

ELEKTROMANYETİK SAVAŞ

(YÖNLENDİRİLMİŞ YÜKSEK GÜÇE SAHİP ELEKTROMANYETİK KAYNAKLAR)

Dr. Cahit Karakuş

İçindekiler

1. Giriş.....	1
2. Nikola Tesla.....	2
3. Elektromanyetik Savaş.....	3
3.1. Elektromanyetik Gözetleme.....	3
3.2. Elektromanyetik Saldırı.....	4
3.3. Elektromanyetik Fırlatıcılar.....	4
3.4. Yönlendirilmiş Mikrodalga Kaynağı.....	5
3.5. Elektromanyetik Görüntüleme.....	5
4. HPEM Yüksek güçlü Elektromanyetik yayılım yapan sistem.....	6
4.1. HPEM Etki mekanizması.....	6
4.2. Yüksek gülcü ve geniş bantlı elektromanyetik enerjinin üretilmesi.....	7
4.3. Belirli bir frekans bandında yayın yapan elektromanyetik kaynakların ve özelliklerin tespit edilmesi.....	8
4.4. HPEM Sistemlerinde Anten.....	8
5. Toryum Reaktör.....	9

1. Giriş

Elektromanyetik savaş elektromanyetik spektrum veya yönlendirilmiş manyetik enerjinin düşmana saldırma veya düşman saldırılarını engelleme amaçlı kullanılmasıdır. Elektromanyetik savaşın amacı karşı tarafın EM (Elektromanyetik) spektrumuna erişimini engellemek ve karşı tarafın EM spektrumunu çökertmektir. Elektromanyetik savaş taktikleri denizden karadan ve uzaydan insanlı veya insansız sistemler aracılığı ile iletişimi, radarları ya da diğer tehditleri hedef alabilir. Elektromanyetik savaş 3 bölümden oluşur; EM Gözetleme, EM saldırı ve EM koruma.

Tehditler; terörizm, düşman ülke faaliyetleri, askeri faaliyetlerde sınır ötesi yoğunlaşma ve aktiviteler, silah ve bomba kaçaklığı, biyolojik silahlar

Kaçakçılık, uyuşturucu kaçakçılığı, organize suçlar, çevre kirliliği, tarihi ve sanat eserleri kaçakçılığı, insan ticareti ve göç ve diğer yasal olmayan aktiviteler olarak sıralanır.

Tehdide yönelik iz aramada ya da hedef bulmada ve takip etmede tek bir yöntem yeterli olmamaktadır.

Tehdit algılama metotları;

- Görüntüde tehdit ve değişim,
- Ses şiddeti ölçümlerinde farklılık ve yoğunlaşma,
- Sismik
- Frekans spektrumunda elektromanyetik yoğunlaşma ve değişim,
- Titreşim ya da basınç,
- Kimyasal analiz,
- Fiziksel değişimler; Renk, boyut, konum değişikliği bulma
- Isısal (termal) değişim olarak sıralanır.

2. Nikola Tesla

Nikola Tesla (1856, 1943, New York). Sırp asıllı mucit, elektrik ve makine mühendisidir. Alternatif akım ile çalışan sistemlerin ilk mucididir. Yüksek gerilim ve yüksek frekanslı elektrik iletimi konusundaki araştırmalar, Nicola Tesla'yı Colorado Springs yakınlarındaki bir dağın üzerine dünyanın en güçlü radyo vericisini kurup çalıştırmaya yöneltti. 60 metrelik direğin etrafında, 22,5 metre çapında, hava çekirdekli transformatörü yaptı. İç kısımdaki sekonder 100 sarımlı ve 3 metre çapındaydı. Üreticisi, istasyondan birkaç mil uzaklıkta bulunan enerjiyi kullanırken, Nicola Tesla ilk insan yapımı şimşegi oluşturdu. Bir direğin tepesindeki 1 metre çaplı bakır küreden, 30 metre uzunluğunda, kulakları sağır eden şimşekler çaktı. TESLA yapay depremler yapabilecek, ölüm ışınından ve kimsenin geçemeyeceği manyetik bir kalkandan bahsetti, hatta dünyayı bir elma gibi ikiye bölebilecek güçte silahlar yapılabileceğini söyledi. Elektromanyetik silah fikri böylece ortaya çıkmış oldu.

