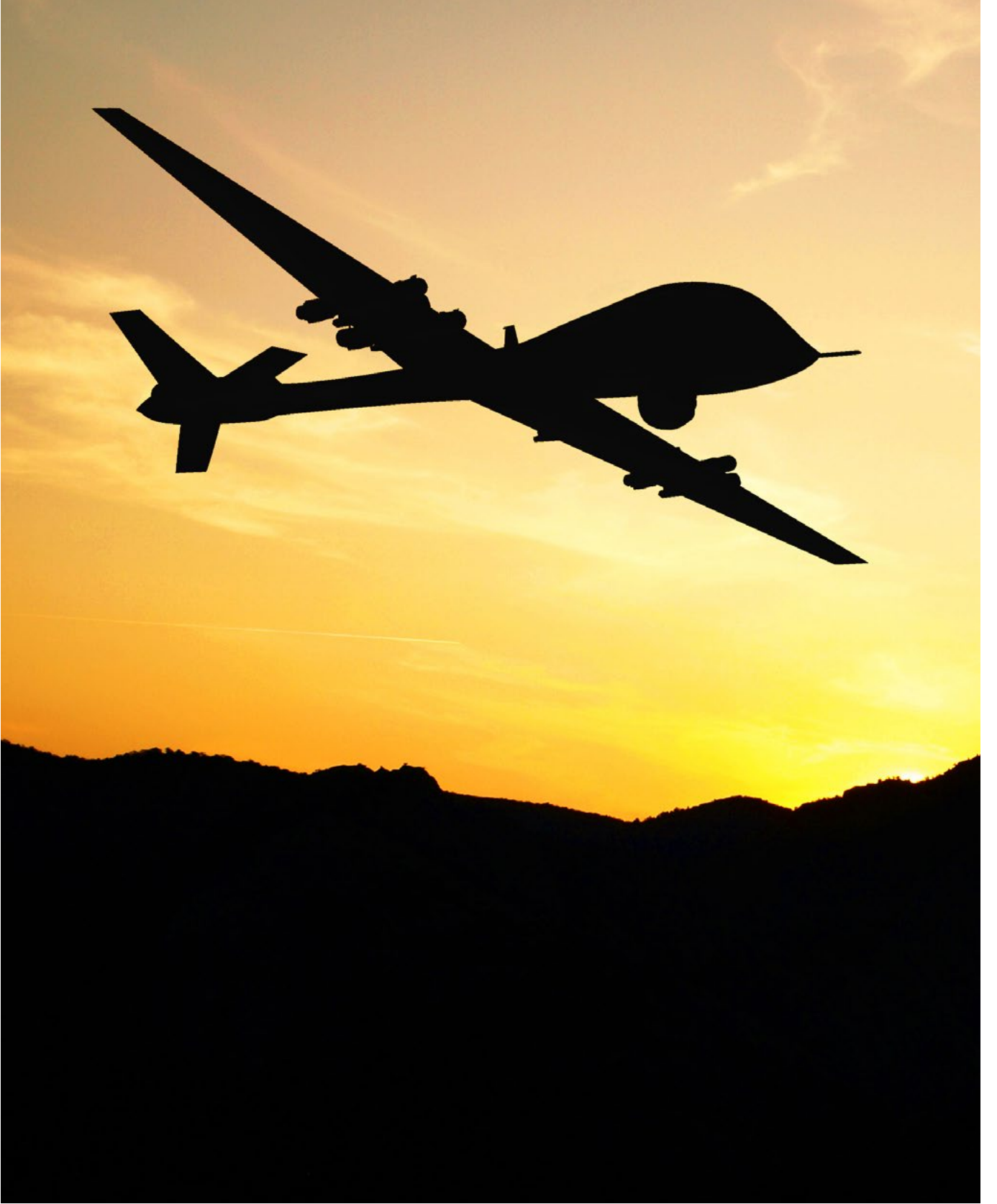




# İNSANSIZ HAVA ARAÇLARINDA ELEKTRONİK HARP UYGULAMALARI



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 STM ThinkTech

## 1. GİRİŞ

Günümüzde yeni nesil bir savaş veya çatışma stratejisinin varlığı kabul edilmektedir. Dördüncü nesil savaş olarak adlandırılan bu yeni anlayış, savaş veya çatışmalarda gelişen bilişim teknolojilerinin önemini artırmıştır. Bu bağlamda elektronik harp sistemleri savaş veya çatışmalardaki destek, savunma ve saldırı yeteneklerini büyük ölçüde değiştirmektedir.

Bu teknolojileri kullanan araçlardan biri olan İnsansız Hava Araçları (İHA) askeri uygulamalardan, sivil hayattaki uygulamalara kadar çok geniş bir görev spektrumu içerisinde çok farklı şekillerde kullanılmakta ve İHA'ların kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. İHA'lar en basit tabirle içinde insan olmayan, uzaktan kumanda ile yönlendirilebilen veya otonom olarak kendisini yönlendiren ya da her ikisi bir arada işleyebilen, faydalı yükleri ana gövdesine yüklenip çıkarılabilen ve görev sonunda geri dönerek iniş yapabilen araçlardır. İHA'lar yeni nesil savaşlar açısından şimdiden vazgeçilmez olarak kabul edilmektedir<sup>[1]</sup>.

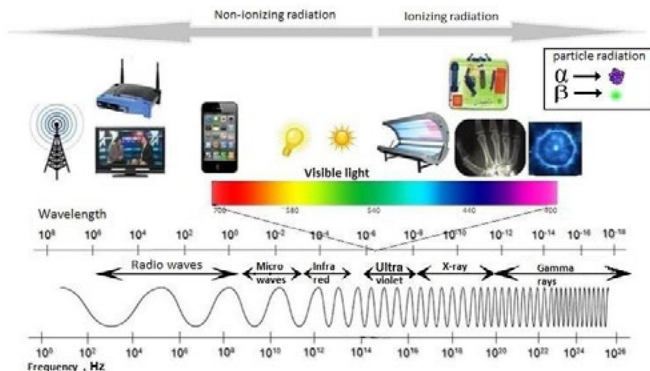
Bu analizde elektronik harp sistemlerinin tarihteki gelişimi ve kullanıldığı alanlar incelenmiş, İHA'ların elektronik harpteki kullanımı değerlendirilerek ülkelerin bu teknolojilere yönelik attığı adımlar detaylandırılmıştır. Analiz kapsamında elektronik harp sistemleri alanında, Türkiye ile İHA ve elektronik harp teknolojisine sahip bazı ülkeler tarafından gelecekte ortaya çıkarılacak yeni uygulamalara ilişkin bir değerlendirme sunulması hedeflenmektedir.

## 2. ELEKTRONİK HARP NEDİR?

Elektronik Harp (Electronic Warfare -EW), elektromanyetik spektrumun, düşman kuvvetler tarafından kullanılmasını engellemek ve dost kuvvetler tarafından etkin kullanılmasını sağlamak amacıyla, spektrumun dinlenmesi, düşman ve dost eylemlerin tespiti, düşman eylemlerinin önlenmesi ve etkinliğinin düşürülmesi faaliyetleridir. Elektronik harp havadan, karadan, denizden veya uzaydan insanlı ve insansız sistemler aracılığı ile insanların, iletişimin, radar sistemlerinin ve diğer varlıkların hedef alınmasını kapsamaktadır. Elektronik harbi tanımlayabilmek için elektromanyetik spektrum ve elektromanyetik çevre bilinmesi gereken kavramlardır<sup>[2]</sup>.

### 2.1 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum (ya da elektromanyetik tayf), bütün elektromanyetik dalgaları barındıran bir ölçektir. Elektromanyetik Spektrum, radyo dalgaları ile başlayıp, mikrodalga, infrared, görünür bant, ultraviyole, X ve gama ışınları ile devam eder<sup>[3]</sup>.



Şekil 1: Elektromanyetik spektrum (tayf)<sup>[4]</sup>.

