



ELEKTRONİK HARBİN YENİDEN YÜKSELİŞİ VE GELECEĞİ

TREND ANALİZİ AĞUSTOS 2019



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

Üstün silahlar ve taktikler her zaman savaşta avantaj sağlamaktadır. Tarih boyunca bu tür silah ve taktiklere karşı tedbirler ve karşı tedbirler geliştirilmiştir. Elektromanyetik spektrumun kullanımı da bundan muaf kalmamıştır.

Elektronik harp, ülkeler arasında, sahip olunan teknoloji ve elde edilen istihbarat bilgisine göre sürdürülen elektromanyetik spektrumun kontrolünü ele geçirme savaşıdır. 1905 Rus Japon savaşında telsiz sinyallerinin karıştırılmasıyla başlayan ve İkinci Dünya Savaşı sırasında önemi kavranan elektronik harp teknolojisi, günümüzde de savunma teknolojilerinde ülkelerin birbirleriyle yarıştıkları bir alan olmaya devam etmektedir^[1]. Ülkeler yeni bir teknik geliştirmek için sürekli olarak yeni teknolojiler araştırmaktadır. Bu analizde, elektronik harp alanındaki son gelişmeler ve teknolojiler Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinden örneklerle gözden geçirilecektir.

2. ELEKTRONİK HARP SİSTEMLERİNİN YENİDEN YÜKSELİŞİNİN NEDENLERİ

Elektromanyetik spektrum uzaktan kumanda cihazlarından akıllı telefonlara kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Günümüzün orduları da aynı teknolojiyi operasyonlarını etkili biçimde yönetmek için kullanmaktadır.

Öyle ki elektronik spektrum üzerinde hakimiyet kurmak savunmanın önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Nitekim ABD Savunma Bakanlığının “Elektronik Harp” tanımında, “Elektromanyetik ve yönlendirilmiş enerjiyi kullanarak elektronik spektrumu kontrol altına almak ve düşmana saldırmak amacıyla gerçekleştirilen askeri harekât” ifadeleri kullanılmıştır. Bu tanımdan anlaşılacağı üzere Elektronik Harp (EH); Elektronik Taarruz (ET), Elektronik Koruma (EK) ve Elektronik Destek (ED) unsurlarını içermektedir.

- **Elektronik Taarruz (ET):** “Düşmanın muharebe kabiliyetlerini azaltmak, etkisiz kılmak ve yok etmek amacıyla elektromanyetik enerji, yönlendirilmiş enerji veya anti-radyasyon silahlarını kullanarak personel, tesis ve ekipmana saldırmak” olarak açıklanmaktadır.
- **Elektronik Koruma (EK):** “Dost ve müttefik unsurların elektronik harp kabiliyetlerinin personel, tesis ve ekipmanlarının etkisiz hale getirilmesi veya yok edilmesini önlemek” olarak nitelendirilmiştir.
- **Elektronik Destek (ED):** “Elektromanyetik enerji radyasyonunun taranması, yakalanması ve tanımlanması görevlerinin ifasıyla gecikmesiz olarak tehdit tanılama, hedefleme, planlama ve ileri operasyonların sevk ve idaresi faaliyetleri” olarak tanım bulmaktadır^[2].

Elektronik harp, radarın icadından bu yana savunmanın bir parçası olmuştur. Ancak 20'nci yüzyılın son çeyreğinden itibaren elektronik sistemlerin, askeri kabiliyetleri her seviyede artırmasıyla birlikte elektronik harp sistemleri daha fazla önem kazanmıştır. Nitekim NATO, EH'yi, en az kara, hava ve deniz kuvvetleri kadar önemli bir harp unsuru olarak nitelemiştir. Bunda Rusya ve Çin gibi ülkelerin elektromanyetik spektrumdaki kabiliyetlerini son dönemle belirgin derecede artırmasının da etkisi bulunmaktadır. Örneğin Rusya, Ukrayna ordusunun iletişimini bozacak ve keşif faaliyetlerini sekteye uğratabilecek güçte ileri frekans bozma (jamming) ve önleme (interception) tekniklerine başvurmuştur^[3]. Suriye ve Irak'ta güçleri bulunan Türkiye de bu durumdan etkilenmektedir ve çözüm yolları geliştirmektedir^[4]. Rusya'nın EH kabiliyetlerinin ulaştığı aşama Suriye'de kendini göstermiştir. Ağustos 2018'de ABD'nin Özel Operasyon Komutanı General Raymond Thomas, Rusya'nın savaş uçakları ve insansız hava araçlarıyla yapılan operasyonlarda iletişimi sürekli olarak kesintiye uğrattığını belirtmiş ve "Suriye, gezegenin en agresif EH alanı haline gelmiştir" ifadesini kullanmıştır. Rusya'nın 2017 yılında ZAPAD tatbikatı sırasında sınırda yoğun biçimde EH unsurlarından yararlandığı, hatta Baltık ülkeleriyle Norveç'te bu karıştırıcı sinyallerden ötürü GPS ve mobil şebekesinin etkilendiği ileri sürülmüştür^[5].

Çin'in ise Temmuz 2018'de egemenliği tartışmalı Güney Çin Denizi'nde inşa ettiği deniz üssünde kıyıya yerleşik EH sistemlerinin test ettiği ileri sürülmüştür^[6].

Öte yandan EH'nin başlıca iddiası olan elektromanyetik spektrumunu kontrol altına almak basit değildir. Elektromanyetik spektrum tanım itibarıyla "Elektromanyetik radyasyon frekanslarının sıfırdan sonsuzluğa uzanan aralığıdır ve 26 harf ile bölümlendirilmiştir^[2]." Ayrıca bu geniş aralık ticari kullanıma açıktır ve başta mobil teknolojiler olmak üzere, ticari açıdan kullanılmaktadır. Elektromanyetik spektrum her geçen gün daha karmaşık hale gelmekte, yoğun olarak kullanılmakta ve daha fazla talep görmektedir. Savunma açısından bakıldığında, teröristler ve terör örgütlerinden büyük devletlere kadar hemen her türlü silahlı güç odağının bu modern teknolojiye yararlandığı görülmektedir. Bu nedenle elektromanyetik spektrumun korunması gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

Gelişen elektromanyetik teknolojiler EH kapasitesini artırmaktadır. Yönlendirilmiş Enerji Silahları (Directed-Energy Weapons), Yüksek Güçlü Mikrodalga Silahları (High-powered microwave), lazer silahları; kızılötesi, elektro optik ve kablosuz ağlar ve cihazlar gibi yeni teknolojiler EH kapasitesini artırmaktadır. Bu cihazlar giderek karmaşıklaşmakta ve taşınır hale getirilmektedir. Bu da orduların EH sistemlerine ilgisini artırmaktadır. Nitekim EH pazarı gün geçtikçe büyümektedir. 2007'de yayınlanan bir rapora göre küresel EH sistemleri pazarının büyüklüğü 22 milyar 190 milyon dolara yükselmektedir. Bu pazarın her yıl ortalama yüzde 6.2 büyüyerek 2026 yılında 38 milyar 300 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir^[7].

3. ELEKTRONİK HARP SİSTEMLERİ

Bu bölümde kullanım amaçlarına (ET, EK ve ED) göre EH sistemleri ve Türkiye'de üretilen çözümler incelenecektir. Ayrıca bu alanda kısa ve orta vadede olası teknolojik gelişmelere bakılacaktır.

3.1 Elektronik Taarruz (ET) Sistemleri

Elektronik Taarruz (ET) sistemleri, askeri operasyonlarda tehdit oluşturan düşman radarları ve tespit sistemlerinin etkisiz hale getirilmesi, düşman haberleşmesinin kesintiye uğratılması veya bunlar tarafından teşhis ve tespit edilmeyi engellemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla tahrip ve tahripatsız ET sistemleri kullanılmaktadır. Elektronik Karıştırma (Electronic Jamming) ve Elektronik Aldatma (Electronic Deception), tahripatsız ET sistemleridir. Yönlendirilmiş Enerji Silahları (Directed-Energy Weapons), Yüksek Güçlü Mikrodalga Silahları (High-powered Microwave) ve Antiradyasyon silahları, düşmanın elektromanyetik harp unsurlarını tahrip etmeyi amaçlayan EH sistemleridir.