Elektromanyetik darbeleri atış etkisi ilk olarak havada patlatılan nükleer silahların denenmesi sırasında gözlemlendi. Bu enerji darbesi etki alanında bir elektromanyetik alan oluşturdu ve bu alana maruz kalan iletkenlerde ve elektronik cihazlarda kısa süreli ama binlerce voltluk bir gerilim oluşturdu. Bu darbeleri atış özellikle elektronik ekipmanlarda geri dönüşü olmayan hasarlara da sebep olabilecek yeterlilikte olabileceği gözlemlendi. Tesla Kalkanı özellikle kritik tesislerin (nükleer santraller, barajlar, silah fabrikaları, silah depoları, rafineriler...) korunmasında kullanmak üzere çalışmalar devam etmektedir. Bu teknolojiler ile ilgili diğer çalışmalar ise ozon tabakasındaki deliğin kapatılması,

zayıflamak isteyenlere içgüdüsel olarak telkinde bulunulmak (zihin kontrol), Şiddetli fırtınaları önlemek gibi pek çok alanda devam etmektedir.

3. Elektromanyetik Savaş

3.1. Elektromanyetik Gözetleme

Elektromanyetik savaş 3 bölümden oluşur; EM Gözetleme, EM saldırı ve EM koruma.

Elektromanyetik Gözetleme, EM kaynakların yayılım yönü ve yerlerinin belirlenmesi, tehditlerin tanımı, hedefleri, planlama ve oluşacak çatışma temas durumunu hakkında istihbarata yönelik bilgi edinilmesidir. İstihbarata yönelik ortamdaki EM spektrum yoğunlaşması ve frekansa bağlı olarak elde edilen işaretlerin işlenmesi, analizi.

Pasif Radar sistemleri ile EM kaynakların konumları ve yaydıkları gücün uzaktan yapılan EM alan ölçümleri ile belirlenir.

Aktif elektronik elemanların (Yarı İletken Teknolojileri – Non Linear Junction Detector) akım fonksiyonlarından kaynaklanan yayınımlardan elektronik sistemlerin konumlarının belirlenmesi. Transistör, diyod, entegre devreler ve metalik kavşak akımları çok sayıda frekansların 3.harmoniklerinde işaretleri ortama yayar. Doğrusal Olmayan Kavşak Akımı Bulma Dedektörü toprak, duvar gibi zeminlere gizlenmiş çeşitli elektronik cihazları algılar.

Uzaydan Takip ve Gözetleme Sistemi (Space Tracking and Surveillance System - STSS) Balistik Füze Savunma projesidir. Alçak yörüngeye yerleştirilecek uydular ile yer radarlarının konumları ve balistik füzelerin konumları tespit edilir. Füze hedefine doğru ilerlerken rotasını izleyerek erken uyarıda bulunur.

Erken uyarı radarı yer yüzeyinin üstündeki tüm uzayı belirli bir ışımaya açıklığında gözlem yapar. Füze erken uyarısında bulunduğu füze savunma sistemi devreye girer. Füze algılama, doğrulama ve tehdit olup olmadığı sınıflandırılır. Erken uyarı radarı balistik füze savunma sisteminin bir parçası olarak görev yapar. Patriot ve denizden fırlatılmalı füze savunma sistemleri ile yüksek mertebelerde tehdit olarak algılanan ve doğrulanan füzelere müdahale eder.

İyonosferden takip,

İyonosferden yansıyan dalgalar kullanılarak 2.000 km gibi geniş kıyı şeridinde gemileri ve uçakların konumları, rotaları ve hızları belirlenir. Tüm hava koşullarında ve tüm yüksekliklerdeki füzeler, uçaklar diğer hedefler izlenir.

3.2. Elektromanyetik Saldırı

Karşı tarafın savaşıma gücünü yok eden, azaltan ya da etkisiz hale getiren elektromanyetik enerji yayınıdır. Havadaki iletişimin kesilmesi (communications jamming), Jammer elektromanyetik korunmanın bir parçası değildir, elektromanyetik saldırının bir parçasıdır.