## 2.2 Elektromanyetik Çevre

Askeri bir güç, sistem veya platformun belirli bir görevi gerçekleştirirken karşılaşılabileceği elektromanyetik emisyon seviyelerinin çeşitli frekans aralıklarında dağılımı ile ortaya çıkan güç ve zaman ürünüdür. Elektronik çevrenin algılanması için çeşitli sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır<sup>[5]</sup>.

Elektronik harp bazı sistemleri kullanarak faaliyet göstermektedir. Bu sistemlerin çalıştığı çevrede bulunan sinyalleri algılayabilme ve anlamlandırabilme özelliği olmalıdır. Bu sistemler birçok özellikteki göreve destek olmak için programlanabilir ve değiştirilebilir özelliklerdedir. Bütün elektronik harp sistemlerinin üç temel kabiliyeti bulunmaktadır:

- Çevreyi algılayabilme (Alıcı sensörler),
- Çevreyi analiz edebilme (Sinyal analizleri),
- Çevreye tepki verebilme (Yüksek güçte iletişim ve tarruz tekniği üretmek).

Elektronik harp, ilk defa uygulandığı 1904 yılındaki Rus-Japon savaşından bu yana askeri liderlerin hızlı teknolojik gelişmelerin yaşandığı savaş alanında stratejik bir üstünlük sağlamasına yardımcı olmada önemli bir rol oynamıştır<sup>[6]</sup>.

## 3. TARİHTE ELEKTRONİK HARP

1844 yılında gönderilen ilk telgraf mesajından 20 yıl sonra ABD Ordu Telgraf Birliği 1.200 operatör eğitmiş ve 6.500 kilometreye yakın telgraf kablosu döşemiştir. Bu teknoloji uzun menzilli iletişimde yarattığı devrim ile ABD'nin içinde bulunduğu sivil savaşta büyük avantajlar sağlamıştır.

1904 yılında Eclips sınıfı HMS Diana tarihteki ilk kablesuz müdahaleyi yaparak sinyal istihbaratı çağını başlatmıştır.

1917'de İngiliz Kraliyet Donanma gönüllüsü Norman Wilkinson elektromanyetik spektrumun en bilinenlerinden biri olan ışığı bir karşı silah olarak Alman U-Bot denizaltılarından savunma amacıyla kullanmıştır. Gemilerin karışık şekillerle boyanması ile periskop görüşünde tespitini zorlaştırmayı ve geminin ön veya arka kısmının fark edilmez hâle getirilmesini sağlamıştır. Bu sayede torpido hesaplamaları zorlaşarak saldırılara karşı bir savunma elde edilmiştir.

İkinci Dünya Savaşı'nda elektromanyetik spektrumun kullanımı çok daha büyük faydalar yaratmıştır. İlk faydalardan biri gece bombardıman uçaklarının fark edilmesinin zorlaşması ve bu sayede bombardıman operasyonlarının gece görevlerine dönüşmesidir. Savaştan önce Almanya'nın ticari radyo frekans sistemlerine yaptığı yatırım ise görüş mesafesi olmayan havalarda uçakların rahat iniş yapabilmesini sağlamıştır.

1940 yılında İngilizlerin geliştirdiği erken uyarı radar sistemleri hava savunmasında büyük faydalar sağlayarak Alman hava saldırılarına karşı gelme şansı yaratmıştır. Bu teknolojinin faydalarının anlaşılması üzerine, radar sistemleri askeri amaçlı olarak mutlaka kullanılması gereken bir teknoloji olarak kabul edilmiştir.

Savaşın devamında İngiliz uçakları rotalarında doğru ilerlemek için birtakım tekrarlayan frekansları kullanırken, Almanlar da geliştirilen radar benzeri sistemler ile uçakların konumlarını tespit etmek ve saldırıların erken tespiti için yeni teknolojiler geliştirmiştir<sup>[7]</sup>.

Soğuk Savaş döneminde 1952 yılında Sovyetler Birliği frekans bozma teknolojisini kullanan jammer'larla (sinyal bozucu) endüstriyel anlamda iletişimde ciddi sıkıntılar yaratmıştır.

1962 yılına gelindiğinde Küba Füze Krizi sırasında kullanılması planlanan yanıltıcı drone'lar ile casus uçakların güvenle uçması projesi son anda durdurulmuştur. Ancak benzer bir teknoloji daha sonra Vietnam'da kullanılmıştır.

GPS sistemlerinin etkin kullanıldığı ilk savaşlardan olan Körfez Savaşı 1991'de gerçekleşmiştir. GPS teknolojisi, akıllı güdümlü füzeler ve hedef takibi gibi avantajlar sunsa da jammer'ler ile engellenmelerinin mümkün olduğu da aynı savaşta belirlenmiştir.

2018 yılında Çin'in ilk kuantum süper gücü olma hedefi ve kuantum teknolojilerini geliştirerek kullanmaya başlaması elektronik harp döneminde yeni olasılıkları artırmıştır. Kuantum iletişiminin kırılmaz özelliği askeri iletişim teknolojilerini güçlü hâle getirirken kuantum radarlarının gizli araçları dahi görebilmesi ve jammer'lerden etkilenmemesi ülkelerin bu teknolojilere olan ilgisini güçlendirmektedir<sup>[8]</sup>.

Elektronik teknolojilerin karşılıklı olarak geliştirilmesi ve kullanılması İkinci Dünya Savaşı'ndan, Soğuk Savaş dönemine hatta günümüz savaşlarına kadar devam etmiştir<sup>[7]</sup>.

Elektronik harp uygulamalarının vazgeçilmez bir parçası hâline gelen insansız hava araçlarının gelişimi ise 1950'lere dayanmaktadır. İHA'ların en yaygın kullanımları çevre algılama ve jammer alanlarında olsa da teknolojiler geliştikçe farklı elektronik harp alanlarında da kullanımları ortaya çıkmaktadır<sup>[9]</sup>.

### 3.1 Elektronik Harp Sistemleri Neden Önemlidir?

Elektronik harp sistemleri, elektromanyetik spektrum kullanımı ile potansiyel tehditlerin tespiti, analizi ve izlenmesi için önemli bir avantaj sunmaktadır. Bu sistemler aracılığı ile yapılan operasyonlar ülkelere savunma önlemleri, diplomatik öngörüler ve çatışma öncesi tarruz opsiyonları için durumsal farkındalık sağlamaktadır. Ortak Elektromanyetik Spektrum Operasyonları (Joint Electromagnetic Spectrum Operations –JEMSO) aracılığı ile silahlı kuvvetler elektromanyetik operasyon yetiğinden faydalanarak saldırı ve savunma uygulamaları yapabilmektedir.

Daha gelişmiş elektronik harp uygulamaları ise tanımlama, şifre kırma ve jammer uygulamalarında kullanılmaktadır. Bazı uygulamalar düşman kuvvetlerin operasyonlarını sabote etmek için de kullanılabilir. Bu sistemler çatışmanın avantaja dönüşmesi veya başlamadan engellenmesinde önemli roller üstlenmektedir<sup>[10]</sup>.



## 4. ELEKTRONİK HARP SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI

Elektronik harp genel kullanım faaliyetlerini kapsayacak biçimde üç kategoriye ayrılır<sup>[11]</sup>:

- Elektronik Destek (ED),
- Elektronik Taarruz (ET),
- Elektronik Korunma (EK).

