaktadır. Boyut ve ağırlık açısından nano, mikro ve orta/ağır İHA'lar; otonomi seviyesine göre ise uzaktan kontrollü, yarı otonom ve tam otonom İHA'lar (KIZILELMA gibi) dikkate alınmaktadır. Bu çeşitlilik, İHA'ların kullanım alanlarındaki geniş yelpazeyi ortaya koymaktadır.

3. Yöntem (Method)

Bu çalışma, Türkiye'nin 1980 sonrası İnsansız Hava Aracı (İHA) teknolojisindeki gelişimini tarihsel bir yaklaşımla incelemek amacıyla nitel araştırma yöntemine göre tasarlanmıştır. Araştırmada, belge incelemesine dayalı doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Veriler; akademik makaleler, savunma sanayii kurumlarının (SSB, TUSAŞ, TÜBİTAK vb.) raporları, ulusal ve uluslararası literatürde yer alan güvenilir yayınlar olmak üzere ikincil

kaynaklardan elde edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilecek belgelerin seçiminde şu kriterler dikkate alınmıştır: Türkiye'nin İHA gelişimiyle doğrudan ilgili olması, bilimsel geçerlilik taşıması ve yorumdan çok veriye dayalı bilgi sunması. Sadece haber niteliğindeki ya da doğrulanmamış içerikler dışarıda bırakılmıştır. Veri toplama sürecinde Google Scholar, Web of Science, Scopus ve DergiPark gibi akademik veri tabanları taranmış; " Türkiye UAV development", "Bayraktar TB2", "ANKA drone history", "UAV export strategy" gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Elde edilen belgeler, betimsel analiz yöntemi temel alınarak değerlendirilmiş; tematik içerik analizi çerçevesinde üç ana kategori altında kodlanmıştır: (1) teknolojik gelişmeler, (2) kurumsal aktörlerin rolü, (3) ihracat ve dış politika etkileri. Kodlama sürecinde PRISMA yöntemi izlenmiş ve dahil edilen belgeler bu temalar çerçevesinde karşılaştırmalı olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca her döneme ait gelişmeler, literatürdeki mevcut çalışmalarla eşleştirilerek çapraz kontrol yapılmıştır. Çalışma yıllar açısından üç temel döneme ayrılarak değerlendirilmiştir: (1) 1980–2000 dönemi , (2) 2000–2010 dönemi, (3) 2010 sonrası. Her dönem, kronolojik sırayla ele alınmış ve teknik gelişmelerle birlikte politik etkileri de dikkate alınarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sistematikliğini ve şeffaflığını sağlamak amacıyla PRISMA protokolü esas alınmıştır. Literatür taramasında ulaşılan kaynaklar, dâhil etme/dışlama kriterlerine göre sınıflandırılmış ve analiz kapsamına alınan belgeler açık şekilde belirtilmiştir. Bu yöntemsel yapı sayesinde, Türkiye'nin İHA teknolojisindeki dönüşümü tarihsel, teknolojik ve stratejik boyutlarıyla bütüncül olarak değerlendirilmiştir.

4. Bulgular (Findings)

4.1. 1980-2000 Dönemi: İHA'ların Türkiye'de İlk Kullanımı ve Geliştirme Çalışmaları (1980-2000 Period: First Use and Development of UAVs in Türkiye)

Türkiye'de İHA teknolojisinin gelişimi, 1980'li yılların başında savunma sanayii ve güvenlik ihtiyaçları doğrultusunda başlamıştır. Ancak bu dönemde Türkiye'nin yerli üretim kapasitesi sınırlı olduğu için öncelikle yabancı ülkelere tedarik edilen sistemler kullanılmıştır. 1980'lerin sonunda ve 1990'ların başında Türkiye, özellikle ABD ve İsrail gibi ülkelere keşif ve gözetleme amaçlı İHA sistemleri satın almıştır (Bayraktar & Özcan, 2018). Ancak bu sistemlerin operasyonel bağımlılığı, bakım ve modernizasyon süreçlerindeki zorluklar nedeniyle yerli üretime yönelik ilk adımlar da bu dönemde atılmıştır.

4.1.1. İlk İHA Kullanımları ve İthal Sistemler (1980-1990) (First UAV Applications and Imported Systems (1980-1990))

Türkiye'de insansız hava aracı (İHA) teknolojisinin ilk kullanımına yönelik somut adımlar 1980'li yılların ortalarında atılmıştır. Bu dönemde, terörle mücadele, sınır güvenliği ve keşif faaliyetlerinde kullanılmak üzere insansız sistemlere ilişkin araştırmalara başlanmıştır. Yerli üretim altyapısının yetersiz olması nedeniyle ilk etapta yabancı menşeli sistemlerin tedariki tercih edilmiştir.

1980'lerin sonlarından itibaren, Türkiye tarafından ABD üretimi GNAT 750 ve İsrail üretimi Heron sistemleri satın alınmıştır (Kaya, 2022). GNAT 750 sistemleri, 1990'lı yılların başında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde keşif ve gözetleme görevlerinde kullanılmıştır. Bu sistemlerin teknik bakım süresi uzundur ve kullanıcı ülke bağımsızlığı sınırlıdır (Demir, 2019).

Aynı dönemde envantere giren İsrail yapımı Heron İHA'lar, yüksek irtifada uzun süreli uçuş kabiliyetiyle keşif ve gözetleme görevlerinde görev almıştır. Heron sistemleri, 2000'li yıllara kadar aktif kullanımda kalmıştır (Arslan & Demirtaş, 2021).

4.1.2. Yerli İHA Çalışmalarının Başlangıcı (1990-2000) (The Beginning of Domestic UAV Research (1990-2000))

1990'lı yılların ortalarında, Türkiye'de savunma sanayiine yönelik yerli İHA sistemleri geliştirme çalışmaları başlatılmıştır. Bu süreçte çeşitli kamu kurumları, ilk ulusal İHA projeleri üzerinde çalışmalar yürütmüştür.

TÜBİTAK Mini İHA Projeleri (1995)

- 1995 yılında TÜBİTAK bünyesinde insansız hava araçları üzerine bilimsel araştırmalar başlatılmıştır.
- Geliştirilen projeler, özellikle keşif ve gözetleme amaçlı hafif sınıf İHA'ları kapsamaktadır.
- Bu çalışmalar kavramsal tasarım düzeyinde kalmış ve operasyonel aşamaya geçmemiştir (Küçük, 2017).

Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. (STM) Çalışmaları (1997)

- STM, 1997 yılında TÜBİTAK ve Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) iş birliğiyle yerli İHA projeleri geliştirmeye başlamıştır.
- Yürütülen çalışmalar, Türkiye'nin ilk yerli İHA girişimleri arasında yer almıştır.
- Teknik altyapı ve finansman sınırlılıkları nedeniyle bu projeler seri üretim aşamasına ulaşmamıştır (Kaya, 2022).

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ) Prototip Geliştirme Çalışmaları (1998)

- TUSAŞ, 1998 yılında yerli İHA geliştirme sürecine katılmıştır.
- Bu dönemde geliştirilen prototipler, taktik sınıf keşif ve gözetleme görevleri için tasarlanmıştır.
- Bu çalışmalar, ilerleyen yıllarda başlatılacak olan ANKA İHA projesinin teknik altyapısını oluşturmuştur (Demir, 2019).

4.1.3. Teknolojik Yetersizlik ve Zorluklar (Technological Inadequacies and Challenges)

1990'lı yıllarda Türkiye, yerli İHA üretimi konusunda çeşitli teknik ve yapısal sınırlamalarla karşılaşmıştır. Bu dönemde:

- Hava-yer haberleşme sistemleri,
- Uzun menzilli kontrol teknolojileri,
- Optik sensör donanımları gibi alanlarda yerli teknolojiler henüz yeterince geliştirilememiştir.

Ayrıca, savunma sanayisinin dışa bağımlı yapısı ve uluslararası tedarik kısıtlamaları, kritik bileşenlerin yurt içinde üretilmesini engellemiştir. Bu nedenlerle, 1990'lı yıllarda başlatılan yerli İHA projelerinin teknik olgunluk düzeyine ulaşması, ancak 2000'li yılların başında mümkün olmuştur.

4.1.4. 1980–2000 Döneminin Genel Görünümü (Overview of the Period 1980–2000)

1980–2000 yılları arasında Türkiye'nin İHA teknolojisiyle tanışma süreci, ithal sistemlerin kullanımıyla başlamıştır. Bu dönemde, GNAT 750 ve Heron gibi yabancı menşeli sistemler tedarik edilmiştir. 1990'lı yıllarda ise TÜBİTAK, STM ve TUSAŞ gibi kurumlar yerli İHA projeleri üzerine çalışmalara yönelmiştir.

Bu projelerin teknik ve operasyonel düzeye ulaşmasında; teknolojik altyapı eksiklikleri, finansman kısıtları ve kritik bileşenlerde dışa bağımlılık gibi etkenler belirleyici olmuştur. 1990’larda başlatılan yerli çalışmalar, 2000’li yılların başlarında olgunlaşarak ileri aşamalara taşınmıştır.

2004 yılında başlatılan ANKA Projesi ve 2005 yılında geliştirilen Bayraktar Mini İHA, 2010 sonrası dönemde üretilecek daha ileri sistemlerin teknik temelini oluşturmuştur. Bu gelişmeler, Türkiye’nin İHA üretim kapasitesinin artırılmasında etkili olmuştur.

Tablo 3. 1989 ve 2000 döneminde Türkiye geliştirilen İHA’lar (UAVs developed in Türkiye between 1989 and 2000)

Projenin adı	Yılı
Banshee	1989
UAV-X1	1990
CL-89	1994
Turna	1995
TUSAŞ Keklik	1995
Gnat-750	1998
I-Gnat	1998

4.2. 2000-2010 Dönemi: Yerli İHA Üretimine Başlaması (2000-2010 Period: Start of Domestic UAV Production)

2000’li yıllarda Türkiye, İHA teknolojisinde yerli üretim sürecini başlatmıştır. Bu dönemde, Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) öncülüğünde, TÜBİTAK, TUSAŞ (Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.), Baykar Teknoloji ve ASELSAN gibi kurumların iş birliğiyle çeşitli yerli İHA projeleri yürütülmüştür.

1980–2000 döneminde kullanılan ithal sistemlerde karşılaşılan operasyonel sınırlamalar ve maliyet unsurları sonrasında, Türkiye yerli tasarım ve üretime yönelmiştir. 2000–2010 yılları arasında özellikle taktik sınıf ve keşif amaçlı İHA sistemlerinin araştırma-geliştirme ve prototipleme çalışmaları yürütülmüştür.

4.2.1. 2000’li Yıllarda Savunma Sanayiinde Yerli İHA Stratejisi (Domestic UAV Strategy in the Defense Industry in the 2000s)

2000’li yıllarda Türkiye’nin yerli İHA üretimine yönelmesinde etkili olan başlıca faktörler aşağıda sıralanmıştır:

1. Savunma Sanayiinde Operasyonel Bağımlılık Sorunları

- 1990’lı yıllarda İsrail ve ABD’den tedarik edilen İHA sistemlerinin kullanımında çeşitli erişim ve kontrol sınırlamaları yaşanmıştır.
- İsrail yapımı Heron İHA’larının teslimat sürecinde yaşanan gecikmeler, yerli üretim ihtiyacını artırmıştır (Demir, 2019).

2. Terörle Mücadelede Artan Gözetleme ve İstihbarat İhtiyacı

- Güneydoğu Anadolu bölgesinde sürdürülen terörle mücadele faaliyetlerinde gerçek zamanlı istihbarat ihtiyacı artmıştır.
- Dış kaynaklı sistemler operasyonel esneklik sağlamadığından, yerli sistemlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Kaya, 2022).

3. Teknolojik ve Endüstriyel Altyapının Gelişimi

- ASELSAN, TÜBİTAK, STM ve TUSAŞ gibi kuruluşlar, bu dönemde İHA sistemleri için gerekli olan haberleşme, sensör, yazılım ve uçuş kontrol altyapılarına yatırım yapmıştır.
- Yapılan Ar-Ge çalışmaları, yerli İHA üretiminin teknik temelini oluşturmuştur (Arslan & Demirtaş, 2021).

4.2.2. Türkiye'nin İlk Yerli İHA Projeleri (Türkiye 's First Domestic UAV Projects)

1. Bayraktar Mini İHA (2005) – Türkiye'nin İlk Operasyonel Yerli İHA'sı

2005 yılında Baykar Teknoloji tarafından geliştirilen Bayraktar Mini İHA, Türkiye'nin operasyonel kullanıma giren ilk yerli İHA sistemidir. Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) tarafından 2007 yılında envantere alınmış ve çeşitli keşif ve gözetleme görevlerinde kullanılmıştır.

Teknik Özellikleri:

- Ağırlık: 4–6 kg
- Uçuş Süresi: 1–2 saat
- Menzil: 15 km
- Kullanım Alanları: Keşif, gözetleme, istihbarat toplama

Bu sistem, taşınabilirliği ve kısa sürede operasyonel hale gelme yeteneğiyle, özellikle taktik seviyedeki görevlerde tercih edilmiştir (Bayraktar & Özcan, 2018).

