

ELEKTRONİK HARP

(Sargun GÖKTUN, Serdar BAKLAN, Sedat TÜRE, Yavuz TUĞCU)

1. GİRİŞ VE TANIMLAR

Günümüzün dünyasında konuyla ilgi derecesinden bağımsız olarak herkesin kabul ettiği bir gerçek belki de, savaşların artık elektronik harp (EH) boyutunda gerçekleştiği ve onsuz olamayacağıdır. Herşeyin elektronik olduğu yaklaşımıyla harplerin, çatışmaların da elektronik olacağını düşünmek kaçınılmaz.

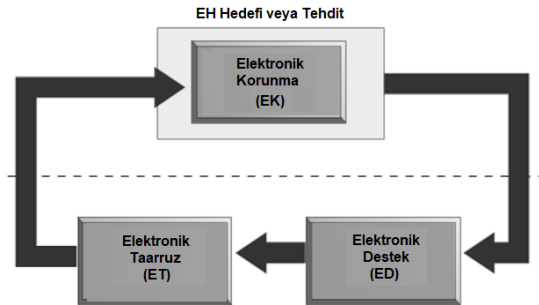
Elektronik Harp'in en genel tanımı elektromanyetik spektrumu (EMS) kontrol etmek amaçlı askeri eylemler olarak tanımlanır [2]. Daha geniş anlamda EH, tehdit kuvvetlerin elektronik sistemlerinin varlıklarının ve yerleşimlerinin tespiti, tehdit sistemlerin yok edilmesi veya etkinliklerinin azaltılması, dost kuvvetlerin elektronik sistemlerinin tehdit tarafından tespitine veya etkisizleştirilmesine engel olunması maksadıyla elektronik sistem ve tekniklerin kullanılması olarak ifade edilebilir.

EH, dost birliklerin elektromanyetik spektrumu (EMS) etkin bir şekilde kullanması, düşmanın kullanımının engellenmesi veya en az derecede kullanmasını sağlamak üzere bilimsel, teknolojik ve askeri faaliyetlerin bütünü olarak da ifade edilmektedir [4],[5].

Bu kapsam içerisinde yürütülen faaliyetler;

- **Elektronik Destek (ED)** (Electronic Support, ES). Dost veya düşman birliklere ait elektronik sistem yayınlarının tespit edilmesi, sınıflandırılması, kimliklendirilmesi ve konumlarının belirlenmesi işlemleridir.
- **Elektronik Taarruz (ET)** (Electronic Attack, EA). Elektromanyetik enerji kullanarak düşmanın sistemlerine müdahale edip onlara hasar vermeyi veya geçici olarak etkisiz kılmayı amaçlar.
- **Elektronik Korunma (EK)** (Electronic Protection, EP). Dost birliklerin elektronik sistemlerinin ET'den korunması amacıyla kullanılan teknik ve taktikler olarak bilinir.

olarak üç sınıfta değerlendirilmektedir.



Şekil 1. ED, ET ve EK etkileşimi [1].

ED, ET ve EK süreçleri birbiriyle ilişkilidir. Etkin bir ET için ED sistemleri ile muharebe sahasında operasyon öncesi ve operasyon sırasında bilgilerin toplanması önemlidir. Ayrıca uygulanacak ET

teknikğine bağılı olarak seçilecek EK yöntemi birbiriyle ilişkilidir. Düşmanın EK amaçlı uygulayacağı usul ve teknikler ED sürecini etkiler.

1.1. Elektronik Destek (ED)

Anlık tehdit tanıma, hedefleme, planlama ve gelecekteki operasyonların icrası maksadıyla; bilerek veya istem dışı olan EM yayınların, bir harekât komutanının doğrudan komutasıyla veya görevlendirmesiyle tespiti, kimliklendirilmesi ve konumlandırılması faaliyetlerini içeren EH'in bölümü Elektronik Destek (ED) olarak adlandırılır [1], [4], [5].

ED için toplanan bilgiler sinyal istihbaratı (Signal Intelligence, **SIGINT**) oluşturulması veya muharebe sahasında ET için anlık hedefleme bilgisinin sağlanması maksadıyla kullanılabilir.