### 4.1 Elektronik Destek

Elektronik Destek (ED), düşmanın sistemlerinden yayılan sinyallerin aranması, algılanması ve konumlarının tespit edilip elde edilen verilerin anlamlandırılması için yürütülen çalışmalardır. Elektromanyetik destek sistemleri topladıkları verilerle operasyonel kararlara yardımcı olma ve doğru kararların anlık olarak verilebilmesini sağlamaktadır. Elektronik destek sistemleri çoğunlukla, Elektronik Taarruz sistemleri ile birlikte kullanılarak, bu sistemlere taarruzun yapılabilmesi için gerekli bilgileri sunar. Elektronik destek sistemleri Sinyal İstihbaratı (Signal Intelligence -SIGINT) görevlerinin önemli bir parçası olarak Elektronik İstihbarat (Electronic Intelligence -ELINT), Coğrafi İstihbarat (Geospatial Intelligence -GEOINT), Teknik İstihbarat (Technical Intelligence -TECHINT) ve Çoklu İstihbarat (Multiple Intelligence -Multi-INT) operasyonları içinde sıklıkla kullanılmaktadır<sup>[12]</sup>.

### 4.2 Elektronik Taarruz

Elektronik Taarruzun (ET) amacı, düşmanın elektromanyetik spektrumdan etkin bir şekilde yararlanmasını engellemektir. Genel olarak düşman unsurlarının elektromanyetik merkezli sistemlerinin performansını azaltarak ya da sistemlerin işlevselliğini tam olarak bastırma amacı ile yürütülen bütün elektronik tedbirleri kapsamaktadır.

ET sistemleri, düşman sistemin görevini yapmasını engellemek için karıştırma ve aldatma amacıyla elektromanyetik yayın uygulamaktadır.

En yaygın kullanılan elektronik taarruz yöntemleri içinde jammer'lar (Karıştırma Sistemleri) radar jammer'ları, gürültü jammer'ları, kendini koruma jammer'ları ve uzaktan jammer'lar olarak dört grupta toplanmaktadır<sup>[13]</sup>.

Ayrıca anti radyasyon, yüksek güçlü mikrodalga ve yönlendirilmiş enerji de ET amacıyla kullanılmaktadır.

Yönlendirilmiş enerji ağırlıklı olarak bir elektromanyetik dalga (Electromagnetic Pulse -EMP) aracılığıyla sağlanan yüksek enerji yüklemesinin devreleri, transistörleri ve diğer elektronik cihazları bozması ve kullanılmaz hâle getirmesi prensibiyle çalışmaktadır. En bilinen ET uygulamaları nokta atışı, yayılım atış ve yaygın engellemedir. Bunların dışında düşmana yanlış veri sinyalleri göndererek yanıltma amaçlı kullanılan sistemler de bulunmaktadır<sup>[14]</sup>.

### 4.3 Elektronik Korunma

Elektronik Korunma (EK), elektromanyetik spektrumun dost ve müttefik sistemler tarafından etkin bir şekilde

kullanılmasını sağlamak için yürütülen faaliyetler olarak tanımlanır. Dost sistemlerin çalışma performansını yükselten ve jammer tehdidi altında dahi işlevini sürdürmesine olanak sağlayan her türlü yöntem EK faaliyetleri içinde yer alır. EK faaliyetleri düşmanın yeteneklerini sınırlar ve dost unsurlara elektronik harp desteği sağlar<sup>[15]</sup>.

Bilinen en yaygın EK yöntemlerinden bazıları şunlardır<sup>[16]</sup>:

- **Frekans Atlama (Frequency-hopping Spread Spektrum -FHSS)** Düşmanın radyo sinyallerini tespit etmesinin engellenmesi için sinyallerin çok sayıda frekansa rasgele paylaşılması veya kanalın değiştirilmesi faaliyetidir. FHSS faaliyeti düşmanın sinyal karıştırma faaliyetleri karşısında tek kanaldan yapılan telsiz iletişime göre çok daha güvenlidir.
- **Otomatik Kazanç Kontrolü (Automated Gain Control -AGC):** AGC, amaç çıkış gücünü izleyerek kazancı, çıkış gücü her zaman aynı seviyede olacak şekilde ayarlar.
- **Elektronik Maskeleye (Electronic Masking):** Tehlikeli olmayan nitelikte elektromanyetik enerjinin ve müttefik iletişim ve elektronik sistemlerinin, düşman elektronik harp destek tedbirlerine karşı kontrollü olarak kullanılmasıdır.
- **Emisyon (Yayın) Kontrolü:** Operasyonun güvenliği adına elektromanyetik, akustik ve diğer emisyon kaynaklarının seçmeli ve kontrollü biçimde kullanılmasıdır.

Bir jammer'ın radar veya başka bir EH sistemini engellemesi için öncelikle onu tespit etmesi gerekmektedir. EK yöntemleriyle korunan sistemler tespit edilmesi zor hâle gelerek düşmanın elektronik harp saldırılarından korunabilmektedir.

Elektronik sistemlerin frekans çevikliği sağlandığında düşman saldırılarına karşı daha korunmalı hâle gelmektedir. Özellikle radar sistemlerinde ve telsizlerde etkin olarak uygulanan frekans çevikliği önemli korunma yöntemlerinden biridir.

EK, elektronik harp uygulamalarının başarıyla sürdürülmesi için çok büyük öneme sahiptir. Elektromanyetik spektrumu kontrol eden tarafın savaşın galibi olacağı düşünüldüğünde bu kontrol için gerekli sistemlerin korunması olmadan başarıya ulaşmak imkânsız hâle gelmektedir<sup>[17]</sup>.

## 5. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ ELEKTRONİK HARPTEKİ ETKİSİ

Birçok insansız hava aracı ağırlıklı olarak istihbarat, gözlem ve keşif (intelligence, surveillance, reconnaissance -ISR) amacıyla kullanılmaktadır. Ancak İHA'lar artık aktif savaş operasyonlarında elektronik harp uygulamalarıyla da kullanılabilir. İHA'lar düşman birliklerin konumlarının izlenerek iletişimlerinin bir jammer sistemi ile engellenmesi, sınırların izlenmesi, düşük yörünge uyduların yedeği olarak iletişim sistemlerinin desteklenmesi

gibi uygulamaların yanında, hedeflerin elektronik sistemlerinin devre dışı bırakılması veya iletişim sistemlerine sızılarak konuşmaların dinlenmesi gibi birçok elektronik harp yönteminde yer edinmişlerdir<sup>[6]</sup>.

Ülkeler istihbarat operasyonlarını giderek daha fazla insansız araçlara yönelmeye başlamıştır. Daha güvenli, ekonomik ve gelişmiş verilerin elde edilebildiği insansız hava araçları bu noktada önemini artırmıştır. Özellikle gözlem konusunda anlık görüntü alınabilmesi ve verilerin hızla işlenerek tehlikenin analiz edilmesi askeri operasyonların vazgeçilmez bir parçası hâline gelmiştir<sup>[18]</sup>.

### 5.1 İHA'larda Yüksek Teknolojili Alt Sistemler

Elektronik harp uygulamalarının verimi, uygun alt sistemlerin kullanılmasıyla mümkündür. Taarruz, savunma veya destek uygulamalarında birçok alt sistem kullanılabilir. Çevreyi algılama ve anlamaya yarayan alıcı sistemlere Radar İkaz Alıcısı (Radar Warning Receiver -RWR) denilmektedir. RWR yardımı ile belirlenen çevre etkenleri analiz edildikten sonra kaçınılmaz bir tehdit oluşturduğu kararına varılırsa elektronik harp sistemi bu tehdiye nasıl cevap vereceğini teknik geliştirici sistemlere aktararak en etkili yöntemin seçimini sağlamaktadır<sup>[6]</sup>.

Avustralya'nın Savunma Bilimi ve Teknoloji Organizasyonu (Defence Science and Technology Organisation -DSTO) ve Tenix Savunma Sistemleri İHA'lara rahatlıkla uygulanarak özel operasyonlarda destek sağlayacak mini RWR'ler için çalışmalar yapmıştır. Programın amacı ekonomik maliyetli, hafif ve düşük enerji tüketimli RWR sensörleri üretmektir<sup>[19]</sup>.