4.2.3. ANKA İHA (2004-2010) – Türkiye'nin Orta İrtifa Uzun Süreli (MALE) İHA'sı (ANKA UAV (2004-2010) – Türkiye 's Medium Altitude Long Endurance (MALE) UAV)

ANKA, Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ) tarafından geliştirilen Türkiye'nin ilk MALE (Medium Altitude Long Endurance) sınıfı insansız hava aracıdır. Proje 2004 yılında başlatılmış, ilk uçuş 2010 yılında gerçekleştirilmiş ve sistem 2013 yılında tam operasyonel hale getirilmiştir.

Teknik Özellikleri:

- Kanat Açıklığı: 17,3 metre
- Havada Kalma Süresi: 24 saat
- İrtifa: 30.000 ft (9.144 metre)
- Gövde Malzemesi: Kompozit ve alüminyum alaşımı
- Yük Kapasitesi: Elektro-optik sensörlerle keşif, gözetleme ve istihbarat (ISR) amaçlı sistemler

Özellikler:

- Otomatik kalkış ve iniş yeteneği
- Gündüz/gece görev kabiliyeti (termal kamera ve elektro-optik sistem donanımı)
- Silah entegrasyonuna uygun yapısal tasarım
- Proje kapsamında daha sonra ANKA-S ve ANKA-B modelleri geliştirilmiştir (Öztürk, 2023)

4.2.4. Türkiye'nin İHA Teknolojisindeki Atılımları (Türkiye 's Breakthroughs in UAV Technology)

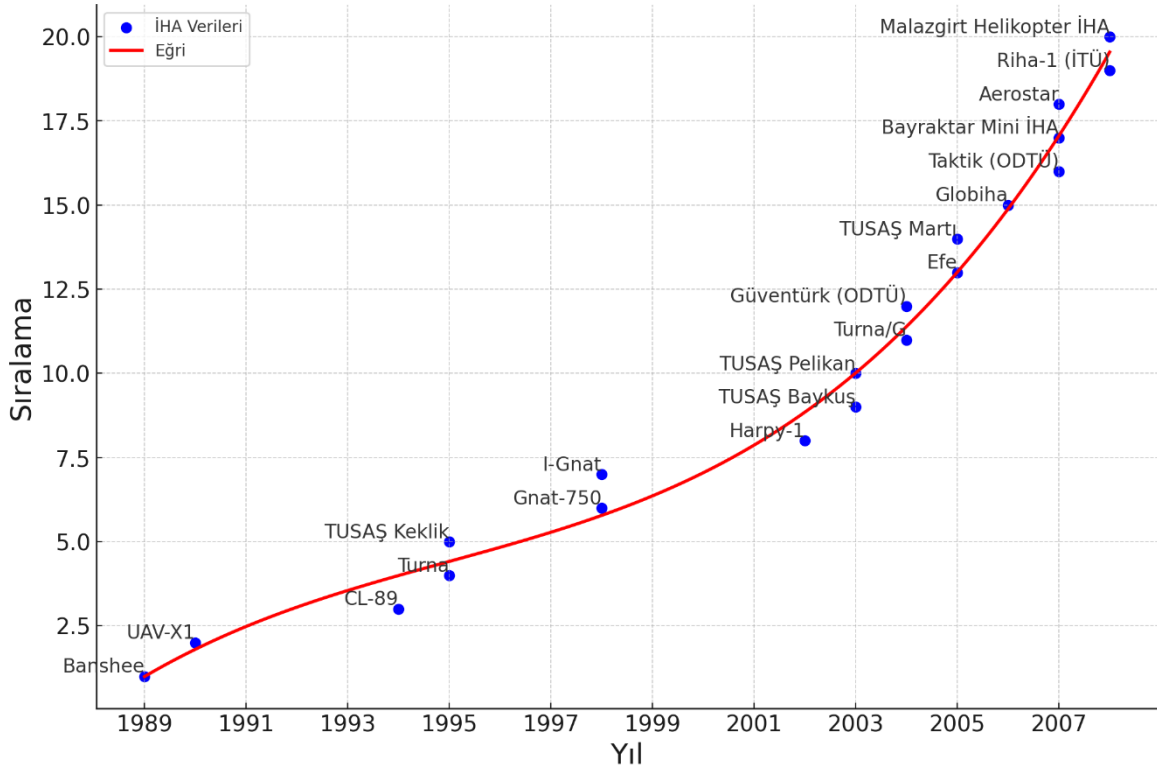
2000–2010 döneminde Türkiye, daha önce ithal ettiği sistemlere alternatif olarak yerli İHA teknolojilerinin geliştirilmesine yönelmiştir. Bu süreçte geliştirilen Bayraktar Mini İHA ve ANKA projeleri, yerli üretim kapasitesinin şekillenmesinde etkili olmuştur.

Teknolojik Gelişmeler:

- Haberleşme Sistemleri: ASELSAN ve TUBİTAK tarafından geliştirilen yerli haberleşme donanımları, İHA'ların uçuş güvenliği ve kontrol kabiliyetini artırmıştır.
- Elektro-Optik Sistemler: Yerli üretim termal kameralar ve elektro-optik sensörler, İHA sistemlerine entegre edilerek gece/gündüz görev kabiliyeti sağlanmıştır.
- Yazılım ve Otomasyon: Uçuş kontrol sistemleri, otonom görev yazılımları ve yapay zekâ destekli analiz modülleri geliştirme çalışmaları bu dönemde başlatılmıştır (Şahin, 2020).

4.2.5. 2000-2010 Döneminin Genel Görünümü (Overview of the 2000-2010 Period)

1989-2010 dönemi, Türkiye'nin tamamen yerli İHA üretimine geçiş sürecinde kritik bir zaman dilimi olmuştur.



Şekil 2. 1989-2008 Yılları arası üretilen İHA'lar (UAVs produced between 1989-2008) (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

- Bayraktar Mini İHA, ilk operasyonel yerli İHA olarak envantere girmiştir.
- ANKA, Türkiye'nin ilk MALE sınıfı İHA'sı olarak geliştirilmiş ve İHA teknolojisinin daha ileri seviyelere taşınmasının temelini oluşturmuştur.
- Bu dönemde İHA'lar için gerekli olan elektronik, haberleşme ve otonom sistemlerin geliştirilmesi sağlanmıştır.

