

GÜVEN VEREN TEKNOLOJİ

SAYI 112 / NİSAN 2022

ISSN 1300-2473

aselsan DERGİ



ASELSAN A.Ş. Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfının bir kuruluşudur.



HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİ



Birliktelik

Birliktelik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Her durumda birlikte sorumluluk üstleniriz.
- Birbirimizle her durumda dayanışma içinde oluruz.
- Ortamda bulunmayanın hakkını koruruz.
- Ekip amaçları için birbimizi cesaretlendiririz.
- İş sonuçlarına katkı sağladığımızı düşündüğümüz davranışları takdir ederiz.
- Bölümler arası iş süreçlerinin uyumu için bilgiyi ve deneyimi paylaşıp, iş birliği yaparız.
- Farklılıklara saygı gösterir, farklılıklardan sinerji yaratırız.



Güven

Güven değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Söylediğimizi yapar, yaptığımızı söyleriz.
- Açık, net ve şeffaf iletişim kurarız.
- Verdiğimiz sözleri tutarız.
- İşleri zamanında ve tam olarak teslim ederiz.
- Hatayı kimin yaptığına değil, sorunun çözümüne odaklanırsınız.



Gelişim

Gelişim değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Sürekli öğrenir ve kişisel gelişimimizin sorumluluğunu alırız.
- Potansiyelimizi zorlayıcı hedeflerle keşfeder ve geliştiririz.
- Gelişim için geri bildirim alırız ve yapıcı geri bildirim veririz.
- İç ve dış paydaşlarımızın gelişimine katkı sağlarız.



Mükemmellik

Mükemmellik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Süreçlere uygun çalışır, süreçlerin etkinliğini sürekli izler ve iyileştirme önerileri sunarız.
- Kaynaklarımızı verimli kullanırız.
- Daha iyisi için bir işin nasıl yapılmayacağını değil nasıl yapılabileceğini konuşuruz.
- İşimizin izlenebilir, tekrar edilebilir olmasını sağlarız.
- Paydaşlarımızın ihtiyaç ve beklentilerini doğru analiz ve tespit eder, karşılıklı teyit ederiz.



Yenilik

Yenilik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Rutini sorgular, yeni fikirler üretir, yaratıcı çözümler deneriz.
- Değişim ihtiyacını anlar, destekler ve değişime öncülük ederiz.
- Hata yapmaktan korkmayız ve hataları bir öğrenme fırsatı olarak görürüz.
- Bireylerin farklı fikirlerini ifade etmelerini destekleriz.
- Dünyadaki yenilikçi yaklaşımları takip eder, proaktif bir anlayışla işlerimize yansıtırız.

GÜCÜMÜZ **DEĞER** LERİMİZ

aselsan

İLK KATMANDAN SON KATMANA EN YÜKSEK TEKNOLOJİ

Ülkemiz jeopolitik konumu itibarıyla yakın coğrafyasında gün geçtikçe çeşitlenen risklerin olduğu bir noktada yer alıyor. İçinde bulunduğumuz konum ve jeopolitik riskler, dünyada yaşanan gelişmeler bizlere yerli ve milli savunma sanayindeki gücün ne kadar büyük bir önem taşıdığını her geçen gün daha fazla hatırlatıyor. Milli sistemleriyle kendisini savunabilen bir ülke olmanın artık bir varoluş meselesi olduğunu yakın ve uzak coğrafyamızdaki gelişmelere bakarak çok daha net şekilde görüyoruz.

Bir ülkenin saldırı risklerine karşı kendi savunmasının ilk ve en önemli adımı ise şüphesiz hava savunma sistemlerinden geçiyor. Kara, deniz, hava platformlarınız ne kadar güçlü olursa olsun, sonsuz semalar tehdide açık olduğu sürece ülke toprakları güvende sayılmıyor. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişse de havadan gelen tehditlerin her zaman en büyük risk olacakları değerlendiriliyor. Hava tehditlerinin bertaraf edilmesi ise çoğu zaman saldırıyı gerçekleştirecek düşman sistemlerden ve mühimmatlardan çok daha üstün teknolojileri zorunlu kılıyor. Diğer taraftan avcı ve bombardıman uçaklarının yanında SİHA'ların düşük görünürlük teknolojisiyle donatılmaları, görüş mesafesi ötesinde imha kabiliyetlerinin gelişmesi, mini İHA'lar, İHA sürüleri, balistik füzelerin çeşitlenmesi, alçak irtifada radarlara yakalanmayan seyir füzeleri ve elektronik harp sistemlerinin gelişmesi gibi birçok etken hava savunma teknolojilerinin gelişimine zorlayıcı birer faktör olarak yansıyor.

Günümüzün hava savunma doktrini; ülkelerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesi gereken, olası tehditlerin menzil ve irtifa çeşitliliğine göre doğru belirlenmesi gereken bir kavram olarak karşımızda duruyor. Alçak, orta ve yüksek irtifa hedeflerine yönelik farklı katmanlarda hava savunma çözümleri sunan ASELSAN, milli mühendislik gücüyle hava savunma silah ve füze sistemlerinin sensör, komuta kontrol, haberleşme ve atış kontrol sistemleriyle entegre olduğu katmanlı hava savunma konseptine uygun çözümler tasarlıyor ve üretiyor.

ASELSAN hava savunma füze sistemi çözümlerinden Kaideye Monteli Stinger (KMS) projesinin ardından Ateş İdare Cihazı (AİC) ve Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma



Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN

Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdür

Silah Sistemi (KORKUT), Alçak İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi (HİSAR A+) ve Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi (HİSAR O+) çözümlerinin milli olarak geliştirilmesiyle ülkemiz açısından önemli bir teknolojik aşama kat edildi. Kritik tesisler ve sabit birliklerin hava savunma görevini üstlenecek HİSAR O+ Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi yakın zamanda envantere girdi. Her türlü hava koşulunda çalışma yeteneğine sahip HİSAR-O+; savaş uçakları, helikopter, havadan karaya füzeler, seyir füzeleri ve silahlı/silahsız insansız hava araçlarına (İHA/ SİHA) karşı etkili oluyor. Stratejik ve kritik tesislere sahip ülkemizde mevcut ihtiyaç ve tehditlere uygun olarak tasarlanan HİSAR-O+; ASELSAN tarafından kazandırılan radyo frekans arayıcı başlıklı füze atma yeteneğiyle ülke hava savunmasında ciddi bir güç çarpanı olarak karşımızda duruyor. Yüksek irtifada milli bölge hava savunma füze sistemi çözümü SİPER'in geliştirme çalışmaları da Savunma Sanayii Başkanlığımızın öncülüğünde iş ortaklarımız ile birlikte tüm hızıyla devam ediyor.

ASELSAN Dergi'nin bu sayısını hava ve füze savunma sistemleri konusuna ayırdık. Dergimizde hem dünyadaki değişimleri hem de ülkemizde hava ve füze savunma sistemleri konusunda yapılan çalışmaları okuyacaksınız. Başta hava ve füze savunma sistemleri olmak üzere, bunların arkasındaki derin teknolojiyi anlatan, yıllarca başvurabileceğiniz çok önemli ve kıymetli bir kaynağı okumaktasınız. Dergimizin bir dahaki sayısında başka kritik teknoloji başlıklarında görüşmek üzere.

ASELSAN Elektronik San. ve Tic. A.Ş.

Adına Yayın Sahibi

Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN

Genel Yayın Yönetmeni

Prof. Dr. Hakan KARATAŞ

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

İbrahim BİLEKLİ

Yayın Kurulu

Necla Seyhan AKMAN

Hande BALCI

Esra DOĞU

Esra ERKAN

Gülru SELÇUK FİLİZ

Damla GÜNEY

Berkan KARAKURT

Serkan KEKEÇ

Cansin MISIRLI

Fuat Taner ÖZDEMİR

İbrahim TEKİN

Şeniz ULUÇAY

Haber Merkezi

Cengizhan ÇATAL

Simge SADAK

Fotoğraf

Evren BARIŞIK

İbrahim ÖZTÜRK

Dağıtım

Osman ARDOĞAN

Tasarım

EDİTORYAL Tasarım Ltd. Şti.

Bağlar Caddesi, No: 14

Kağıthane Ofispark, C2 Blok Zemin Kat

Kağıthane 34406, İstanbul

www.editorial.com.tr

Yayın Tarihi

Sayı 112 - 25 Nisan 2022

Yayın İdare Adresi

ASELSAN A.Ş.

Mehmet Akif Ersoy Mahallesi

İstiklal Marşı Caddesi, No: 16

Yenimahalle 06200, Ankara

Baskı Cilt

25 Nisan 2022 / 09:00

BAŞAK MATBAACILIK TANITIM HİZMETLERİ İTHALAT İHRACAT A.Ş.

Macun Mah. Anadolu Bulv. Meka Plaza 5/7

Yenimahalle / ANKARA - 0312 397 16 17

Matbaa Sertifika No: 51529

Yayının Türü

Yerel Süreli Yayın

Dergide yayımlanan yazılardan, kaynak adı gösterilerek alıntı yapılabilir. Dergide yayımlanan yazılar yazarların kişisel görüşüdür. ASELSAN A.Ş.'yi sorumlu kılmaz. ASELSAN Dergisi, Basın Ahlak Yasasına uymayı taahhüt eder.



ASELSAN A.Ş.

Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme

Vakfının bir kuruluşudur.



"Bir ulusun asker ordusu ne kadar güçlü olursa olsun, kazandığı zafer ne kadar yüce olursa olsun, bir ulus ilim ordusuna sahip değilse, savaş meydanlarında kazanılmış zaferlerin sonu olacaktır. Bu nedenle bir an önce büyük, mükemmel bir ilim ordusuna sahip olma zorunluluğu vardır."

K. Atatürk



PROJE/ÜRÜN S/022



TEKNOLOJİ S/066



GÜNCEL HABERLER S/142

İÇİNDEKİLER

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HAVASAVUNMA VEASELSAN	004
KATMANLI VE ENTEGRE HAVA SAVUNMA	014

PROJE/ÜRÜN

SİPER UZUN MENZİLLİ BÖLGE HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMİ	024
DAĞITIK MİMARİDE YERLİ VE MİLLİ BÖLGE HAVA SAVUNMA SİSTEMİ HİSAR O+ ENVANTERDE	026
HAKİM HAVA KOMUTA KONTROL SİSTEMİ	030
HİSAR A+ OTONOM HAVA SAVUNMA FÜZE SİSTEMİ	034
K.K.K.LİĞİ VE HV.K.K.LİĞİ İÇİN SERİ ÜRETİMİ DEVAM EDEN KRİTİK SİSTEMLER	038
HAREKETLİ BİRLİKLERİN VE KRİTİK TESİSLERİN NOKTA HAVA SAVUNMASINDA ETKİLİ ÇÖZÜM-KORKUT	042
HAVA SAVUNMA ERKEN İKAZ VE KOMUTA KONTROL SİSTEMİ (HERİKKS)	044
35 MM PARÇACIKLI MÜHİMMAT	048
35 MM NAMLULU SİLAH ALTERNATİFLERİ İLE KARA VE HAVA HEDEFLERİNE KARŞI ÜSTÜN PERFORMANS - GÖKER	050
KORHAN 35 MM SİLAH SİSTEMİ	052
YAKIN HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ'NİN DENİZ PLATFORMLARI İÇİN ÖNEMİ VE BU ALANDA BİR MİLLİ GELİŞTİRME ÖYKÜSÜ - GÖKDENİZ YHSS	054
40 MM PARÇACIKLI BOMBAATAR İLE MİNİ/MİKRO İHA VE KARA TEHDİTLERİNE KARŞI MALİYET-ETKİN SAVUNMA ÇÖZÜMÜ	056
İHTAR İHA ÖNLEME SİSTEMİ	058
BATARYA KOMUTA KONTROL HAREKAT MERKEZİ (BKKHM)	060
GELECEĞİN HAVA TEHDİTLERİ İÇİN MODÜLER NOKTA HAVA SAVUNMA SİSTEMİ	062
TKRS RADNET YETENEK KAZANIMI PROJESİ	064

TEKNOLOJİ

GÜNÜMÜZ HAVA TEHDİDİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER HAVA TEHDİDİNİN GELİŞİMİ	068
ASELSAN HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMİ RADARLARI: HIZLI VE DEV ADIMLAR	080
BALİSTİK FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİ	090
HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİNDE MİMARİ TASARIM SÜRECİ	096
AĞ TABANLI HAVA VE FÜZE SAVUNMA MİMARİLERİ	100
HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ HABERLEŞME ALTYAPILARI	108
ELEKTROMANYETİK FIRLATMA TEKNOLOJİLERİ	114
LAZER SİLAH SİSTEMLERİNİN HAVA SAVUNMADAKİ YERİ	118
HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ İÇİN EĞİTİM SİMÜLATÖRLERİ	122
MODELLEME VE SİMÜLASYON TEKNOLOJİLERİ	128
HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNDE KARAR DESTEK MEKANİZMALARININ ÖNEMİ	132
HAVA SAVUNMA TEST VE ENTEGRASYON MERKEZİ ROBOSİM AÇIK ALAN TEST ALTYAPISI	138

GÜNCEL HABERLER

AB DESTEKLİ SINIR GÜVENLİK SİSTEMLERİ GÖREVE BAŞLADI	142
AKINCI'NIN UYDU HABERLEŞME SİSTEMİ TESLİMATLARI TAMAMLANDI	143
ASELSAN GELİŞTİRDİ: GÖZ AÇTIRMİYOR	144
ASELSAN TEKNOLOJİSİ ATMOSFERİN SINIRLARINI AŞTI	145
ASELSAN TEKNOLOJİSİ DERİN DENİZLERDE	146
ASELSAN'DAN ANTARKTİKA ARAŞTIRMALARINA MİLLİ TEKNOLOJİ DESTEĞİ	147
EGE BÖLGESİNDEKİ TEDARİKÇİLER İLE BULUŞULDU	148
ILGAR'IN YENİ TESLİMATLARI GERÇEKLEŞTİ	149
HİSAR O+ 2022'YE HIZLI BAŞLADI	150
KRİTİK TESİSLER ASELSAN'A EMANET	152

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HAVA SAVUNMA VE ASELSAN

Faruk SOYKAN Kıdemli Lider

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Genel bir tanımlama ile havadan ve atmosfer dışından (uzay) gelebilecek tehditlere karşı stratejik, operatif ve taktik seviyede alınan/alınacak her türlü tedbir ve tertibata, hava savunma denir.

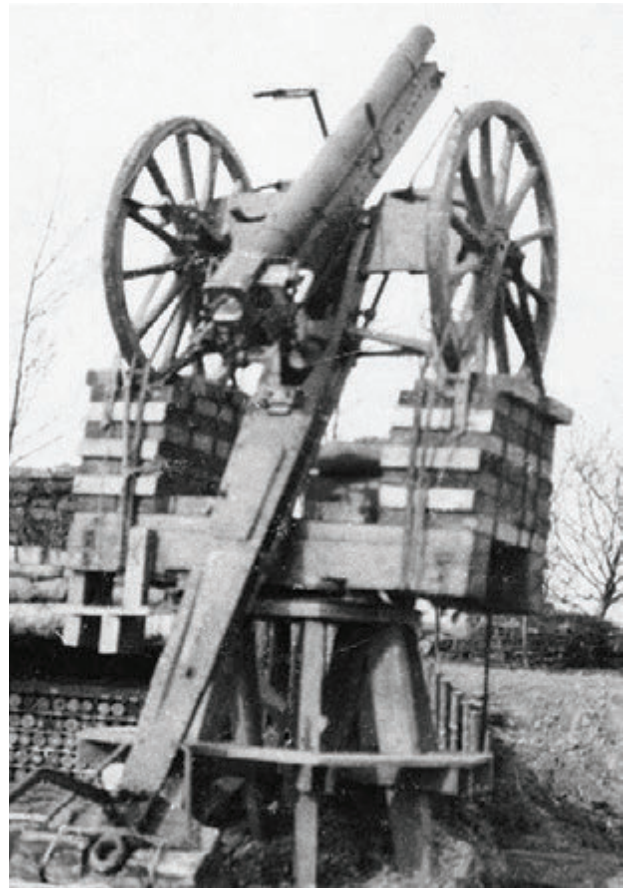




Havadan gelen tehditler teknolojik gelişmelere bağlı olarak şekil değiştirmekle birlikte, geçmişte ve bugün olduğu gibi gelecekte de gerek askeri gerek sivil alanlara yönelik ciddi bir tehdit unsuru olmaya devam edecektir. Hava tehdit vasıtalarına karşı etkin savunma sağlayacak yöntem ve cihazların geliştirilmesi Birinci Dünya Savaşından bu yana önemli bir uğraş konusu oldu. Bu yazımızda hava savunma tarihine kısaca göz atıp, ASELSAN'ın yürüttüğü hava savunma projeleri hakkında bilgi vereceğiz.

1912 yılında Trablusgarp Harbinde İtalyanlar ilk defa, yirmi sekiz uçak ve dört balondan oluşan hava filosunu yoğun olarak kullanmıştır. Bu durum karşısında Osmanlı İmparatorluğu askerleri, bu tehdidi bertaraf etmek maksadıyla, tüfek ve topları uçaksavar silahı gibi kullanmıştır. Böylece Türk Ordusu, uçaklara karşı topçu ateşi kullanarak harp tarihinde bir ilki daha gerçekleştirmiştir.

Tarihler 10 Haziran 1912'yi gösterdiğinde, harp tarihinin sayfalarına bir ilk daha eklenmiş; Türk Ordusunun hafif silahlarla koordineli olarak topçu ile yaptığı hava savunma ateşi sonucu İtalyan uçağı Derne'de düşürülmüştür. Böylece hava savunma ateşi ile ilk defa uçak düşüren ordu, Türk Ordusu olmuştur.



Harp tarihçileri; hava savunma tarihini, 10 Haziran 1912'de Derne'de, Türk ordusu tarafından yerden açılan ateşle İtalyan uçağının düşürülmesi ile başlatmaktadır.

Çanakkale ve Kurtuluş Savaşlarında da askerlerimize ellerindeki tüfekleri kullanarak havada nasıl uçak vuracaklarına dair eğitimler verilmekteydi. Bu ilk yıllarda kara harbi için geliştirilmiş silahların küçük değişikliklerle uçaksavar silahı olarak kullanılmaya çalışıldığını görüyoruz.

Sonra ise hava vasıtalarının yaklaşmakta olduğunun tespitine ve bunun sonrasında etkili şekilde ateş altına alınmalarının sağlanmasına özelleşmiş çözümler üretildi ve kullanıldı.