ED sistemleri, ET ve EK uygulama, hedefleme ve kuvvetlerin diğer taktik kullanımları için bilgi kaynağı olarak görülürler. ED sistemleri topladıkları verilerden aşağıda belirtilen amaçlar için bilgi ve istihbaratı üretirler [1], [4], [5]:

- Diğer bilgi ve istihbarat kaynaklarının doğrulanması,
- ET operasyonlarının icrası veya yönetilmesi,
- Kendini koruma tedbirlerinin başlatılması,
- Silah sistemlerinin görevlendirilmesi,
- EK uygulamasının desteklenmesi,
- EH veritabanlarının oluşturulması veya güncellenmesi ve
- Bilgi harekâtı görevlerine destek.

1.2. Elektronik Taarruz (ET)

Elektronik Taarruz (ET), EM enerjinin, yönlendirilmiş enerji silahlarının ve özgüdümlü (homing) füzelerin kullanılarak düşmana ait personel, sistem ve tesislerinin etkisizleştirilmesi veya yok edilmesi amacıyla kullanılması olarak ifade edilebilir [7].

ET faaliyeti taarruz veya savunma amaçlı olarak kullanılır. Taarruz faaliyetleri genellikle dost kuvvetlerin girişimiyle gerçekleşir ve aşağıdaki gibi örnekleri içerir [7];

- Düşmanın radar ve komuta kontrol (Command and Control, **C2**) sistemlerinin karıştırılması,
- Düşman hava savunmasının ışımaya giden füzeler (Anti-radiation Missiles, **ARM**) ile bastırılması,
- Düşmanın istihbarat, gözetleme ve keşif (Intelligence Surveillance and Reconnaissance, **ISR**) sistemlerinin aldatılması,
- Düşman cihaz ve kabiliyetlerinin yönlendirilmiş enerji silahlarıyla (Directed Energy Weapon, **DEW**) etkisiz kılınması.

Savunma maksatlı ET tedbirleri personeli, tesisleri, yetenekleri ve cihazları korumak amacıyla uygulanır. Örnek olarak kendi koruma ve kuvvet (force) koruma amaçlı şu uygulamalar verilebilir[7];

- Sarfedilebilirler (ör. Chaff, flare ve aktif dekoylar),
- Radar karıştırıcılar,
- Çekilebilir dekoylar,
- Kızılötesi (KÖ) karıştırıcılar,
- Radyo kontrollu el yapımı patlayıcıya karşı kullanılan (RC-IED) karıştırıcılar.

1.3. Elektronik Korunma (EK)

Elektronik korunma (EK), düşmanın, dost birliklerin veya istem dışı enterferansların yaptıklarından bağımsız olarak, EM spektrumu etkin (aktif veya pasif) kullanmayı sağlayan eylemleri içeren EH'in bölümü olarak tanımlanır. EK tedbirleri ED'ye karşı yapılan veya ET'ye karşı yapılan olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir [6].

ED'ye karşı yapılan EK tedbirleri, düşmanın kendi ED sistemleri vasıtasıyla bize ait yayınların tespitlerini (intercept), gözlemlerini, elektronik izleme ve analizlerini engellemeye yönelik faaliyetlerdir [6]. EM yayının (Emission) kontrol edilmesi (Emission Control, EMCON), spektrum yönetimi, savaş zamanı modlarının kullanımı ve çalışma usullerinin düzenlenmesi gibi EK yöntemleri bu sınıfta düşünülebilir.

ET'ye karşı yapılan EK tedbirleri, düşmanın doğrudan ET tedbirlerinin veya dost birliklerin ET uygulamasının yan etkilerini azaltmaya yönelik faaliyetlerdir [6].

2. SİBER UZAY VE ELEKTRONİK HARP

Siber uzay ve EM spektrum modern askeri operasyonların bir parçasıdır. Askeri kuvvetler muharebe sahasında birçok ağ temelli elektronik aygıtlar ve muhabere-bilgi sistemleri kullanırlar. Bu ağ bağlantılı sistemleri operasyonel üstünlük açısından kullanmak bir ihtiyaç olarak görülmektedir. EM spektrumunda yer alan EH, bilgi üstünlüğünün sağlanması ve taarruzi ve savunma olarak teknik, taktik ve süreçleriyle askeri operasyonların başarısına katkı sağlar [7].