Bu gelişmeler, 2010 sonrası dönemde Türkiye'nin küresel ölçekte İHA üreticileri arasında yer almasını sağlayan önemli bir altyapıyı oluşturmuştur. Bu dönemde yapılan çalışmalar şunlardır;

Tablo 4. 2000 ve 2010 döneminde Türkiye geliştirilen İHA'lar (UAVs developed in Türkiye between 2000 and 2010)

Proje Adı	Yılı
Harpy-1	2002
TUSAŞ Baykuş	2003
TUSAŞ Pelikan	2003
Turna/G	2004
Güventürk (ODTÜ)	2004
Efe	2005
TUSAŞ Martı	2005
Globiha	2006

Taktik (ODTÜ)	2007
Bayraktar Mini İHA	2007
Aerostar	2007
Riha-1 (İTÜ)	2008
Malazgirt Helikopter İHA	2008
TUSAŞ Anka-1	2010

4.3. 2010 Sonrası: Türkiye'nin İHA Gücüne Dönüşümü (After 2010: Türkiye 's Transformation into a UAV Power)

2010 yılı sonrasında Türkiye, insansız hava aracı (İHA) sistemlerinde taktik, taarruzi ve stratejik seviyelerde üretim ve operasyonel kullanım aşamasına geçmiştir. Bu dönemde, 2000–2010 yılları arasında yürütülen Ar-Ge faaliyetleri sonucunda yerli üretim altyapısı güçlendirilmiş ve çeşitli İHA platformları geliştirilmiştir.

Söz konusu sistemler şunlardır:

- Bayraktar TB2: Taktik sınıf bir İHA olup keşif, gözetleme ve silahlı operasyon görevleri için geliştirilmiştir.
- ANKA-S / ANKA-B: Orta irtifa, uzun havada kalış süresine sahip sistemlerdir; veri linki ve uydu kontrolü ile donatılmıştır.
- AKINCI: Yüksek faydalı yük kapasitesine sahip, taarruzi sınıfta sınıflandırılan İHA'dır.
- AKSUNGUR: Çift motorlu, çok rollü ve geniş faydalı yük taşıma kapasitesine sahip MALE sınıfı İHA'dır.
- KIZILELMA: Jet motorlu, düşük görünürlük tasarımına sahip, muharip sınıf insansız hava aracıdır.

Bu platformlar, Türkiye'nin İHA üretim kapasitesini genişletmiş ve farklı operasyonel ihtiyaçlara yönelik çözümler sunacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemlerin teknik özellikleri ve üretim detayları, takip eden alt başlıklarda sunulacaktır.

4.3.1. Türkiye'nin 2010 Sonrası İHA Stratejisi ve Gelişim Süreci (Türkiye 's UAV Strategy and Development Process after 2010)

2010 sonrası dönemde Türkiye, insansız hava aracı (İHA) sistemlerinin geliştirilmesinde yerli üretim ve operasyonel kullanımı merkezine alan bir strateji benimsemiştir. Bu stratejinin uygulama süreci üç temel başlık altında özetlenebilir:

1. Yerli Üretim Politikalarının Geliştirilmesi

- Türkiye, 2010'lu yıllarda İHA üretiminde dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla yerli ve milli üretim yaklaşımını güçlendirmiştir.
- Bu kapsamda Baykar Teknoloji, TUSAŞ, ASELSAN, ROKETSAN ve TÜBİTAK gibi kurumlar Ar-Ge ve üretim süreçlerinde aktif görev almıştır.

2. Operasyonel Kullanımın Yaygınlaştırılması

- 2016 yılı itibarıyla İHA sistemleri, sınır güvenliği, terörle mücadele ve uluslararası askeri operasyonlarda kullanılmaya başlanmıştır.

- Suriye, Libya, Karabağ ve Ukrayna gibi çatışma bölgelerinde sistemlerin aktif olarak görev aldığı raporlanmıştır (Erdoğan, 2022).

3. Silahlı İHA Sistemlerinin Geliştirilmesi

- 2016 yılında Bayraktar TB2 platformu üzerine silah entegrasyonu gerçekleştirilmiştir.
- Bu gelişme, Türkiye'nin taarruzi sınıfta silahlı İHA üretimini başlatmasına olanak sağlamıştır.

4.3.2. 2010 Sonrası Geliştirilen Öne Çıkan İHA Sistemleri (Prominent UAV Systems Developed After 2010)

1. Bayraktar TB2 (2014–Günümüz)

Baykar Teknoloji tarafından geliştirilen Bayraktar TB2, Türkiye’de geliştirilen ilk operasyonel silahlı taktik sınıf insansız hava aracı sistemidir.

Teknik Özellikler:

- Kanat açıklığı: 12 metre
- Maksimum havada kalış süresi: 27 saat
- Servis irtifası: 25.000 ft (7.620 metre)
- Mühimmat kapasitesi: MAM-L, MAM-C (ROKETSAN üretimi)
- Kullanım amacı: Keşif, gözetleme, hedef tespiti, taarruz

2. ANKA-S (2017–Günümüz)

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ) tarafından geliştirilen ANKA-S, orta irtifa uzun havada kalış (MALE) sınıfında uydu kontrollü bir İHA sistemidir.

Teknik Özellikler:

- Maksimum havada kalış süresi: 30 saat
- Servis irtifası: 35.000 ft (10.668 metre)
- Haberleşme: SATCOM (uydu kontrollü)
- Mühimmat kapasitesi: MAM-L, Cirit, L-UMTAS

3. Akıncı (2019–Günümüz)

Baykar Teknoloji tarafından geliştirilen Akıncı, yüksek faydalı yük kapasitesine sahip taarruzi sınıf bir insansız hava aracı sistemidir.

Teknik Özellikler:

- Maksimum havada kalış süresi: 40 saat

- Servis irtifası: 40.000 ft (12.192 metre)
- Faydalı yük kapasitesi: 1.350 kg
- Mühimmat seçenekleri: SOM seyir füzesi, MK-82, Bozdoğan, Gökdoğan
- Uçuş sistemleri: Yapay zekâ destekli uçuş kontrol sistemleri

4. Aksungur (2020–Günümüz)

TUSAŞ tarafından geliştirilen Aksungur, çift motorlu, çok amaçlı ve yüksek taşıma kapasitesine sahip bir MALE sınıfı İHA'dır.

Teknik Özellikler:

- Maksimum havada kalış süresi: 50 saat
- Servis irtifası: 40.000 ft
- Silah kapasitesi: 750 kg

5. Kızılelma (2023–Günümüz)

Baykar Teknoloji tarafından geliştirilen Kızılelma, Türkiye'nin ilk insansız savaş uçağı prototipidir. Jet motorlu yapısı ile yüksek hız ve muharebe kabiliyetlerine sahiptir.