Birinci ve İkinci Dünya Savaşında hava savunma amacıyla kullanılan ilginç sistemlerden birisi de "Baraj Balonu"dur. Bu sistem, bir ucu yere bağlanan çelik halatların diğer ucunun bağlandığı büyük boyutlu zeplin benzeri balonların havaya bırakılması yoluyla kurulmaktadır. Böylece çelik halatlar sayesinde uçakların bölgeye yaklaşması engellenmektedir.

İkinci Dünya Savaşına gelindiğinde uçaksavar toplarındaki gelişmeler hız kazanırken, 1945 yılından itibaren füzelerin de hava savunma amacıyla kullanımına başlandı. İkinci Dünya Savaşının sonrasında Amerika Birleşik Devletlerinde [ABD] ve Kara Kuvvetleri Komutanlığımızda da uzun süre görev yapmış olan M42 40 mm Kundağı Motorlu Hava Savunma Top Sistemi ve 20 mm Vulcan Sistemi öne çıkan top sistemleri olurken, Almanya ve ABD ilk hava savunma füze sistemlerini kullanmaya başladı.

ABD, Hava Kuvvetleri Komutanlığımızca da kullanılan Nike Füze Sistemlerini 1950'li yılların başında envantere aldı. Almanlar ise Enzian, Rheintochter, Schmetterling ve Wasserfa/1 adlı füzeleri geliştirdi. 1945 yılından 1960'lı yılların ortasına kadar hava savunmada füze sistemlerinin kullanımı yaygınlaştı. Daha sonraki yıllarda da füze kabiliyetleri gelişen teknolojiye paralel olarak arttı. Ancak hava savunma topları da füzelerle birlikte kullanılmaya devam etti.

İngilizler, İkinci Dünya Savaşında çok sayıda roketi aynı anda ateşleyerek bir hava savunma duvarı oluşturmaya çalıştılar ama bu sistemin etkinliği beklentilerin altında kaldı. Öte yandan bu yöntem belki de günümüzde kullanılan parçacıklı mühimmatın fikir babası olmuştur. Hava savunma tarihinde diğer ilginç bir nokta ise İkinci Dünya

Savaşında İngiliz Ordusunda erkek askerlerin uzak bölgelerde görev almaları ve tecrübeli askerlerin daha ağır görevlere tahsis edilmeleri sonucunda hava savunma birliklerinin kadın askerlerden teşkil edilmesidir.

Hava savunma silahlarının tarihine bakıldığında 35 mm Oerlikon hava savunma toplarına değinmeden geçmek mümkün değildir. 1906 yılında İsviçre'de kurulan Oerlikon firması 1924 yılında uçaksavar topu alanında faaliyete başladı ve 1936 yılında sadece araştırma geliştirme yapmak üzere Contraves [Latince kuşlara karşı anlamında] şirketini faaliyete geçirdi. Oerlikon Contraves 20 mm'lik toplarla başlayan serüvenine 35 mm toplarla devam etti. 35 mm Oerlikon çekili uçaksavar topları şu anda da pek çok ülke tarafından kullanılan en yaygın hava savunma topu olarak öne çıkmaktadır.

35 mm topların başarısı Türk Silahlı Kuvvetlerinin de dikkatini çekti ve yapılan lisans anlaşması ile 1989 yılında MKEK Çankırı Silah Sanayii [ÇANŞAŞ] topların üretimine başladı. Ancak yirmi kadar top üretildikten sonra üretime devam edilmedi ve yapılan yatırım uzun süre atıl olarak kaldı. Bu dönemin sonrasında Kara Kuvvetleri Komutanlığının 35 mm Kundağı Motorlu Hava Savunma Top Sistemi ihtiyacına yönelik olarak 1995 yılında başlatılan tedarik süreci sonuçlandırılmadan durduruldu. İhtiyaçların yeniden gözden geçirilmesi ve ASELSAN'ın tanımlanan ihtiyacı karşılayan bir sistemi milli olarak geliştirebileceğinin değerlendirilmesi sonucunda 2010 yılında Savunma Sanayii Müsteşarlığı [SSM] ile ASELSAN arasında Namlulu Hava Savunma Sistemlerinin yurt içinde geliştirilmesine, mevcut 35 mm çekili hava savunma toplarının da modernize edilmesine yönelik şu iki sözleşme imzalandı:

1. Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi [KORKUT] ve Ateş İdare Cihazı [AİC] Geliştirme Sözleşmesi,
2. 35 mm Oerlikon Modernizasyonu ve Parçacıklı Mühimmat Geliştirme Sözleşmesi.

Bu sözleşmeler kapsamında uçaklar ve helikopterlerin yanı sıra havadan karaya füzeler, seyir füzeleri ve insansız hava araçları gibi güncel hava tehditlerine karşı yüksek etkinlik düzeyine sahip sistemler geliştirildi ve üretilen ilk sistemler Kara Kuvvetleri Komutanlığına 2016 yılında teslim edildi.

Üç boyutlu uzayda yüksek hızda hareket eden hedefi önleyebilmek ya güdümlü mühimmat/füzeler kullanarak hedefi vurmayı ya da hedefin



MÇT – Modernize Çekili Top

gideceği yeri tahmin ederek mühimmatı hedefle öngörülen noktada buluşturmayı gerektirir. Hava tehditlerinin kabiliyetlerindeki hızlı artışa karşı koyabilmek amacıyla hava savunmada kullanılan radar, atış kontrol, füze güdüm teknolojileri, akıllı mühimmatlar ve bu teknolojileri karar verme mekanizmaları eşliğinde birbirleri ile uyum içerisinde kullanmayı sağlayan hava savunma komuta kontrol sistemleri yirminci yüzyılda hızla gelişen alanlar oldu. Bu alanların yanı sıra yönlendirilmiş enerji silahlarının ve elektromanyetik fırlatma teknolojisinin hava savunma amacıyla gelecekte kullanıma alınacağı öngörülmektedir. Geleceğin en etkili silah sistemlerinin geliştirilmesine olanak tanıyacak olan elektromanyetik fırlatma teknolojisi üzerinde ASELSAN tarafından önemli çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar hakkında ilerleyen sayfalarda daha detaylı bilgi verilmektedir.

Elektronik/elektro-optik malzeme, yakıt ve güdüm teknolojilerindeki ilerlemelerle hava savunma füzelerinin etkinlikleri giderek artmaktadır. Önceleri yerden güdülen [CLOS-Command to Line of Sight] tipte füzeler yaygın olarak kullanılırken elektronik malzemelerin küçülmesi ve güç tüketim verimliliklerinin artması ile füzeler radar veya kızılötesi (infrared) arayıcı başlıkları da üzerinde barındırabilir hale geldi. Bu sayede Stinger füzesi gibi at-unut özellikli veya AMRAAM gibi aktif RF başlıklı füzeler üretildi. Bunlar hem yerden havaya hem de uçak/helikopterlerden havadan havaya kullanılabilir. Füzelerin hassas olarak hedefi bulup tahrip edebilmesi için üzerlerinde birçok kritik teknolojiyi barındırması gerekmektedir. Bu kritik teknoloji alanlarının çoğu teknolojiyi üreten ülkelerin kontrolü altında olup, bu ülkeler fiyatı 100 bin ABD dolarından başlayıp 3-4 milyon ABD dolarına kadar değişebilen hava savunma füzelerini satabilmekte ancak teknolojilerini korumaktadır.



KMS – Kaideye Monteli Stinger

Ülkemiz hava savunma füzesi alanındaki çalışmalara 1980'li yılların sonuna doğru Stinger Avrupa Ortak Üretim Projesine katılarak başladı. Başarılı bir uluslararası iş birliği modeliyle yürütülen proje, ülkemiz savunma sanayii için de birçok ilke vesile oldu. ROKETSAN ile ASELSAN Mikroelektronik, GÜDÜM ve Elektro-Optik (MGEÖ) Grubu bu proje vesilesi ile kuruldu.

Stinger Füzelelerinin ortak üretiminin ardından savunma sanayiimiz için dönüm noktalarından olan diğer bir proje ise Kaideye Monteli Stinger (KMS) Sistemi Geliştirme Projesidir. Ortak üretim projesi ile üretilen ve omuzdan atılabilen Stinger Füzelelerinin etkinliğini tümüyle kullanabilmek, birden fazla füzeyi ardı ardına ateşleyebilmek, hızla mevzi değiştirebilmek ve hareket halinde iken atış yapabilmek amacıyla füzeleri elektro-optik sistemlerle donatılmış atış kontrol denetimli bir kaideden fırlatabilen KMS Sistemine ihtiyaç duyuldu.

Ülkemizde 1989 yılındaki bu çalışmalar başladığında ABD Avenger Sistemlerini üretmekteydi. Benzer bir sistemi üretebilme kabiliyetine ise sadece birkaç ülke sahipti. ABD'den Avenger alımı veya ortak geliştirme/üretim tekliflerine karşın ülkemiz bu projenin milli olarak gerçekleştirilmesine karar verdi ve ASELSAN'a bu görev verildi. KMS Sistemlerinin geliştirilmesini başarıyla gerçekleştiren ve seri üretimini başarıyla tamamlayan ASELSAN, sistemin farklı bir konfigürasyonunu Hollanda Silahlı Kuvvetlerine de ihraç etti.

Hava savunma sistemlerinde üç temel unsur; hedefin tespit ve takibini sağlayan sensörler, doğru hedefin uygun silaha tahsisini sağlayan komuta kontrol sistemi ve hedefin imhasını sağlayan silah/mühimmat sistemidir. ASELSAN, KMS sonrasında hava savunma uygulamalarına yönelik Komuta kontrol ve sensör sistemlerinin geliştirme çalışmalarına başladı. 1990'lı yılların ortalarında

ABD Ordusu tarafından kullanılmakta olan Hava Savunma Komuta Kontrol Sisteminin (FAAD) hazırlanmasıyla tedariki değerlendirilirken, ASELSAN bu gereksinime cevap verecek bir sistemi milli olarak geliştirebileceğini yetkililere bildirdi. ASELSAN'a inanan, KMS projesinde olduğu gibi bu konuda da başarılı olacağına güvenen Kara Kuvvetleri Komutanlığı ve Milli Savunma Bakanlığının desteğiyle Hava Savunma Erken İkaz ve Komuta Kontrol Sistemi (HERİKKS) geliştirme çalışmalarına başlandı. 2001 yılında ilk HERİKKS Sisteminin envantere girmesi ile Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK), ABD'den sonra gerçek zamanlı hedef paylaşımı yapabilen bir sisteme sahip ikinci ordu oldu. 2001 yılından itibaren Kara Kuvvetleri Komutanlığı, 2008 yılından itibaren Deniz Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alan HERİKKS'in yeni yetenekler eklenerek yaygınlaştırılmasına devam edilmektedir.

ASELSAN, 2003 yılında imzaladığı hava savunma radarı geliştirme projesini de başarıyla tamamlayarak üç boyutlu KALKAN Hava Savunma Radarını Kara Kuvvetleri Komutanlığının hizmetine sundu. ASELSAN tarafından geliştirilerek Türk Silahlı Kuvvetlerine teslim edilmiş olan Hava Savunma Sistemleri ile geliştirme çalışmaları sürdürülmekte

olan sistemlerde kullanılan termal kamera, lazer mesafe ölçer ve TV kameralar da ASELSAN'ın geliştirdiği ve güncel teknolojiye sahip ürünlerdir.

Güçlü bir savunma sanayisine sahip olmanın koşullarından birisi ülkenin kendi helikopterini, uçağını, gemisini, tankını yapması gibi kendi hava savunma füzesini de yapabilmesidir. Türkiye, bu konuda güçlü bir irade göstererek yurt dışı hazır alım olarak başlatılan alçak ve orta irtifa hava savunma füze sistemi projelerinin yurt içi tasarım ve geliştirme modeliyle ele alınmasına karar verdi. Bu kapsamda alçak ve orta irtifa hava savunma füze sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi için Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) ile ASELSAN arasında HİSAR-A ve HİSAR-O sözleşmeleri imzalandı. HİSAR Sistemleri, katmanlı hava savunma yapısında Stinger ile korunan şemsiyenin hemen üstünde, nokta ve bölge hava savunması kapsamında alçak ve orta irtifada gelebilecek tehdidin tesirsiz hale getirilmesi görevini yerine getirecek. Tasarım çalışmaları planlara uygun olarak devam etmekte olup, her iki proje için de alt sistem geliştirme ve test aşaması çalışmaları yürütülmektedir. Arayıcı başlıkları ASELSAN tarafından geliştirilen füzeler ROKETSAN sorumluluğunda geliştirilmektedir.





Yer konuşlu hava savunma alanında yürütülmekte olan çalışmaların yönünü belirlerken hava tehditlerindeki gelişmelerin yakından takibi önemlidir. Gelecekte uçaklar ve helikopterler gibi insanlı hava tehditlerinin teknik kabiliyetlerinin gelişmesinin sürmesi, ancak sayılarının giderek azalması beklenmektedir. Farklı boyutlarda ve özelliklerde pek çok çeşidi bulunan insansız hava araçlarının (İHA) ise sayılarının giderek artması beklenmektedir. İlk kullanım alanları keşif/gözetleme uygulamaları olan İHA'ların havadan karaya füze ve mühimmatlar ile silahlı taarruz yapabilen türevleri de giderek yaygınlaşmaktadır. Seyir füzeleri ve düşük maliyetli kamikaze İHA'lar da sayıları ve etkinlikleri artması öngörülen tehditler arasında yer almaktadır. Bunların yanı sıra roketler, havan mühimmatı ve topçu mühimmatı ile yapılan saldırılara karşı tedbir alınması (İng. Counter Rocket, Artillery, Mortar / C-RAM) da yer konuşlu hava savunmanın önemli konularından birisi haline gelmiştir. ASELSAN tarafından bu konuda yürütülmekte olan çalışmalar hakkında ilerleyen sayfalarda bilgi verilmektedir.

Hava tehditlerinin gece ve gündüz her türlü hava şartında muharebe yeteneği, yüksek hızda saldırı ve manevra kabiliyetleri, uzak mesafelerden

uzun menzilli silahlarla taarruz yetenekleri, değişik veya farklı tipte tehditlerin çok sayıda kullanımıyla savunma sistemlerini şaşırtma ve arazi maskeleyişinden yararlanabilme imkânları bulunmaktadır. Bu hususlar hava savunma sistemlerinin tasarımından, arazideki konuşlanmasında ve koordinasyonunda göz önünde bulundurulması gereken faktörlerdir. Hava savunma sistemleri genellikle kademeli yapıda bir taktik konuşlanma ile kullanılmaktadır. Uzun menzilli radarlarla bütün hava sahasının gözetlenmesi, yaklaşan tehdide uzun menzilli, yerden havaya füze sistemleri veya avcı önleme uçakları ile karşılık verilmesi şeklindeki bölge savunmasından başlayarak, en küçük askeri birlik, hareket halindeki konvoy veya sabit bir tesisin çok kısa menzilli hava savunma sistemleri ile nokta savunmasına kadar inmektedir. Kademeli yapının farklı seviyelerinde görev yapan Hava Savunma Sistemleri, hava savunma komuta kontrol sistemlerinin koordinasyonunda her biri kendi üzerine düşen görevi yerine getirerek diğer unsurların tamamlayıcısı olarak davranmakta ve yukarıda belirtilen imkânlara sahip olan hava tehdit vasıtalarına karşı istenen etkinlik düzeyi bu şekilde sağlanabilmektedir.

Haberleşme sistemleri ile başladığı ulusal savunma sanayii seferberliğinde milli hava savunma sistemlerinin geliştirmesini de hedefleyen ASELSAN, bugün hava savunma sistemlerinde otuz yıllık tecrübesi ile Türkiye'deki konumunu uluslararası pazarlara da taşımış durumdadır. ASELSAN, yirmi beş yıl kadar önce Stinger Füzesi Ortak Üretim Programı ile başlayan hava savunma alanındaki deneyim ve faaliyetlerini, aşağıda yer alan projelerle devam ettirmiştir:

- 2001 yılından itibaren Kara Kuvvetleri Komutanlığı, 2008 yılından itibaren Deniz Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alan ve yeni yetenekler eklenerek yaygınlaştırılmasına devam edilen Hava Savunma Erken İkaz ve Komuta Kontrol Sistemi-HERİKKS, 2021 yılındaki son teslimatlar ile birlikte Kara Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alan tüm yeni hava savunma sistemleri (KORKUT, AİC, HİSAR-A, HİSAR-O, BKKM, vb.) ile birlikte entegre çalışmakta ve bu sistemlerin komuta kontrol faaliyetlerini icra edecek şekilde hizmet etmektedir.
- 2004 yılında TSK envanterine giren Kaideye Monteli Stinger ATILGAN ve ZIPKIN Sistemleri,
- 2007 yılından itibaren Hollanda'ya ihracatı gerçekleştirilen Kaideye Monteli Hava Savunma Füze Sistemi,
- 2008 yılından itibaren Kara Kuvvetleri Komutanlığı envanterine giren KALKAN Hava Savunma Radarı,
- 2010 yılında imzalanan geliştirme sözleşmesi ile başlanan çalışmalar sonucunda ilk sistemleri 2016 yılında Kara Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilen ve seri üretimine devam eden KORKUT Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi,
- 35 mm çekili topların ve alçak irtifa hava savunma füzelerinin atış ve komuta kontrolünü yapmak üzere 2010 yılında imzalanan geliştirme sözleşmesi ile başlanan çalışmalar sonucunda 2016 yılında Kara Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilen Ateş İdare Cihazı Sistemi,
- Envanterde bulunan 35 mm çekili Oerlikon toplarının modernizasyonu kapsamında ilk sistemleri 2016 yılında Kara Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilen Modernize Çekili Top Sistemleri,
- 2010 yılında imzalanan geliştirme sözleşmesi ile başlanan çalışmalar sonucunda ilk kfilesi 2016 yılında Kara Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilen 35 mm Parçacıklı Mühimmat (ATOM),
- 20 Haziran 2011'de imzalanan Alçak İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi Projesi (HİSAR-A) tasarım ve geliştirme dönemi sözleşmesi,
- 20 Haziran 2011'de imzalanan Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi Projesi (HİSAR-O) tasarım

ve geliştirme dönemi sözleşmesi,

- ABD Raytheon firmasının ürünü olan PATRIOT Sisteminde kullanılan anten röle istasyonu imalatı,
- 22 Eylül 2016 tarihinde ASELSAN NATO BMD SE & 1 projesinde ABD Leidos firması ile sözleşme imzalanmıştır. Bu projede ASELSAN Leidos (ABD) firmasının liderlik yaptığı takımının içerisinde yer almaktadır. Leidos takımı ATO NCIA (Communications and Information) tarafından NATO Balistik Füze Savunma (BFS) programına yönelik olarak sistem mühendisliği, entegrasyon ve test faaliyetlerini yürütülmüştür.
- SSB ile 5 Ocak 2018 tarihinde kavram tanımlamaya yönelik ASELSAN, ROKETSAN ve EUROSAM arasında sözleşme imzalanmıştır. 2021 yılı Eylül ayında sözleşme çalışmaları tamamlanmıştır.
- SSB ile 15 Ocak 2018 tarihinde SİPER projesinin geliştirilmesine yönelik, ASELSAN, ROKETSAN ve TÜBİTAK SAGE ile sözleşme imzalanmıştır. SİPER projesinin tasarım, entegrasyon ve test faaliyetleri devam etmektedir.
- 2015 yılından bu yana mini ve mikro İHA tehditlerine karşı, yurt dışı ve yurt içinde yer alan kritik tesislerinde kullanımı için çalışmalar yürütülmektedir.
- Dz.K.K.'lığının yakın alan hava savunma ihtiyacının milli bir sistem ile karşılanması amacıyla dünyada çok az sayıda ülkenin sahip olduğu 35 mm Parçacıklı Mühimmat teknolojisinin kullanıldığı GÖKDENİZ sistemi prototipi ile 2018 yılında yetenek gösterimi yapılmıştır. 2021 yılı itibarıyla GÖKDENİZ sistemi ile Dz.K.K.'lığının yanı sıra farklı ülkelerin bahrîyelerinin ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik sözleşmeler imzalanmıştır. Hali hazırda GÖKDENİZ sistemlerinin üretimine devam edilmektedir.
- Sınır karakollarının ve diğer kritik sabit tesislerin mini/mikro/küçük İHA ve kara tehditlerine karşı savunmasının olabildiğince uzun menzilli bir namlulu silah sistemi ile gerçekleştirilmesine yönelik bir çözüm üretilmesi amacıyla ASELSAN öz kaynakları ile 35 mm çok maksatlı silah sistemi geliştirme çalışmaları yürütülmüştür. Bu kapsamda geliştirilen GÖKER sistemi ile 2021 yılında yetenek gösterimi yapılmış, tanımlanan tehdit kümesine karşı üstün başarımlar sağlanmıştır.
- Mini ve mikro İHA tehdidine karşı fiziksel imha çözümü üretilmesi amacıyla geliştirilen ŞAHİN 40 mm Akıllı Bombaatar sistemi ile GÖKER 35 mm Parçacıklı Mühimmat kullanan sistem İHTAR sistemiyle entegre kullanımı ile tehdit kümesine karşı yüksek başarımlar sağlanmıştır.
- 2014 yılından bu yana hava savunma alanında da kullanım potansiyeli taşıyan elektromanyetik

fırlatma teknolojilerinin kazanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Bu alanda şimdiye kadar pek çok alt bileşen geliştirilmiş, yerileştirme çalışmaları yürütülmüştür. Bu kapsamda TUFAN Elektromanyetik Fırlatma Sisteminin geliştirme çalışmalarına devam edilmektedir.

- 12 Ekim 2019 tarihinde HİSAR A Otonom Sistem üzerinden tüm taktik unsurlar ile ilk kez harp başlıklı atışlı testi başarıyla gerçekleştirilmiş, yüksek hızlı hedef uçak direkt vuruş ile imha edilmiştir.
- 2020 yılında imzalanan TKRS RadNet Yetenek Kazanımı projesi ile Hv.K.K.'lığı envanterinde bulunan radar ağı yönetim sisteminin [Radar Network-RadNet] yazılım ve donanım olarak modernize edilmesi, operasyonel ve taktik olarak güncellenen ve artan ihtiyaçlara cevap verebilecek, radar veri füzyonu başta olmak üzere, yeni yeteneklerin kazandırılması hedeflenmektedir.
- 2020 yılında imzalanan HAKİM Hava Komuta Kontrol sistemi projesi ile dost ve müttefik bir ülkenin hava kuvvetlerinin ihtiyacı olan tüm yetenekleri tek bir komuta kontrol sistemi çatısı altında gerçekleştirecek bir hava komuta kontrol sistemi yapılacaktır.
- 3 Mayıs 2021 tarihinde irtifa ve menzildeki artırımlar ile HİSAR A+ Otonom Sistemde orta irtifa ve uzak menzilde taarruz eden yüksek hızlı hedefin doğrudan vuruşla imhasıyla sistem performansı kanıtlanmıştır.
- HİSAR A+ Projesi Sistemleri ilk parti teslimatları 18 Şubat 2021'de gerçekleştirilmiş, Temmuz 2021'e kadar tüm sistemler envantere kazandırılmıştır.
- Hava savunma konseptini çeşitlendirmek, TSK'ya yeni yetenek kapsamında çeşitli hava koşullarında hava savunma bekasını yürütmek adına HİSAR O+ Projesine RF füze atma kabiliyeti kazandırılmasına yönelik 28 Temmuz 2020 tarihinde RF arayıcı başlıklı ilk atış icra edilmiştir.
- Türkiye'nin milli ve yerli hava savunma füze sistemi olan HİSAR O+, 5 Mart 2021 tarihinde yüksek hızlı hedefi bugüne kadar gerçekleşen HİSAR atışlarından en uzak menzil ve en yüksek irtifada doğrudan vuruşla imha etmiştir.
- 13 Mart 2021 tarihinde ise HİSAR O+ Projesi kapsamında minimum menzil ve minimum irtifa atışı başarılı bir şekilde icra edilmiştir.
- 8 Temmuz 2021 tarihli HİSAR O+ entegre sistem seviyesi harp başlıklı atışlı testinde, Türkiye'nin ilk yerli dağıtık mimaride bölge hava savunma füze sistemi olan HİSAR O+ yüksek hızlı hedefi uzak menzil ve yüksek irtifada imha etmiştir.
- HİSAR O+ Aralık 2021 ayında gerçekleştirilecek atışlı testlerin icrasını müteakip K.K.K.'lığı envantere alınmıştır.

- 2021 yılında ilk teslimatı tamamlanan Batarya Komuta Kontrol Harekât Merkezi [BKKHM] sistemi ile birlikte Hv.K.K.'lığının nokta savunma ihtiyacını karşılayan ilk komuta kontrol istemi teslimatı yapılmıştır.
- 2020 yılında imzalanan TKRS RadNet Yetenek Kazanımı projesi ile Hv.K.K.'lığı envanterinde bulunan radar ağı yönetim sisteminin [Radar Network-RadNet] yazılım ve donanım olarak modernize edilmesi, operasyonel ve taktik olarak güncellenen ve artan ihtiyaçlara cevap verebilecek, radar veri füzyonu başta olmak üzere, yeni yeteneklerin kazandırılması hedeflenmektedir.
- Deniz platformlarına kullanılmak üzere ASELSAN'ın ihtar geliştirme çalışmaları da devam etmektedir.

Kurulduğu günden bu yana planlı, disiplinli çalışma yöntemi ve nitelikli insan kaynağı ile üretimin yanı sıra tasarım ve geliştirme yeteneklerinin yurt içinde kazanılmasına büyük önem veren ASELSAN'da bu ilkeler doğrultusunda yürütülen özverili çalışmaların meyvelerinden birisi de hava savunma alanında kazanılan birikimdir. ASELSAN, mevcut yetenekleri ile alçak ve orta irtifada namlulu silahlara ve füzelere dayalı hava savunma sistemlerinin temel bileşenleri olan radar, komuta kontrol, atış kontrol ile haberleşme alt sistemlerini tamamen milli imkanlarla geliştirmektedir. ASELSAN aynı zamanda hava savunma sistemlerinin sistem seviyesi tasarımı, üretimi, entegrasyonu ve testi konusunda gerekli tüm yeteneklere sahiptir. ASELSAN; geçmişten günümüze geliştirdiği hava savunma sistemleri ile kazandığı, halen devam eden projeleri ile kazanmakta olduğu teknoloji, bilgi birikimi ve tecrübesini yerli savunma sanayii kuruluşlarının imkân ve kabiliyetleri ile birleştirerek uzun menzilli hava ve füze savunma sistemleri geliştirebilecek yetenekleri kazanmıştır.



TÜRK SİLAHLI KUVVETLERİNİ GÜÇLENDİRME VAKFI

AŞKLA COŞKUyla HEYECANLA

ORDUMUZU GÜÇLENDİRİYORUZ



TÜRKİYE İŞ BANKASI TL TR34 0006 4000 0014 2380 8100 00	Tüm operatörlerden 1987'ye gönderilen her kısa mesaj ile 10 TL bağışta bulunabilirsiniz.			
TÜRKİYE İŞ BANKASI EURO - SWIFT: ISBKTRIS TR28 0006 4000 0024 2384 0800 00	TÜRKİYE İŞ BANKASI USD - SWIFT: ISBKTRIS TR85 0006 4000 0024 2383 9100 00	T.C. ZİRAAT BANKASI TL TR07 0001 0017 4506 0317 4150 39	GARANTİ BANKASI TL TR71 0006 2000 1140 0006 2970 83	HALK BANKASI TL TR37 0001 2009 4520 0016 0019 87
ZİRAAT KATILIM BANKASI A.Ş. TL TR13 0020 9000 0005 7968 0000 01	AKBANK TL TR59 0004 6008 3288 8000 0088 88	VAKIF KATILIM BANKASI A.Ş. TL TR68 0021 0000 0001 9870 0000 01	ŞEKERBANK TL TR37 0005 9000 6013 0006 0076 22	TEB BANKASI TL TR13 0003 2000 0000 0067 1985 71

TSKGV, CUMHURBAŞKANLIĞININ 22 MART 2021 GÜN VE 3736 SAYILI KARARI İLE İZİN ALMADAN YARDIM TOPLAYABİLEN KURULUŞLARDAN SAYILMIŞTIR.

Remzi Oğuz Anık Mah. Paris Cad. Yazanlar Sk. No:4 Çankaya/ANKARA



Genel Müdürlük Tel: 0 312 468 87 88 - E-posta: bagis@tskgv.org.tr

aselsan

TÜRK HAVACILIK
UZAYSANAYII

roket-san

HAVELSAN

İSBİR

aspilsan

KATMANLI VE ENTEĞRE HAVA SAVUNMA

Murat KARATAŞ Direktör

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Geçmişte olduğu gibi günümüz harp sahasında da hava üstünlüğünün ele geçirilmesi ya da en azından yitirilmemesi hareketin ilk önceliği olarak yerini korumaktadır. Hava üstünlüğünün ele geçirilebilmesi için ise havadan etkin harekât yapabilme yeteneğine sahip olunması yanı sıra, düşman hava unsurlarının baskı altına alınması, havadan harekât yeteneklerinin kısıtlanması, kara ve denizde konuşlu/taarruz eden dost birliklerin ise havadan gelebilecek tehditlere karşı etkin bir şekilde savunulması gerekmektedir. Teknolojik gelişmeler ile karmaşıklaşan harp sahasında hava savunmanın yalnızca hava unsurları ile yapılabilmesi de imkânsız hale gelmiştir. Hava üstünlüğünün sağlanması ve korunabilmesi için güçlü bir yer konuşlu hava savunma altyapısının tam entegre, katmanlı ve derinlikte kullanılabilmesi gerekmektedir.



Şekil 1 – Günümüz önemli hava tehditleri

GELİŞEN VE DEĞİŞEN HAVA TEHDİTLERİ

Gelişen teknoloji ile hava tehditlerinin çeşitliliği artmakta ve yetenekleri artan bir ivme ile gelişim göstermektedir. Geçmişten günümüze en yoğun şekilde kullanım alanı bulan ve konvansiyonel tehditler içerisinde yerini koruyan pilotlu uçaklar ve helikopterler harp sahasında hala önemli bir güç çarpanı olarak yerini korumaktadır. İnsanlı hava platformları gelişen teknoloji ile birlikte pilota sağlanan karar destek ve uyarı sistemlerinin yanı sıra yeni nesil algılayıcılar, görünmezlik teknolojileri, otonomi ve yapay zekâ özellikleri ile daha zorlu hedefler haline gelmektedir. Gelişen akıllı mühimmat teknolojileri ile pilotlu hava platformları düşman hava savunma şemsiyesine girmeden, çok uzun menzillerden ve yüksek irtifalardan isabetli ve etkin taarruz yapabilir hale gelmiştir. Havadan karaya serbest düşüşlü bombalara eklenen güdüm yetenekleri, bu platformlara havadan karaya füzelerle ilave olarak geniş etkili ve daha ucuz taarruz etme imkânı sağlamıştır. Tüm bu yeni nesil imkân ve kabiliyetlere rağmen insanlı hava platformları ile düşman hava savunma şemsiyesinin içerisinde görev icra etmek çok büyük riskler içermekte ve mecbur kalınmadıkça tercih edilmemektedir. Son yıllarda büyük gelişim gösteren insansız hava araçları (İHA) tam bu noktada büyük bir açığı kapatmaktadır. İHA'larda yaşanan gelişmeler istihbarat, gözetleme ve ateş tanzim gibi görevlerin yanı sıra silahlı İHA'lar (SİHA) vasıtası ile taarruz amacı ile de kullanımlarını sağlamaktadır. Düşman hava şemsiyesi içerisinde düşük maliyetli ve insan kaybı riski yaşamadan görev icrası mümkün hale gelmiştir. SİHA'lar vasıtası ile atılabilen güdümlü mühimmat ve füzeler isabetli atış imkânı sunmaktadır. Daha yüksek hızlı, daha yüksek irtifalara çıkabilen, manevra kabiliyeti yüksek ve daha fazla mühimmat taşıyabilen İHA'ların sayısı

her geçen gün artmaktadır. Gerçek hedef radar ve kızılötesi (InfraRed - IR) izlerini taklit eden, sahte hedef olarak kullanılabilen ucuz ve çok sayıda İHA, hava savunma doyum ve aldatma taarruzlarında kullanılır hale gelmiştir. İHA'ların artan otonom hareket kabiliyetleri, uzaktan kumandalı kullanımının yanı sıra yoğun elektronik harp ortamında otonom olarak kullanımı da mümkün kılmaktadır. Son dönemlerde intihar bombacısı gibi çalışan otonom veya kumandalı İHA'ların kullanımının arttığı görülmektedir.

Havadan, karadan ve denizden atılabilen seyir füzeleri artan menzilleri, artan hızları (süpersonik/hipersonik), çok alçak irtifadan yer yüzü şekillerine uyumlu uçuş ve taarruz kabiliyetleri ve yapay zeka kullanan otonomi özellikleri ile tespit ve imha edilmesi son derece güç, oldukça isabetli ve etkin hava tehditleri haline gelmiştir.

Balistik füzelerle karşı yapılan yer konulu füze savunma yeteneği ülkelerin yerleşim bölgeleri ve kritik tesislerin savunmasında önemli bir yere sahiptir. Konvansiyel, nükleer, biyolojik ve kimyasal etkili harp başlıkları taşıyabilen ve kitle imha silahı olarak kullanılabilen balistik füzeler çok uzun menzillerden atılabilen, uçuş yörüngesinin büyük bir kısmını atmosfer dışında geçiren balistik füzeler en tehlikeli hava tehditleri arasında yerini korumaktadır. Balistik füzeler çok yüksek irtifalardan, çok dik bir açıyla hipersonik hızlarda taarruz eden bir tehdit olduğu için terminal safha dediğimiz, atmosfere girdikten sonraki safhada tespit ve imhası oldukça zor olan hedeflerdir. Harp başlıklarının etkisiz hale getirilebilmesi açısından da balistik füzelerle karşı hava savunmada erken tespit ve erken safhada imha oldukça kritik öneme sahiptir. Balistik füzelerin atmosfer üstünde uçuğu safhada veya çıkış anında imha edilebilmesi en etkili sonucu vermektedir.

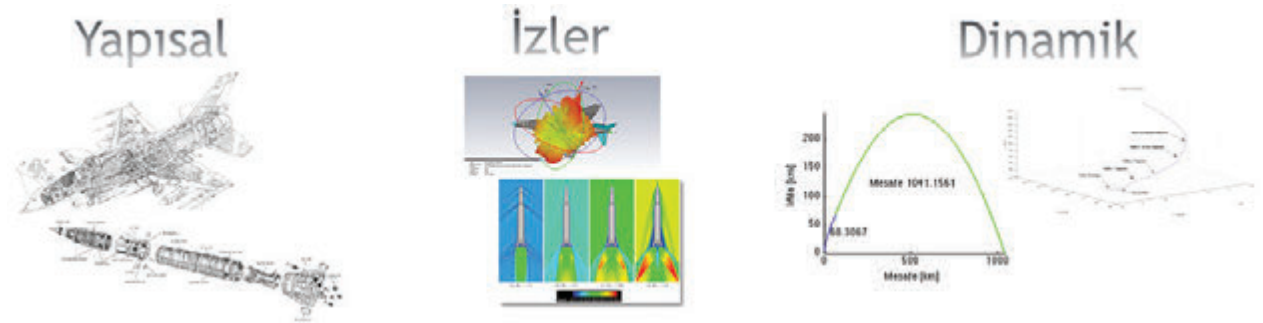
Günümüzde atmosfer dışında ortaya çıkan bir diğer hava tehdidi de uydular olmuştur. Uyduların askeri istihbarat ve haberleşme amacıyla kullanılageldiği bilinmekle birlikte artık taarruz amacıyla da kullanımları gündemdedir. Uyduların tespit ve izlenmesinin yanı sıra tehdit oluşturan askeri amaçlı uyduların gerektiğinde imhası da hava savunmanın önemli bir parçası haline gelmektedir. Dost uyduların savunması da yine bu kapsamda gündemde olacaktır.

İHA teknolojisinin sivil alandaki ivmeli gelişimi, model uçaklar ve dronların içerisinde yer aldığı mini ve mikro İHA'ları asimetrik ve simetrik savaşta kullanılır hale getirmiştir. Taşınması ve kullanılması oldukça kolay olan bu tip İHA'lar piyade yardımcısı olarak ileri gözetleme, atış tanzim ve taarruz amacıyla kullanılabilir. Bu tip İHA'ların ucuz ve kolay erişilebilir olması aynı zamanda terör grupları tarafından da kullanımını artırmıştır. Sabit tesislerin, taarruz eden birliklerin, konvoyların vb.

bu tip İHA saldırılarına karşı hava savunmasının gerçekleştirilmesi olmazsa olmazlar arasına girmiştir. Meskün mahaller içerisinde de kullanılabilen mini ve mikro İHA'lara karşı imha çözümlerinin yanı sıra ardıl etkileri daha düşük olan karıştırıcı gibi elektronik harp unsurlarının bir arada kullanımı gerekmektedir.