## 6. ELEKTRONİK HARP AMAÇLI İNSANSIZ HAVA ARAÇLARINDA ÜLKELERİN ATTIĞI ADIMLAR

Değişen dünyayla beraber gelişen teknoloji, ülkelere savaş meydanlarında göğüs göğüseye çarpışmadan ziyade çok çeşitli savaşma teknikleri bulmalarını sağlamıştır. Bu gelişmeler elektronik harbin ortaya çıkmasıyla kullanımı artan insansız hava araçlarının ülkelerin üzerinde yoğunlaştığı en önemli askeri araçlardan biri hâline gelmesini sağlamıştır. Günümüzde ordular insansız hava araçlarının önemini her geçen gün daha da fazla fark ederken, bu alanda geri kalan ülkeler de açığı hızla kapatmak için araştırma girişimleri başlatmıştır.

### 6.1 ABD

ABD elektronik harp uygulamalarında İHA kullanımı konusunda en çok çalışma yapan ülkelerden biridir. ABD Savunma Bakanlığı 2020 sonbaharında Elektromanyetik Spektrum Üstünlük Stratejisi'ni açıklayarak bu alanda en üstün güç olma hedeflerinin ne kadar önemli olduğunu altını çizmiştir. ABD Savunma Bakanlığı geleneksel elektromanyetik harp yaklaşımını birleşik bir spektrum yönetimi uygulaması hâline getirerek Elektromanyetik Spektrum Operasyonları (Electromagnetic Spectrum Operations -EMSO) altında toplamıştır<sup>[20]</sup>.

Elektromanyetik Spektrum Operasyonları kapsamında yeni yatırımlar yapan ABD ordusunun en dikkat çeken çalışmalarından biri, Lockheed Martin firmasının geliştirdiği "Büyük Hava (Air Large)" adı verilen elektromanyetik harp kapsülü ile ilgilidir. Bu sistem operatörlere jammer kullanımının yanında elektronik destek ve elektronik spektrumun algılanması konusunda da destek sağlamaktadır. Lockheed Martin projenin ilk fazında ürettiği prototip ile 2019 Ocak ayında 18 milyon dolarlık bir sözleşmeye hak kazanmıştır. ABD ordusu bu sistemlerin kullanıldığı hava kuvvetleri birliklerini 2022 yılında faaliyete geçirmeyi hedeflemektedir.



Büyük Hava Elektronik Harp kapsüllerinin kullanılacağı MQ-1C Gri Kartal İHA'sı<sup>[21]</sup>.

Lockheed Martin'in 2019'da gösterdiği başarılı testlerin ardından İHA'lar için geliştirdiği bir diğer elektronik harp prototip sistemi olan "Sessiz Karga (Silent Crow)" da ABD ordusundan 74,85 milyon dolarlık bir sözleşme kazanmıştır. Gelişimi devam eden sistem "Çok Fonksiyonlu Elektronik Harp Büyük Hava (Multi-Function Electronic Warfare-Air Large (MFEW-AL))" ailesinin yeni üyesinin de MQ-1C Gri Kartal İHA'larında kullanılması planlanmaktadır.

ABD Silahlı Kuvvetleri 2020'de yaptığı açıklamada insansız hava araçlarında kullanılacak elektronik harp uygulamalarına MQ-1C Gri Kartal İHA'larına yerleştirilecek



Lockheed teknisyenleri siber/elektronik harp kapsülü Sessiz Karga'nın testlerini gerçekleştirmektedir<sup>[22]</sup>.



ALE İHA<sup>[24]</sup>.

ALE İHA'nın helikopterden fırlatılma anı.

Karem Havacılık'ın ABD ordusu için geliştirmekte olduğu FARA prototipi AR40<sup>[25]</sup>.Şekil 2: ABD ordusu savaş alanında havadan fırlatılan efektleri kullanma öngörüsü<sup>[26]</sup>.

Lockheed Martin firması tarafından yapılan EH kapsülü ile devam edileceğini bildirmiştir. Aynı yıl içinde EH kapasiteli drone sürülerine karşı Air Launched Effects (ALE) sistemlerinden de bahseden ABD Silahlı Kuvvetleri yetkilileri, bu sistemlerle donatılmış İHA'ların hedef sapırtıcı veya gözcü olarak kullanılabilirliğini, ayrıca saldırı amacına da hizmet ederek intihar drone'u olarak da değerlendirilebileceğini açıklamıştır<sup>[20]</sup>.

ALE büyük uçaklar tarafından taşınan ve havada salınabilen küçük İHA'lardır. Bu sayede çok geniş bir menzilde kullanılabilirler. ALE'lerden biri olan Altius-600, 440km'lik bir menzille çok geniş bir kullanım alanı sunmaktadır. Ayrıca ALE'ler için geliştirilmiş "Uçan Hava Kurtarma Sistemi (Flying Air Recovery System -FLARES)" yere inişlerde yaşanan hasarların azaltılmasıyla üç milyon dolara varan tasarruf sağlamıştır<sup>[23]</sup>.

ALE sistemlerinin geleceğin askeri hava keşif ekosisteminde çok önemli roller üstlenmesi beklenmektedir. Bu uygulama sistemlerin hayatta kalma oranlarını yükseltirken tehditlerin erken tespiti, hedef belirlenmesi ve askeri operasyonların daha etkili olmasına imkân vermesi olasıdır<sup>[20]</sup>.

ALE sistemleri MQ-1C Gri Kartal'ın yanında ayrıca Gelecek Taarruz Keşif Uçağı (Future Attack Reconnaissance Aircraft -FARA) ile de kullanılması hedeflenen bir teknolojidir.

ABD ordusu bu sistemler için üç sınıf belirlemiştir. "ALE Küçük" sistemi 4,5 kg ağırlığında 20W ila 50W'lık bir güç kaynağına sahiptir. "ALE Büyük" adı verilen sistem ise 13,6 kg ağırlığında ve 50W ila 100W arasında bir güç kaynağına sahiptir. Son olarak da "Özel Görev" adı verilen versiyon ise 45,4 kg ağırlığında ve 100W ila 150W arasında bir güç kaynağına sahiptir.

Bu sistemlerin otonom özellikte olması için algoritmalarla desteklenen verilerle işleme ve karar yazılımları kullanılarak güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

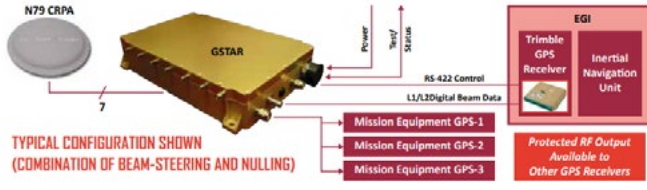
İHA'ların elektronik harp uygulamaları konusunda ABD ordusu için en çok çalışma yapan firmaların başında gelen Lockheed Martin, geliştirdiği yeni teknoloji elektromanyetik harp sistemleri ile EK, ET ve ED alanlarında önemli atılımlar yapmıştır<sup>[27]</sup>.

Lockheed Martin'in son teknoloji GSTAR Jammer Karşıtı GPS sistemi önemli elektromanyetik koruma sistemlerinden biridir. GSTAR, kullanıcı tarafından jammer (karıştırma) ve spoofer (aldatma saldırısı) gibi saldırılara karşı güçlü koruma sağlayabilen tam dijital bir sistemdir. Zorlu elektromanyetik koşullarda bile dayanıklılığını kanıtlamış olan sistem, 2.500'den fazla araca uygulanmıştır.

GSTAR yüksek seviyede jammer karşıtı koruma sağlarken ekonomik olması ve alternatif kullanım çözümleri sunması önemli faydalar sağlamaktadır.

VX Aerospace firması ile çalışmalar yapan ABD donanması ise EA-18G Growler uçağından bırakılabilecek drone sürüleri üzerine araştırmalar yapmaktadır. Drone sürüleri güzergâhta bulunan radar uyarı sistemleri veya tehdit oluşturabilecek uygulamaları tespit ederek filoları destek sağlayacak donanımda planlanmıştır.