Teknik Özellikler:

- Hız kapasitesi: Sesten hızlı uçuş (süpersonik hedeflenmektedir)
- Görev entegrasyonu: İnsanlı savaş uçakları (F-16) ile müşterek operasyon
- Silah sistemleri: Hava-hava füzeleri, hassas güdümlü mühimmatlar

4.3.3. Türkiye'nin İHA Konusunda Küresel Güç Haline Gelmesi (Türkiye Becoming a Global Power in the Field of UAVs)

Baykar Teknoloji tarafından geliştirilen Bayraktar TB2 insansız hava aracı, 2023 yılı itibarıyla 30'dan fazla ülkeye ihraç edilmiştir. Bu ülkeler arasında Polonya, Azerbaycan, Katar, Libya ve Ukrayna yer almaktadır. İhracat faaliyetleri kapsamında Türkiye, uluslararası savunma pazarında İHA tedarikçisi olarak aktif bir konuma ulaşmıştır.

Uluslararası Rekabet Durumu

Türkiye'nin insansız hava aracı sistemleri;

- Amerika Birleşik Devletleri'nin MQ-9 Reaper,
- İsrail'in Heron TP,
- Çin'in CH-4,

- Rusya'nın Orion sistemleriyle rekabet etmektedir.

Türkiye, özellikle maliyet etkinliği, operasyonel başarı ve teslimat süreleri bakımından rekabet avantajı sağlamaktadır.

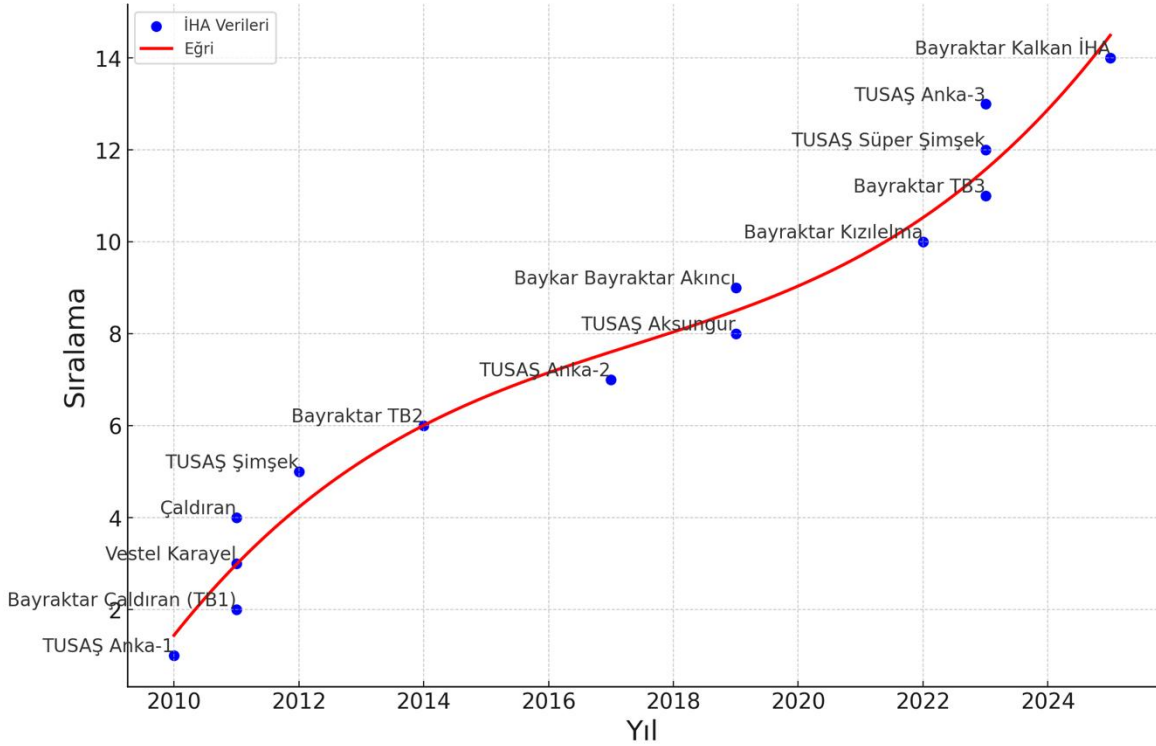
Yerleşme Oranı ve Bağımsızlık: Savunma sanayiinde yürütülen Ar-Ge çalışmaları sonucunda, Türkiye'nin İHA sistemlerinde yerlilik oranı %80'in üzerine çıkmıştır. Uçuş kontrol sistemleri, haberleşme modülleri, elektro-optik sistemler, motor ve mühimmat gibi birçok kritik bileşen yerli olarak üretilmektedir.

4.3.4. 2010 Sonrası Döneminin Genel Görünümü (General Overview of the Post-2010 Period)

2010 sonrası dönem, Türkiye'nin insansız hava aracı (İHA) teknolojisinde yerli üretim kapasitesinin arttığı ve ihracat faaliyetlerinin hız kazandığı bir süreçtir. Bu dönemde geliştirilen Bayraktar TB2, ANKA ve Akıncı gibi sistemler operasyonel olarak kullanıma sunulmuş ve çeşitli ülkeler tarafından tedarik edilmiştir.

1980'li yıllarda başlayan İHA sistemleriyle tanışma sürecinde Türkiye, başlangıçta ithal platformlara yönelmiş; 2000'li yıllarda ise yerli Ar-Ge faaliyetleri ile taktik ve keşif amaçlı sistemleri üretmeye başlamıştır. 2010 sonrası ise ileri teknolojiye sahip taarruzi ve stratejik sınıf İHA sistemleri geliştirilmiş ve envantere alınmıştır.

Bu gelişmeler, savunma sanayiinde dışa bağımlılığın azalması, sistem bileşenlerinin yerli üretimi ve ihracat kapasitesinin artması gibi yapısal değişimlerle desteklenmiştir. Türkiye, bu süreç sonunda İHA sistemlerinde yüksek üretim oranına, operasyonel çeşitliliğe ve ihracat kabiliyetine sahip bir ülke konumuna gelmiştir.



Şekil 3. 2010 Sonrası üretilen İHA'lar (UAVs produced after 2010) (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

Türkiye'nin İHA alanındaki başarısı hem askeri hem de sivil kullanımlar açısından gelecekte daha da önem kazanacaktır. Yapılan akademik çalışmalar, İHA'ların yalnızca savunma sanayiinde değil, tarım, trafik kontrolü, orman yangınlarıyla mücadele gibi alanlarda da kritik roller üstlenebileceğini göstermektedir. Bu dönemde yapılan çalışmalar 2011 yılı itibariyle sunulmuştur.