3.1.1 Saldırı Amaçlı Elektronik Taarruz Sistemleri (Electronic Attack)

3.1.1.1 Karıştırma Sistemleri (Jammer)

Sinyal karıştırmak, "düşmanın muharebe kapasitesini azaltmak veya etkisiz kılmak; bir başka deyişle düşmanın elektromanyetik spektrumu etkin biçimde kullanmasını önlemek veya azaltmak amacıyla radyasyon, yenden ışımaya veya elektromanyetik enerjiyi kasten kullanma faaliyeti" olarak tanımlanmaktadır^[2].

Karıştırıcılar, günümüzde EH faaliyetlerinde en çok başvurulan yöntem ve sistemler arasındadır. Kullanım amacına yönelik olarak çok sayıda karıştırıcı çeşidi bulunmaktadır.

- **Radar Karıştırıcıları (Radar Jammers)**, düşman radarlarının müttefik güçleri algılamasını kısıtlamaya yönelik olarak gizleme ve aldatma faaliyetlerinde kullanılmaktadır.
- **Gürültü Karıştırıcıları (Noise Jammers)**, düşman vericilerine yüksek güçlü sinyaller göndermektedir. Böylece düşmanın karıştırma faaliyetinin nereden kaynaklandığını algılaması zorlaşmaktadır.
- **Kendini Koruma Karıştırıcıları (Self-Protection Jammers)**, müttefik unsurların tespit ve takibini engellemektedir. Üzerinde bulunduğu platformu koruyan sistemlerdir.
- **Uzaktan Karıştırıcılar (Stand-off Jammers)**, uzaktaki bir harp platformunu korumak amacıyla geliştirilmiştir^[8].

3.1.1.2 Elektronik Aldatma (Electronic Deception) Sistemleri

Elektronik aldatma, hedef radar sistemlerinin, aldıkları sinyalleri yanlış yorumlamasına yol açma faaliyetine

denilmektedir. Elektronik aldatmada, hedef radarın sinyalleri alınır, dönüştürülür ve tekrar gönderilir. Yeniden üretilen bu sinyallerin düşman radarlarının sinyal özelliklerini taşıması gerekmektedir. Elektronik aldatmaya, müttefik unsurların kimliklerinin saklanması veya değiştirilmesi, hızları, rotaları ve açıları konusunda kasıtlı olarak yanlış bilgi aktarılması amacıyla başvurulur. Aldatma tekniklerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- **Sahte Hedef Aldatması:** Özellikle erken uyarı radarlarına karşı etkilidir. Radar operatörleri bu aldatma nedeniyle düşman unsurun gerçek bir hedef olup olmadığını çözümleyemez.
- **Menzil Aldatması (Range Deception):** Darbe Doppler radarları, hedefin mesafesini izlemek için menzil kapısı (Range Gate) kullanmaktadır. Menzil aldatma karıştırması, menzil kapısı devrelerinin zafiyetinden yararlanarak yapılmaktadır. Radardan arka arkaya gelen darbeler alınarak, bu darbelerin genişliği artırılarak belirli bir miktar zaman gecikmesiyle radara geri gönderilmektedir. Radar, gönderilen bu aldatıcı sinyali kendi sinyali zannederek mesafe kapısını aldatma sinyali üzerine oturtmaktadır. Böylece mesafe kapısı uçak üzerinden sahte bir hedefe doğru çekilmiş olur ve farkında olmaksızın radar gerçek hedefin takip yeteneğini kaybetmektedir.
- **Hız Aldatması (Velocity Deception):** Radarların hız kapısı sistemlerindeki zafiyetlerin kullanılmasıyla yapılır. Düşman radarlarına müttefik unsurların hızı konusunda sahte bilgi gönderilir.
- **Açı Aldatması (Angle Deception):** Radarların açı takibini bozmayı amaçlayan sistemlerdir.

- **Tek Darbe Aldatması (Mono Pulse Deception):** Klasik karıştırma teknikleriyle aldatılması güç tek darbe radarlarını aldatmak üzere geliştirilmiş, hata mesajları veya yanıltıcı görüntülere başvuran karmaşık yöntemle denilmektedir^[9].
- **DFRM Tabanlı Aldatma Sistemleri:** DFRM teknolojisiyle sinyalleri bozulmadan saklamak ve bu sinyallerin bazı parametrelerini değiştirerek yeniden geri gönderilmesiyle düşman radar sistemlerinin aldatılmasına olanak sağlamaktadır^[10].

3.1.1.3 Yönlendirilmiş Enerji Silahları (Directed-Energy Weapons)

Yönlendirilmiş Enerji, yoğunlaştırılmış elektromanyetik enerji veya atom ya da atom parçacıklarından ışın üretilmesi teknolojisidir^[2].

Yönlendirilmiş enerji silahları, çok yüksek seviyede enerji üretebilen ve bu enerjiyi bir yönlendiriciyle hedefe göndererek, düşmanın personel ve teçhizatına zarar vermek suretiyle performansını düşüren veya imha/tahrip eden silahlardır. Yönlendirilmiş enerji silahları türleri aşağıda sıralanmıştır. “Geleceğin silahları” olarak adlandırılan yönlendirilmiş enerji silahları konusunda aralarında Türkiye’nin de bulunduğu çok sayıda ülke yüksek araştırma bütçeleri ayırmaktadır. 2015’te yayınlanmış bir raporda, 2020 yılında yönlendirilmiş enerji silahları pazarının büyüklüğünün 24 milyar 310 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir^[11].

3.1.1.3.1 Lazer Silahları

Yüksek enerjili lazer ışınlarıyla hedefi yok etmek veya etkisiz hale getirmek için geliştirilen silahlardır. Başta ABD ve Rusya olmak üzere az sayıda ülke, 1980’lerden



beri, hedefini ışık hızında mükemmel isabetle vuran, hedef üzerinde istenilen etkiyi verebilecek miktarda aktarılabilen bir lazer silahı geliştirmek için yoğun çaba sarf etmektedir. Ancak çeşitli sebeplerle bu çalışmalar sonuçsuz kalmıştır. Günümüzde yüksek enerjili lazer silahları henüz muharebe alanlarının vazgeçilmez unsuru olmaktan uzaktır. Geliştirilen silahlar genellikle İHA ve küçük gemiler gibi tehditleri bertaraf etmek, istihbarat ve keşif çalışmaları için kullanılmaktadır. Yine de lazer silahları orduların ilgi alanındadır ve bu konudaki araştırma ve geliştirme faaliyetleri yoğunlaşmaktadır. ABD, Rusya, Çin, İngiltere, Almanya ve İsrail'in etkisi yüksek, yüksek enerjili lazer silahları geliştirdiklerine dair haberler yayınlanmaktadır. 2014'teki Singapur Airshow'a katılan İsraili savunma sanayii şirketi Rafael, "Demir Işın" (Iron Beam) adını verdiği lazerli hava savunma sistemini tanıtmıştır. ABD ordusunun Basra Körfezi'ndeki donanmasında yer alan USS Ponce gemisine bir lazer silahı konuşlandırılmıştır^[12].

ABD Donanması ve kara orusunun ayrı lazer silahı programları bulunmaktadır ve bunlar, gemiler, zırhlı araçlar ve helikopterlerin özellikle insansız hava araçlarını ve kendilerini hedef alan roketleri etkisiz kılmasını amaçlamaktadır. ABD'li savunma şirketi Lockheed Martin'in geliştirdiği HELIOS adı verilen yüksek enerjili lazer silahının, hem düşman İHA'larını durdurmak hem de uzun menzilli istihbarat, gözetim ve keşif amaçlarıyla kullanılabileceği ifade edilmektedir. HELIOS 2020 yılında Arleigh Burke sınıfı destroyerlere konuşlandırılacaktır^[13].