Elektromanyetik enerji kullanma veya siber uzayda çalışma modern harbin esasını teşkil eder. Askeri kuvvetler operasyonları koordine etmek için telsiz ağları kullanır, hava ve yer sensörlerini kullanarak düşmanı ve onun yerini tespit eder, birbirleriyle haberleşmek için radyo kullanır, elektronik karıştırma kullanarak düşmanın radarlarını köreltir veya haberleşmelerine mani olur. Hemen her bilgisayar ağının bir parçası olan telsiz yol atayıcı (router) veya taktik radyolarla siber uzay ve EM spektrum artık sürekli ve eşzamanlı tek bir ortam olarak görülmektedir. Özel bilgi ortamı olarak EM spektrum ve siber uzay askeri operasyonlara temel teşkil eder. Bu nedenle siber uzay klasik kara, deniz, hava ve uzay ortamları gibi ele alınması gerekir [7].

Bu konuda 2014 yılında "FM 3-38 Cyber Electromagnetic Activities Doctrine" adıyla konsept dokümanı da geliştirilmiştir. Temel siber EM aktivite olarak, siber uzayı operasyonları, EH ve spektrum yönetimi operasyonları ile ilgili fonksiyon ve yeteneklerin entegre edilmesi ve senkronize edilmesi ifade edilmektedir. [7].

3. BİLİŞSEL ELEKTRONİK HARP

Klasik ED sistemlerinin tespit ve teşhiste güçlük çektiği adaptif radar sistemleri gibi tehditler yeni nesil EH sistemleri ihtiyacını doğurmaktadır. Yeni geliştirilen sinyal işleme teknikleri, akıllı algoritmalar ve makine öğrenim teknikleri ve bunların kombinasyonları personele bunların tespiti ve karşı konulmasında yardımcı olarak görülmektedir. Günümüz EH sistemleri, bilinen tehditlere ve onlara karşı ön tanımlı olarak hazırlanan karşı tedbirler veri tabanlarına göre hareket ederler. Bu tip yapılar yeni ve adaptif tehditlere karşı süratli uyum sağlama ve tepki verme açısından sınırlıdır [9], [10].

Elektronik Harp'te dikkate değer gelişmelerden birisi bilişsel (cognitive) EH'e doğru yönelimdir. Bilişsel EH kavramı olarak henüz EH camiasında alışılmış olmamakla birlikte [12]; ABD Savunma Departmanı

ilgilileri gelecek on yıl içinde düşmanın sistemlerine yeniden-programlamaya ihtiyaç duymadan otonom olarak karşılık verecek bilişsel EH teknolojilerini test etmektedirler [9], [11].

Bilişsel teknolojiye sahip radar, veri linkleri ve GPS sistemleri, düşmanın EH ve SIGINT sistemlerine karşı daha etkin bir elektronik korunma (EP) özelliğine sahip olacakları beklenmektedir [9], [12].

4. MİLSOFT ve EH YETENEKLERİ

MilSOFT, EH alanında sahip olduğu personel, sistem ve yazılım alt yapısı ile milli ve uluslararası alanda ihtiyaç duyulan hizmet ve ürünleri en uygun şekilde sunmaktadır. MilSOFT'un deneyimli EH personeli bugüne kadar değişik hava ve deniz kuvvetleri EH projelerinde bilfiil görev almış, bu alanda teknik ve taktik birikimlere sahiptir.

Deniz Kuvvetleri hava platformlarında (helikopter ve diğer) bulunan ED sistemleri ve KTAS sistemleri için karada konuşlu EH Programlama ve Simülasyon Merkezi kurulması, MilSOFT'un donanım çevrimde simülasyon sistemi geliştirdiği yetenekler arasında yer alır. Simülasyon merkezinin amacı uçuş platformları için hayati öneme haiz olan görev veri dosyalarının yerde etkin bir şekilde hazırlanmasıdır.