Dash X adı verilen drone'un testleri devam ederken henüz uçaktan fırlatılması ile ilgili bir test planlanmamıştır.



Şekil 3: GSTAR tipik konfigürasyon şeması<sup>[28]</sup>.

Gelecekte bu drone'ların P-8 Poseidon veya helikopter gibi araçlarda da kullanım imkânı bulması beklenirken, denizaltı karşıtı savaşlardan hava filoları için savunma amaçlı füze karşıtı yem olarak kullanılması gibi birçok kullanım olasılığı bulunmaktadır<sup>[29]</sup>.

## 6.2 Çin

Çin elektronik harp uygulamalarında İHA'lara yüksek miktarda yatırım yapan ülkelerden biridir. Çin savunma endüstrisi literatürüne göre Çin İHA'ları jammer'lar veya sinyal istihbarat paketleri taşıyabilmektedir. İletişim istihbaratı, elektronik istihbarat ve elektronik saldırı kapsülleri gibi uygulamalara da imkân veren geniş İHA yelpazesi Halk Kurtuluş Ordusu'na (People's Liberation Army - PLA) önemli bir güç kazandırmaktadır.

ABD'nin Avcı İHA'sına benzer özellikte olan Çin Wing Loong II İHA'sı bütünlük elektronik harp görev sistemi ile donatılmıştır<sup>[30]</sup>.



Wing Loong II İHA<sup>[31]</sup>

Çin ayrıca PLA'nın 90'ıncı yılında yaptığı bir gösteride düşmanın erken uyarı ve komuta-iletişim sistemlerini felç ederek baskılayabilecek bir grup İHA'yı da görücüye çıkarmıştır. Y-8 adı verilen elektronik saldırı uçağı elektronik savunma, saldırı ve iletişim sistemlerini engelleyerek görevini yapmaktadır<sup>[32]</sup>.

WJ-700 adı verilen yüksek irtifada 700 km/saat hızla uçabilen Çin'in en yeni drone'u ise taşıdığı füzelerin yanında keşif görevlerinde de kullanılabilir. İrtifası sebebiyle karadan havaya savunma füzelerinin menzili dışından görev yapabilmesi ve hızı en büyük avantajları olarak düşünülmektedir. Çin askeri İHA'larının 2024 yılına kadar küresel İHA pazarının yüzde 25'ini kapsaması beklenmektedir. 2,6 milyar dolarlık pazar payı hedeflenen Çin askeri İHA'ları için gelecek 10 yılda sağlanacak kârın 110 milyar doları geçmesi beklenmektedir.



WJ-700 Yüksek İrtifa İHA'sı<sup>[33]</sup>.

## 6.3 Rusya

Rusya elektronik harp teknolojilerinde İHA seviyesinde diğer ülkelere oranla daha az aktif görünse de ülkenin Altius-U orta irtifa İHA'sı gibi araçlarla keşif görevleri yürüttüğü bilinmektedir. Altius-U ilk uçuşunu 2019 yılında gerçekleştirmiştir. 800 metre irtifada 32 dakika otonom özellikte uçabilen Altius-U'nun Rus donanması ve hava kuvvetleri için elektronik saldırı, keşif ve silahlı saldırı görevlerini yapması beklenmektedir<sup>[34]</sup>.

## 6.4 İsrail

İsrail ve ABD ortak programı ile oluşturulan bir artırılmış gerçeklik merkezli İHA sistemi, küçük drone karşıtı operasyonlarda kullanılmak üzere geliştirilmeye başlanmıştır. Pilot program İsrail'in Savunma Araştırma ve Geliştirme Müdürlüğü liderliğinde ABD'nin Terörle Mücadele Teknik Destek Ofisinin de katkılarıyla ilerlemektedir. İsrail şirketi olan Xtend's üretimi Skylord İHA karşıtı sistemler baz alınarak hazırlanan programda, askerlerin çeşitli hava saldırılarından drone'ların yardımıyla korunması öngörülmektedir. Program kullanıcının bir artırılmış gerçeklik gözlüğü yardımıyla drone'u uçurarak tehditleri anlık olarak belirlemesi ve elektronik harp yöntemleriyle düşman drone'larını etkisiz hâle getirmesini hedeflemektedir<sup>[35]</sup>.

## 6.5 İngiltere

İngiltere'nin önemli havacılık şirketlerinden biri olan Leonardo ve Kraliyet Hava Kuvvetlerinin (Royal Air Force -RAF) Hızlı Yetenekler Ofisi (Rapid Capabilities Office -RCO) 2020 yılında sürü drone'ları ile muazzam büyüklükte bir elektronik saldırının canlı denemesini gerçekleştirmiştir. Denemelerde Leonardo'nun gelişmiş jammer teknolojisiyle donatılmış uzaktan kontrollü drone'lar düşman savunma hatlarına sızabilmek için radar sistemlerini karıştırarak etkisiz hâle getirmiştir.

Denemelerde kullanılan Callen Lenz drone'ları modifiye edilmiş Leonardo BriteCloud aldatma sistemiyle donatılmış ve taşıdıkları yüksek gelişmişlikte jammer veri paketlerini hedefe yönlendirmiştir. Aldatma paketleri etkinin daha güçlü olması için önceden programlanarak yönlendirilmiş ve en yüksek sistem karıştırma etkisi elde edilmiştir<sup>[36]</sup>.





İngiltere Kraliyet Hava Kuvvetlerinin düzenlediği, Leonardo'nun gelişmiş jammer teknolojisiyle donatılmış sürü drone'larının kullanıldığı elektronik harp denemesi<sup>[36]</sup>.

Leonardo, 2018 yılında General Atomics Aeronautical Sistemler (GA-ASI) firması ile yaptığı bir anlaşmayla SAGE elektronik harp gözlem sisteminin MQ-9B Reaper İHA'sına entegrasyonu için çalışma yapmıştır. SAGE sistemi Elektronik İstihbarat (ELINT) kategorisinde çalışan bir elektronik harp sistemidir. SAGE, MQ-9B İHA'ların Gökyüzü Koruyucu (Sky Guardian) ve Deniz koruyucusu (Sea Guardian) konfigürasyonlarında 2019 yılından bu yana başarıyla çalışmaktadır<sup>[37]</sup>.

## 6.6 Türkiye

Türkiye, sahip olduğu insansız sistemler vizyonu ile daha akıllı teknolojilere, daha ağır platformlara ve daha yenilikçi harekât tasarımlarına yatırım yapmaktadır.

Örneğin; harekât sahalarında platformların bekasını belirleyen RF haberleşme linki ve GNSS (Global Navigation Satellite System) kullanımının düşman ve dost unsurların uyguladığı EH karşı tedbirleri ile sekteye uğrayabilmekte olduğu görülmüştür. Bu kapsamda, Küresel Konumlama Sistemi Bağımsız Otonom Seyrüsefer Sistemi Geliştirilmesi Projesi (Kerkes Projesi) SSB'nin ortaya koymakta olduğu çabaların ağırlık merkezinde bulunmaktadır. 2019'da tanıtılan bu iddialı projenin odak noktasını, GPS tabanlı sistemlere bağımlı olmayan otonom navigasyon sistemlerinin geliştirilmesi oluşturmaktadır.

Diğer yandan, Türkiye'nin mini taarruz İHA ve SiHA'ları gelecekte üstlenebilecekleri roller konusunda umut vadetmektedir. STM Savunma Teknolojileri, Mühendislik ve Ticaret A.Ş. (STM) tarafından karmaşık savaş alanlarında akıllı hedef tespit özelliklerine sahip mini drone sürüleri üretmek üzere çalışmalar devam etmektedir.

Türk savunma firmaları bir süredir sahaya daha ağır sistemler sürmek için büyük çabalar ortaya koymaktadır. Türk Silahlı Kuvvetleri envanterindeki ana insansız hava aracı BAYKAR tarafından üretilen Bayraktar'ır.