Türkiye'de de savunma amaçlı kısa menzilli bir lazer silahı geliştirilmiştir. ASELSAN'ın Lazer Savunma Sistemi (LSS), 500 metre menzile kadar insansız araçlarla yapılacak saldırılara, 200 metre ve üzeri mesafede EYP'lere (el yapımı patlayıcı) ve yol kenarı şüpheli paketlere karşı kullanılmak üzere geliştirilmiştir^[14].

3.1.1.3.2 Akustik Silahlar

Hedefleri ses enerjisiyle etkisiz hale getiren silahlardır. Kulağın algılayabileceğinden düşük seviyelerde (Infrasonic), işitme seviyesinde (Audible) ve işitme seviyesinin üstünde desibelde yüksek güçte ses üretmektedirler. Hedefleri düşman personeldir ve hem psikolojik nem de fiziksel sorunlara yol açarlar. Infrasonic silahlar doğrudan beyne etki ederler ve bir yandan depresyon gibi psikolojik, kuma ve ağrı gibi fiziksel sorunlara yol açarlar. Fransa, İngiltere ve Rusya'nın bu silahları siviller üzerinde denediğine dair iddialar dile getirilmektedir. ABD, Küba'daki diplomatik personeline bu tür bir silahla saldırıldığını iddia etmektedir^[15]. İnsan kulağının algılayabileceğinin üstündeki frekanslarda ses üreten ultrasonik silahlar ise infrasonik silahların etkilerinin yanı sıra aşırı ısınma ve yanıklara da yol açmaktadır. Yüksek desibelde üretilen seslerin ölümcül yanıklara yol açabileceği de belirtilmektedir. Kullanımı uluslararası anlaşmalarla yasaklandığı için gerek infrasonik gerekse ultrasonik silahların geliştirildiğine dair kayıt bulunmamaktadır^[15]. Buna karşılık ABD donanması Uzun Menzilli Akustik Cihaz (LRAD) adı verilen bir akustik silahı envanterine kattığını duyurmuştur. Çok

sayıda modeli bulunan LRAD, son derece dar bir noktaya odaklanmış duyulabilir ses huzmesini 1 kilometre ötedeki kişi veya gruplara yöneltebilmektedir. Bu silahın hedeflerin dengesini yitirmesine, migren ağrılarına, bulantı ve kusmaya yol açtığı belirtilmektedir^[15].

3.1.1.4 Yüksek Güçlü Mikrodalga Silahları (High-Powered Microwave Weapons)

Yüksek Güçlü Mikrodalga Silahları, hem radyo frekansı hem de elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölümünü kullanarak bir hedefe enerji yöneltmekte ve hedefi etkisiz kılabilir. Ölümcül bir silah değildir. Mikrodalgalarla, motorlu kara taşıtları, insansız hava araçları ve sürat botlarının çalıştırma sistemlerini felç ederek onların hareketsiz kalmasına yol açarlar^{[16], [17]}.

3.1.1.5 Anti Radyasyon Silahları

Radar sistemlerini tahrip etmek veya RF ile çalışan sistemlerin belli bir süre kapatılmasını sağlamak, bu sayede düşmanın, hava savunma sistemlerini baskı altına almak için kullanılan tahrip güçlü silahlardır. Düşman radarlarını ve radar tabanlı hava savunma sistemlerini imha etmek üzere geliştirilmişlerdir. Türk Hava Kuvvetleri envanterinde bu sınıfta, ABD'li Raytheon firması tarafından geliştirilen AGM-88 HARM Anti-Radyasyon Füzesi bulunmaktadır. HARM, uçak hedefe yaklaşırken kendisini hedef alan tehdiye atılmaktadır. HARM nereden RF enerji yayılıyorsa oraya doğru -yani RF kaynağına doğru- yönelip ve çarparak kaynağı imha etmektedir. Eğer hedef sistem HARM atıldığını algılayabilirse, korunma için RF yayını kesmekte, bu sırada RF gönderemediği için hedefi takip edemeyeceğinden hedefe olan kilit kırılmaktadır. Bu sayede uçak kendisine füze atamayacak şekilde köreltilen tehdit sistemine taarruz etme imkânı bulmaktadır^[18].

ABD Savunma Bakanlığı, Türkiye'nin de satın aldığı F-35 savaş uçaklarına takılabilecek yeni nesil bir anti radyasyon füzesi geliştirilmesi için Northrop Grumman ile 322.5 milyon dolarlık bir anlaşmayı Mart 2019'da imzalamıştır. Firmanın üreteceği anti radyasyon füzeleri düşmanın aktif radar istasyonlarından yayılan radar sinyallerini pasif radar güdüm sistemi sayesinde takip edecektir. Bu yeni nesil füzeler sayesinde F-35'ler düşman radarlarını çok daha uzaktan imha edebilecektir. Ancak füzenin menzili konusunda bilgi verilmemiştir^[19].

3.1.2 Savunma Amaçlı Elektronik Taarruz Sistemleri (Defensive Electronic Attack)

Savunma amaçlı elektronik taarruz sistemleri, müttefik güçlerin personel, tesis, kabiliyet ve ekipmanlarını elektromanyetik spektruma başvurarak korumaktadır. Bu tür sistemlere örnek olarak; Kendini Koruma Sistemleri (Self Protection), Sarfedilebilir Malzeme Fırlatıcı Sistemler ve El Yapımı Patlayıcılara karşı geliştirilen sistemler sayılabilir. Hava taarruzları sırasında düşmanın elektromanyetik kabiliyetlerini etkisiz kılmak ve yanıltmak amacıyla da sistemler geliştirilmiştir. Aşağıda bu tür sistemlerden bazıları incelenmiştir:

3.1.2.1 Kendini Koruma Sistemleri (Self Protection Systems)

Üzerinde buldukları platformu korumayı amaçlayan sistemlerdir. Genellikle Radar İkaz Almacı ve Radar Karıştırıcı Sisteminden oluşur. Bazı platformlarda Sarf Edilebilir Malzeme Fırlatıcı Sistemler, Füze İkaz Sistemleri gibi sistemler de Kendini Koruma sisteminin bir alt sistemi olarak yer alırlar (HEHSİS örneğinde olduğu gibi).

3.1.2.2 Sarf Edilebilir Malzeme Fırlatıcı Sistemler (Expandables –Chaff/Flare/Decoy - Dispensing Systems)

Tespit edilen düşman EH sistemlerini etkisiz kılmak veya yanıltmak amacıyla sahte hedef (dekoy), çaf (Chaff) ve/veya ısı fişeği (Flare) fırlatan sistemlerdir. **Dekoy**, düşman radarlarını yanıltmak amacıyla onların menzillerine bırakılan paraşüt veya küçük bir İHA gibi hareketli sahte hedeflere denilmektedir. **Isı Fişeği**, uçak ve gemilerden atılan, kızılötesi (IR) güdümlü füzelere karşı kullanılan işaretleme fişeğine benzer sarf edilebilir malzemelerdir. Uçağın egzozundan çıkan ısıya yönelen füzeler, atıldığında yüksek ısı yayan flare'e yönelerek uçağın kilit kırmasına olanak sağlamaktadırlar. İnce ve küçük metal tellerden oluşan Çaf ise, radar sinyallerini yansıtarak yanılsamaya yol açmaktadır. Havaya atılan çaf bir bulut oluşturur, uçağınkinden daha büyük bir radar yansıması oluşturarak füzenin çaf bulutuna yönelmesi sağlanır ve uçaklar manevra yaparak radar kilidinden çıkma imkânı bulmaktadır.