Bunu gerçekleştirmek için EH sistemlerinin platform üzerinde gibi davranabilmesi için gereken aviyonik sistem simülasyonların sağlanması ve helikopterin operasyonel ortamda göreceği tehdit sinyallerin platformun bulunduğu yere bağlı olarak RF seviyesinde EH sistemlerine girdi olması gerekmektedir. Ayrıca EH veritabanı geliştirilmesi, görev sırasında toplanan verilerin analiz edilmesi görev dosyalarının etkinliğinin artırılması için gereken önemli yazılım bileşenleridir.

Yapılan testlerin doğruluğu test cihazları ile ölçülerek donanımları ile MilSOFT tarafından geliştirilen özgün yazılımlar entegre edilmiştir. İstenildiğinde diğer EH sistemlerine (MWS, LWS, RF/IR karıştırıcı vb.) genişletilebilecek bu laboratuvarın amacı, ayrıca görev sonrası kayıtlar geliştirilen özgün yazılım ile analiz edilerek görev sonrası analiz ve EH kütüphanesi güncellemesi yapılabilmektedir. Lokal ve üst seviye EH kütüphanelerin entegre edilmesi MilSOFT EH kabiliyetleri arasında yer almaktadır.

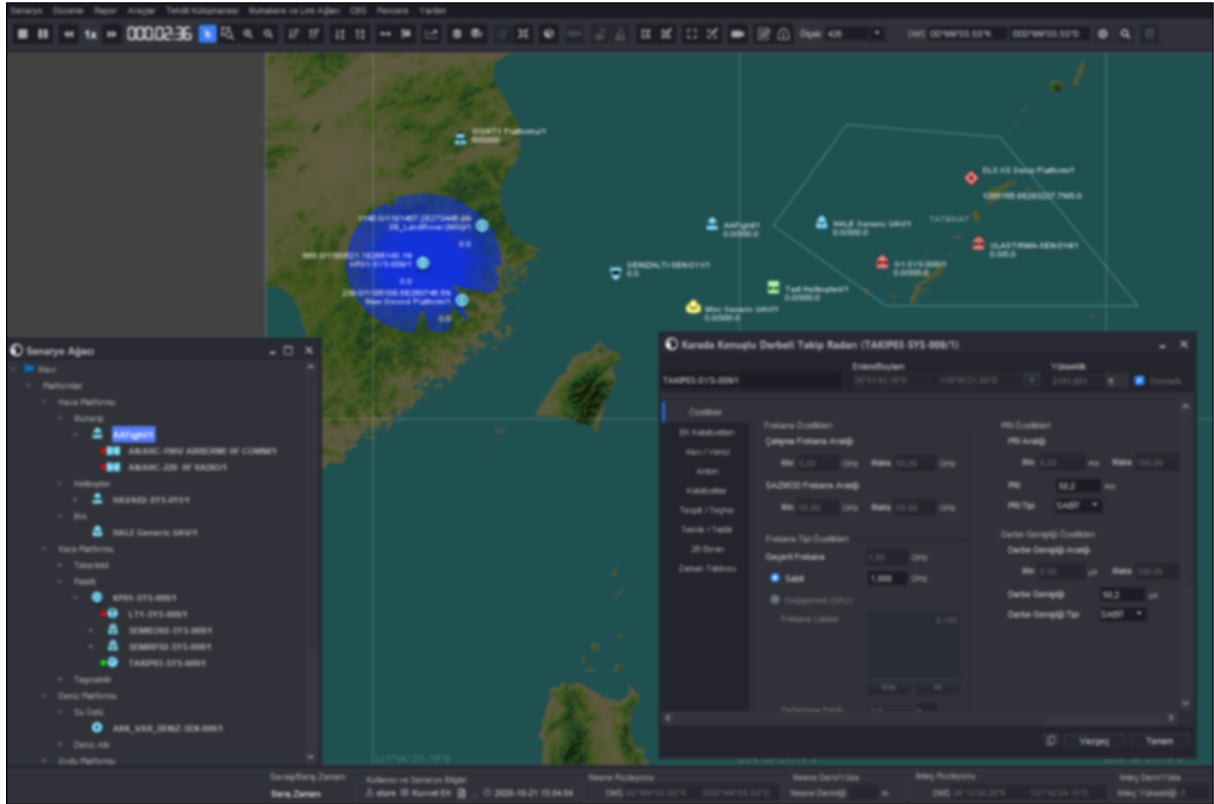
MilSOFT, kuvvetlerin EH personeli eğitimi için özel bir Müşterek EH Simülasyon yazılımı-MEHSİM geliştirmiştir. MEHSİM, planlayıcılar ve karar vericiler için hem teorik hem de pratik EH eğitimi sağlayan bir Müşterek EH Simülasyonudur. MEHSİM, JETS (EH e-öğrenme uygulaması) ve JETSİM (interaktif kuvvet ve müşterek EH simülasyon uygulaması) olmak üzere iki temel alt uygulamadan oluşmaktadır.