Roketler, topçu ve havan mühimmatları (ing. Rocket, Artillery, Mortar [RAM]) terör amaçlı olarak da kullanılabilen kısa menzilli ve ucuz hava tehditleridir. Son yıllarda zaman zaman sınır bölgelerimizdeki yerleşim yerlerine de yönelen roketler, sabit tesis ve karakollara atılan havan mühimmatları can mal kayıpları yanı sıra panik yaratmak üzere kullanılmaktadır. RAM tehdidi daha çok güdümsüz, balistik uçuş yörüngesi ile uçan basit tahrip mühimmatından oluşmakla birlikte akıllı tapan ve güdüm sistemlerine sahip yeni nesil tipleri de bulunmaktadır. Tehdide açık yerleşim bölgelerinin ve kritik tesislerin bu tehdide karşı hava savunması günümüzde önem kazanmıştır.

HAVA SAVUNMA BAKIŞ AÇISIYLA HAVA TEHDİT VASITALARI



Şekil 2 – Hava savunma açısından hava tehditlerinin özellikleri

Hava tehdit vasıtaları, doğru hava savunma tedbirlerinin uygulanabilmesi için farklı özellikleri açısından incelenmelidir. Hava tehdit vasıtalarının çeşitliliği hava savunma tedbirlerinde de çeşitliliği artırmakta, tehdidin özelliklerine uygun farklılaşmaları beraberinde getirmektedir. Hava savunma sistemleri geliştirilirken hava tehditleri temelde üç ana özelliği ile incelenir ve uygulanacak tedbirin etkinliği bu özelliklerine bakılarak analiz edilir.

Hava tehditlerinin yapısal özelliklerinin bilinmesi imha edilebilirliğinin anlaşılması açısından önemlidir. Hedef setinin yapısal özellikleri kullanılarak sınıflandırılması

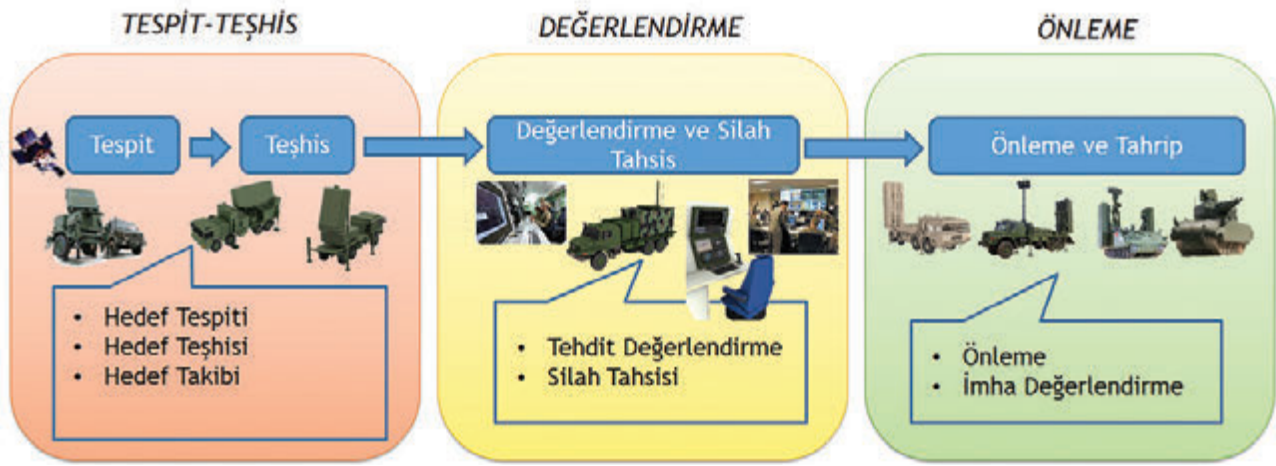
ve modellenmesi öldürücülük analizleri açısından gereklidir. Hedefin zırh seviyesi, kabuk kalınlığı, yapısal alt sistem bölümlerinin yeri, isabet açısından farklı bölgelerinin hassasiyet seviyeleri, pilot kabini, vb. tüm bilinebilen yapısal özellikleri kullanılarak hedef öldürücülük modelleri hazırlanır. Bu modeller hedef öldürücülük analizlerinde kullanılır, hedefe etkili olabilecek efektör dediğimiz imha unsurunun özellikleri bu analizler ile ortaya koyulur.

Hava tehditlerinin tespiti için gerekli özellikleri yani izleri hava savunma açısından incelenmesi gereken bir diğer önemli başlıktır. Hava tehditlerinin

mümkün olan en uzak noktada tespit edilmesi ve takibe alınması hava savunmada önemli avantaj sağlamaktadır. Hedeflerin tespit ve takip edilebilirliği için farklı bakış açılarından radar kesit alanı ve IR iz bilgilerinin bilinmesi/tahmin edilmesi ve modellenmesi önem arz etmektedir. Farklı tipte hedeflerin hangi menzil/irtifalarda tespit ve takip edilebildiği, hangi hava koşullarında hangi menzillerde görülebildiği bu modeller vesilesi ile tahmin edilebilmekte, yapılan analizler ile farklı hedef tipleri için geliştirilecek hava savunma sistem algılayıcılarının özellikleri belirlenmektedir.

Hava savunma açısından hava tehditlerinin bilinmesi/tahmin edilmesi gereken diğer özelliği dinamik ve taktik karakterleridir. Hedefin nasıl hareket ettiği/edebileceğinin ve neler yapabileceğinin doğru olarak ortaya konulması gerekir. Hedefin çıkabileceği irtifa, hız, menzil, manevra kabiliyeti, yörünge, güdüm özellikleri, güdüm tipi, kaçış manevrası, aldatma unsurları, elektronik harp yetenekleri, vb. tüm dinamik/taktik bilgilerinin mümkün olduğunca tahmin edilebilmesi/bilinmesi hava savunma açısından son derece önemlidir. Çünkü bu bilgiler hava savunma sistemi gereksinimlerinin neredeyse tamamına etki etmektedir.

HAVA SAVUNMA AŞAMALARI



Şekil 3 – Sistem unsurları açısından hava savunma aşamaları

Hava savunma hedefin tespit ve teşhisi ile başlar, tehdit değerlendirme ve silah tahsisi ile devam eder, önleme ve imha değerlendirmeye son bulur. Bu döngüyü sistem unsurları ve fonksiyonları açısından üç ana alt grupta inceleyebiliriz.

Hedef tespiti için en sık kullanılan algılayıcı radarlardır. Radarlar ile beraber farklı hedef ve ortamlar için farklı tipte algılayıcılar da kullanılabilir. Bunların içinde IR tespit, akustik tespit sensörleri örnek olarak verilebilir. Radarlar ile eş güdümlü çalışan Dost Düşman Tanıma Sistemi (IFF) sayesinde teşhis ön bilgisi oluşturulur. Hedef takip altına alınarak hareketleri izlenmeye başlar.

Tüm algılayıcılardan gelen hedef konum bilgileri (hedef iz bilgileri) komuta kontrol operatörü önünde hava resmi olarak görünür. Bu aşamada tehdit değerlendirme yapılarak angajman kararı verilir. Tehdit değerlendirme sonucunda tehdide en uygun silah eşleşmesi (silah tahsisi) yapılarak angajman emri verilir. Bu aşamada silah için gereken hedef konum hassasiyetine bağlı olarak hedef takibi için ayrı bir takip radarı, optik takip sistemi vb. kullanılabileceği gibi arama radarı hedef konum bilgisi kullanımı da yeterli olabilir. Angajman emrini alan silah sistemi hedefi imha için atış(lar)ı gerçekleştirir ve imha değerlendirmesini yapar.

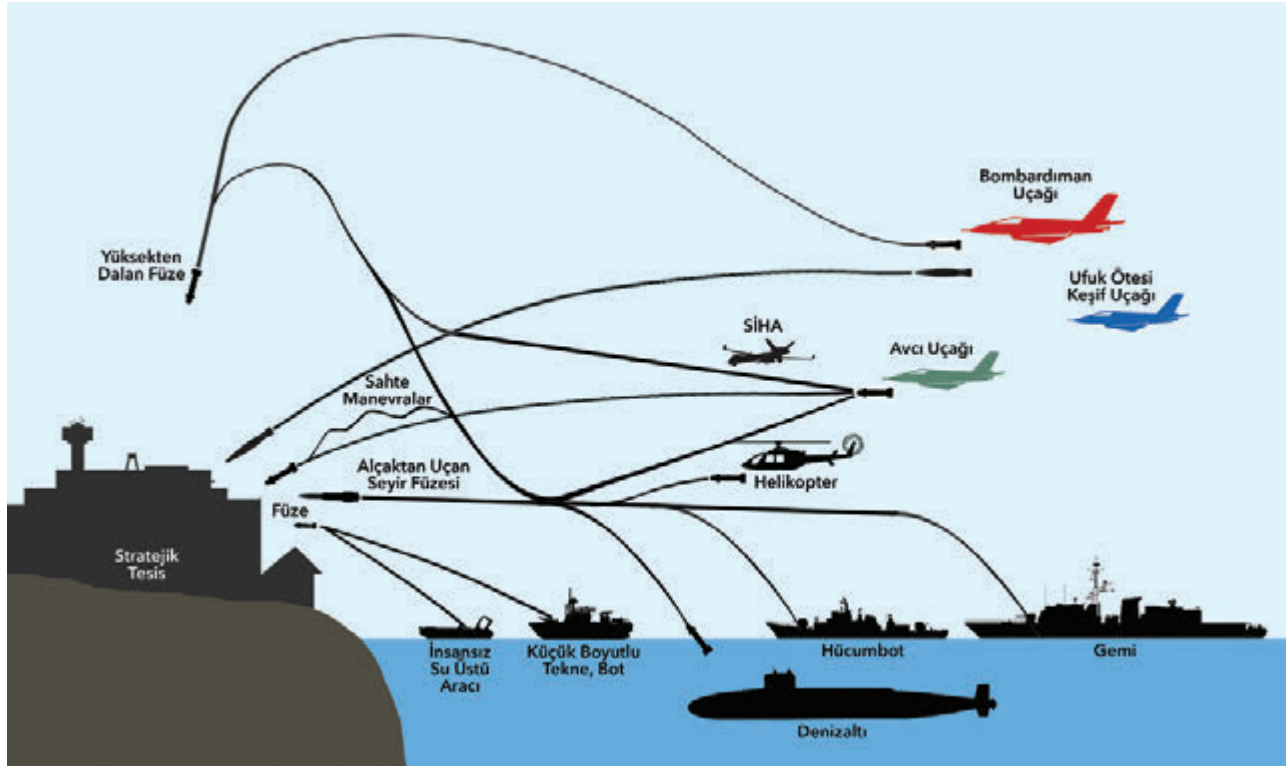
Temel hava savunma aşamaları fonksiyon bazlı olarak değerlendirildiğinde yukarıdaki gibi olmakla beraber hava savunma birliklerinin doktrinlerine uygun olarak sıralamada ve gruplandırmada farklılıklar olabilmektedir. Tehdidin özelliklerine bağlı olarak (örneğin çok kısa reaksiyon süresi gerektiren bazı sistemlerde) belirtilen tüm aşamaların tam otomatik olarak yapıldığı, sistemlerin otonom çalışması gereken durumlar da oluşabilmektedir. Ayrıca dağıtık mimaride çalışan, tüm aşamalar için ayrı araçlar içeren hava savunma sistemleri olduğu gibi, buradaki tüm aşamaları tek başına yürüten, tüm unsurları üzerinde barındıran sistemler de bulunabilmektedir.

NEDEN KATMANLI VE ENTEGRE HAVA SAVUNMA?

Hava savunma sistemlerinin, farklı etkili menzil ve irtifalarda önleme yapacak biçimde aşamalı, birbirlerini destekleyecek, birbirlerinin etki alanını kapsayacak, ölü bölgelerini kapatacak ve yeteneklerini tamamlayacak biçimde kademeli olarak kullanılması katmanlı hava savunma olarak ifade edilmektedir. Hava savunmanın katmanlı ve derinlik içeren bir nitelikte yapılandırılması hava üstünlüğünün ele geçirilebilmesi için olmazsa olmaz bir gereksinimdir. Katmanlı hava savunmanın

belkemiğini ise tam entegrasyonu sağlayan, hızlı, dağıtık, yedekli, güvenilir, kesintisiz ve akıllı bir komuta kontrol altyapısı oluşturmaktadır.

Tek bir hava savunma sistemi ile tüm hava tehditlerine etkili bir hava savunma şemsiyesi kurmak mümkün olmadığı gibi aynı tehdide birden fazla tipte hava savunma sistemi ile kademeli hava savunma yapma gereği de tehditler incelendiğinde görülmektedir. Yukarıda bahsettiğimiz günümüz hava tehditlerini detaylı olarak incelediğimizde, tehdit tipleri ve taarruz yetenek çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle farklı tipte, farklı özellikleri güçlü hava savunma sistemlerinin koordineli olarak kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Örneğin çok yüksek irtifalardan manevrasız veya çok düşük manevralarla çok dik bir açıda hipersonik hızlarda taarruz eden ve atmosfer dışında, havasız ortamda imha edilmesi gereken kıtalararası balistik füzeyi önlemek üzere tasarlanan bir hava savunma füzesi ile çok alçak irtifadan görece düşük hızlar ile yere çok yakın uçarak gelen ve yüksek manevra kabiliyetine sahip bir seyir füzesini önleyebilmek mümkün olmayacaktır. Hava tehditlerinin boyutları, radar kesit alanları, IR izleri, manevra kabiliyetleri ve saldırı stratejileri hava savunma sistemlerinde çeşitlenmeyi ve karışımı gerektirmektedir.



Şekil 4 – Farklı irtifa ve menzillerden yapılabilen hava taarruzu

Konuya hava savunma kullanım prensipleri bakış açısı ile yaklaşıldığında, düşman hava hareketinin karmaşılaştırılması, maliyetinin ve süresinin artırılması için yeterli yoğunlukta, dağıtık, farklı tipte silah sistemlerinin karışımı (füze, uçaksavar, karıştırıcı/aldatıcı, lazer vb.), farklı tipte, frekansta ve kapsamada radar sistemlerinden oluşan bir hava savunma şemsiyesi kurmak akılcı olacaktır. Bu nitelikte bir hava savunma şemsiyesinde, yer tespiti zor, hızlı yer değiştirebilen, kısa reaksiyon süresine sahip, yüksek manevra kabiliyetine sahip kısa menzilli mobil hava savunma sistemleri ile de desteklenmesi gerekir.

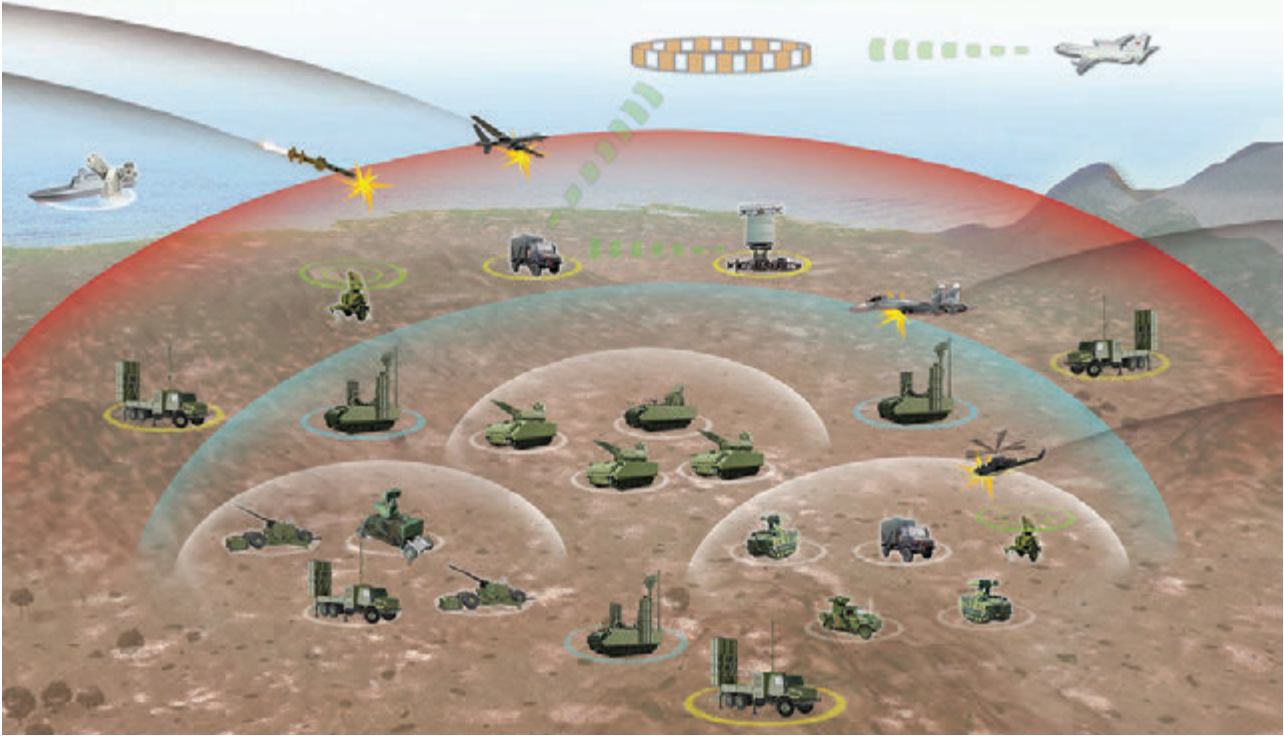
Hava savunma şemsiyesi oluşturulurken düşman elektronik harp yetenekleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Derinlikte ve katmanlı bir hava savunma içerisinde aktif/pasif algılayıcı çeşitliliği ile farklı prensiplere dayanan imha araçlarının kullanımı, olası karıştırmalara karşı yedekleme sağlayacaktır. Bununla birlikte sistemlerin yerinin tespitine imkân vermemek üzere tüm sistemlerin dağıtık olarak ortak komuta kontrol ağına entegre çalışması, ortak hava resmi dağıtımı ve erken ihbar imkanları ile sistemlerin sadece hemen atış öncesinde ve esnasında emisyon yaratması hava savunmada önemli avantajlar sağlayacaktır.