3.1.2.3 Görünmezlik (Stealth) Teknolojisi

Elektromanyetik teknikler ve genellikle hava araçlarının fiziksel özelliklerinin değiştirilerek müttefik unsurların tespit edilebilirliğinin azaltılması olan görünmezlik teknolojisi, teorik olarak 1966'da Rus bilim insanları tarafından ortaya atılmış ancak ABD'li mühendislerce 1970'li yılların ortasında istihbarat amaçlı uçaklardan başlayarak hayata geçirilmiş bir teknolojidir. Rusya da 1990'lardan itibaren bu teknolojiye sahip uçaklar geliştirmektedir.

Bu teknolojilerde hava araçlarının düşman radarları tarafından tespitinin engellemesi için radar izleri azaltılmaktadır. Hedefin yüksek yansıma yapan bölgeleri, gelen dalgayı soğuracak materyallerle kaplanmaktadır. Ayrıca hava unsurları, aerodinamik yapılarında değişiklikler yapılarak, radar sinyal dalgalarının geldikleri yönden farklı yönlere yansımalarını sağlayacak şekilde düzenlenmektedir. Bunun dışında müttefik unsurların termal radarlara yakalanmaması için yaydığı ısının azaltılması sağlanmaktadır^[20]. ABD donanmasının, stealth teknolojisine karşı geliştirilen elektronik harp tekniklerine karşı savaş uçaklarına elektronik harp savunma sistemleri de eklemek üzere çalışma başlattığı bildirilmiştir^[21]. ABD ve İngiltere'de, tank ve diğer kara muharebe vasıtalarının stealth teknolojisine sahip olması için çalışmalar yürütüldüğü belirtilmektedir^{[22], [23]}.

Türkiye'de Savunma Sanayii Başkanlığının 2016 yılında askerlerimizi termal kamera ve kızılötesi dürbünlerde fark edilmeyecek hale getirecek bir boya için çalışma başlattığı bildirilmiştir. Hacettepe Teknokent'te yapılan denemelerde başarı sağlandığı da belirtilmektedir^[24].

3.1.2.4 Uzaktan Kumandalı El Yapımı Patlayıcı Önleyici Sistemler (Counter-Radio-Controlled Improvised-Explosive-Device Systems)

El yapımı patlayıcılar son yıllarda terör yapılanmalarının en çok başvurduğu, ciddi ölçüde sivil ve askeri kayıplara yol açan bir silah haline gelmiştir. Bu tehditler uçaktan elektromanyetik veya radyo frekans kullanılarak patlatılabilmektedir^[25]. Son yıllarda aralarında Türkiye'nin de bulunduğu çok sayıda ülkede elektromanyetik spektrum kullanılarak bu tür patlayıcıları etkisiz hale getiren sistemler geliştirilmiştir.

3.1.3 TSK Envanterindeki ET Sistemleri

TSK'nın tüm unsurları modern elektronik harp sistemlerine sahiptir. TSK envanterinde ve milli sanayi tarafından geliştirilmekte olan çok sayıda ve çeşitte elektronik taarruz sistemi (ET) bulunmaktadır.

● KORAL

Modern karıştırıcılar eskiye oranla pek çok alanda üstünlüklere sahiptir. ASELSAN'ın geliştirdiği KORAL, bunlar arasında kabiliyetleri açısından fark yaratmaktadır. 2016'da TSK envanterine katılan KORAL, geniş bir frekans aralığında azami güç üretebilmektedir.

● REDET

Günümüzde elektronik muharebe sistemleri birden fazla işlevi üstlenmektedir. Örneğin ASELSAN tarafından üretilen REDET Radar Sistemi hem elektronik destek hem de elektronik taarruz işlevlerine sahiptir. REDET'in elektronik destek sistemi taktik sahadaki düşman radarlarını tespit etmekte, elektronik taarruz sistemleri ise yerleri belirlenmiş hedef radarları köreltmek veya aldatmak amacıyla kullanılmaktadır. Elektronik taarruz uygulaması, gürültü veya değişik modülasyonlarda karıştırma ve aldatma işaretlerinin gönderilmesiyle gerçekleştirilmektedir^[26].

● HAVA SOJ

Hava Platformunda Uzaktan Elektronik Destek/ Elektronik Taarruz Kabiliyeti Projesi'nin kısaltması olan HAVA-SOJ, düşman haberleşme sistemleri ve radarlarının (hava savunma, erken ihbar vb.) tespit/ teşhis edilmesi, konumlarının bulunması ve bu sistemlerin özellikle sınır ötesi harekâta dost unsurlara karşı kullanılmaması amacıyla karıştırılması ve aldatılmasını hedeflemektedir. Yerli ve yabancı şirketlerce geliştirilecek sistemlerin 2023'te TSK'ya teslim edilmesi beklenmektedir^[27].

● KARA SOJ

Kara Konuşlu Uzaktan Elektronik Destek (ED)/ Elektronik Taarruz (ET) Kabiliyeti Kazanımı Projesi'nin kısaltması olan KARA SOJ, hedef ülke erken ihbar ve hava savunma radar sistemlerinin harekât bölgesindeki tespit, teşhis ve takip yeteneğinde zafiyet yaratmayı; bu sayede düşmanın komuta kontrol ve hava savunma zafiyetinden yararlanmasını sağlamayı amaçlamaktadır. ASELSAN tarafından geliştirilen Kara SOJ elektronik destek sistemi radar yayınlarının

tespit, teşhis, yön bulma fonksiyonlarını yerine getirirken Kara SOJ ET Sistemi hedef radarların karıştırılıp aldatılması ve iş yapamaz hale getirilmesi fonksiyonlarını yerine getirmektedir^[27].

Kara SOJ, her biri 8X8 askeri taktik araç üzerine entegre edilmiş bir adet Radar Elektronik Destek Sistemi ve dört adet Radar Elektronik Taarruz Sisteminden oluşmaktadır. KARA SOJ sistemi görevli operatörlerin de içinde yerleşik bulunduğu, NATO standartlarına uygun, nükleer, biyolojik ve kimyasal (NBC) tehditlere karşı korumalı Operasyon Kontrol Ünitesinden yönetilmektedir^[28].

● **RFKS**

ASELSAN RFKS sistemi, Radar İkaz Alıcısı Sistemi ile koordineli çalışarak hava platformlarının radar tehditlerinden korunmasını sağlamaktadır. I-J frekans bandında tehdit takibi ve tehdiye özel karıştırma ve aldatma sağlamaktadır. DRFM tabanlı bir sistemdir^[29].

● **SPEWS-II**

SPEWS -II, Türk Hava Kuvvetlerinin envanterindeki F-16C Blok-50 uçakları için geliştirilmiş kendini koruma sistemidir. ASELSAN ve BAE Systems tarafından geliştirilen SPEWS-II, bir radar ikaz sistemi (Radar İkaz Alıcısı -RİA) ve buna entegre olarak çalışan radar aldatıcı ve karıştırıcıdan oluşmaktadır^[30]. Sistem platform üzerindeki Chaff ve Flare atım sistemi ile entegre çalışabilmektedir^[31].

● **EHPOD**

TÜBİTAK BİLGEM tarafından geliştirilen EHPOD F-16 Uçağı Kendini Koruma Amaçlı Elektronik Harp Podu Sistemi, düşman radarlarını karıştırmak veya yanıltmak için kullanılmaktadır. EHPOD, radar ekranında çok sayıda sahte hedef oluşturabilmekte, gerçek hedefleri gizleyebilmekte ya da rastgele hareket ettirebilmektedir^[32].