JETS, EH ile ilgili hem akademisyenlerin hem de EH uzmanlarının birikimleri kullanılarak oluşturulmuş animasyon, simülasyon ve ders notları, değerlendirme yöntemlerinden oluşan bir uygulamadır. JETS eğitim konuları radar, muhabere, EO sistemler, silah sistemleri, ED, ET ve EK konularını kapsamaktadır.



Şekil 2. JETSİM-Müşterek EH Eğitim Sistemi.

JETSİM'de kursiyerler bilgisayara karşı savaşabilecekleri gibi (kuvvet EH simülasyonu), mavi ve kırmızı kuvvetler olarak ikiye ayrılıp karşılıklı da savaşabilirler (müşterek EH simülasyonu). JETSİM'in Milli ve Genel (NATO ve NATO dışı ülkeler için) iki ayrı sürümü mevcuttur. Sensör ve tehdit platformlarının rotalarının tanımlanabileceği dinamik senaryo hazırlama, oynama ve tekrar oynatma (debrief), platformlar için özelleştirilebilir davranış modelleri, simülasyondaki bütün platform ve sistem etkileşimleri için angajman modelleri, 2 ve 3 boyutlu sayısal haritalar üzerinden senaryonun izlenmesi, senaryolarda formatlı EH mesajlarının kullanımı simülasyonun yetenekleri arasındadır. Simülasyon diğer üst seviye harp oyunu veya operasyonel simülasyonlar ile entegrasyonu açısından yüksek seviyeli mimariye uyumlu (HLA: High-Level Architecture, IEEE 1516) olarak geliştirilmiştir.



Şekil 3. JETSİM-Müşterek EH Eğitim Simülasyonu.

MilSOFT EH eğitimi konusunda gerek yapmış olduğu projeler kapsamında EH, ELINT ve EH Veri Tabanları ana konularında eğitim vermektedir.

5. GELECEKTE EH

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmelerin EH'in geleceğini de etkilediği bir gerçektir. Özellikle düşük görünürlük arzu edilen her platform için bazı özel EH uygulamalarının da kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Örnek olarak 5nci Nesil Uçak teknolojisi kapsamında çıkış gücü yüksek ve uzak mesafeli kendini koruma uygulamaları ile düşük görünürlük parametreleri ciddi manada desteklenmektedir. Bu noktada EH'nin gücü son anda ihtiyaç duyulan acil uygulamalar ile değil ancak taktik harekâtın her evresindeki özel teknikler ile kendini göstermeye başlamıştır. Günümüzde EH teknikleri ile Yapay Zekâ'nın ortak sinerjisi daha etkin sonuçlar doğurabildiğinden özellikle barış şartlarından itibaren dost ve düşman varlıkları ile ilgili Elektronik Muharebe Düzeni (EOB) çıkartılmasının ne kadar hayati öneme haiz olduğu bugün daha iyi anlaşılır hale gelmiştir. EOB'nin doğru tespiti için yazılım marifeti ile pek çok anlamsız sinyal analize tabi tutularak belli sistemlerin varlığı ortaya çıkarılabilmektedir. Bu sistemler hakkında, daha derin nüfuz kabiliyetine sahip yazılımlar sayesinde ise dost platformların kendisini harekât ortamında korumak için ihtiyaç duyacağı pek çok algoritma üretilebilmesi ya da simülasyon ile denemeler yapabilmek EH açısından gelinen noktanın ucu bucağı olmadığını göstermek için yeterli bir kanıt sayılabilir.