Arazi şartları ve savunulacak alanın nitelikleri de katmanlı bir hava savunma şemsiyesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle dağlık bölgelerde sadece uzun menzilli hava savunma sistemleri ile yerleşim yapıldığında alçak irtifada çok sayıda kör bölge ve sızma olabilecek koridorlar oluşmaktadır. İlgili kör bölge ve koridorların alçak ve orta irtifa sistemlerle kapatılması gerekmektedir. Katmanlı hava savunma mimarisi hareket esnasında bu anlamda konuşlanma ve görev esnekliği sağlayacaktır.

Doyum saldırıları ve sahte saldırılar hava savunma sistemlerinin yerini belirlemek ve hedef şaşırtmak için en sık uygulanan taktiklerdir. Çoklu, ucuz sahte hedef kullanımı, gerçek taarruzu gizlemek için kullanılmakta, radar sistemlerinin gerçek hedefi ayırtması engellenebilmektedir. Bu tip durumlarda gerekli reaksiyonu gösterebilecek sayı ve çeşitlilikte, birim önleme maliyeti düşük hava savunma sistemlerinin koordineli olarak kullanımı önem arz etmektedir. Bu tip durumlar için özellikle ileri hatta konuşlu, dağıtık mimaride çalışan, alternatif pasif/aktif tespit/takip algılayıcılarına sahip alçak irtifa sistemlerinin kullanımı çözüm oluşturabilmektedir.



Şekil 5 – Sahte hedefler ile hava savunma sistemlerinin yer tespiti



Şekil 6 – Katmanlı ve entegre milli hava savunma

Gerçekleştirilen hava saldırılarında kuvvet tasarrufu sağlanabilmesi, orantısız güç kullanılmaması uzun soluklu hava savunma görevinde en kritik hususlardan birisidir. Çok alçak irtifadan gelen düşük hızlı bir topçu ateş tanzim İHA'sını katmanlı hava savunma şemsiyesinde namlulu hava savunma sistemi ile vurabilecekken, uzun menzilli bir füze ile vurmak, yüksek maliyetli bir önleme yapılması ve aynı zamanda çok değerli savaş stokunun azalması anlamına gelecektir. Sürü mini İHA ile yapılabilecek çoklu doyum saldırılarında hedeflere füze ile karşılık vermek yerine, karıştırıcı kullanımı veya parçacıklı mühimmat kullanan namlulu silah ile imha sağlanması maliyet etkin bir önleme sağlayacaktır.

Günümüz ve gelecekteki hava tehditlerine karşı koyabilecek güvenilir hava savunma yapısının dağıtık mimaride, farklı yeteneklerdeki unsurlardan oluşan, yedekli, kademeli, birbirini tamamlayan ve en önemlisi güvenilir bir komuta kontrol altyapısı ile tam entegre çalışması olmazsa olmaz gereksinim halini almıştır. Tüm katmanlardaki unsurların bağımsız olarak tasarlayıp ürettiğimiz milli sistemlerimizden oluşması hava savunmanın gücünü ve etkinliğini katlayacaktır. Ülkemizde gerçekleştirilen milli hava savunma projeleri ile katmanlı hava savunma gereksinimlerini sağlayacak, tüm irtifa seviyeleri için kapsamayı sağlayacak hava savunma sistemleri ve milli komuta kontrol sistemleri birer birer envanterde yerlerini almaktadır.



HİSAR A⁺

Otonom Hava Savunma Füze Sistemi

Zırhlı mekanize ve hareketli birliklerin hava savunmasını sağlamak amacıyla hava tehditlerinin (savaş uçakları, helikopterler, seyir füzeleri, insansız hava araçları ve havadan karaya atılan füzeler) tesirsiz hale getirilmesi görevini yerine getirmektedir.

www.aselsan.com



aselsan

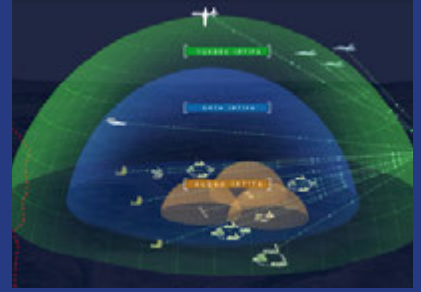
PROJE/ÜRÜN



**SİPER UZUN MENZİLLİ BÖLGE
HAVA VE FÜZE SAVUNMA
SİSTEMİ**
S/024



**DAĞITIK MİMARİDE YERLİ
VE MİLLİ BÖLGE HAVA
SAVUNMA SİSTEMİ HİSAR O+
ENVANTERDE**
S/026



**HAKİM HAVA KOMUTA
KONTROL SİSTEMİ**
S/030



**HAVA SAVUNMA ERKEN İKAZ
VE KOMUTA KONTROL SİSTEMİ
(HERİKKS)**
S/044



35 MM PARÇACIKLI MÜHİMMAT
S/048



**35 MM NAMLULU SİLAH
ALTERNATİFLERİ İLE KARA VE
HAVA HEDEFLERİNE KARŞI
ÜSTÜN PERFORMANS - GÖKER**
S/050



İHTAR İHA ÖNLEME SİSTEMİ
S/058



**BATARYA KOMUTA KONTROL
HAREKÂT MERKEZİ (BKKHM)**
S/060



**GELECEĞİN HAVA TEHDİTLERİ
İÇİN MODÜLER NOKTA HAVA
SAVUNMA SİSTEMİ**
S/062



**HİSAR A+ OTONOM HAVA
SAVUNMA FÜZE SİSTEMİ**
S/**034**



**K.K.K.LİĞİ VE HV.K.K.LİĞİ İÇİN
SERİ ÜRETİMİ DEVAM EDEN
KRİTİK SİSTEMLER**
S/**038**



**HAREKETLİ BİRLİKLERİN VE
KRİTİK TESİSLERİN NOKTA
HAVA SAVUNMASI**
S/**042**



KORHAN 35 MM SİLAH SİSTEMİ
S/**052**



**YAKIN HAVA SAVUNMA
SİSTEMLERİNİN DENİZ
PLATFORMLARI İÇİN ÖNEMİ
VE BU ALANDA BİR MİLLİ
GELİŞTİRME ÖYKÜSÜ -
GÖKDENİZ YHSS**
S/**054**



**40 MM PARÇACIKLI
BOMBAATAR İLE MİNİ/MİKRO
İHA VE KARA TEHDİTLERİNİME
KARŞI MALİYET-ETKİN
SAVUNMA ÇÖZÜMÜ**
S/**056**



**TKRS RADNET YETENEK
KAZANIMI PROJESİ**
S/**064**

SİPER UZUN MENZİLLİ BÖLGE HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMİ

Cemil Çağlar BÖKE Kıdemli Uzman Mühendis
SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Hava Kuvvetleri Komutanlığının [Hv.K.K.İği] yüksek irtifa hava savunma ihtiyaçlarını karşılamak üzere, barış ve krizde etkin bir caydırıcılık sağlayacak, savaşta düşmanın hava soluyan hedef, seyir füzesi ve havadan karaya mühimmat taarruzlarını sınırlamak, geciktirmek veya etkisizleştirmek [imha etmek] suretiyle dost birliklerin bekasını sağlayacak, stratejik ve ekonomik tesisleri düşman hava soluyan hedef, seyir füzesi ve havadan karaya mühimmat taarruzlarına karşı koruyacak ve müşterek harekâtın daha elverişli koşullarda icrasına imkân verecek bir sistemin geliştirilmesi amacı doğrultusunda Savunma Sanayii Başkanlığı ile ASELSAN-ROKETSAN-TÜBİTAK SAGE İş Ortaklığı arasında 15 Ocak 2018 tarihinde Uzun Menzilli Bölge Hava ve Füze Savunma Sistemi Projesi Aşama-C [SİPER] sözleşmesi imzalanmıştır.

Proje kapsamında geliştirilmekte olan SİPER Uzun Menzilli Bölge Hava ve Füze Savunma Sistemi,

- **Filo Seviyesi Ekipmanlar**
 - Filo Kontrol Merkezi
 - Arama Radarı
- **Batarya Seviyesi Ekipmanlar**
 - Atış Kontrol Merkezi
 - Atış Kontrol Radarı
 - Füze Fırlatma Sistemleri
 - Füze Taşıma Yükleme Sistemleri
 - Tam Atım Füzeler
- **Haberleşme Sistemleri**
 - Haberleşme İstasyon Aracı
 - Haberleşme Röle Aracı
- **Destek Ekipmanları**
 - Bakım Onarım Aracı
- **Sınıf Tipi Eğitim Simülöründen** oluşmaktadır.

SİPER Uzun Menzilli Bölge Hava ve Füze Savunma Sistemi Projesinin kritik tasarım aşaması tamamlanmış olup, sistem/alt sistem entegrasyon testlerine başlanmıştır.

SİPER Uzun Menzilli Bölge Hava ve Füze Savunma Sistemi stratejik tesislerin düşman taarruzlarına karşı uzun menzilde hava savunmasını sağlamakta olup, dağıtık mimariye, yakın ve uzak konuşlanma yeteneklerine, çoklu angajman ve ardışık ateşleme, zorlu hava koşullarında görev yapabilme, kara, hava, deniz ve demiryolu ile taşınma, çoklu taktik veri link ile üst komuta kontrol entegrasyonu, Radar Ağı Yönetim Sistemi [RADNET] ve Hava Kuvvetleri Bilgi Sistemi [HvBS] ile bağlantı yeteneğine sahiptir.

SİSTEMİN GENEL ÖZELLİKLERİ

- Hava savunma planlama ve koordinasyon
- Komuta kontrol kapsamında bilgilerin yönetimi ve dağıtımı
- Birleştirilmiş hava resmi üretimi
- Çoklu angajman ve ardışık ateşleme
- Manuel/yarı otomatik/otomatik angajman
- Dost Düşman Tanıma [IFF]
- Tehdit değerlendirme ve silah tahsis
- Otomatik teşhis yönetimi
- Çoklu-hedef çoklu-radar füzyonu
- Füzeler ile çift yönlü iletişim
- Telli/telsiz haberleşme
- Dik/eğik atış
- Zorlu şartlarda görev yapabilme
- HvBS ile arayüz, Radnet bağlantı
- Taktik veri linkleri [Link-16, JREAP-C] ile üst komuta bağlantı
- Gömülü simülasyon
- Her biri 6 adet füze atabilen 8 adet FFS ile görev yapabilme



DAĞITIK MİMARİDE YERLİ VE MİLLİ BÖLGE HAVA SAVUMA SİSTEMİ HİSAR O+ ENVANTERDE

Onur TEKELİ Lider Mühendis

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü



Kritik tesisler ve sabit birliklerin hava savunma görevini üstlenecek HİSAR O+ Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi kabul testlerini başarıyla tamamlayarak kullanıma alınmıştır.

HİSAR O+ hedef tespit, sınıflandırma, teşhis, takip, komuta kontrol ve atış kontrol fonksiyonları dağıtık ve esnek mimaride icra eder. HİSAR O+ Bataryası; Batarya AKM, Batarya Seviyesi Radar, Elektro-Optik Sistem, ERİMAY L-16 ve Füze Fırlatma Sistemlerinden oluşmaktadır. HİSAR O+ Bataryası hedef tespit, takip, teşhis, komuta kontrol ve atış kontrol fonksiyonlarını otonom olarak icra edebilme yeteneğine sahiptir.

HİSAR O+ tabur seviyesinde; tabur atış kontrol merkezi (AKM), tabur seviyesi radar, üç HİSAR O+ Bataryası, taktik data link haberleşme sistemi ve destek araçlarından oluşacak şekilde organize olmaktadır. Tabur AKM, tabur seviyesi radar ile hava savunma bataryalarını kullanılarak entegre hava resmini oluşturur ve bataryalar için tehdit değerlendirme ve tahsis amacıyla kullanır.

HİSAR O+ Sistemi esnek mimari yapısı ile farklı ihtiyaçlarına göre konuşlanma yeteneğine sahiptir. Bu sayede korunacak bölgenin coğrafi yapısına ve taktik ihtiyaçlara göre etkin koruma sağlayacak konuşlanma çözümleri üretilebilecektir.



HİSAR O+ sistemi batarya seviyesinde tüm füzelerini hedeflere aynı anda angajman yeteneğine sahiptir. Komuta kontrol seviyesinde kullanılan tehdit değerlendirme ve silah tahsis algoritmalarına ilave olarak çoklu hedeflere maliyet ve performans etkin bir atış kontrol çözümü oluşturulması kapsamında tüm kriterleri dikkate alan algoritma çalışması yürütülmüştür. Söz konusu atış kontrol algoritması ile angajmanı yapılan tüm hedeflerin hava resmindeki değişiklikleri algoritma tarafından anlık olarak tekrar değerlendirilmekte ve çözüm otomatik güncellenmektedir. Benzer şekilde zorlu senaryolar ve ortam durumları için performansın artırılması ve kullanıcıya farklı stratejiler sunulması kapsamında atış kontrol algoritmaları proje kapsamında geliştirilmiştir. Söz konusu algoritmaların yüzlerce senaryo ile uzun süreli testleri icra edilmiştir. Sahada çoklu hedef testleri ile sistem seviyesi eniyileme ve doğrulamaları yapılmıştır.

HİSAR O+ bataryası farklı sayıda sensör ve fırlatma sistemleri ile kullanma kabiliyetine sahip olup temel bir HİSAR O+ bataryası ile 70-100 km çapında bir bölgenin koruması yapılabilmektedir. HİSAR O+ sistemi mevcut menzillerini artırmaya yönelik altyapıya da sahiptir.



GENEL ÖZELLİKLER

- Dağıtık ve esnek mimari ile etkin hava savunma icrası
- Batarya ve tabur seviyesinde hava savunma görev planlaması
- Komuta kontrol enformasyonunun yönetimi ve dağıtımı
- Entegre hava resmi üretimi
- IIR ve RF füzeler ile hedef önleme
- Dikey atış özelliği ile 360° tehdit imha kabiliyeti
- Çoklu angajman ve ardışık ateşleme
- Veri bağı ile ara safha güdüm
- Gündüz, gece ve kötü hava koşullarında görev yapabilme
- Konumlama ve yön bulma
- Uzaktan komuta
- Telli/telsiz haberleşme
- Link 1/Link 11B/Link 16 taktik data link ve JREAP üzerinden, Türk Hava/ Kara/Deniz Kuvvetleri komuta kontrol unsurları ile koordinasyon içinde çalışma
- Elektro-optik sensörler ile otomatik hedef takip ve atış yapabilme
- Dost düşman tanıma (IFF)
- Tehdit değerlendirme ve silah tahsis
- Çoklu hedef, çoklu radar füzyonu
- Gömülü simülasyon
- Cihaz içi test, etkin lojistik destek ve bakım



TEKNİK ÖZELLİKLER

Sistem önleme menzili:
25 km

Atışa hazır füze:
≥ 18 (Batarya seviyesi)
≥ 54 (Tabur seviyesi)

Savaş uçağı tespit ve takip menzili:
40-60 km

Takip edilebilen hedef sayısı:
> 60 hedef





HAKİM HAVA KOMUTA KONTROL SİSTEMİ

Mahmut ALMAS Lider Mühendis

Bahattin TAŞKIN Proje Uzman Mühendisi

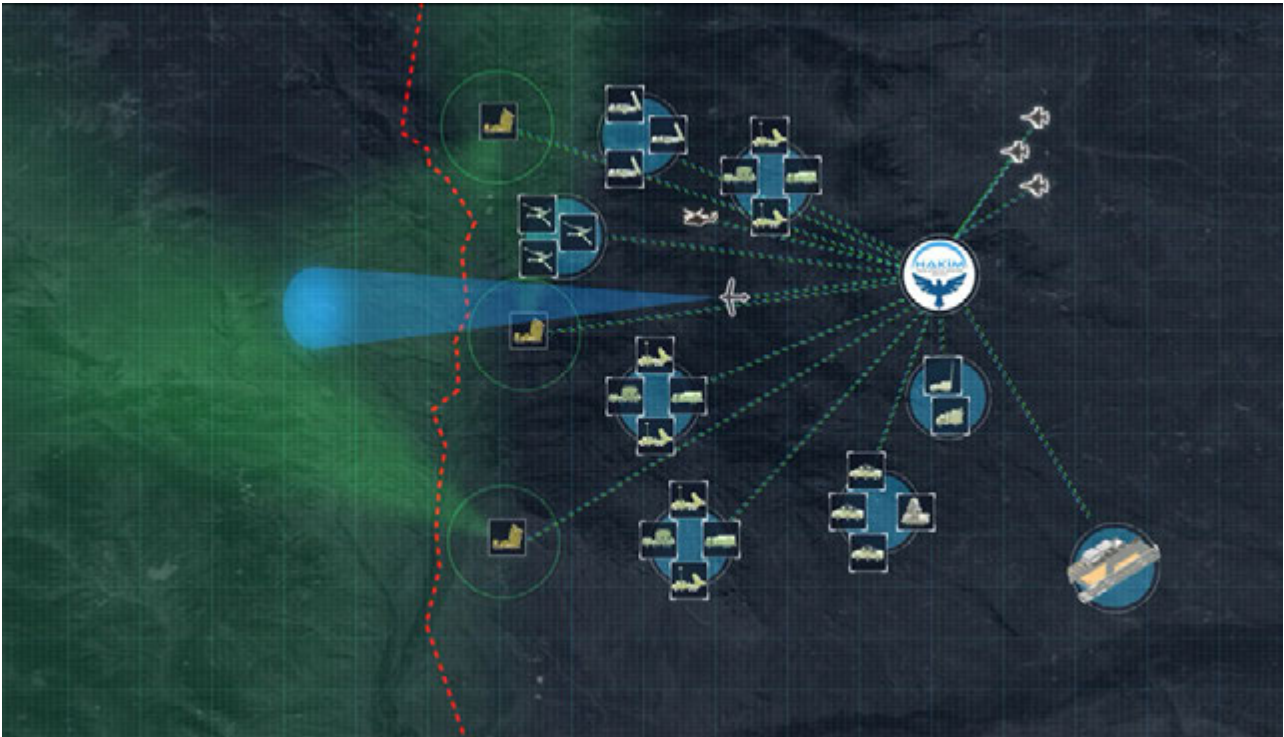
SST Komuta Kontrol Sistemleri Program Direktörlüğü

Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığı tarafından belirlenecek milli harekât ihtiyaçlarıyla uyumlu olarak geliştirilecek ve gelecekte envantere girmesi planlanan sensör, silah sistemi ve komuta kontrol unsurları ile sorunsuz olarak entegre edilebilmesini sağlayacak bir Hava Komuta Kontrol Sistemi geliştirmek amacıyla Milli Savunma Bakanlığının oluru alınarak 31.03.2020 tarihinde Hv.K.K.'lığı ile protokol imzalanmıştır.