● **HEHSİS (HEWS)**

Helikopter Elektronik Harp Kendini Koruma Sistemi (HEHSİS), ASELSAN tarafından sabit ve döner kanat hava platformları için geliştirilen entegre bir Elektronik Harp Kendini Koruma Sistemi'dir. HEHSİS, Radar İkaz Alıcısı Sistemi (RWR), Füze İkaz Sistemi (MWS), Lazer İkaz Alıcısı Sistemi (LWR), Radyo Frekans Karıştırıcı Sistemi (RFJ) ve Karşıtedbir Atma Sistemine (CMDS) sahiptir. Katı Hal Güç Yükselteci ve DRFM (sayısal RF hafıza) teknolojisinin kullanıldığı RF Karıştırıcı sistemi sayesinde HEHSİS, RF spektrumunda kapsama ve gelişmiş karşıtedbir tekniklerinin uygulanmasını sağlamaktadır^[33].

● **GERGEDAN**

ASELSAN tarafından geliştirilen GERGEDAN Taşınabilir RF Aktif Köreltme/Karıştırma Sistemi ile, Radyo Frekans (RF) Kontrollü (amatör telsiz, cep telefonu, vb.) El Yapımı Patlayıcı (RFEYP) madde düzeneklerinin patlatılması, aktif karıştırma uygulamasıyla engellenerek, bunların etkisiz hale getirilmesi sağlanabilmektedir. GERGEDAN programlanabilme

yeteneği sayesinde, çoklu tehditlere karşı kullanılabilir. Sistem herhangi bir araca entegre edilebilmekte ve bir araçtan başka bir araca kolayca taşınabilmektedir^[34].

● **SAPAN**

ASELSAN tarafından üretilen SAPAN, Radyo Frekans (RF) Kontrollü (amatör telsiz, cep telefonu vb.) El Yapımı Patlayıcı (RFEYP) madde düzeneklerinin aktif/pasif karıştırma uygulamalarıyla patlatılmasını engellemektedir. SAPAN, havadaki anlık tetikleme sinyallerini tespit edip algoritmasıyla tetikleme sinyalini etkisiz hale getiren karıştırma sinyalini yaymaktadır. SAPAN taşınabilir bir sistemdir^[35].

● **KİRPİ**

ASELSAN Yazılım Tabanlı Karıştırma Sistemi KİRPİ, uzaktan kumandalı bombalarla olası saldırılara karşı geliştirilmiştir. KİRPİ, programlanabilme yeteneği sayesinde taktik ve operasyonel ihtiyaçlara en etkili çözümü sağlayabilmektedir. Aynı anda karıştırılması hedeflenen çoklu RFEYP tehditlerinin frekans ve çıkış güçlerine uygun olarak, kullanıcı tarafından "karıştırma profilleri" tanımlanabilmekte, yaya personel koruma, VIP Araç/Servis aracı koruma, Bomba İmha Ekibi koruma, nizamiye koruması gibi uygulamalarda kullanılabilir^[36].

● **İHASAVAR**

ASELSAN tarafından geliştirilen İHASAVAR, düşman unsurlar tarafından keşif, casusluk, taciz, silahlı saldırı ve bombalama amaçlı olarak kullanılabilen insansız hava araçlarını etkisiz hale getirmek üzere tasarlanmıştır. İHASAVAR, Anti-Drone RF Karıştırma ve Köreltme Sistemi, askeri tesislerin/üslerin, devlet kurum binalarının, üst düzey yetkili konutlarının, tören alanlarının, nizamiye ve kontrol noktalarının yakınında drone/mini-İHA uçuşmasını aktif karıştırma uygulamasıyla engelleyerek koruma sağlamaktadır. Silah tipi tasarımı İHASAVAR, güvenlik personeline drone/mini-İHA'ların görüldüğü anda bertaraf edilmesi kabiliyetini kazandırmaktadır^[37].

● **KANGAL**

KANGAL, uzaktan kumandayla kontrol edilen el yapımı patlayıcı düzeneklerine karşı araçların korunması amacıyla geliştirilmiştir. Sistem, frekans bantlarının tamamını (VUHF/UHF amatör telsizler, PMR/FRS telsizler, uzaktan kumanda cihazları, ISM Bandı, Wi-Fi, GSM, 3G, 4.5G, vb.) kullanan olası tehditleri eş zamanlı olarak engelleyebilmektedir. KANGAL, kompakt yapısı sayesinde taşınabilir araç bağımsız bir sistem olup, farklı tipte entegre edilebilmekte ve araçtan araca kolaylıkla taşınabilmektedir^[38].

● **AKKOR**

ALTAY ana muharebe tankına yaklaşan roket ve anti tank mühimmatlarını tespit ederek havada imha etmek amacıyla geliştirilen AKKOR, 360 derecelik tam bir koruma kalkanı oluşturmaktadır. ASELSAN tarafından geliştirilen sistemin 2020 yılında TSK'ya teslim edilmesi beklenmektedir^[39], [40].



● DAKA

DAKA; Türkiye'nin ilk denizaltı torpido karşı tedbir sistemidir. 15 Nisan 2008 tarihinde başlayıp 1 Ekim 2014 tarihinde tamamlandı. Proje kapsamında AY sınıfı denizaltılar için 280, Preveze ve Gür sınıfı denizaltılar için 360 akustik aldatici ve karıştırıcı üretilmiştir^[41].

● ZOKA

ASELSAN tarafından geliştirilen ZOKA, denizaltı torpidolarına karşı akustik bir karıştırıcı ve aldatici sistemdir. ZOKA, akustik güdüme sahip aktif, pasif ya da kombine moda çalışabilen bütün torpido tehditlerine karşı etkili olacak özelliklere sahiptir. ZOKA efektörleri, HIZIR Suüstü Torpido Karşı Tedbir Sistemi ve ZARGANA Denizaltı Torpido Karşı Sistemlerinde kullanılmaktadır. Her iki sistemde de aldatici ve karıştırıcı olmak üzere iki ayrı tipte ZOKA efektörü bulunmaktadır.

ZOKA karıştırıcıları torpidoların akustik çalışma frekans aralığını kapsayacak şekilde, geniş bantlı yüksek seviyeli gürültü yayını yapmaktadır. Bu sayede pasif torpidolara karşı denizaltı gürültüsünü maskelerken aktif torpidolara karşı da ortam gürültüsünü artırarak denizaltıdan yansıyan sinyalin tespit mesafesini azaltmaktadır^[42].

● LSS

ASELSAN'ın Lazer Savunma Sistemi (LSS) yüksek enerjili lazerli sistemleriyle 500 metreye kadar İHA'ları bertaraf etmek ve 200 metreye kadar yola döşeli patlayıcıları etkisiz kılmak için geliştirilmiştir^[43].

● ŞAHİ 209

Yönlendirilmiş Enerji Silahlarının TSK'ya kazandırılması için çalışmalar yürütülmektedir. Bu amaçla T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı ve Anadolu Yönlendirilmiş Enerji Teknolojileri A.Ş.

(YETEKNOLOJİ) arasında Mayıs 2018'de bir anlaşma imzalanmıştır. Anlaşma ile YETEKNOLOJİ'nin prototipini ürettiği ve ŞAHİ 209 adı verilen silah 2018'in Temmuz ayında Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından tedarik edilmiştir^[44].

ŞAHİ 209, yüksek akımla oluşturulan manyetik alanı, mühimmat ya da mermiyi ses hızının beş katı gibi çok yüksek hızlarla itebilmektedir. Bu elektromanyetik top, 1 MegaJoule şarj enerjije, çok kademeli ve elektronik ateşleme sistemine sahiptir. ŞAHİ 209'un "Top mermisi fiyatına füze menziline atış yapabildiği", gücünün daha da arttırılacağı, kara kuvvetlerinin ardından deniz kuvvetleri için de geliştirileceği ifade edilmiştir^[45].