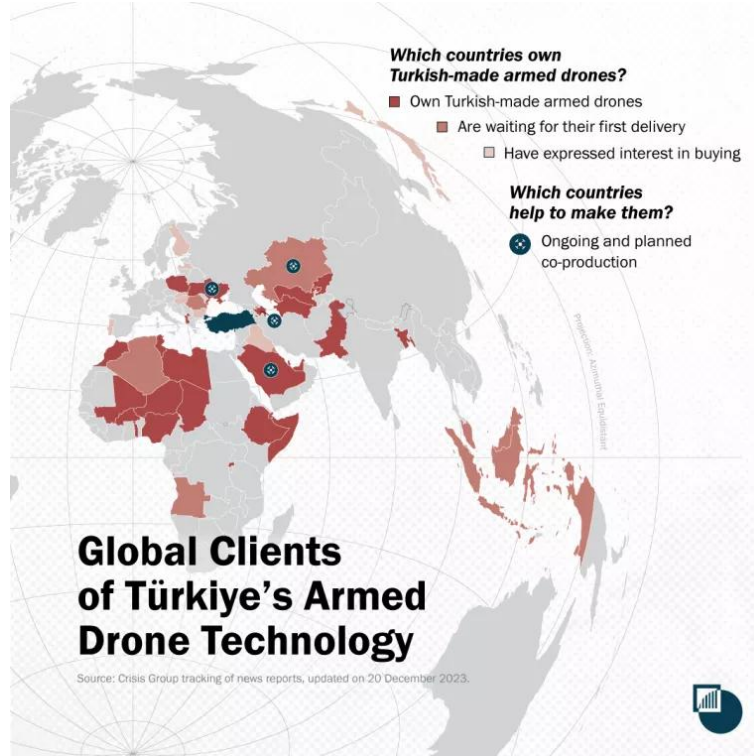
Tablo 5. 2010 Sonrası dönemde Türkiye geliştirilen İHA'lar (UAVs developed in Türkiye after 2010)

Proje adı	Yılı
Bayraktar Çaldıran (TB1)	2011
Vestel (Lentatek) Karayel	2011
Çaldıran	2011
TUSAŞ Şimşek	2012
Bayraktar TB2	2014
TUSAŞ Anka-2	2017
TUSAŞ Aksungur	2019
Baykar Bayraktar Akıncı	2019
Bayraktar Kızılelma	2022
Bayraktar TB3	2023
TUSAŞ Süper Şimşek	2023
TUSAŞ Anka-3	2023
Bayraktar Kalkan İHA	2025 (Muhtemel)

4.4. Türkiye'nin İHA ve SİHA İhracatı (Türkiye 's UAV and SİHA Exports)

Türkiye, yerli yapım silahlı insansız hava araçlarının hem üretken bir kullanıcısı hem de büyük bir ihracatçısı haline gelerek önemli bir insansız hava aracı gücü olarak ortaya çıkmıştır (Rossiter & Cannon, 2022). Bu gelişme, uyumlu bir devlet çabasının ve ilk drone operasyonlarından uyarlanabilir öğrenmenin sonucudur (Rossiter & Cannon, 2022). Türk İHA'ları Libya, Suriye ve Dağlık Karabağ'daki çatışmalarda önemli roller oynayarak askeri etkinliklerini göstermiş ve Türkiye'nin güvenilir bir müttefik ve savunma ihracatçısı olarak itibarını artırmıştır (Hwang & Song, 2022). Türk İHA'larının bu çatışmalardaki başarısı, Türkiye'nin bölgedeki, özellikle de Doğu Akdeniz ve Kuzey Afrika'daki nüfuzunu genişletmesine olanak sağlamıştır (Besenyő & Málnácssy, 2024). Dahası, Türkiye'nin İHA programının tekno-milliyetçiliği teşvik eden, sınır güvenliğini güçlendiren ve ulusal çıkarlara dayalı küresel dinamiklere karşı çıkan önemli iç etkileri olmuştur (Soyaltin-Collela & Demiryol, 2023). Bu durum rejimin bekasına katkıda bulunmuş ve Türkiye'nin savunma sektöründeki uluslararası profilini yükseltmiştir (Soyaltin-Collela & Demiryol, 2023).

Türkiye'nin insansız hava araçlarını geliştirmesi ve konuşlandırması, jeopolitik etkisini ve iç politikasını önemli ölçüde etkilemiştir. Türk İHA'larının Libya, Suriye ve Dağlık Karabağ'daki çatışmalarda askeri açıdan etkili olduğu kanıtlanmış ve Türkiye'nin güvenilir bir müttefik ve potansiyel savunma ihracatçısı olarak itibarını artırmıştır (Hwang & Song, 2022). Bir insansız hava aracı gücü olarak bu yükseliş, Türkiye'nin bölgesel çıkarlarını takip etmesini ve küresel rolünü ortaya koymasını sağlarken diplomatik gerilimler de yaratmıştır (Demiryol & Soyaltin-Colella, 2024). Ülke içinde ise Türkiye'nin İHA programı tekno-milliyetçiliği teşvik ederek, sınır güvenliğini güçlendirerek ve ulusal çıkarlara dayalı küresel dinamiklere karşı çıkarak rejimin bekasını güçlendirmiştir (Soyaltin-Collela & Demiryol, 2023). Türkiye'nin İHA stratejisinin başarısı hem yerel hem de uluslararası arenadaki uygulama mekanizmalarına ve stratejik planlamasına bağlanmaktadır (Ho, 2024). Dronlar küresel jeopolitiği dönüştürmeye devam ederken, Türkiye'nin deneyimi dron endüstrisini düzenlemek için küresel bir çerçeveye duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır (Demiryol & Soyaltin-Colella, 2024).

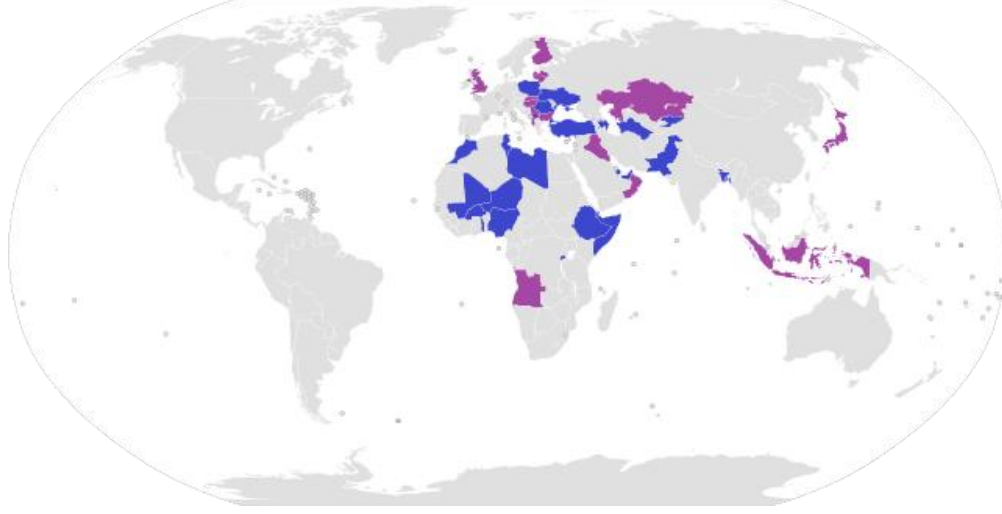


Şekil 4. Dünya Çapında Türk İHA Pazarı (Turkish UAV Market Worldwide.)