Ayrıca farklı bir ülkenin Hava Kuvvetleri Komutanlığının hava komuta kontrol ihtiyacını karşılamak üzere 2014 yılından beri yürütülen pazarlama ve iş geliştirme faaliyetleri neticesinde 2020 yılında ülkemizin ilk hava komuta kontrol sistemi ihracatı olarak HAKİM Hava Komuta Kontrol Projesi Sözleşmesi imzalanmıştır.

Söz konusu sözleşme ve protokol kapsamında, yeni nesil teknoloji altyapısı üzerine tarihi 1909 yılına kadar uzanan Hv.K.K.'lığının yüzyılı geçen tarihi bilgi mirasından ilham alınarak geliştirilen HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi, ülkemizde yüzde yüz Türk mühendisliği ile geliştirilen ilk milli hava komuta kontrol sistemi olacak ve bu sayede Türkiye, kendi hava komuta kontrol sistemini geliştiren ve ihraç eden sayılı ülkeler arasına girecektir.

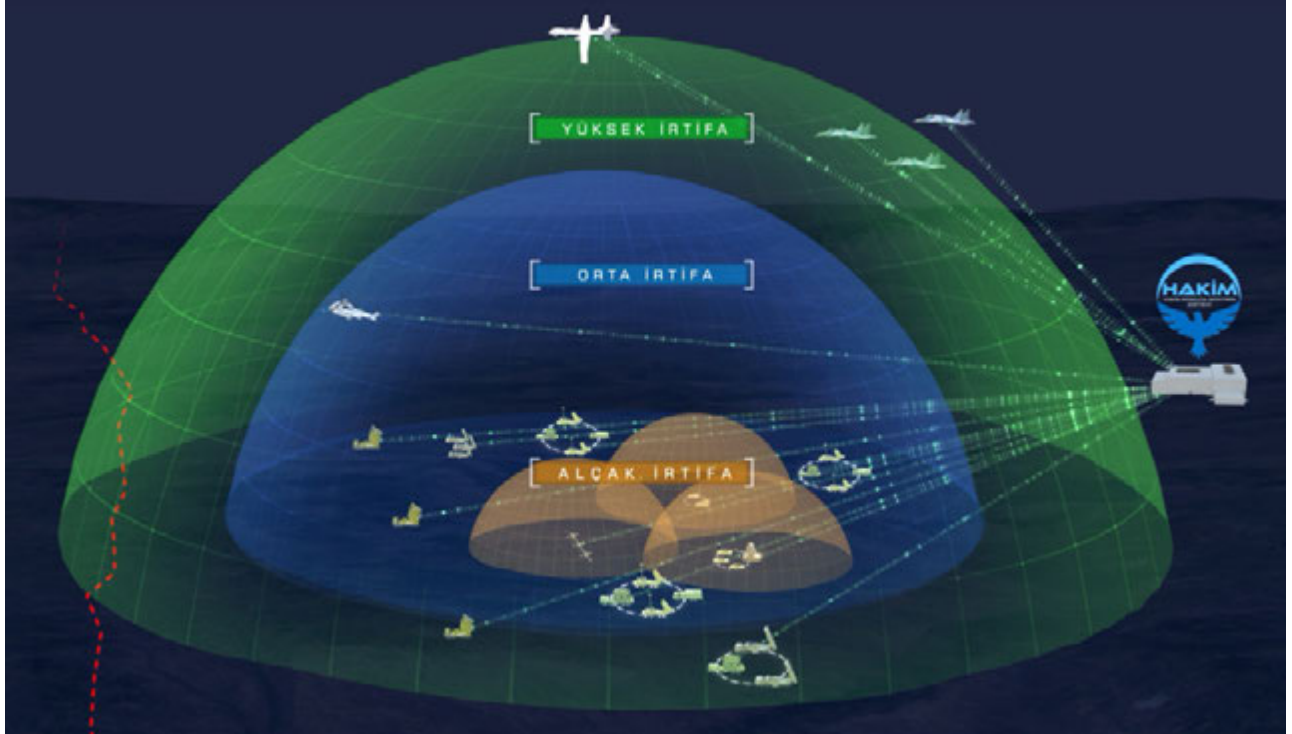
HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi, NATO bünyesinde yirmi yılı aşkın bir süredir geliştirme faaliyetleri devam eden ACCS Projesinin gerçek zamanlı kısmına denk gelen hali hazırda Hv.K.K.'lığının kullanımında olan MASE/MICE ve CSI sistemlerinin de görevlerini yapmak üzere, Sensör Veri Füzyonu [SFP - Sensor Fusion Post], Tanımlanmış Hava Resmi Oluşturma [RPC - Recognized Air Picture Production Center] ve Hava Görev ve Trafik Kontrol [ACC - Air Command Control] yeteneklerini sağlayacak NATO standartları ile uyumlu bir komuta kontrol sistemi olarak geliştirilmektedir.



Hava Kuvvetleri bünyesinde stratejik ve operasyonel seviyede hazırlanan görev ve harekât planlarına uygun olarak, HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi taktik ve operasyonel seviyede gerçek zamanlı cari durum komuta kontrol faaliyetlerinin icrasına imkân sağlayacak kabiliyette olacaktır. Bu doğrultuda:

- Türk Hava Kuvvetlerinin sahip olduğu erken ihbar radarlarını kontrol ve yönetimini icra edecek ve aldığı radar verisini füzyona tabi tutarak hatasız ve güvenilir yerel hava resmi (LAP - local area picture) oluşturacaktır.
- Hava izlerinin, ATO/ACO/uçuş planı/IDCBO ve istihbarat temelli otomatik veya manuel teşhislerinin yapılmasına imkân sağlayarak tanımlanmış hava resmi (RAP - recognized air picture) oluşturacaktır.
- Kara ve Deniz Kuvvetlerinden ilgili linkler üzerinden alınacak hava ve su üstü izleri korelasyona tabi tutarak müşterek ortam resmi (JEP - joint environment picture) oluşturacaktır.
- Yöntemsel hava sahası kontrol ve hava trafik kontrol faaliyetlerinin icrasına imkân sağlayacaktır. Tehdit Unsurlarına karşı en uygun zamanda en etkin önleme unsurunun belirlenmesine yönelik tehdit değerlendirme ve silah tahsis algoritmalarına sahip olacaktır.
- Hava-hava önleme yapılmasına yönelik olarak av uçaklarına hedef tahsisi, önleme geometrisinin oluşturulması ve av uçaklarının pozitif ve yöntemsel uçuş kontrolünün yapılmasına imkân sağlayacaktır.
- Kara-hava önleme yapılmasına yönelik olarak karaya konuşlu füze sistemlerine (SAM) hedef tahsisinin yapılması ve hedef tahsis sonuç bilgilerinin alınarak durum değerlendirilmesi yapılmasına imkân sağlayacaktır.
- HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi, Hava Kuvvetleri Bilgi Sistemi (HvBS) ve Operasyonel Haberleşme Sistemi (OPERA) gibi sistemleri ile tam entegre ve uyumlu bir şekilde çalışma yeteneğine sahip olacaktır. Ayrıca sahip olacağı Link-1/Link-11/Link-16 ve Jreap-C arayüzleri sayesinde NATO uyumlu komuta kontrol sistemleri ve silah sistemleri ile uyumlu bir şekilde çalışabilecektir.

Türkiye'nin lider sensör ve silah sistemleri üreticisi ASELSAN ürünü olan HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi, kendi sensör ve silah ekosistemi ile tam uyumlu olarak geliştirilmekte olup yakın dönemde Türk Hava Kuvvetlerinin envanterine girecek olan yeni nesil RadNet Sistemi, EİRS Radarı, HİSAR ve SİPER Hava Savunma Füze Sistemleri ile tam entegre çalışacaktır. Bununla birlikte, HAKİM yurt dışı versiyonu ile doğu bloku radar ve silah sistemleri ile tam entegre olarak çalışabilecek bir altyapıya sahip olacaktır.



HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi, hem NATO sensör ve silah sistemleri hem de doğu bloku radar ve silah sistemleri ile tam entegre olabilen bir komuta kontrol sistemi olması sebebiyle, Türkiye dünyada bu yeteneklere ve yüksek ihracat potansiyeline sahip olan birkaç ülkeden biri olacaktır. İhracat hususundaki yüksek potansiyeli sayesinde tam uyumlu olduğu silah ve sensör sistem ekosisteminin de ihracı hususunda önemli bir lokomotif olması beklenmektedir.

HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi entegrasyon kabiliyetlerinin yanı sıra web tabanlı mikroservis mimarisi, milli üretim ASELSAN ürünleri, üst düzey siber güvenli haberleşme altyapısı ve ölçeklenebilir bulut altyapısı sayesinde esnek ve mobil yönetim yeteneği ile yeni nesil muharebe bulut bilişim ağı kavramının ülkemizdeki öncüsü olarak askeri yeteneklerimizde yeni bir teknoloji devriminin daha önünü açacaktır.

HAKİM sistemi ile birlikte Türk Hv.K.K.'lığı NATO standardında milli bir Hava Komuta Kontrol Sistemine sahip olacak ve milli ürünlerle hareket yeteneği kazanmış olacaktır. Bu yeteneğe ek olarak, halihazırda imzalanmış HAKİM ihracat sözleşmesi ile söz konusu ülkenin Hava Kuvvetleri ile birlikte çalışabilme ve harekât icra etme kabiliyetine sahip olacaktır. Uzun vadede muhtemel diğer ülkelerin envanterine de HAKİM Sisteminin girmesi ile Hava Kuvvetlerimizin farklı ülkelerle birlikte milli link yetenekleri ile çalışabilme imkânı sağlanacaktır.

HAKİM Hava Komuta Kontrol Sistemi, ülkemiz hava hakimiyetinin güvencesi olarak ASELSAN milli ekosisteminin ülkemize sunduğu ürünler içerisinde yer alacaktır.





GRC-5220

Taktik Genişband Ethernet Radyo Ailesi

GRC-5220, taktik sahada emniyetli ve güvenilir haberleşme imkânı sağlayan, OFDMA tabanlı, yüksek kapasiteli bir ethernet radyodur. GRC-5220 radyosu ile, yüksek veri hızlarını elde edilebilmek ve iletişim kanalı değişimlerine karşı dayanıklılık için, 2x2 Çok Girdili Çok Çıktılı (MIMO) teknolojisi desteklenmektedir.

www.aselsan.com



aselsan

HİSAR A+ OTONOM HAVA SAVUNMA FÜZE SİSTEMİ

Ali Erdem ÖZCAN Kıdemli Lider Mühendis
SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü



“ZORLU GÖREVLERİN VAZGEÇİLMEZİ...”

Hedefi tespitten önlemeye kadar tüm işlevleri gerçekleştirebilen, hava savunma faaliyeti için gerekli tüm sensörler, komuta kontrol\atış kontrol ve önleyicileri bir bütün halinde kendi üzerinde barındıran, başka bir sisteme ihtiyaç duymadan görevini icra edebilen sistemler otonom olarak ifade edilmektedir.

HİSAR A+ Projesi kapsamında otonom sistem K.K.K.'lığının taktik ihtiyaçlarına yönelik olarak geliştirilmiş olup zırhlı ve mekanize birlikler ile kritik sabit tesislerin hava savunma görevini icra etmektedir.

ASELSAN'ın hava savunma alanında kazandığı sistem mühendisliği birikimi ve teknolojik altyapının hayata geçirildiği HİSAR A+ Otonom Sistemde radar, elektro-optik algılayıcılar, komuta kontrol, haberleşme, atış kontrol, füze arayıcı başlığı ve füze veri bağı alt sistem bazında ana yüklenici ASELSAN tarafından milli olarak geliştirilmiş, ayrıca tüm bileşenlerin bir arada entegre bir hava savunma sistemi çatısı da ASELSAN tarafından oluşturulmuştur. Kritik ana bileşen olan füze geliştirmesi ROKETSAN sorumluluğunda yürütülmüştür. TÜBİTAK SAGE yüksek etkinliğe sahip parçacıklı harp başlığı geliştirme faaliyetini üstlenmiştir. Projede başta FNSS, METEKSAN, SAVRONİK olmak üzere birçok yurt içi paydaşımız önemli görevler üstlenmiştir.



Otonom Sistemin taşıyıcı platformu paletli ve zırhlıdır. Bu sayede zırhlı ve mekanize birlikler ile eşit hareket kabiliyetine sahiptir ve intikal halindeki zırhlı birliklerin hava savunma ihtiyacını etkin şekilde karşılar. Aynı zamanda ihtiyaca göre ilave zaman ve kurulum gerektirmeden üs, liman, lojistik merkez gibi değerli sabit tesislerin de hava savunmasını yapabilmektedir. Günümüzde silahlı İHA (İnsansız Hava Aracı), seyir füzeleri ve taarruz helikopterleri giderek yaygınlaşmakta, bu durum hareketli birlikler ve kritik tesisler için en büyük tehdidi oluşturmaktadır. HİSAR A+ Otonom Sistemin savaş uçakları, helikopterler, seyir füzeleri, havadan karaya füzeler ve yüksek irtifada seyreden silahlı İHA'lara karşı yüksek vuruş ve öldürme etkinliği bulunmaktadır.

Değişen bölgesel jeopolitik koşullara uygun olarak zırhlı ve mekanize birlikler ile hareket eden hava savunma sistemlerinin hızlı reaksiyon gösterebilmesi ve yeniden mevzilenmesi kritik önemdedir. İçinde bulunduğumuz dönemde özellikle sınır ötesi ve deniz aşırı operasyonlarda, hareketli birliklerin nokta hava savunması için söz konusu yeteneklerin büyük önem taşıdığı görülmüştür. Bu kapsamda HİSAR A+ Otonom Sistem;

- Her türlü kara ortamında hareket kabiliyeti,
- Hızlı konuşlanma ve çok kısa reaksiyon süresi,
- Hızlı mevzi değiştirme,
- Çıkarma görevleri için öncü birliklerle hareket kabiliyeti,
- Günümüz muharebe ortamında yüksek etkinlik sağlayacak özel yetenekleri ile takım halinde çalışma kabiliyeti

ile ön plana çıkmaktadır.

Dünyada az sayıda ülkenin sahip olduğu ve stratejik öneme sahip hava savunma alanında, ülkemizde ilk kez sistemler sistemi olarak tarif edilebilecek bu boyutta, kompleks ve yüksek teknoloji barındıran Otonom Sistem için gereksinim analizi, sistem tasarımı ve alternatif çözümler detaylı olarak çalışılmış ve karar verilen çözüme yönelik alt sistem tasarımları yürütülmüştür. Cihaz testleri, alt sistem testleri ve sistem testleri ile başarılı olarak doğrulama ve üretim hattı kalifikasyonu tamamlanmıştır. Sistem geliştirme süreci kapsamında beş binden fazla atışsız test, onlarca atışlı test gerçekleştirilmiş; savaş uçağı, helikopter ve seyir füzeleri de dahil olmak üzere gerçek hedefler kullanılarak birçok uçuşlu test yapılmış ve sistem kabiliyeti sürekli artırılarak ilerlenmiştir.

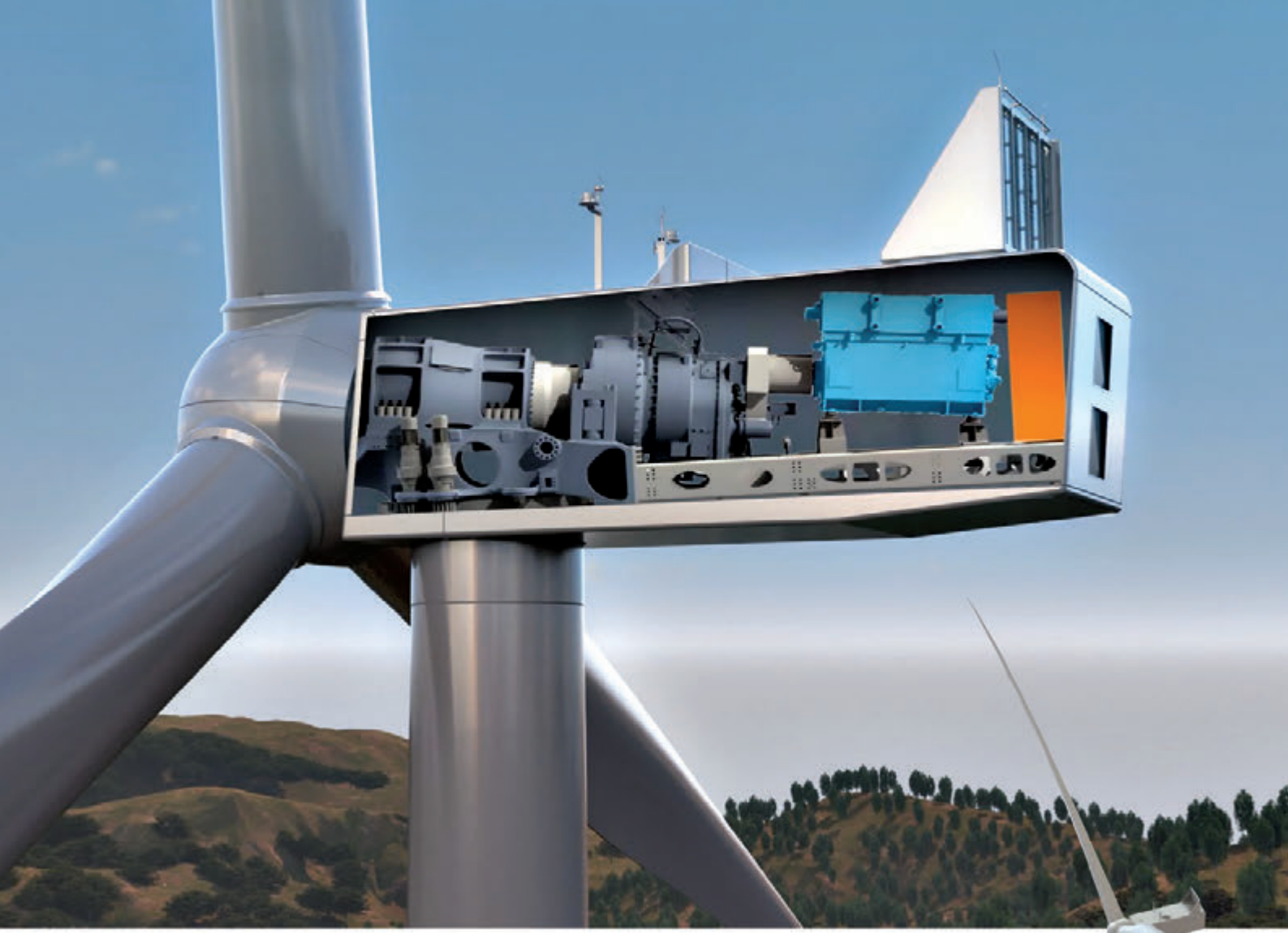
Atış kontrol ve komuta kontrol alanında uzun yıllardır ASELSAN'ın yürüttüğü çalışmalar ve sahadan elde edilen sonuçlar neticesinde sistem etkinliğini ciddi derecede artıran ve günümüz muharebe koşullarında avantaj sağlayacak pek çok özgün ve yüksek teknoloji algoritma, proje kapsamında geliştirilmiştir.