Orta İrtifa ve Uzun Menzil sınıfı İHA konseptine uygun olarak geliştirilen Taktik İnsansız Hava Aracı Sistemi, milli ve özgün tam otomatik uçuş kontrol özellikleri, üç yedekli uçuş kontrol sistem mimarisi, özgün seyrüsefer ve sensör füzyonu uygulamaları ile dünya klasmanında

en ileri teknolojik seviyede geliştirilmekte olan keşif ve gözetleme araçlarından biridir. Bayraktar İHA Sistemi, yaklaşık 7,3 km (24.000 feet) operasyonel uçuş irtifası, 24 saat uçuş süresi, 150 km haberleşme menzili, 70 knot seyir hızına sahiptir. 12 m kanat açıklığı, 650 kg. maksimum kalkış ağırlığı ve 55 kg faydalı yük taşıma kapasitesine sahiptir<sup>[38]</sup>.

Türk Silahlı Kuvvetlerinin gelecekte bu alanda farklı yetenekler ortaya koyması beklenirken, "Akıncı" bu konuda öne çıkmaktadır. Baykar tarafından tasarlanan ve üretilen Akıncı'nın, 1.350 kiloluk faydalı yük kapasitesine sahip olması hedeflenmektedir. Harp yükü kapasitesindeki bu büyük artış, platformun, 250 kilometrelik menzile sahip SOM-A milli seyir füzesi gibi önemli mühimmatları taşımaya imkân tanıyacaktır. İnsansız hava araçlarının havadan-satıha seyir füzesiyle bir araya geldiği kombinasyon sayesinde "insansız derin darbe (deep strike) görevleri" de artık Türk savunma planlamacılarının tercihleri arasında girecektir. Faydalı yük kapasitesi sınırlarında kalmak kaydıyla milli üretim EH podlarının entegre edilmesiyle, İHA'ların EH maksatlı olarak kullanılmaları mümkün hâle gelmiştir.

Bununla birlikte, yine BAYKAR tarafından üretilen Mini İHA gibi küçük ve akıllı çözümler, bu platformların harp sahasındaki etkinliklerini ciddi biçimde artıracaktır<sup>[39]</sup>.

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii (TUSAŞ) mühendisleri tarafından tasarlanan ve birçok yerli alt yüklenici firmanın da görev aldığı ANKA-I, telekomünikasyon istihbaratının yanında telsizler ve veri linklerinde gerçekleşen haberleşmeleri de dinleyebilme özelliği ile Türkiye'de ilk kez havadan elektronik istihbarat toplayabilen Türk İHA'sıdır<sup>[40]</sup>.

Gece ve gündüz, kötü hava şartları da dahil, keşif, gözetleme, sabit/hareketli hedef tespit, teşhis, tanımlama ve takip amaçlı, gerçek zamanlı görüntü istihbaratı görevlerine yönelik geliştirilmekte olan ANKA-S Sistemi de TUSAŞ tarafından geliştirilmiştir. Bu İHA sistemi 200 kg faydalı yük kapasitesi ile yaklaşık 9 km (30,000 ft) irtifa ve 24 saat uçuş süresi yeteneklerine sahiptir<sup>[41]</sup>.

Yine TUSAŞ tarafından üretilen Aksungur İHA da akıncı seviyesinde yeteneklere sahip bir İHA'dır. Yüksek faydalı yük kapasiteli, kesintisiz çok rollü istihbarat, gözetleme, keşif ve taarruz görevleri için Aksungur İHA Sistemi; gündüz/gece istihbarat, gözetleme, keşif ve taarruz görevlerini EO/IR, SAR ve SIGINT faydalı yükleri ve çeşitli havadan yere silahlarla icra eden Orta İrtifa Uzun Havada Kalışlı bir İHA sistemidir. Aksungur yaklaşık 12 km'ye (40.000 ft) kadar uzun süreli operasyonlara imkân veren iki adet çift turboşarjlı dizel PD-170 motoruna sahiptir<sup>[42]</sup>.

ASELSAN; ARI-IT, Karagöz Balonlu Gözetleme Sistemi Ailesi, Mius Mini İHA, Serçe-1 Çok Rotorlu İHA ve Tepegöz Kablolu Çok Rotorlu Gözetleme Sistemi gibi ürünleriyle dikkat çekmektedir.

Mius Mini İHA gözetleme ve istihbarat görevlerinde elden atılarak çalışan taşınması kolay otonom bir sistemdir. Tetron kablolu bağlantısı sayesinde verilere başkasının erişimine izin vermez ve jammer'lardan etkilenmeden faaliyet gösterebilir. Tepegöz kablolu İHA ise jammer'lardan etkilenmeden uzun süre çalışma özelliğiyle operasyonlarda erken uyarı sistemi olarak çalışabilmektedir.

Altınay; Y6-850 ve Altınay X-4 ise kendi sınıfında en yüksek performans ve yerliliğe sahip insansız hava araçlarıdır. Bunun dışında Vestel; Karayel-Su ve Karayel ile, Z-Sistem ise Uçankaya 300 ve Uçankaya 60 ile Türk savunma sanayiine değer katmaktadır<sup>[43]</sup>.

Son dönemde atılan yeni adımlardan biri de SSB tarafından insansız hava araçlarından EH faaliyeti icra edilmesi amacıyla başlatılan İHASOJ (Stand-Off-Jammer/Uzaktan Karıştırıcı) projesidir<sup>[44]</sup>.

Türk Silahlı Kuvvetleri; HAVASOJ projesiyle insanlı hava platformlarıyla kazanacağı “Stand-Off-Jammer” kabiliyetini, insansız hava platformları aracılığıyla daha da geliştirecektir. Hâlihazırda Milli İstihbarat Teşkilatı envanterinde bulunan TUSAŞ ANKA-I tipi İHA’lar, sinyal istihbaratı (SIGINT) faaliyeti icra edebilmektedir.

SSB ile ASELSAN ve TUSAŞ arasında imzalanan HAVA SOJ (Stand-Off-Jammer) projesi kapsamında; Hava Kuvvetleri Komutanlığına dört adet Hava SOJ Sistemi tedarik edilecektir. HAVA SOJ uçakları ile düşman haberleşme sistemleri ve radarlarının (hava savunma, erken ihbar vb.) tespit edilmesi, konumlarının belirlenmesi ve bu sistemlerin özellikle sınır ötesi harekâta dost unsurlara karşı kullanılamaması amacıyla karıştırılması hedeflenmektedir.

Hava SOJ sistemlerine entegre edilecek görev sistemleri yurtiçi imkânlarla üretilecektir. Teslimatların 2026 yılında ilk Hava SOJ Sistemi, Hangar ve SOJ Filo Binası ile başlamsı planlanmaktadır. SOJ sistemlerinin üzerine entegre edilmesi için platform olarak Global 6000 tipi bir jet tercih edilmiş ve bütün uçaklar TUSAŞ tesislerine intikal etmiştir. Modernizasyon çerçevesinde uçaklar birer Hava-SOJ platformuna dönüştürülmektedir<sup>[44]</sup>.

STM tarafından geliştirilen Kargu, Togan ve Alpagu’dan oluşan Türkiye’nin yeni nesil mini drone ailesinin, ülkenin savunma teknolojisi ve endüstrisinin, otonomi, derin öğrenme ve sürü algoritmalarına dair bilgilerini avantaja çevirdiği bu süreçte daha esnek ve daha akıllı operasyon konseptleri sunması beklenmektedir<sup>[45]</sup>.