Diğer sistemler ise laser saldırı, alev alan tuzak saldırılar ve radyo kontrollü patlayıcılar olarak sıralanır.

Elektromanyetik darbe atış nükleer silah kullanılmadan üretilen elektromanyetik darbe atışı yapan sistemlerdir. Bir tek loop antene boşalan düşük endüktanslı çok büyük kondansatör bankından ve mikrodalga jeneratöründen bir dizi büyük cihazlardan oluşur. Hedef ile etkileşime girerek bağlantı kuracak gerekli frekans karakteristikleri elde etmek için EM darbe atış kaynağı ile anten arasına, mikrodalga jeneratörleri ve veya dalga biçimlendirme devreleri eklenir. Yüksek enerji darbe atışlarının mikrodalga dönüşümü için uygun vakum tüpüne vircator denir.

2003 Irak'ın işgali sırasında, ABD silahlı kuvvetlerinin Irak hedeflerine yönelik nükleer olmayan elektromanyetik darbe atışlı Tomahawk füze kullandıklarına yönelik söylentiler çıktı. Kanıt olarak elektrik jeneratör tesislerde fiziksel hasar oluşmadığı halde Bağdat üzerinde kulakları sağır eden şimşekler çaktığının görülmesidir.

Savaşta enerji çeşitli şekillerde gelebilir: Elektromanyetik radyasyon, Lazer, Parçacıklar ile kitle (parçacık demeti silah), Ses (sonik silah), Yangın (alev).

3.3. Elektromanyetik Fırlatıcılar

Elektromanyetik silahlar hedefleri (insan, elektronik devreye sahip cihazlar, askeri tesisler) geçici olarak devre dışı bırakmak ya da kalıcı ağır hasar vermek amacı ile elektrik, ısı veya mekanik enerjiyi boşlukta uzağa transfer etmek amacı ile güçlü enerji kaynağına sahip, yönlendirilmiş elektromanyetik yayını yapan silahlardır.

Elektromanyetik silah fırlatıcıları bir kumanda devresi, ivmelendirici sargılar, bu sargıları besleyen güç katından oluşur ve cisimlerin fırlatılmasını sağlar. Elektromanyetik fırlatıcılar ile ilgili çalışmalar, 1980'lerden beri başta ABD olmak üzere birçok ülkede devam etmektedir.

ABD Ordusu ve ileri Savunma Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) tarafından gerçekleştirilen ilk başarılı çalışmaların ardından, ABD'nin çalışmaları manyetik olarak kaldırılan trenleri içeren manyetik tahrik, elektromanyetik mancınıklar kullanılarak uçakların fırlatılması, metallerin uzaya fırlatılması, küçük mermilerin aşırı yüksek hızlarda fırlatılması, füzyon reaktörleri için yakıt elde etmek amacı ile eritilerek elde edilen ufak topların hızlandırılması vb. birçok konuda yaygınlaşmıştır.

Elektromanyetik Fırlatıcı Çeşitlerini Raylı elektromanyetik fırlatıcılar, Sargılı elektromanyetik fırlatıcılar, Karma elektromanyetik fırlatıcılar ve Doğrusal hareketli fırlatıcılar olarak sıralayabiliriz.

3.4. Yönlendirilmiş Mikrodalga Kaynağı

Radio frekansı / Mikrodalga silahların insana yeterince zarar verecek güçte olması mümkündür. Ölümcül olmayan, yönlendirilmiş enerji silahı olarak tarif edebileceğimiz Aktif Reddetme Sistemi (ARS) Amerikan ordusu tarafından kalabalıkların kontrolü ve toplumsal olaylara etkin bir şekilde müdahale edebilmek için geliştirilen yeni bir teknolojidir. ARS güçlü bir milimetrik dalga ileticisidir ve kalabalıkların kontrolünde son derece etkilidir. Bu alet konuşma dilinde "Acı Işını" olarak ta adlandırılmaktadır. Raytheon adlı şirket bu ürünün yakın mesafede etkili olan türünün pazarlanmasını yapmaktadır.