● EJDERHA

Ejderha, tamamı yerli tasarım olan bir yüksek güçlü elektromanyetik silahtır. ASELSAN tarafından üretilen Ejderha, özel olarak tasarlanmış yönlü anten/reflektör seti kullanılarak tek darbe veya bir dizi darbe aracılığı ile, kısıtlı bir süre boyunca, yüksek güçlü elektromanyetik (EM) ışına yapabilmektedir. Yüksek Güçlü Mikrodalga kaynakları tarafından üretilen elektromanyetik enerji, hedef alınan elektronik cihazların çalışmasının engellenmesi, hatalı çalışmaya sevk edilmesi veya hasara uğratarak çalışamaz hale getirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ejderha özellikle el yapımı patlayıcıları etkisiz kılmakta başarı göstermiştir. Ejderha istihbarat amacıyla kullanılan elektronik cihazları da yok edebilmektedir^[46].

3.2 Elektronik Koruma (EK) Sistemleri

Elektronik Koruma, genel olarak elektronik savunma faaliyetleridir. Bu faaliyetler müttefik sistemlerin elektronik taarruzlardan en az miktarda etkilenmesine yöneliktir. Elektronik taarruz sırasında düşmanın elektronik harp

sistemlerinden kaçınmak için başvurulan kendini koruma yöntemleri EK kapsamında değerlendirilmemektedir^[47].

Elektronik Koruma faaliyetlerinden bazıları şöyledir:

- **Frekans Atlama (Frequency-hopping Spread Spektrum- FHSS)** Düşmanın radyo sinyallerini tespit etmesinin engellenmesi için sinyallerin çok sayıda frekansa rastgele 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, almaç 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 kontrolü olarak kullanılmasıdır.
- **Emisyon (Yayın) Kontrolü:** Operasyonun güvenliği adına elektromanyetik, akustik ve diğer emisyon kaynaklarının seçmeli ve kontrollü biçimde kullanılmasıdır^[48].
- **Yan Hüzme Bastırılması;** Faz kaymalı antenlerin kullanıldığı radar ve haberleşme sistemlerinin performansını düşüren gürültünün ve kasıtlı olarak yapılan karışırmaların etkisini azaltmak amacıyla, antenin ışına örüntüsüne ait sıfır noktalarının karıştırıcıların olduğu noktalara veya istenmeyen sinyallerin bulunduğu yönlere kaydırılarak bu sinyallerin bastırılması sağlanır.

3.3 Elektronik Harp Destek Sistemleri

Elektronik Harp Destek Sistemleri, acil karar alınması gereken durumlarda anlık bilgi sunmaktadır. Bu sistemlerin sağladığı bilgiler, müttefik güçlerin elektronik taarruz, elektronik koruma, kaçınma, hedefleme ve diğer taktik kararlarını etkilemektedir. Elektronik harp destek faaliyetleri üç ana başlık altında toplanmaktadır^[49]:

- **Elektronik Keşif (Electronic Reconnaissance):** Düşman elektronik manyetik radyasyonun tespit, konumlandırma, tanımlama ve değerlendirme faaliyetlerini kapsamaktadır.
- **Elektronik İstihbarat (Electronic Intelligence):** Düşmanın nükleer, radyoaktif veya iletişim amaçları dışında başvurduğu elektromanyetik radyasyonun teknik ve konumlandırma istihbaratı faaliyetlerini kapsamaktadır.
- **Elektronik Güvenlik (Electronics Security):** Yetkisiz kişilerin değerli bilgilere erişiminin önlenmesi için alınan önlemleri kapsamaktadır. Yetkisiz kişilerin bu

bilgilere erişme girişimlerinin ve iletişim amaçları dışında başvurulan elektromanyetik radyasyonun tespiti bu kapsamda değerlendirilmektedir^[49].

TSK Envanterindeki Elektronik Destek Sistemleri

- **MİLKED – 3S3**
MİLKED-3S3 Sabit V/UHF Kestirme ve Dinleme Sistemi, V/UHF bandında 20-3000 MHz frekans aralığında bulunan yayınların kriptosuz ise dinlenmesi, yönlerinin bulunması, konumlarının belirlenmesi amacıyla ASELSAN tarafından geliştirilmiştir. MİLKED-3S3, özel tasarlanmış kestirme anteni sayesinde hedef yayınlar için doğru ve kararlı yön bilgisi sağlamaktadır. İki veya daha fazla sistemin kullanımıyla hedef yayınlar için sayısal harita üzerinde konum belirleme yapabilmektedir^[50].
- **ARES-2LC/T**
ASELSAN tarafından üretilen ARES-2LC/T ED/ELINT Sistemi; hava, kara ve deniz platformlarında bulunan radarları tespit, teşhis, sınıflandırma özelliklerine sahiptir. Sadece dört, beş personel tarafından taşınabilir ve kısa zamanda kullanıma alınabilir özellikteki sistem, harp sahasında mobil sistemlerin ulaşamadığı bölgelere kolaylıkla aktarılabilir^[51].
- **Radar Elektronik Destek Sistemi**
Radar Elektronik Destek Sistemi; tehdit radarları tespit, teşhis etmek ve yönlerini bulmak amacıyla kullanılmaktadır. Hedef radarların teşhisi, sistem tarafından ölçülen tehdit parametrelerinin kütüphaneden alınan verilerle karşılaştırılmasıyla anlık olarak yapılabilmektedir^[52].
- **ARES-2N**
ARES-2N, bir Deniz Platformu Radar Elektronik Destek sistemidir. Tespit, teşhis, sınıflandırma, izleme, yön bulma, yer belirleme, sesli uyarı, platform ilişkilendirme ve elektromanyetik yayın kaydı yeteneklerine sahiptir. Geniş bant yapısı sisteme çok yüksek tespit olasılığı yeteneği kazandırmaktadır. Yüksek işlem hızı ve hassasiyet seviyesi, uzak mesafede tespit ve düşük çıkış güçlü radarları algılama yeteneği sağlamaktadır^[53].
- **ARES-2SC/NS**
ASELSAN tarafından, denizaltı platformlarının Radar Elektronik Destek faaliyetlerini milli ve modern teknolojilerle yürütebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. İlk etapta, iki adet AY Sınıfı (Tip 209) Denizaltı platformuna entegre edilen sistem, Yeni Tip Denizaltı (Tip 214) Platformları için yine ASELSAN tarafından geliştirilmekte olan ARES-2NS Denizaltı Radar ED Sistemi'ne temel teşkil etmektedir. ARES-2SC, LPI Radarlar dahil 2-18 GHz bandında yayın yapan radar sistemlerine yönelik olarak; tespit, teşhis, tanımlama, uygun formatta gösterim, otomatik ve manuel kayıt ve oynatma kabiliyeti gibi fonksiyonları yerine getirebilmek amacıyla tasarlanmıştır^[54].

4. ELEKTRONİK HARP TEKNOLOJİLERİNDE YENİ EĞİLİMLER

Elektronik Harp, günümüz konjonktüründe yeniden önem kazanırken, daha gelişmiş ve verimli sistemlerin geliştirilmesi için araştırma ve geliştirme faaliyetleri hızlanmıştır. Bunda elektronik harp alanının kabiliyet avantajı arayışının etkisi önemlidir. Geleceğin EH sistemleri, siber savaş yeteneklerini birleştirirken karmaşık, çok alanlı, çapraz organizasyonlu ve çokuluslu bir ortamda çalışabilen sistemler olması gerektiği ifade edilmektedir^[55]. Aşağıda Elektronik Harpte yakın gelecekte yaşanması beklenen değişimlere ilişkin tahminlerden bazıları sıralanmıştır:

4.1 EH İle Siber Savaş Yakınsayacak

Elektronik harp, elektromanyetik spektrumu özel cihazlarla hedef alırken, siber savaş daha çok bilgisayar sistemleri, ağlar ve uygulamaları hedef almakta veya bunlara odaklanmaktadır. Geleceğin elektronik harp sistemlerinin daha “akıllı” hale geleceği siber taarruz ve kabiliyetlerine sahip olacağı ifade edilmektedir. Geleceğin EH sistemlerinin daha karmaşık veri dizilerini inceleyebileceği, sinyallerin içeriğine girebileceği ve halen harp alanında olup biten ama fark edilmeyen her türlü değerli veriyi aktarabileceği de belirtilmektedir^[56].