Günümüzde gerek dost gerekse düşman EH unsurları sahada çok yoğun olarak bulunmakta ve tüm mini/mikro İHA sistemlerini ciddi olarak etkilemektedir. STM tarafından iç güvenlik operasyonları için tasarlanmış olan Kargu ve Togan’ın EH dayanımı yoğun gündem maddelerinden bir tanesidir. Kerkes projesi şu an Togan platformu üzerinde geliştirilmekte olup Togan’ın en kısa zamanda “GNSS denied” olarak görev yapabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Genel maksatlı keşif ve gözetleme görevlerinde kullanılmak üzere özgün görev planlama yazılımı, otonom zekâ ve harekât kabiliyetine sahip, otonom veya uzaktan kumandayla tek personel tarafından taşınabilen ve kullanılabilen çok-rotorlu döner kanatlı milli İHA çözümü olan Togan, özgün ve gerçek zamanlı görüntü işleme ve derin öğrenme algoritmalarıyla desteklenen sabit veya hareketli nesnelere karşı takip yeteneği ve otomatik görev değişim kabiliyetiyle taktik keşif ve gözetleme görevlerinde etkin şekilde kullanılabilir. Sistem; “Mikro İHA Platformu” ve “Yer Kontrol İstasyonu” bileşenlerinden oluşmaktadır. Bunun yanında asimetrik harp veya anti-terör alanlarında kullanılmak üzere tek er tarafından taşınabilen, otonom veya uzaktan kumandayla çalışabilen, döner kanatlı milli vurucu İHA çözümü Kargu’nun Kerkes uygulama entegrasyonu çalışmaları devam etmektedir.





## 7. İHA'LARLA İLGİLİ GELECEK BEKLENTİLERİ

Gelecekte EH sistemlerini bekleyen olası değişimlerden biri de otonom sistemlerdeki artış olacaktır. Zira EH sistemlerinin farklı kaynaklardan elde edeceği veri miktarı arttıkça bunların toplanması ve analiz edilmesi için yapay zekâ uygulamalarına ihtiyaç da artacaktır. Bugün bu değişim yaşanmaktadır.

Minyatürleştirme ve daha iyi elektromanyetik karıştırma yönetimi sayesinde EH ekipmanları karaya konuşlu ekipmanlardan, hava platformları ekipmanlarına doğru evrilmektedir<sup>[46]</sup>. Daha küçük ve daha hafif hâle getirilecek olan sistemler, ayrıca daha az enerji tüketecektir. Bu da EH sistemlerinin İHA, uçak veya helikoptere yerleştirilmesini kolaylaştıracaktır. Bu sistemlerin uçan platformlara yerleştirilmesi, hava operasyonlarında hassasiyet ve güvenliğini artırırken, maliyetin de düşmesine neden olacaktır<sup>[46]</sup>.

İHA'lara karşı olan EH saldırı çeşitleri aşağıdaki gibi sayılabilir:

- RF link karıştırma, dinleme;
- GNSS karıştırma (jam), yanıltma (spoof);
- Elektronik imha

Önümüzdeki dönemde tüm bu saldırı çeşitlerine karşı tedbirler çalışılacaktır. Örneğin elektronik imha üzerinde çalışılmakta ancak henüz olgun bir çözüm bulunmamaktadır.

EH saldırı/destek amaçlı kullanılan İHA'larda bulunmaktadır. Bunların önümüzdeki dönemde artması beklenmektedir (Anka-I türü platformlar).

## 8. SONUÇ

Elektronik harp sistemlerinin tarihçesine bakıldığında operasyonel başarıyı yakalamak veya önemli zaferler kazanmak için oldukça önemli oldukları kanıtlanmıştır. İkinci Dünya Savaşı ve Soğuk Savaş'ın sonlarına kadar elektronik harp sistemleri önemsenmemiş olsa da zaman ilerledikçe yapılan araştırmalar çatışmanın doğasını değiştirerek tehditlere ve güvenliğe bakışın değişmesini sağlamıştır. ABD, Rusya, Çin, İsrail, Türkiye ve İngiltere gibi önemli askeri güce sahip ülkeler yaşadıkları çatışmalarda can güvenliğini sağlayarak askerlerle bağlantıda kalmak ve başarıya ulaşmak için bilgi teknolojilerine sıklıkla ihtiyaç duymaktadır.

Tehditlerin ölümcül silahlardan farklı olarak ülkelerin hibrit ve asimetrik harp taktikleriyle birbirine kurduğu baskı sonucunda değişmesiyle savaş veya çatışmaların farklı bir düzleme taşınması dördüncü nesil savaş sürecinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Elektronik harp sistemleri hibrit ve asimetrik harp taktiklerinde sıklıkla kullanıldığından bu sistemlerin geleceğin güvenlik parametrelerinde çok önemli bir rolü olacağı aşikârdır.

Özellikle EH ve İHA teknolojisine sahip ülkelerin elektronik harp sistemlerinde başarılı atılımlar sağlaması geleceğin savaş alanlarında büyük değişiklikler yaratacaktır. Elektronik harp sistemleri geleceğin savaş ve çatışma ortamlarında güvenliğin sağlanması ve üstünlük elde edilmesi için mutlaka önemsenmesi gereken önemli bir teknolojidir<sup>[51]</sup>.