Aktif Denial Sistemi, hedef insanın derisindeki suyu ısıtan ve dayanılmaz acıya neden olan bir mikrodalga kaynağıdır. Iraktaki isyan kontrolü için Raytheon firmasında çalışan araştırmacılar tarafından New Mexico daki Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarında geliştirilmiştir.

Şiddetli ağrıya sebep olmanın dışında hiçbir kalıcı hasar bırakmaması amaçlanmasına rağmen geri dönüşümsüz hasarlara neden olabileceği ileri sürülmeye başlanılmıştır. Mikrodalga ışınına maruz kalanların uzun vadeli yan etkileri için henüz yeterli testler yapılmamıştır.

İsyanları bastırmada, çetelere yönelik operasyonlarda, anarşik olaylarda, rehineleri kurtarmada kullanılması planlanmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri, Kanada Hükümeti ile işbirliği içinde geliştirdikleri bir mikrodalga silahı istekli bir asker üzerinde test edilirken Amerikan ve Kanada televizyonlarında gösterilmiştir.

3.5. Elektromanyetik Görüntüleme

Yer yüzeyinin altındaki dünyada görünmezleri araştırmak, konumlarını bulmak, ne olduklarını analiz etmek için kullanılan donanım ve yazılım sistemleridir. (GPR, X-ray, EMI, Impulse Synthetic Aperature Radar, Sismik)

Güvenlik ve savunma amaçlı elektromanyetik görüntüleme; Tehditlerin önceden tespit edilmesinde ve felaket sonrası arama, kurtarma ve durum tespiti çalışmalarında, Zemin veya duvarın arkasında bulunan silah, patlayıcı ve buna benzer tehditlerin tespiti ve görüntülenmesi ile konum değişikliklerinin bulunmasında,

Zemin veya duvarın içerisine yerleştirilmiş silah, bomba, el yapımı patlayıcı, gizli bölme, yapısal değişiklik, elektrik dağıtım kabloları, su ve doğalgaz boruları gibi yapısal değişikliklerinin tespiti ve görüntülenmesinde,

Zemin veya Duvar yapısının tespitinde, Duvar içerisinde bulunan çatlak v.b. yapıların tespitinde, Zemin veya duvarın arkasında bulunan canlıların ve cisimlerin tespiti ve izlenmesi (enkaz altında, mağara ve bina içerisinde canlı tespiti v.b.) için kullanılmaktadır.

Yer yüzeyinin altındaki dünyada görünmezleri araştırmak, konumlarını bulmak, ne olduklarını analiz etmek için kullanılan donanım ve yazılım sistemleridir. (GPR, X-ray, EMI, Impulse Synthetic Aperature Radar, Sismik)

4. HPEM Yüksek güçlü Elektromanyetik yayılım yapan sistem

Yüksek Voltaj Üreteci

Jeneratör; MARX jeneratörü

EM dalga üreteci; UWB pulse shaper, VIRCATOR

Anten Sistemi; Geniş band ve geniş alanda ışımaya yapan anten, Yönlü Anten, Yönlendirme sistemi, Yan kulakçıklar ve araka taraftan gelen istenmeyen işaret etkilerinin minimize edilmesi.

Radar denklemleri kullanılarak ışımaya yapan elektrik alan şiddetinin değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır. Marx jeneratörü 200kV (yaklaşık 800MW) güce sahip, 50 ohm yük direnci ve 10dBi anten kazancı var ise 1m uzağa transfer edilecek elektrik alan şiddetinin değeri 490 KV/m dir. Burada 377 ohm serbest uzayın karakteristik empedansıdır.