Gelecekte elektronik karıştırıcılar, karıştırıcılar, elektronik aldaticılar gibi sistemlerin; kızılötesi sensörler, görünür ışık sensörleri ve lazer teknolojileri gibi teknolojilerle daha içli dışlı olacağı, hatta “elektronik harp” ifadesinin yerine “Spektrum Harbi” ifadesinin kullanılması gerekeceği de belirtilmektedir^[56].

4.2 EH Sistemleri Çok Fonksiyonlu ve Yeniden Programlanabilir Olacak

Elektronik Harp sistemleri günümüzde de artık pek çok fonksiyonu bir arada yürütmektedir. Geliştirilen sistemler, elektronik istihbarat, erken uyarı, elektronik taarruz veya kendini müdafaa gibi işlevleri bir arada sunmaya başlamıştır. Yeni sistemler aynı zamanda değişen ihtiyaçlara göre yeniden programlanabilmektedirler. Geleceğin EH sistemleri, makine öğrenmesi teknolojisi sayesinde, çoklu fonksiyonlarını yeniden programlanabilir şekilde sunmaya devam edecekler^[57].

4.3 EH Sistemleri Çoklu Kaynaktan Veri Elde Edecek

Geleceğin EH sistemleri pek çok platform ve kaynaktan veri elde ederek bu verileri analiz edecektir. Bunlar arasında insansız hava araçlarıyla istihbarat, keşif ve izleme

sistemleri bulunmaktadır. EH sistemlerinin giderek daha fazla kullanılan elektromanyetik spektrumda çoklu kaynaklardan edinilen bilgilerin anlık analizinde daha seçici davranması ve veri güvenliğini ön planda tutması da gerekecektir^[55].

4.4 İnsansız ve Otonom EH Sistemleri Öne Çıkacak

Gelecekte EH sistemlerini bekleyen olası değişimlerden bir diğeri de otonom sistemlerdeki artış olacak. 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.

4.5 EH Sistemleri Hava Platformlarına Daha Fazla Entegre Edilecek

Minyatürleştirme ve daha iyi elektromanyetik karıştırma yönetimi sayesinde EH ekipmanları karaya konuşlu ekipmanlardan, hava platformları ekipmanlarına doğru evrilmektedir^[56]. Daha küçük ve daha hafif hale 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, maliyetinin de düşmesine neden olacaktır^[56].

4.6 Görselleştiren Sistemler Yaygınlık Kazanacak

Elektromanyetik spektrum giderek daha fazla kullanılıp EH teknik ve sistemlere daha sık başvurulurken, komutanların karar almaları güçleşmektedir. Bu nedenle EH sistemlerinin görselleştirme kabiliyetlerine kavuşması gerektiği görüşü savunulmaktadır. Bu yolla komutanların karar almalarında hızlandırıcı etkide bulunacağı kaydedilmektedir^[56].

5. SONUÇ

Soğuk Savaşın sona ermesinin ardından yeterince ilgi bulamayan elektronik savaş sistemleri günümüzde çok taraflı olarak artan gerilimlerle birlikte yeniden önem kazanmaya başlamıştır. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu dünyanın belli başlı ülkelerinin savunma sanayileri, elektronik harp sistem ve çözümleri geliştirmektedir. Bu sistemler gün geçtikçe kabiliyetlerini artırmakta, çoklu işlevler yüklenmekte ve bilişsel yeteneklerini artırmaktadır. Türkiye'nin savunma sanayii, bu alanda çözüm çeşitliliği ve inovasyon yeteneğiyle ön plana çıkmaktadır. Elektronik Harp alanında kendi işlevsel çözümlerine sahip olunması ve bunun sürdürülebilir kılınması Türkiye'ye savunma alanında üstünlük kazandıracaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Evans, Gareth; "The evolution of electronic warfare" *Global Defence Technology*, https://defence.nridigital.com/global_defence_technology_special/the_evolution_of_electronic_warfare. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [2] Von Spreckelsen, Malte; (2019), *Joint Chiefs of Staff*, "DOD Dictionary of Military and Associated Terms", (Haziran 2019) <https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/dictionary.pdf?ver=2018-07-25-091749-087>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [3] *Joint Air Power Competence Centre*, "Electronic Warfare – The Forgotten Discipline" <https://www.japcc.org/electronic-warfare-the-forgotten-discipline/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [4] Akbaba, Yusuf; (2016), "Elektronik harp ve savunma sistemi neden önemli?", *Akşam*, (27 Aralık 2016), <https://www.star.com.tr/guncel/elektronik-harp-ve-savunma-sistemi-neden-onemli-haber-1171015/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [5] Lagneau, Laurent; (2018), "La « guerre électronique » prend de plus en plus d'importance dans les opérations navales", *Zone Militaire*, (13 Ağustos 2018), <http://www.opex360.com/2018/08/13/guerre-electronique-prend-de-plus-plus-dimportance-operati-ons-navales/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [6] Macias, Amanda; (2018), "China is quietly conducting electronic warfare tests in the South China Sea", *CNBC*, (5 Haziran 2018), <https://www.cnb.com/2018/07/05/us-intel-report-china-quietly-testing-electronic-warfare-assets-on-sp.html>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [7] *Research And Markets*, (2018), "Electronic Warfare - Global Market Outlook (2017-2026)", (Nisan 2018), <https://www.researchandmarkets.com/reports/4562418/electronic-warfare-global-market-outlook-2017>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [8] Vardhan, Shesh; Garg, Anubhav; (2015), "Information jamming in Electronic warfare: Operational requirements and techniques", *IEEE Xplore* (16 Nisan 2015), <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7086634>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [9] *falcon.blu3wolf*, (2000), "Electronic Warfare Fundamentals", <http://falcon.blu3wolf.com/Docs/Electronic-Warfare-Fundamentals.pdf>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [10] *International Defence, Security&Technology*, (2019), "Digital Radio Frequency Memory (DRFM) Has Improved The Capability Of Electronic Warfare and Anti Missile Countermeasure Systems", (20 Şubat 2019), <https://idstch.com/digital-radio-frequency-memory-drfm-improved-capability-electronic-warfare-anti-missile-countermeasure-systems/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [11] Keller, John; (2015), "Worldwide directed-energy weapons market to reach \$24.31 billion over the next five years", *Military&Aerospace Electronics*, (5 Kasım 2015), <https://www.militaryaerospace.com/articles/2015/11/directed-energy-weapons-to-hit-24-31-billion.html>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [12] Wilson, J.R; (2015), "Laser Weapons at the Crossroads", *Digital Military Aerospace*, (Kasım 2015), <https://www.militaryaerospace.com/articles/print/volume-26/issue-11/special-report/laser-weapons-at-the-crossroads.html>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [13] Szondy, David; (2018), "Laser weapons: Is this the dawn of the death ray?", (22 Mart 2018), <https://newatlas.com/laser-weapons-future-warfare/52801/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [14] *Aselsan*, "LSS Lazer Savunma Sistemi", https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektro-Optik-Sistemler/LSS_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [15] BitCAD, Sonic Business System, (2018), "Sonic Weapons", *Medium*, (31 Mart 2018), <https://blog.bitcad.io/sonic-weapons-ddc0d6d688a2>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [16] Mizokami, Kyle; (2018), "High-Powered Microwave Ray Gun Can Stall Cars, Trucks" *Popular Mechanics*, (26 Nisan 2018), <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a20063831/high-powered-microwave-ray-gun-can-stall-cars-trucks/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [17] Scott, Richard; (2018), "USN sets sights on vessel stopping high-power microwave weapon prototype", *Jane's 360*, (31 Ağustos 2018), <https://www.janes.com/article/82693/usn-sets-sights-on-vessel-stopping-high-power-microwave-weapon-prototype>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [18] *FAS Military Analysis Network*, (1998), "AGM-88 HARM", (Haziran 1998), <https://fas.org/man/dod-101/sys/smart/agm-88.htm>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [19] *C4 Defense*, (2019), "AARGM-ER support on F-35", (11 Mart 2019), <http://en.c4defence.com/Agenda/aargmer-support-on-f35/7887/1>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [20] *Defense Aerospace*, (2014), "Stealth Technology: Theory and Practice", (25 Eylül 2014), <http://www.defense-aerospace.com/articles-view/feature/5/157481/aircraft-stealth%3A-the-view-from-russia.html>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [21] Majumdar, Dave; (2014), "Stealth Vs. Electronic Attack", *USNI News*, (21 Nisan 2014), <https://news.usni.org/2014/04/21/stealth-vs-electronic-attack>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [22] Mizokami, Kyle; (2018), "Stealth Tanks Are Coming", *Popular Mechanics*, <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a22665012/stealth-tanks-are-coming/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [23] Seren, Merve; (2018), "Görünmezlik Teknolojisi Ve Tanklar", (Mart 2018), *STM ThinkTech*, https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/273201817329226_stm_gorunmeztanklar.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [24] *Nonwoven Technical Textiles Technology*, "Türk Mühendislerden Büyük Başarı: Görünmez Askeri Kamufaj", <http://www.nonwoventechnology.com/tr/turk-muhendislerden-buyuk-basari-gorunmez-askeri-kamufaj/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [25] Malhotra, Tushar; "Counter-IED Measures: Electronic Warfare", *Counter-IED Report*, (<http://counteriedreport.com/articles/counter-ied-measures-electronic-warfare/>). (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [26] *Aselsan*, "Radar Elektronik Taarruz (ET) Sistemi", <https://www.aselsan.com.tr/tr-cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/radar-elektronik-taarruz-et-sistemi>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [27] *T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı*, "HAVA SOJ", <https://www.ssb.gov.tr/website/ContentList.aspx?PageID=1081&langID=1>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [28] *Aselsan*, "KORAL MOBİL RADAR EH SİSTEMİ", https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektronik-Harp-Sistemleri/KORAL_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [29] *Aselsan*, "RFKS RF KARIŞTIRICI SİSTEMİ", https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektronik-Harp-Sistemleri/RFKS_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [30] *T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı*, "SPEWS-II", <https://www.ssb.gov.tr/website/contentlist.aspx?PageID=1344&LangID=1>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [31] *Aselsan*, "SPEWS-II EH KENDİNİ KORUMA SİSTEMİ", https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektronik-Harp-Sistemleri/SPEWS-II_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [32] *Millisavunma.com*, (2018), "EHPOD Elektronik Harp Podu", (12 Nisan 2018), <http://www.millisavunma.com/ehpod-elektronik-harp-podu/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [33] *Aselsan*, "HEWS", <https://www.aselsan.com.tr/tr-cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-kendini-koruma-sistemi/hews>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)