Otonom HİSAR A+ kabul atışlı testleri, Savunma Sanayii Başkanlığı ve Türk Silahlı Kuvvetleri temsilcilerinin katılımıyla Aksaray Atış Alanında Mayıs 2021'de başarıyla tamamlanmıştır. Tamamen yerli ve milli imkânlarla geliştirilen, hava savunma alanında önemli kazanımlar sağlayan otonom sistemde irtifa ve menzildeki artırımlar ile orta irtifa ve uzak menzilde taarruz eden yüksek hızlı hedefin doğrudan vuruşla imhasıyla sistem performansı kanıtlanmıştır. HİSAR A+ Otonom Sistemin ilk parti teslimatları Temmuz 2021'de gerçekleştirilmiştir. Ayrıca otonom sistemin üretim hattı kalifikasyonu tamamlanmış ve seri üretime hazır hale getirilmiştir.

HİSAR A+ OTONOM SİSTEM TEKNİK ÖZELLİKLERİ

- Üç boyutlu arama radarı
- Dost düşman tanıma sistemi
- Çoklu angajman ve ardışık ateşleme yeteneği
- Dört adet atışa hazır füze
- Veri bağı ile ara seyir safhası güdüm kontrolü
- Dikey füze atış kabiliyeti ile 360 derece koruma
- Otonom görev icrası (hedef tespit, teşhis, takip ve füze atışı)
- Üçlü takım halinde görev yapabilme
- Balistik koruma





RÜZGAR TÜRBİNİ

4.3 MW Rüzgar Türbini

Platform seviyesinde teknoloji transferi ve öz kaynaklı Ar-Ge çalışmaları ile 4.3 MW rüzgar türbini üretim faaliyetlerine başlanmıştır. Ana bileşenler, yerli ekosistem kullanılarak üretilecek olup, Ar-Ge projeleri kapsamında geliştirilen MW üstü generator, güç dönüştürücü ve türbin kontrol sistemi ile Türkiye'de kullanılan türbinlerdeki yerli aksam kapsamı da genişletilecektir.

www.aselsan.com



aselsan

K.K.K.LIĞI VE HV.K.K.LIĞI İÇİN SERİ ÜRETİMİ DEVAM EDEN KRİTİK SİSTEMLER - 35 MM MODERNİZE ÇEKİLİ TOP VE ATEŞ İDARE CİHAZI İLE KAZANILAN YETENEKLER

İlker ÖZDEMİR Kıdemli Uzman Mühendis

Ozan İÇDE Uzman Mühendis II

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Kamuoyunda da son zamanlarda sıkça gündeme gelmekte olan hava savunma sistemleri, muhabere alanlarında kritik öneme sahip ve oyun değiştirici nitelikte savunma unsurlarıdır. Hava savunma sistemleri, farklı tehdit unsurları tarafından farklı senaryolarda yaratılabilecek her türlü tehdide karşı savunma yapabilmek için bir komuta kontrol şemsiyesi altında katmanlı bir yapıda görev yapmaktadır. Tasarım aşamalarından seri üretime varan bir başarı serüveninin anlatıldığı bu yazıya konu olan Ateş İdare Cihazı (AİC) ve 35 mm Modernize Çekili Top (MÇT) sistemleri, bu yapının en alt katmanında yer alan kritik alçak irtifa hava savunma sistemleridir.

Hava savunma sistem mimarileri içerisinde son teknoloji mühendislik çözümlerini içeren birçok alt sistem bulunmaktadır. Gerek her bir alt sistemin milli imkânlar ile geliştirilmesi gerek alt sistemlerin birbirleri ile etkileşim halinde görevlerini yerine getirmelerinin sağlanması için bu alanda teknolojik derinliğe sahip olmak gereklidir. ASELSAN, haberleşme sistemleri ile başladığı ulusal savunma sanayii seferberliğinde milli hava savunma sistemlerinin geliştirmesini de hedeflemiş; bugün hava savunma sistemleri alanında otuz yılı aşkın tecrübeye ve pek çok ürün ve sisteme sahip hale gelmiştir.

Bu süreçte önemli dönüm noktalarından birisi de 2000'li yılların başlarında TSK envanterinde yer alan 35 mm çekili hava savunma sistemlerinin modernize edilmesi ihtiyacının gündeme gelmesi oldu. Bu amaçla mevcut sistemlerin üretici firması ile uzun görüşmeler yürütüldü; ancak modernizasyonun ortak üretim ve teknoloji transferi ile yapılması konusunda üretici firma ile fikir birliğine varılamadı. Üretici firma, kritik bileşenlerin üretimlerinin Türkiye'de yapılmasına ve Türkiye'ye kritik teknolojilerin transfer edilmesine yanaşmıyor ve katma değeri düşük iş paketleri öneriyordu. Firmanın bu dayatmalarının arkasında Türkiye'nin söz konusu modernizasyonu yapmak konusunda kendilerine mecbur olduğu inancı yer alıyordu. Modernizasyon kapsamında ihtiyaç duyulan; akıllı mühimmat, radar, elektro-optik, atış kontrol, komuta kontrol ve yazılım gibi birçok kritik teknolojiyi Türkiye savunma sanayisinin Türk mühendisleri ile ortaya koymasına imkânsız gözü ile bakılıyordu.

Bu bakış açısı ile üretici firmanın Türkiye'nin taleplerine yanaşmaması üzerine kritik karar alındı. Modernizasyon projesi ASELSAN ana yükleniciliğinde Türk mühendisliği ile yapılacaktı. Birçok kritik teknolojinin geliştirilip, sistemler sistemi olarak tanımlanan bu kritik sistemlerin üretimlerinin yapılmasını içeren sözleşmeye 2010 yılının Mart ayında imzalar atıldı.



Sözleşme kapsamında TSK envanterinde mevcut olan 35 mm çekili hava savunma topları modernize edilecek; topların atış ve komuta kontrolünü gerçekleştiren yeni bir AİC sistemi geliştirilecekti. Bu sistem tasarımlarının yanı sıra 50.000 g şok ve 75.000 rpm dönü altında çalışabilen, atış şoku ile kendi elektrik enerjisini üretebilen ve namlu ağzından 1000 m/s hızla çıkarken temassız şekilde programlanabilen 35 mm akıllı parçacıklı mühimmat geliştirilmesi de zorlu bir meydan okumaydı.

Mevcut sistemler kullanmakta oldukları klasik mühimmat ve eski teknolojiler nedeniyle yalnızca savaş uçakları ve helikopterlere karşı etkinlik sağlayabilecek seviyede idiler. Bu etkinliği de ancak tehditlerin etkili menzillerine girmeleri halinde sağlayabiliyorlardı. Ancak günümüz muhabere sahasında, uçak ve helikopterler mevcut hava savunma sistemlerinin etkili menzillerine girmeden, havadan karaya füzeler ya da seyir füzeleri gibi daha zorlayıcı daha küçük ve hızlı tehditleri ateşleyebilir yetkinliğe sahipler. Benzer şekilde çok küçük boyutlarda insansız hava araçları ile de hava taarruzlarının gerçekleştirildiği birçok muhabere sahasında gözlemlenmiş bir gerçek.

Mevcut 35 mm çekili topların bahsi geçen zorlu yeni nesil tehditlere karşı etkili olması için hem modernizasyon projesinin hem de akıllı parçacıklı mühimmatın başarıyla geliştirilmesi hayati öneme sahipti. ASELSAN ve tüm paydaşları bu hayati önemin bilincinde, yapılamaz deneni yapmak motivasyonu ile yerli ve milli kritik bir sistemin geliştirilmesine imza atmak amacıyla bu zorlu serüvene çıktılar.

Zorlu ve yoğun geçen tasarım döneminde yapılan mühendislik çalışmaları neticesinde ortaya çıkan ilk prototip denemeleri için birçok atışlı test yapılması gerekiyordu. Bu amaçla proje ekibinin yeni ikametgahı Konya Karapınar'da bulunan MSB Atış, Test Değerlendirme Grup Komutanlığı (A.T.D.G.K.'lığı) atış alanı olmuştu. Atışlı testler yalnızca mesai saatlerinde olsa da sistemler üzerindeki çalışmalar gecenin geç saatlerine kadar sürüyor hatta zaman zaman atış alanında güneşin doğuşu bile karşılanıyordu.

Bu yoğun, zorlu ve yıpratıcı süreçte, proje ekibi mesai arkadaşından ziyade mühendislik savaşında çarpışan bir cephe arkadaşı olarak çalışıyordu. Bu süreçte birçok başarısız, olumsuz ve umut kırıcı sonuçların alındığı mühendislik testleri ve denemeleri de



yaşandı. Ancak ekip başarıya ulaşacakları inancını kaybetmeden yorulmak bilmeden yeni çözümler bulmak için çalışmaya devam ediyordu. [Bu süreçte yaşanan acı, tatlı, stresli, gergin ve neşeli birçok anının yeri tüm ekip üyelerinde paha biçilemez bir kıymete sahiptir.]

Uzun süren yoğun çalışmalar neticesinde başarılı test sonuçlarına ulaşılan ilk prototipler ile SSB, TSK ve MSB temsilcilerinin de katıldığı heyet ile birlikte gerçek taarruz senaryosunun test edileceği zamana yaklaşılmıştı. Daha önce sistemleri oluşturan alt sistemlerin ya da mühimmat atışlarının testleri heyetle birlikte icra edilmiş olsa da ilk defa tüm sistemin gerçek bir taarruz senaryosunun altında testinin yapılması planlanıyordu.

Bahsi geçen test senaryosunun nasıl yapılacağı hususunda gerçekleştirilen çok sayıda istişareler neticesinde, test senaryosunun hem küçük boyutlarda hem de çok yüksek hıza sahip bir hedef ile havadan karaya füze saldırısını canlandıran nitelikte olmasına karar verildi. Bu amaçla yapılan araştırmalar sonucunda AIRBUS firmasının DT45 isimli jet motorlu yüksek hızlı hedef uçağının kullanılmasına karar verildi.

Zorlu test senaryosu kapsamında; düşman hava kuvvetlerinin, hava savunma menziline girmeden savaş uçaklarından ateşlediği seyir füzelerinin/ havadan karaya atılan füzelerin canlandırılması planlandı. Bu doğrultuda; kullanılabilecek emsal füzelerden daha küçük boyutta olan ve 200 m/s hıza ulaşabilen DT45 hedef uçağı, AİC ve MÇT sistemlerinin konuşlandığı bölgeye bir füzeymişçesine taarruza geçecek ve AİC-MÇT sistemlerinin ATOM mühimmatı ile DT45 hedef uçağını havada vurarak imha etmesi gerekecekti.

Bahsi geçen test senaryosu 1 Aralık 2015 tarihinde geniş katılımlı bir heyet ile birlikte Konya Karapınar'da bulunan MSB Atış, Test Değerlendirme Grup Komutanlığı [A.T.D.G.K.'lığı] atış alanında başarıyla icra edildi. Hedef uçağın vurulduğu an, heyet ve proje ekibi tarifi mümkün olmayan bir sevinç ve gurur yaşıyordu. Hedef uçağın başarılı şekilde vurulması ile sadece zorlu bir testte başarılı bir sonuca ulaşılmamış, "yapamazsınız, başaramazsınız" denilen meydan okuma Türk mühendisleri ile başarılmıştı. Heyet ve ekip üyelerinin gözlerinde görülen sevinç gurur ve gözyaşı bu büyük başarının temsiliydi.



Başarılı testlerin ardından ilk prototiplerin üretimleri tamamlanarak, 2016 yılının Ağustos ayında AİC, MÇT Sistemleri ve ATOM mühimmatı TSK envanterine kazandırıldı. Şimdi ise zamanında kendilerine mahkum olduğumuzu düşünen ve onlar olmadan modernizasyonu ve mühimmatı geliştiremeyeceğimize inanan yabancı üretici temsilcilerinin önüne gururla çıkılacaktı.

2017 yılında İstanbul'da gerçekleştirilen Uluslararası Savunma Sanayi Fuarına (IDEF) ASELSAN olarak AİC-MÇT sistemleri, ATOM mühimmatı, atış yapılan şahit plaka ve 1 Aralık 2015 test videosu ile geniş kapsamlı katılım sağlandı. Söz konusu yabancı üreticinin temsilcilerinin de katıldığı bu fuarda gövde gösterisi yapma sırası Türk mühendisliği ve savunma sanayininindi.

Bu başarı serüvenin neticesinde ortaya çıkan AİC-MÇT sistemleri ve ATOM mühimmatının seri üretiminin gerçekleştirilerek, TSK envanterindeki tüm 35 mm çekili hava savunma takımlarının modernize edilmesi amacıyla 2017 yılı Aralık ayında seri üretim sözleşmesi imzalandı. Mevcut durumda AİC-MÇT sistemleri ve ATOM mühimmatı teslimatları yoğun şekilde sürüyor.

2020 yılına gelindiğinde ise HİSAR A+ Füze Fırlatma Sistemi AİC-MÇT sistemlerine entegre edilerek, füze ile önleme kabiliyeti kazandırıldı ve katmanlı hava savunma yapısı kuruldu. 11 Aralık 2020 tarihinde gerçekleştirilen harp başlıklı kabul atışlı testinde sistemin maksimum menzil ve irtifada etkinliği yüksek hızlı hedef uçağın başarılı bir şekilde imhasıyla gösterildi. Dünyada az sayıda ülkenin sahip olduğu ve stratejik öneme sahip hava savunma alanında, bir kez daha Türk mühendisliği bu başarıyla haklı gururu yaşadı. İlk parti füze fırlatma sistemleri (FFS) 2021 yılı başında envantere girdi. FFS-AİC-MÇT Sistemleri ülkemizin hava savunmasında kritik görevler üstlenmekte.

Türk mühendisliğine ve Türk savunma sanayiine duyulan güven ile çıkan bu zorlu serüven neticesinde TSK envanterine emsallerine göre daha üstün teknik kabiliyetlere sahip, yerli ve milli sistemler daha düşük maliyetlerle kazandırıldı. Bu sistemlerin kazanılmasının yanı sıra gelecekte ihtiyaç duyulacak yeni savunma sistemlerinin geliştirilmesi için kritik mühendislik ve teknoloji birikimi kazanıldı. Kazanılan bu tecrübeler, yapılamaz deneni yapma yolunda çıkılacak yeni serüvenler için sahip olunan güven ve cesareti de artırdı.

Türk mühendisliğine inanan ve bu zorlu serüvende emeği geçen tüm paydaşlara saygı ve minnetle...

HAREKETLİ BİRLİKLERİN VE KRİTİK TESİSLERİN NOKTA HAVA SAVUNMASINDA ETKİLİ ÇÖZÜM-KORKUT

Elif SAĞLAM AKSOY Uzman I

Umut TÜRELİ Kıdemli Uzman Mühendis

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri

Program Direktörlüğü



Günümüzde helikopterler, savaş uçakları ve insansız hava araçları gibi platformların attıkları füzeler ve güdümlü mühimmatlar ile dünyada her geçen gün yaygınlaşan kamikaze İHA'lar hareketli birlikler ve kritik tesisler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Hareketli birliklerin ve kritik tesislerin korunmasında nokta savunma önemli bir yere sahiptir. Nokta savunması, tek bir unsurun veya gemi, bina veya havaalanı gibi belirli bir alana sahip tesislerin, hava saldırısı ve güdümlü füzelere karşı savunma tekniğidir. Nokta savunma silahları sadece belirli bir alanı savunacakları için genellikle kısa menzilli ancak yüksek etkinlik düzeyine sahip sistemlerdir.

ASELSAN, hava savunma alanında komuta kontrol, silah sistemleri, radar ve elektro-optik (E/O) alt bileşenlerinde sahip olduğu köklü geçmişi, tecrübesi ve ileri teknoloji ürünleriyle ülkemize yönelik hava tehditlerine karşı çözümler sunmaktadır.

Gelişen teknoloji ışığında ileri teknolojiye sahip silah, sensör, komuta kontrol ve atış kontrol alt sistemleri ile hedefin tespit, teşhis, takip ve imhası başarıyla gerçekleştirilmektedir. Alçak irtifa hava savunmasını etkin ve güvenilir şekilde sağlaması sayesinde hareketli birliklerin ve kritik tesislerin nokta savunmasında etkili olmaktadır.

Yakın geçmişte Türk Silahlı Kuvvetlerinin envanterine girmiş olan hareketli unsurlar ile mekanize birliklerin hava savunmasının etkin şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir hava savunma sistemi olan KORKUT, üç adet silah sistemi aracından (SSA) ve bir adet komuta kontrol aracından (KKA) oluşmaktadır.

SİLAH SİSTEMİ ARACI (SSA)

- Hareket halinde atış yeteneğine sahip stabilize silah kulesi,
- Atış kontrol radarı ve E/O algılayıcı barındıran entegre takip platformu ile hassas hedef takibi,
- İki farklı tipte mühimmatın aynı anda yüklenmesine ve tercih edilen mühimmatın istenen anda seçilerek atılmasına olanak tanıyan otomatik şeritsiz mühimmat besleme mekanizması (OŞMBM),
- Üst seviye komuta kontrolü koordinasyonunda operasyon, gelişmiş atış kontrol algoritmaları ve 35 mm parçacıklı mühimmatı atma kabiliyetine sahiptir.

KOMUTA KONTROL ARACI (KKA)

- Zırhlı mekanize birlikler ile müşterek görev icrası,
- SSA'nın komuta kontrolünü üstlenme yeteneği,
- Arama radarı ile hedef tespit ve takibi,
- Yerel hava resmini oluşturarak tehdit değerlendirme
- Silah tahsis işlemlerini gerçekleştirme,
- Üst seviye komuta kontrol unsurları ile koordinasyon halinde işletim,
- Entegre IFF sistemi,
- Farklı ihtiyaçlara göre uyarlanabilir komuta kontrol fonksiyon ve arayüzlerine sahiptir.