$$\sqrt{\frac{800\text{MW}}{4 * \pi * 1\text{m}} * 10\text{dB} * 377\Omega} = 490 \frac{\text{kV}}{\text{m}}$$

$$E = \sqrt{120\pi P_d} = 19.4 \sqrt{P_d} = \frac{5.48}{R} \sqrt{P_t G_t L_t} \quad V/m.$$

$$P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4\pi R^2} \quad W/m^2$$

4.1. HPEM Etki mekanizması

HPEM sebebiyle meydana gelen elektronik sistem hasarı veya arızası sönümlü elektromanyetik darbenin iletkenlerde indüklediği voltaj ve akım nedeniyle oluşur. HPEM ile indüklenen akım ve voltaj, elektronik cihazlarda hassas elemanlara ulaşır. Güç ve telefon hatları gibi bina-dışı uzun

donanımlarda HPEM ile indüklenen akım binlerce amper kadar şiddetlenebilir. Dahili kablolarda oluşan akım yüzlerce ampere kadar yükselebilir. Harici voltaj geçişlerinin (transient) megavolt düzeyinde olabileceğine değinmek faydalıdır ve dahili etkileşimden binlerce volt seviyesinde gerilim beklemek normaldir. HPEM, cihaz ve sistem elemanlarında iki ayrı tepki doğurur: arıza ve hasar. Arıza otomatik veya manuel olarak kendi hatasını düzelten sistem çalışmasında kalıcı olmayan değişimdir. Hasar ise bir ya da daha çok sistem parçasında kabul edilemez ve kalıcı değişimdir. Şiddetli anlık akım yüzünden gerçekleşen direnç yanmalarının sebebi enerjile oluşan yüksek ısı ve voltaja dayanamamalarıdır. Direnç dayanma eşik değerleri direnç parametrelerinden ve empirik ilişkilerden hesaplanır. Kapasitörlerin geçiş akımlarına maruz kalmasından kapasitör üzerinde zamanla artan voltaj birikir. Elektrolitik olmayan kapasitörlerde bu voltaj dielektrik kırılma seviyesine ulaşana dek yükselir. Bu seviye tipik olarak doğru akım voltaj (DC) rating'inin on katıdır. Elektrolitik kapasitörlerde, voltaj ilişkisi dielektriğin Zener seviyesine erişilene dek korunur. Bunun ardından, hasar meydana gelebilir. Elektrolitik kapasitörlerin pozitif yöndeki hasar eşik değerleri DC voltaj rating'inin 3-10 katıdır. Negatif yönde, bu, pozitif hasar voltajının yarısı kadardır. Yalıtımın (insulation) gerilim üzerine kırılması nedeniyle oluşan HPEM indüklenmiş akımlar, transformator ve bobin hasarlarına yol açar.

Elektromanyetik enerjinin iletken girişinde birçok faktör etkilidir. HPEM sinyalinde şiddet, yükselme hızı, süresi, frekansı gibi özelliklerinin her biri önemlidir. Ayrıca, anlık iletme göre gözlemcinin pozisyonu da önemli bir faktördür. Alanlar ve iletkenler arasındaki etkileşim bir vektör süreci olduğundan, geliş yönü ve polarizasyon da önemlidir. İletken özellikleri de HPEM etkileşimini etkiler. Bunlar, iletken geometrisi (boyu, yolu, uçları, yerden yüksekliği ya da yer altındaysa derinliği), birim uzunluktaki seri empedansı (çapı, direnci ve konfigürasyonu dahil) ve koruma kaplamasının varlığı ve etkisini saptayan fiziksel ve elektriksel özellikleri içerir. Gömülmüş ya da yüzey üzeri iletkenlerde, toprağın elektriksel özellikleri kuplajı etkiler. Bir tesisin birçok unsuru verimli toplayıcı olarak davranabilir ve HPEM enerjisi için yayılım yolları sağlayabilir. HPEM, telefon ve enerji hatları, anten kuleleri, gömülü borular ve tesis topraklama sistemi gibi yapılara girebilir. Gerçek antenler, iletken ve su borusu gibi elektriksel olmayan kısımlar HPEM enerjisini yapıya getirebilir. Ayrıca, eğer yapı hiç yalıtılmamış ya da yeterince iyi yalıtılmamışsa HPEM cihazlar arasındaki kablolarda indüklenir.

4.2. Yüksek güc ve geniş bantlı elektromanyetik enerjinin üretilmesi

Konvansiyonel metotlar ile EM dalga ya da çok yüksek bantlı (UWB- Ultra Wide Band) dalga biçiminde üretilir.