Bu harita, Türkiye yapımı silahlı insansız hava araçlarının (SİHA) global kullanımını ve üretim iş birliğini gösteriyor. Haritada şu kategoriler yer alıyor:

1. Türk yapımı silahlı insansız hava araçlarına sahip olan ülkeler (koyu kırmızı renkle gösterilmiş): Bu ülkeler Türkiye'den SİHA almış ve aktif olarak kullanıyor.
2. Teslimat bekleyen ülkeler (açık kırmızı renkle gösterilmiş): Türkiye'den SİHA siparişi veren, ancak teslimatı henüz tamamlanmamış ülkeler.
3. Satın alma ilgisi gösteren ülkeler (gri renkte işaretlenmiş): Türkiye'den SİHA almayı değerlendiren ya da bu konuda resmi ilgi göstermiş ülkeler.
4. Üretime katkı sağlayan ülkeler (mavi daire içindeki ikonlarla gösterilmiş): Türkiye ile mevcut ya da planlanmış ortak üretim projeleri yürüten ülkeler.

Bayraktar şirketinin İHA ihraç ettiği (Mavi) ve ihracat potansiyeli olan (mor) ülkeler dünya haritası üzerinde verilmiştir.



Şekil 5. Bayraktar İHA'larının ihraç edildiği veya edileme potansiyeli olan ülkeler (Countries where Bayraktar UAVs are exported or have the potential to be exported)

Türkiye'nin savunma ve havacılık sanayii ihracatı, son yıllarda istikrarlı bir artış göstermiştir. Aşağıdaki tabloda, 2014'ten 2024'e kadar olan ihracat verileri yıllık bazda sunulmaktadır:

Tablo 6. 2014-2024 Yılları arası Türkiye'nin savunma ve havacılık sanayii ihracatı (Türkiye 's defense and aerospace exports between 2014-2024)

Yıl	İhracat Miktarı (Milyon dolar)
2014	1.647
2015	1.655
2016	1.957
2017	1.739
2018	2.188
2019	3.068
2020	2.279
2021	3.224
2022	4.364
2023	5.550
2024	7.154

Bu veriler, Türkiye'nin savunma ve havacılık ihracatının son on yılda yaklaşık dört katına çıktığını göstermektedir. Özellikle 2019 yılından itibaren belirgin bir artış trendi gözlemlenmektedir. 2024 yılında ihracat, bir önceki yıla göre %29'luk bir artışla 7,154 milyar dolar olarak gerçekleşmiş ve yeni bir rekor kırmıştır.

5. Tartışma (Discussion)

Türkiye'nin İHA teknolojisindeki gelişimi, sadece teknik yeterlilik ve üretim kabiliyeti açısından değil, aynı zamanda bölgesel ve küresel jeopolitik etkiler açısından da dikkat çekicidir. Rossiter ve Cannon (2022), Türkiye'nin İHA stratejisini “deneyimle öğrenme” (learning-by-doing) modeli çerçevesinde değerlendirerek, operasyonel sahadaki uygulamaların teknoloji geliştirmede oynadığı belirleyici role vurgu yapmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'nin Bayraktar TB2 gibi sistemleri Suriye, Libya ve Karabağ'da aktif olarak kullanması, teknolojik gelişim ile saha deneyiminin paralel ilerlediğini göstermektedir. Hwang ve Song (2022), Türk İHA'larının bölgesel çatışmalarda sağladığı etkinin, Türkiye'nin savunma ihracatçısı ve diplomatik aktör olarak statüsünü güçlendirdiğini belirtmiştir. Bu durum, Türkiye'nin yalnızca bir savunma üreticisi değil aynı zamanda bir “drone diplomasisi” aktörü haline geldiğini göstermektedir. Ayrıca, Soyaltin-Colella ve Demiryol (2023), İHA teknolojisinin iç politikada rejim güvenliği ve tekno-milliyetçilik söylemiyle iç içe geçtiğini ortaya koymuştur. Çalışmamızdaki bulgular, bu literatürle uyumlu olarak, Türkiye'nin İHA üretiminin yalnızca askeri stratejiye değil, aynı zamanda iç politik istikrara ve dış politika araçlarına hizmet eden çok yönlü bir enstrüman haline geldiğini göstermektedir.

6. Sonuç (Conclusion)

Türkiye'nin insansız hava aracı (İHA) teknolojilerindeki gelişimi üç temel evrede incelenebilir. 1980–2000 yılları arasında dışa bağımlı bir yapı hâkim olmuş, ABD ve İsrail'den tedarik edilen GNAT-750 ve Heron sistemleri kullanılmıştır. Bu dönemde yaşanan teknolojik yetersizlikler, operasyonel sınırlamalar ve siyasi engeller, yerli üretim ihtiyacını gündeme getirmiştir. 2000–2010 döneminde ise TÜBİTAK, STM ve TUSAŞ öncülüğünde başlatılan projelerle yerli üretime geçiş başlamış; Bayraktar Mini İHA ve ANKA gibi prototipler bu sürecin önemli çıktıları olmuştur. 2010 sonrasında ise Bayraktar TB2, Akıncı ve Kızılelma gibi ileri sistemlerin geliştirilmesiyle Türkiye, küresel ölçekte rekabetçi bir üretici ve ihracatçı konumuna yükselmiştir. Bu dönüşümde milli üretim politikaları, kurumsal iş birlikleri, Ar-Ge yatırımları ve siyasi irade belirleyici olmuştur.

Elde edilen bulgular, Türkiye'nin sadece teknoloji ithal eden bir ülke olmaktan çıkıp, kendi silahlı İHA'larını tasarlayıp ihraç edebilen bir savunma gücüne dönüştüğünü göstermektedir. Bu ilerleme, savunma sanayisinin diğer alanlarına da olumlu yansımış, teknoloji üretiminde bağımsızlık hedefine katkı sağlamıştır. Artan ihracat kapasitesi ise Türkiye'nin dış politika araçlarını çeşitlendirmiş ve bölgesel etkisini artırmıştır.