## KAYNAKÇA

- [1] Kurt, Şenol; Ün, Oğuzhan; “İnsansız Hava Araçları (İHA) Üzerine Hava Hukuku Açısından Bir Değerlendirme”, *Dergipark*, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/426224>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [2] *Wikipedia*, “Electronic warfare”, [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_warfare](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_warfare). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [3] *Wikipedia*, “Electromagnetic spectrum”, [https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic\\_spectrum](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [4] *University of Bergen*, “The Electromagnetic spectrum”, <https://www.uib.no/en/hms-portalen/75292/electromagnetic-spectrum>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [5] Erdemli, Mustafa Gökhan; (2009), “General use of UAS in EW environment—EW concepts and tactics for single or multiple UAS over the net-centric battlefield”, (Eylül 2009), *Core*, <https://core.ac.uk/download/pdf/36698226.pdf>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [6] L3HARRIS, “Why Electronic Warfare Matters”, <https://www.l3harris.com/what-electronic-warfare>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [7] LaMarche, Mario; “The History of Electronic Warfare - Part I”, *Microwaves101*, <https://www.microwaves101.com/encyclopedias/the-history-of-electronic-warfare-part-i>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [8] Evans, Gareth; “The Evolution Of Electronic Warfare”, *Global Defence Technology*, [https://defence.nridigital.com/global\\_defence\\_technology\\_special/the\\_evolution\\_of\\_electronic\\_warfare](https://defence.nridigital.com/global_defence_technology_special/the_evolution_of_electronic_warfare). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [9] *NuWaves Engineering*, “Electronic Warfare, Drone Wars!”, <https://nuwaves.com/electronic-warfare-drone-wars/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [10] *BAE Systems*, “Electronic Warfare”, <https://www.baesystems.com/en-us/productfamily/electronic-warfare>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [11] *Lockheed Martin*, “Electronic Warfare”, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/electronic-warfare.html>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [12] *BAE Systems*, “What is electronic support?”, <https://www.baesystems.com/en-us/definition/what-is-electronic-support>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [13] Vardhan, Shesh; Garg, Anubhav; (2015), “Information jamming in Electronic warfare: Operational requirements and techniques”, *IEEE Explore*, (16 Nisan 2015), <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7086634>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [14] *Wikia*, “Electronic attack”, [https://itlaw.wikia.org/wiki/Electronic\\_attack](https://itlaw.wikia.org/wiki/Electronic_attack). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [15] *Vizyoner Genç*, (2020), “Elektronik Savaş | Bölüm II: Genel Hatlarıyla Elektronik Harp Kavramı”, (1 Nisan 2020), <https://vizyonerengenc.com/icerik/elektronik-savas-bolum-ii-genel-hatlarıyla-elektronik-harp-kavrami>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [16] *STM ThinkTech*, (2019), “Elektronik Harbin Yeniden Yükselişi ve Geleceği”, (Ağustos 2019), [https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/682019113141917\\_stm\\_elektronik\\_harbin\\_yeniden\\_yukselisi.pdf](https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/682019113141917_stm_elektronik_harbin_yeniden_yukselisi.pdf). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [17] LaMarche, Mario; (2019), “Electronic Protection: An Overview of Electronic Warfare Part 5”, *Mercury*, (18 Ocak 2019), <https://www.mrcy.com/company/blogs/electronic-protection-overview-electronic-warfare-part-5>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [18] *SES*, “Intelligence, Surveillance, Reconnaissance”, <https://www.ses.com/networks/signature-solutions/signature-government/intelligence-surveillance-reconnaissance>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [19] *FlightGlobal*, (2004), “Australia studies mini radar warning receivers”, (2 Mart 2004), <https://www.flightglobal.com/australia-studies-mini-radar-warning-receivers/53187.article?adredir=1>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [20] Whitney, Jamie; (2021), “Military re-learns the importance of electronic warfare (EW)”, *Military&Aerospace Electronics*, (25 Şubat 2021), <https://www.militaryaerospace.com/rf-analog/article/14198263/electronic-warfare-unmanned>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [21] Whitney, Jamie; (2021), “Lockheed Martin and the U.S. Army move forward with electronic warfare (EW) pod for MQ-1C Grey Eagle UAV”, *Military&Aerospace Electronics*, (25 Şubat 2021), <https://www.militaryaerospace.com/rf-analog/article/14175773/electronic-warfare-ew-unmanned-jamming>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [22] Freedberg Jr., Sydney J.; (2020), “Army Awards Lockheed \$75M For AI Cyber/Jamming Pod”, *Breaking Defense*, (29 Nisan 2020), <https://breakingdefense.com/2020/04/army-awards-lockheed-75m-for-ai-cyber-jamming-pod/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [23] Reim, Garrett; (2020), “US Army catches ‘air-launched effect’ drones in mid-air using another UAV”, *FlightGlobal*, (6 Ekim 2020), [https://www.flightglobal.com/military-uavs/us-army-catches-air-launched-effect-drones-in-mid-air-using-another-uav/140498.article#:~:text=Air-launched%20effects%20are%20small,\(440km\)%20range%20after%20launch](https://www.flightglobal.com/military-uavs/us-army-catches-air-launched-effect-drones-in-mid-air-using-another-uav/140498.article#:~:text=Air-launched%20effects%20are%20small,(440km)%20range%20after%20launch). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [24] PEO Aviation, (2020), “Air Launched Effects (ALE)”, *Army.mil*, (21 Ağustos 2020), [https://www.army.mil/article/238407/air\\_launched\\_effects\\_ale](https://www.army.mil/article/238407/air_launched_effects_ale). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [25] Reim, Garrett; (2019), “Karem unveils FARA design for US Army”, *FlightGlobal*, (16 Ekim 2019), <https://www.flightglobal.com/defence/karem-unveils-fara-design-for-us-army/134832.article>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [26] Reim, Garrett; (2020), “US Army outlines recon and electronic warfare missions for air launched effects”, *FlightGlobal*, (15 Ağustos 2020), <https://www.flightglobal.com/military-uavs/us-army-outlines-recon-and-electronic-warfare-missions-for-air-launched-effects/139780.article>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [27] *Lockheed Martin*, “Airborne Electronic Warfare”, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/electronic-warfare/airborne-electronic-warfare.html>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [28] *Lockheed Martin*, “We’re Engineering A Better Tomorrow”, <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/rms/documents/electronic-warfare/GSTAR%20Brochure.pdf>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [29] Turnbull, Grant; (2019), “The Navy plans to test its new electronic warfare drones this fall”, *C4ISRNET*, (19 Şubat 2019), <https://www.c4isrnet.com/electronic-warfare/2019/02/19/the-navy-plans-to-test-its-new-electronic-warfare-drones-this-fall/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [30] Dahm, J. Michael; (2020), “Electronic Warfare And Signal Intelligence”, *John Hopkins Applied Physics Laboratory*, (Ağustos 2020), <https://www.jhuapl.edu/Content/documents/EWandSIGINT.pdf>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [31] *Global Defense Corp*, (2018), “The Wing Loong II / ID Unmanned Aerial Vehicle”, (18 Nisan 2018), <https://www.globaldefensecorp.com/2018/04/18/the-wing-loong-ii-id-unmanned-aerial-vehicle/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [32] *Defense World*, (2017), “China displays Electronic Warfare Capable Drones”, (31 Temmuz 2017), [https://www.defenseworld.net/news/20091/China\\_displays\\_Electronic\\_Warfare\\_Capable\\_Drones#.YE0Z2tyhmUk](https://www.defenseworld.net/news/20091/China_displays_Electronic_Warfare_Capable_Drones#.YE0Z2tyhmUk). (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [33] Xiaoci, Deng; Xuanzun, Liu; (2021), “China’s WJ-700 drone completes maiden flight, ‘creates new drone combat pattern’”, *Global Times*, (13 Ocak 2021), <https://www.globaltimes.cn/page/202101/1212699.shtml>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)

- [34] *Airforce Technology*, (2020), "Russia's top long-range attack drones", (27 Kasım 2020), <https://www.airforce-technology.com/features/russias-top-long-range-attack-drones/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [35] Frantzman, Seth J.; (2020), "Israeli startup's counter-drone augmented reality system to deploy with US forces", *Defense News*, (8 Eylül 2020), <https://www.defensenews.com/unmanned/2020/09/08/israeli-startups-counter-drone-augmented-reality-system-to-deploy-with-us-forces/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [36] *Defense World*, (2020), "Leonardo, RAF Demo Massive Electronic Attack Using Drone Swarms", (7 Ekim 2020), <https://www.defenseworld.net/news/28022#.YE4f8lFR10s>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [37] *Leonardo*, (2018), "Leonardo and General Atomics announce sensor cooperation for MQ-9B", (16 Temmuz 2018), <https://www.leonardocompany.com/en/press-release-detail/-/detail/fia-2018-pr-leonardo-generaatomics-sage-mq98>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [38] *T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı*, "BAYRAKTAR Silahlı İnsansız Hava Aracı", <https://www.ssb.gov.tr/Website/ContentList.aspx?PageID=365&langID=1>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [39] Kasapoğlu, Can; (2020), "Türk robotik harp kapasitesinin göklerdeki geleceği", *Anadolu Ajansı*, (12 Mayıs 2020), <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/turk-robotik-harp-kapasitesinin-goklerdeki-gelecegi/1837783>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [40] *Millisavunma.com*, (2018), "ANKA-I Elektronik Harp ve İstihbarat İHA", (30 Mart 2018), <http://www.millisavunma.com/anka-i-elektronik-harp-ve-istihbarat-ih/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [41] *T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı*, "ANKA İnsansız Hava Aracı", <https://www.ssb.gov.tr/Website/ContentList.aspx?PageID=364>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [42] TUSAŞ, "AKSUNGUR - Yüksek Faydalı Yük Kapasiteli İHA", <https://www.tusas.com/urun/aksungur>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [43] *T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı*, "İnsansız Hava Araçları", <https://www.ssb.gov.tr/urunkatalog/tr/151/#zom=z>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [44] *Savunmasanayist.com*, (2021), "Savunma Sanayii Başkanlığı'ndan İHASOJ Projesi", (25 Mart 2021), <https://www.savunmasanayist.com/savunma-sanayii-ihasoj-projesi/>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [45] *STM*, "Otonom Sistemler", <https://www.stm.com.tr/tr/cozumlerimiz/otonom-sistemler>. (Erişim Tarihi: 27 Mart 2021)
- [46] Pomerleau, Mark; (2018), "Visualization tools could be the future of electronic warfare", *C4ISRNET*, (21 Mart 2018), <https://www.c4isrnet.com/electronic-warfare/2018/03/21/visualization-tools-could-be-the-future-of-electronic-warfare/> (Erişim Tarihi: 9 Nisan 2022)



**thinktech**  
STM Teknolojik Düşünce Merkezi  
<http://thinktech.stm.com.tr>