HPEM sistemlerinin tarihsel gelişiminden bu yana kullanılan yöntem olan konvansiyonel EM dalga üretmek yönteminde EM dalga üretimi için Magnetron, Vircator, TWT benzeri modüller

kullanılmaktadır. Bu modüller besleme enerjilerini Marx jeneratöründen alırlar ve anlık yüksek güçlü EM dalga üretirler. Diğer bir tasarım alternatifi olan UWB dalga üretiminde ise Marx jeneratörünün çıkışında oluşan ani yüksek voltaj darbesi darbe şekillendirici modülü ile anlık akım darbesine dönüştürülmekte ve sonucunda ortaya çıkan EM dalganın antenden yayınlanması sağlanmaktadır.

4.3. Belirli bir frekans bandında yayın yapan elektromanyetik kaynakların ve özelliklerin tespit edilmesi

(HPEM-High Power Electromagnetic Systems) Yüksek güçte elektromanyetik yayılım yapan sistemin hedef bölgesi içerisinde dağılmış elektromanyetik kaynakların yönlerinin ve/veya konumlarının ve güç şiddetlerinin uzaktan yapılan elektromanyetik alan ölçümleri ile belirlenmelidir. Bir bölge içerisinde var olan elektromanyetik kaynakların bölgenin dışında yapılan ölçmelerle konum ve kaynak şiddetini belirlemeye yöneliktir. Bu bir anlamda, bir küre içerisindeki kaynakların küre yüzeyi üzerinde yapılan elektromanyetik alan ölçümleri ile belirlenmesi demektir. Diğer taraftan, gerçek uygulamalar göz önüne alındığında ölçmelerin kaynakları içine alan bir küre yüzeyi üzerinde yapılması mümkün değildir. Bu nedenle, pratik olarak uygulanabilir ölçme düzeneklerine dayanan yöntemlerin geliştirilmesi ve gerçekleşmesi gereklidir.

4.4. HPEM Sistemlerinde Anten

HPEM sisteminin en önemli bileşenlerinden birisi de yüksek güçlü UWB işaretlerini hedefe yönlendiren antenlerdir. Antenler, EM yayını yapan tehditlerinin elektronik sistemlerine hasar vermek ya da etkisizleştirmek için Geniş frekans bandında, yüksek güçlü elektromanyetik sinyalleri yönlendirerek etki gücünü artırır. HPEM sistemlerinde antenler, frekansa bağlı olarak dar bant, orta bant, ultra bant ve hiper bant olmak üzere gruplara ayrılır. Belirli bir hedefe yüksek güçlü elektromanyetik dalgaları yoğunlaştırabilmek için bu antenlerin ışınma paternlerinin dar huzmeli olmalıdır. Dar huzmeyi oluşturabilmek için sadece reflektör tipi değil bi-konikal parabolik antenlerde kullanılır.

Hedefin yeri bilindiğinde yönlendirilmiş ve kazancı yüksek olan dar huzmeli antenler, hedef daha uzaktan ve daha kesin bir şekilde etkisiz hale getirir.

Hedefin yerinin bilinmediği hallerde, hedefin vereceği tepkiyi belirlemek için UWB elektromanyetik dalganın daha geniş bir alana yönlendirilmesi gerekir. Bu halde kullanılacak anten yapılarının dar huzmeli antenlere göre daha geniş bir kapsama alanı olması gerekir. Bu kapsamda parabolik reflektör

anten sistemleri uygundur. HPEM sistemlerinin en temel zorunluluğu antenlerin yan ve geri huzmelerinin sıfıra yakın olmasıdır.

5. Toryum Reaktör

Toryum reaktör, gerçek zamanlı çalışmada, kısa sürede hızlı yükselen güç elde etmede EM silahların gereksinim duyacakları yüksek gücü sağlayacaktır. Elektromanyetik Silahlar GW güce olan gereksinim duymaktadır.

Yüksek güçlü mikrodalga silahlar

Anlık yüksek güç yoğunluğu

Çevre kirliliğine neden olan atıklar yok,

Gelecekte; uçaklarda taşınabilen LFTR -10-30 MW reaktörler