Günümüzde dost birliklerin bilgiye ulaşımının temini sağlanırken düşmanın ulaşımının engellenmesi EH'ye ciddi ihtiyaç duyarken; gelişen silah teknolojisi sayesinde taaruzu bir harekâta düşmanın savunma sistemlerini kullanamaz hale getirmekte EH enerjisinin teksif edilmesine eskisi kadar ihtiyaç kalmamıştır. Bu nedenle EH uygulamaları yerine bu sistemlerin daha uzak mesafelerden direk imha etme stratejisinin tercih edilebileceği gerçeği göz ardı edilmemelidir. EH'in gelecekte daha yüksek değerlikli hava vasıtası sayılan 5nci Nesil Uçaklar, komuta kontrol için kritik öneme haiz AWACS ve Fırkateyn gibi platformların daha çok hayatta kalmak için ihtiyaç duyacakları ve özel görevlerde ağırlıklı olarak kullanabilecekleri öngörülmektedir.

EH'in gelecekte daha etkin biçimde kullanımı için ihtiyaç duyulacak teknolojiler olarak:

- Hesaplama gücü yüksek, boyut ve ağırlık olarak daha küçük ve maliyet açısından düşük sistemler,
- Çok fonksiyonlu ve yeniden programlanabilir sistemler,
- Geniş spektrumlu sistemler,
- ET açısından yönlendirilmiş enerji silahları,
- EH ve siber harbin ortak bir konseptte birleşmesi,
- Bilişsel ve yapay zekâ tabanlı EH sistemleri,
- Klasik sistemlere ilave olarak sürü zekâsı ve konseptine uygun EH sistemleri sayılabilir.

MilSOFT, EH'in planlama ve icra safhalarını simüle ederek karar vericilere vizyoner bir sanal harekât ortamı sağlamaktadır. Aynı zamanda ihtiyaç duyulan doğru ve eksiksiz bilginin kesintiye uğratılmaksızın muharebe sahasında ihtiyaç duyan tüm kullanıcılara güvenli olarak aktarımında sunduğu taktik veri linkleri altyapısı ve bu yapının işletilmesindeki en üst seviye olan Komuta Kontrol sistem yazılımları ile harekâtı üst düzeyde desteklemektedir.

MiISOFT ayrıca EH sistemlerinin ihtiyaca uygun ve etkin programlanmasında son kullanıcıya sağladığı yetenekleri yanısıra yazılım teknolojisinin bu kapsamda EH'in gelecek konseptlerine uygun şekilde sağlayabileceği her türlü yeniliği sunmak üzere çalışmalarına devam etmektedir.

1 Referanslar

- [1] Joint EW Training System, MiISOFT, 2007.
- [2] Schleher, C., *EW in the Information Age* (1st ed.). Norwood: Artech House, 1999.
- [3] Adamy, D., *EW 101: A First Course in EW* (1st ed.). Norwood: Artech House, 2001.
- [4] JP 3 -13.1. *Electronic Warfare*, Joint Publications, USA, Feb. 2012.
- [5] FM3 -36, *EW in Operations*, Field Manual, Hq., Department of the Army, USA, Nov. 2012.
- [6] Victoria, A., "Electronic Warfare", www.researchgate.net/publication/336473867, Oct., 2019.
- [7] Haig, Z., "EW in Cyberspace", www.researchgate.net/publication/288871386, June, 2015.
- [8] "Defense Premier : Electronic Warfare", Congressional Research Service, December, 2019.
- [9] S. Türe ve S. Topuz, "Yapay Zeka ve Askeri Uygulamaları", MiISOFT Web sayfası, Haziran 2020.
- [10] Sole, S., "Cognitive electronic warfare : Countering threats posed by adaptive radars", <http://mil-embedded.com/articles/cognitive-electronic-warfare-countering-threats-posed-by-adaptive-radars/>, 2019.
- [11] Seffers, G. I., "Smarter AI for Electronic Warfare", <https://www.afcea.org/content/smarter-ai-electronic-warfare>, 2017.
- [12] Knowles, J. , "Regaining the Advantage - Cognitive Electronic Warfare ", JED, December, 2016.