İHA teknolojilerinin sadece askeri amaçlarla sınırlı kalmaması büyük önem taşımaktadır. Tarımda ürün takibi, orman yangınlarında erken tespit, trafik denetimi ve afetlerde arama-kurtarma gibi alanlarda sivil uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır. Ayrıca özel sektörün teşvik edilmesi, KOBİ'lerin savunma sanayi projelerine

entegre edilmesi ve üniversite-sanayi iş birliklerinin güçlendirilmesi, sürdürülebilir büyüme açısından kritik bir ihtiyaçtır.

Gelecek dönemde, yapay zekâ destekli otonom sistemler, siber güvenlik çözümleri ve uluslararası etik-hukuki çerçeveler üzerine yoğunlaşmak stratejik önem taşımaktadır. Türkiye'nin İHA başarısı, yalnızca bir savunma kazanımı değil, aynı zamanda teknoloji yönetimi, sanayi politikası ve dış politika alanlarında örnek oluşturabilecek çok boyutlu bir kazanım olarak değerlendirilmelidir.

Bu süreç, akademik çalışmalar açısından da yeni bir alan yaratmaktadır. İHA teknolojisinin politika yapımına etkisi, yerli üretim ile ekonomi-güvenlik ilişkisi ve savunma teknolojilerinin kalkınmaya katkısı gibi konuların daha fazla disiplinlerarası yaklaşımla incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca, etik ve uluslararası hukuk perspektifinden İHA kullanımının sınırlarını belirlemeye yönelik analizler de derinleştirilmelidir.

Kaynaklar (References)

1. Akbar, M. F., Mahardika, D., Rizqi, M., Sulthoni, M. A., & Moelyadi, M. A. (2021). Avionics subsystems design and development for HALE UAV ITB V4. In *The 8th International Seminar on Aerospace Science and Technology – ISAST 2020*, 17 November 2020, Bogor, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2366, 020012.
2. Arslan, B., & Demirtaş, F. (2021). Türkiye’de İHA’ların askeri ve sivil kullanımı üzerine bir değerlendirme.
3. Bayraktar, S., & Özcan, T. (2018). Türkiye’de insansız hava araçlarının gelişim süreci. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 10(2), 45–60.
4. Besenyő, J., & Málnácssy, A. (2024). Geopolitical dimension of Libyan drone warfare: The use of Turkish drones on the North African battlefields. *Obrana a strategie*, 24(1), 3–17.
5. Bremnes, K., Moen, R., Yeduri, S. R., Yakkati, R. R., & Cenkeramaddi, L. (2022). Classification of UAVs utilizing fixed boundary empirical wavelet sub-bands of RF fingerprints and deep convolutional neural network. *IEEE Sensors Journal*, 22, 21248–21256.
6. Demir, O. (2019). ANKA projesinin Türk savunma sanayine katkıları. *Havacılık ve Uzay Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 12–25.
7. Demiryol, T., & Soyaltin-Colella, D. (2024). The geopolitics of Turkey's rise as a drone power. *Georgetown Journal of International Affairs*, 25(1), 12–20.
8. Erdoğan, M. (2022). Bayraktar TB2’nin uluslararası operasyonel başarısı. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11(3), 88–102.
9. Furlas, G. K., & Karras, G. C. (2021). A survey on fault diagnosis and fault-tolerant control methods for unmanned aerial vehicles. *Machines*, 9(197).
10. Haque, S. R., Kormokar, R., & Zaman, A. U. (2017). Drone ground control station with enhanced safety features. In *2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)* (pp. 1207–1210). IEEE.
11. Hutsul, T., Zhezhera, I., & Tkach, V. (2022). Features of UAV classification and selection methods. *Technical Sciences and Technologies*, 4(30), 201–212.
12. Hwang, W., & Song, S. (2022). The extension of Turkish influence and the use of drones. *Comparative Strategy*, 41, 439–458.
13. Kaya, H. (2022). Türkiye’de İHA teknolojilerinin gelişimi ve savunma sanayine etkileri.

14. Molchanov, P. O., Harmanny, R., de Wit, J. J., Egiazarian, K., & Astola, J. (2013). Classification of small UAVs and birds by micro-Doppler signatures. In *2013 European Radar Conference* (pp. 172–175). IEEE.
15. Natarajan, G. (2001). Ground control stations for unmanned air vehicles (Review Paper). *Defence Science Journal*, 51, 229–237.
16. Öztürk, O. (2024). Havacılıkta kullanılan ısı (termal) pillerin risk analizi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 105–115.
17. Öztürk, O. (2024). Uydular ve Türkiye'nin uydu çalışmalarının SWOT analizi. *Aerospace Research Letters (ASREL)*, 3(2), 97–112. <https://doi.org/10.56753/ASREL.2024.2.1>
18. Öztürk, Y. (2023). Bayraktar TB2 ve Akıncı İHA'larının operasyonel başarıları. *Savunma Teknolojileri Dergisi*, 12(2), 57–72.
19. Prisacariu, V., Mircea, Pop, S., Luige, Victor, & Travediu, A. (2022). Considerations about construction of UAV ground control stations. In *Scientific Research and Education in the Air Force – AFASES 2021* (pp. 129–138).
20. Rossiter, A., & Cannon, B. J. (2022). Turkey's rise as a drone power: Trial by fire. *Defense & Security Analysis*, 38, 210–229.
21. Soyaltin-Colella, D., & Demiryol, T. (2023). Unusual middle power activism and regime survival: Turkey's drone warfare and its regime-boosting effects. *Third World Quarterly*, 44(4), 724–743.
22. Tachinina, O. M., Lysenko, A. I., & Kutieпов, V. O. (2022). Classification of modern unmanned aerial vehicles. *Aviation Transport*, 4(74), 79–86.
23. Walter, B., Knutzon, J., Sannier, A. V., & Oliver, J. H. (2004). Virtual UAV ground control station. In *AIAA 3rd "Unmanned Unlimited" Technical Conference, Workshop and Exhibit*, 20–23 September 2004, Chicago, Illinois (pp. 1–10).
24. Yeh, K.-H. (2024). The implementation mechanism, application, and development prospects of Turkey's drone strategy. *Contemporary Eurasia*, 12(2), 63–82.
25. Zhang, Z., Zhou, Y., Zhang, Y., & Qian, B. (2024). Strong electromagnetic interference and protection in UAVs. *Electronics*, 13, 393.