- [34] *Aselsan*, “GERGEDAN Taşınabilir RF Aktif Köreltme/Karıştırma Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/sapan-programlanabilir-aktifreaktif-elektronik-karistirma-sistemi>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [35] *Aselsan*, “SAPAN Programlanabilir Aktif/Reaktif Elektronik Karıştırma Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/sapan-programlanabilir-aktifreaktif-elektronik-karistirma-sistemi>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [36] *Aselsan*, “KİRPI Yazılım Tabanlı RFEYP Karıştırma Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/kirpi-yazilim-tabanli-rfeyp-karistirma-sistemi>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [37] *Aselsan*, “İHASAVAR, Anti-Drone RF Karıştırma/Köreltme Sistemi”, https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektronik-Harp-Sistemleri/IHASAVAR_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [38] *Aselsan*, “KANGAL Araç Tipi Portatif RF Karıştırma/Köreltme Sistemi”, https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektronik-Harp-Sistemleri/KANGAL_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [39] *Aselsan*, “AKKOR Aktif Koruma Sistemi”, https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/basin-odasi/Brosurler/Elektronik-Harp-Sistemleri/AKKOR_TR.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [40] *Defence&Technology*, (2018), “Aselsan hız verdi, AKKOR erken geliyor”, (11 Mart 2018), <http://defenceandtechnology.com/2018/03/11/aselsan-hiz-verdi-akkor-erken-geliyor/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [41] *Aselsan*, “DAKA Teslimatları Tamam”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/basin-odasi/haber-detay/daka-teslimatları-tamam>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [42] *Aselsan*, “ZOKA - Akustik Torpido Karşı Tedbir Karıştırıcı ve Aldatıcıları”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/deniz-sistemleri-test/torpedo-ve-torpedo-karsi-tedbir-sistemleri/zo-ka-akustik-torpedo-karsi-tedbir-karistirici-ve-aldaticilari>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [43] *Aselsan*, “LSS Laser Defence System”, https://www.aselsan.com.tr/en-us/press-room/Brochures/Electro-Optic-Systems/LSS_ENG.pdf. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [44] *Akşam*, (2018), “Türkiye’nin elektromanyetik silahı: ŞAHİ 209”, (19 Ekim 2018), <https://www.aksam.com.tr/ekonomi/turkiye-nin-elektromanyetik-silahi-sahi-209/haber-784823>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [45] *Güneş*, (2019), “Dünyada sadece 4 ülke sahip: Türkiye’nin yeni nesil silahı ŞAHİ 209 Blok 2, 50 kilometreyi hedefliyor”, (30 Mart 2019), <http://www.gunes.com/teknoloji/dunyada-sadece-4-ulke-sahip-turkiye-nin-yeni-nesil-silahi-sahi-209-blok-2-50-kilometreyi-hedefliyor-968381>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [46] *Aselsan*, “EJDERHA Yüksek Güçlü Elektromanyetik Sistem”, <https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/ejderha>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [47] Elsworth, Adam T., “Electronic Warfare”, Nova Science Publishers, Inc., 2010
- [48] *Congressional Research Service*, (2019), “U.S. Airborne Electronic Attack Programs: Background and Issues for Congress”, (14 Mayıs 2019), <https://fas.org/spp/crs/weapons/R44572.pdf>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [49] *US Army Combined Arms Center*, (2009), “Electronic Warfare in Operations” (Şubat 2019), <https://usacac.army.mil/cac2/repository/fm336/fm336.pdf>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [50] *Aselsan*, “MİLKED-3S3 Sabit V/Uhf Kestirme Ve Dinleme Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/c71c3c3f-6500-4dfe-9867-50686dea7ba7.pdf>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [51] *Aselsan*, “Man-Pack ESM/ELINT System ARES-2LC/T”, <https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/man-pack-esm-el-c4b1nt-system-ares-2lc-t>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [52] *Aselsan*, “Radar Elektronik Destek (ED) Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/radar-elektronik-destek-ed-sistemi>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [53] *Aselsan*, “Deniz Platformu Radar Elektronik Destek (ED) Sistemi ARES-2N”, <https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/deniz-platformu-radar-elektronik-destek-ed-sistemi-ares-2n>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [54] *Aselsan*, “Denizaltı Radar Elektronik Destek Sistemi ARES-2SC/NS”, <https://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/elektronik-harp-sistemleri/elektronik-harp-istihbarat-ve-taarruz-faaliyet-alani/denizalti-radar-elektronik-destek-sistemi-ares-2sc-ns>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [55] *Army Technology*, (2018), “The future of electronic warfare in Europe”, (13 Haziran 2018), <https://www.army-technology.com/features/future-electronic-warfare-europe/>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)
- [56] 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: 22 Temmuz 2019)
- [57] *L3HARRIS*, “The Wave of the Future: The Evolution of Electronic Warfare”, <https://www.harris.com/content/the-wave-of-the-future-the-evolution-of-electronic-warfare>. (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2019)



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