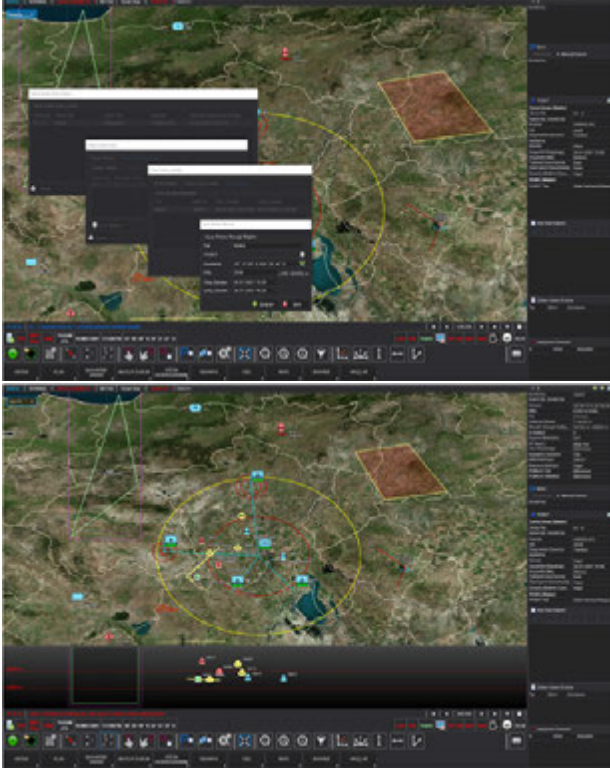
Parçacıklı mühimmat; 35 mm hava savunma toplarının görevlerini havadan karaya füzeler, seyir füzeleri ve insansız hava araçları gibi güncel hava hedeflerine karşı etkin olarak icra edebilmelerine imkân sağlamaktadır.



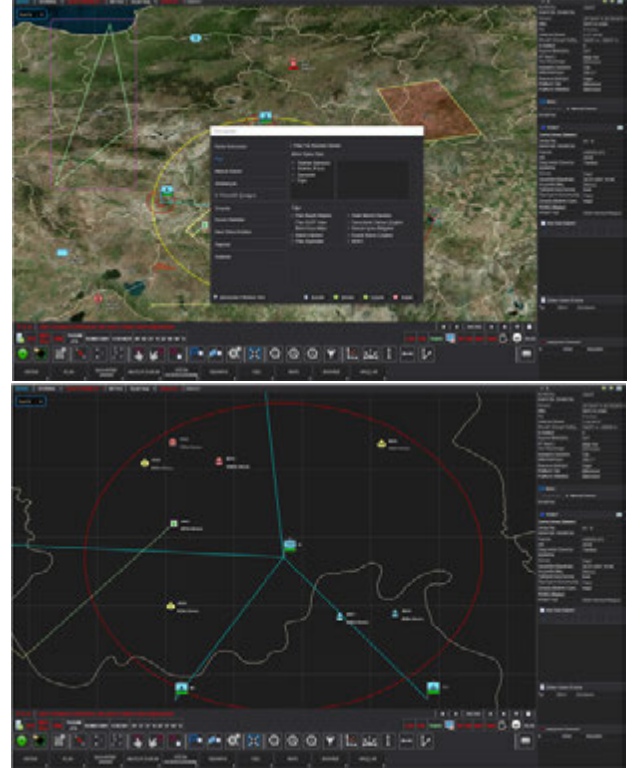
KORKUT, parçacıklı mühimmat ile birlikte bu alanda etkin olmanın yanı sıra zırhlı mekanize birlikler ile müşterek hareket kabiliyeti, yüksek performanslı insansız silah kulesi, otomatik mühimmat besleme ve seçme kabiliyeti gibi özellikleriyle namlulu hava savunma sistemleri arasında yenilikçi yönlerle sahiptir.

Bugüne kadar K.K.K.'lığına teslim edilmiş olan sistemler sahada üstün başarılar göstererek kullanıcı tarafından tam not almış olup, KORKUT'a duyulan güven pekişmiştir.

KORKUT gelişmiş yetenekleri sayesinde hareketli birliklerin ve kritik tesislerin savunmasında önemli yere sahiptir. Hava tehdidi gelecekte de nitelik ve nicelikleri değişerek en önemli tehdit unsurlarından olmaya devam edecektir. KORKUT, gelişen hava tehditlerine karşı nokta hava savunmada günümüzde olduğu gibi gelecekte de ülke güvenliğinin sağlanmasında büyük rol oynayacaktır.



Farklı dönemlerde yapılan tatbikatlar ve saha kullanımlarından alınan verilere göre, HERİKKS HSHM birimleri arasında günlük olarak ortalama 1 milyon mesaj paylaşılmaktadır. Bu mesajların büyük çoğunluğu sistem tarafından otomatik olarak paylaşılan gerçek zamanlı bilgilerdir. Sistem, gerek tatbikat gerekse gerçek ortam kullanımlarında görevini başarı ile icra ederek kendisini ispat etmektedir.



Günümüze geldiğimizde ASELSAN yirmi yılı aşkın süreli bir tecrübeye dayanan HERİKKS Projesinin altıncı versiyonu için çalışmaktadır. Hava Savunma Erken İkaz ve Komuta Kontrol Sistemi (HERİKKS-VI) Komuta Kontrol Teçhizatı ve Bilgi Donanımı Sözleşmesi, Kara Kuvvetleri Komutanlığının hava savunma faaliyetlerini gerçekleştirmek, ordu seviyesinden tim komutanı seviyesine kadar hava savunma birlikleri için komuta kontrol görevini etkin ve hızlı bir şekilde yerine getirmek amacıyla Milli Savunma Bakanlığı ile ASELSAN arasında 21 Aralık 2016 tarihinde imzalanmıştır.



İlk iki teslimatı başarı ile tamamlanan HERİKKS-VI projesinin üçüncü ve son teslimatı Aralık 2021'de tamamlanmıştır. Sistemlerin K.K.K.'lığındaki kullanıcı birliklere teslimatı Şubat 2022'de yapılmış olup, sistemler kullanıma alınmıştır. Sistemlerin teslimatı sonrasında envantere daha önce teslim edilen HERİKKS-I, II, V unsurlarına modifikasyon ile HERİKKS-VI seviyesine getirilmesine başlanmıştır.

HERİKKS-VI teslimatı ile birlikte yeni hava savunma sistemlerinin (HİSAR-A, HİSAR-O, KORKUT, AİC, BKKM, KALKAN, Portatif Füze) HERİKKS sistemine entegrasyonu sağlanmakta, ayrıca TSK ve NATO bünyesinde bulunan diğer komuta kontrol sistemleri ile bilgi alışverişi yeteneği kazanılmaktadır. Bu sayede Kara Kuvvetleri Komutanlığının hava savunma etkinliği önemli derecede artırılmaktadır.



ASELSAN mühendisleri tarafından geliştirilen ve kodlanan HERİKKS yazılımı, entegre edilmiş komuta kontrol üniteleri, hava savunma silahları, hava savunma radarları, haberleşme birimleri ve hava savunma sistem yazılımlarını içermektedir. Sistem, farklı türdeki radar ve silah sistemlerinin entegrasyonuna uygun açık mimariye sahiptir. Ek olarak, dağıtık mimariye çalışabilen modüler donanım ve yazılım altyapısına sahip olması sistemin bir diğer önemli özelliğidir.



SİSTEMİN GENEL ÖZELLİKLERİ

- Çeşitli dağıtılmış sensörlerden [Sensor Fusion] hedef iz bilgilerini birleştirerek gerçek zamanlı ortak hava resmi üretilmesi
- Hava resminin diğer komuta merkezlerine ve silah sistemlerine dağıtılması
- Hava sahasının dijital haritalar kullanılarak gerçek zamanlı izlenmesi
- Hava sahasının etkin kontrolü
- Dijital haritalar üzerinde analiz yapma yeteneği
- Radarlarda IFF (Identification Friend or Foe) Sistemlerini kullanarak hedef tanımlanması
- Sistem birimlerinin konumu, çalışma durumu ve ekipman bilgilerinin gözlemlenmesi ve paylaşılması
- Tehdit değerlendirme ve silah tahsis algoritması ile en uygun hedef-silah tahsislerinin yapılması
- Manuel, yarı otomatik veya tam otomatik optimum hedef ataması
- Sistem operatörlerinin eğitimi için benzetim senaryolarının hazırlanması
- Kaydetme ve tekrar oynatma yeteneği
- Hava sahasının kontrolü için hava sahası kontrol emirleri ve savaş alanı geometrilerinin tanımlanması ve dağıtılması
- Askeri standartlara uygunluk
- Durumsal farkındalığın sağlanması
- Dost/düşman birliklerin bilgileri
- Muharebe sahasına ait bilgiler
- Yöntemsel kontrol tedbirlerinin işletilmesi
- Taktik data link [Link-16, JREAP-C, Link-11B, Link-1] yetenekleri
- Esnek yapılanma
- Elektronik harbe dayanıklılık
- Hızlı TASMUS haberleşme altyapısına dâhil olabilmek
- Gömülü simülasyon yeteneği
- Hareketli çalışma yeteneği
- Modern sensör, silah sistemleri ve teknolojik yükseltmelerle uyumlu açık sistem mimarisi

35 MM PARÇACIKLI MÜHİMMAT

Serhat BAŞKAYA Lider Mühendis
SST Kara ve Silah Sistemleri Program Direktörlüğü

Teknolojik gelişmelere paralel olarak, sayıları hızla artan ve erişimi kolaylaşan seyir füzesi, havadan karaya füzeler, insansız hava araçları vb. hava tehditlerine karşı konvansiyonel namlulu silah sistemlerinin etkinlik düzeyinin artırılması gerekmektedir. Yeni nesil akıllı mühimmat sistemleri bu ihtiyaca yanıt verebilmek için ortaya çıkmıştır. Akıllı mühimmat kullanımıyla birlikte namlulu silah sistemleri yalnızca sabit kanatlı, döner kanatlı klasik hava hedeflerine karşı değil, bu platformlardan atılan görece küçük ve hızlı hava hedeflerine, seyir füzelerine, insansız hava araçlarına karşı da etkin biçimde kullanılabilir. Mühimmat

Akıllı mühimmat kavramı, içerisinde elektronik alt bileşenlerin yoğun olarak kullanıldığı; atıcı platformla arasında veri iletişimine ihtiyaç duyan; programlanma, hedefe yönlenme, güdüm gibi özellikleriyle azami vuruş etkinliği sağlayan mühimmat sistemlerini içermektedir. Hava savunma konseptine dahil olan akıllı mühimmat örnekleri arasında ASELSAN ana yükleniciliğinde geliştirilen ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat önemli bir yere sahiptir.

ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat, 2010 yılında ASELSAN ve SSB arasında imzalanan sözleşme kapsamında ASELSAN ana yükleniciliği ve MKE A.Ş. alt yükleniciliği ile geliştirilmiş yeni nesil dönü stabilize, zaman programlı, dip tapalı bir akıllı mühimmattır. Mühimmatın pilot üretimleri söz konusu sözleşme kapsamında yapılmış ve mühimmat 2016 yılı içerisinde kullanıcı envanterine girmiştir.

ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat, KORKUT ve 35 mm Modernize Çekili Topu içeren ASELSAN 35 mm silah sistemleri ile etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Gerekli modernizasyon ve/veya modifikasyonların yapılmasının ardından, diğer 35 mm hava savunma silah sistemlerine de 35 mm ATOM Parçacıklı Mühimmat atma kabiliyeti kazandırılabilir. Seri üretim faaliyetleri devam eden 35 mm Parçacıklı Mühimmat, yüksek miktarda üretilmiş ve kullanıcı makamlara teslim edilmiştir.

ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat hassas zaman sayma ve ölçülen mühimmat çıkış hızına göre düzeltmeli zaman programlama yetenekleri sayesinde yüksek vuruş hassasiyetini yakalayabilmektedir.



Mühimmatın genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hassas namlu çıkış hızı düzeltmesi
- Geliştirilmiş parçacık saçılımı
- Yüksek penetrasyon etkinliği
- 4 km etkili menzil
- Yüksek güvenilirlik değerine sahip güvenlik ve kurma mekanizması
- Hassas zaman programlama
- Elektromanyetik karıştırmaya karşı dayanım
- 20 yıl raf ömrü

TEKNİK ÖZELLİKLER

Tam atım mühimmatın ağırlığı:
1.750 gr

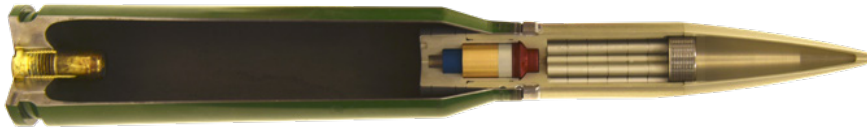
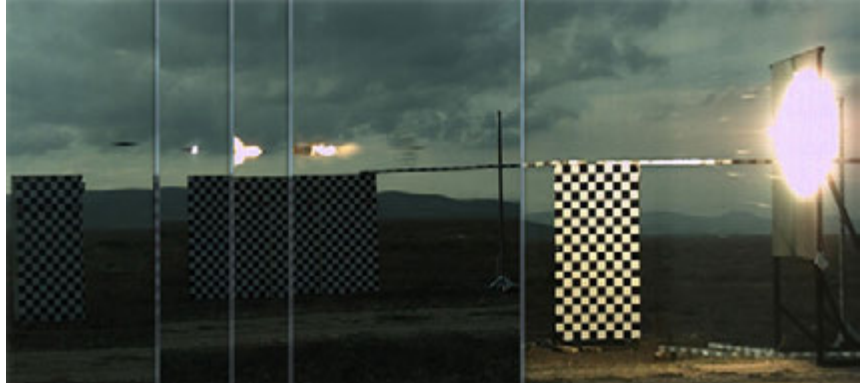
Tam atım mühimmatın uzunluğu:
387 mm

Tapa:
**Zaman programlı intihar modlu
Dip tapa**

Namlu çıkış hızı:
1.020 m/sn

Etkili menzil:
4.000 m

Kullanılabileceği silah:
35x228 mm 90 Kal. Şeritsiz Silah



Hava tehdit unsurunun yüksek kinetik enerjiye ve penetrasyon yeteneğine sahip parçacıklardan oluşan bir bulut içerisinde bırakılmasına dayalı söz konusu mühimmat konsepti; klasik mühimmat tipleri ile etkinlik sağlanamayan birçok hava tehdidine karşı maliyet etkin hava savunma çözümü sağlamaktadır. Hassas zaman sayma yeteneğine sahip, yüksek şok (~50.000 g) ve dönü (~75.000 rpm) ortamında görev yapan elektronik bileşenler sayesinde mühimmat; silah üzerinde bulunan donanımlarla hesaplanan ve mühimmata elektromanyetik olarak namluyu terk ederken iletilen paralanma zamanı bilgisini saymakta ve istenen noktada paralanabilmektedir. Ölçülen güncel namlu çıkış hızına göre paralanma zamanı düzeltilerek mühimmata namlu çıkışı esnasında yüklendiği için, mühimmat paralanma mesafesi namlu çıkış hızı değişimlerinden etkilenmemektedir. Böylece atılan her mühimmatın hedef önünde daha doğru ve tutarlı bir noktada paralanması sağlanmış olmaktadır. Paralanan mühimmat içerisinde bulunan tungsten alaşımlı delici parçacıklar konik saçılım ile hedefe isabet etmekte ve hedefin havada imhasını gerçekleştirmektedir. Bu özellik ile ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat, namlulu silahlarla vurulması mümkün olmayan küçük ve hızlı hava hedeflerine karşı etkinlik gösterilmesini sağlamaktadır. Ayrıca uçak, helikopter vb. konvansiyonel hava hedeflerine karşı görece daha uzak mesafede daha az sayıda mühimmat ile etkinlik sağlanabilmektedir. Büyük boyutlu, zırh korumasına sahip olmayan hedeflere karşı ise hedefin hemen önünde çok sayıda parçacığın saçılması sayesinde isabet ve hasar etkisi çok yüksek olmaktadır.

Hava savunma alanında kullanılan ve namlulu sistemlerden atılan ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat, güncel tehditlere karşı etkinlik gösterebilmesinin yanında tamamen yurt içi imkânlarla geliştirilen ilk elektromekanik tapaya sahip olması açısından da kritik bir öneme sahiptir. Mühimmat içerisinde bulunan güvenlik ve kurma mekanizması ile mühimmatın atış koşulları oluşmadan kurulması önlenmekte, atış öncesi güvenliği garanti edilmektedir. Diğer güvenlik önlemlerinden birisi de mühimmatın elektronik alt bileşenlerinin ihtiyaç duyacağı güç üretimini atış şoku ile sağlayan ve elektromanyetik olarak üreten güç üreticidir. Söz konusu güç üretici yüksek şok altında elektromanyetik olarak güç üretecek şekilde tasarlanmış olup, herhangi bir kimyasal içermemesi ile de uzun raf ömrü gereksinimini sağlayabilmektedir.

Hassas vuruş ihtiyacı, gelişen teknolojiyle birlikte karmaşık elektronik sistemlere sahip füzelerin kullanımını yaygınlaştırıyor olsa da birim önlemede getirdiği maliyet avantajı ve hızlı reaksiyon süreleri ile namlulu hava savunma konseptinin akıllı mühimmat kullanımı sayesinde önümüzdeki dönemde de önemini koruyacağı değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda ASELSAN, akıllı mühimmat sistemlerinin geliştirilmesi kapsamında özel bir birim kurmuş olup edindiği tecrübe, bilgi birikimi ve kazandığı altyapılar ile farklı kalibrelerde ürünlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda önemli görevler almayı hedeflemektedir.

35 MM NAMLULU SİLAH ALTERNATİFLERİ İLE KARA VE HAVA HEDEFLERİNE KARŞI ÜSTÜN PERFORMANS - GÖKER

Sinan AKBAŞ Uzman Mühendis I
SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri
Program Direktörlüğü

Günümüz hava tehditleri arasında son zamanlarda sık sık duymaya başladığımız bir sınıf bulunmaktadır. Bu sınıfı küçük, mini ve mikro insansız hava araçlarından oluşmakta ve diğer hava araçlarına kıyasla düşük maliyetli ve kolay temin edilebilen cihazlardır. Bu cihazları ülkemizde terörist unsurlar, üs bölgelerinde gerek fotoğraf gerekse de video çekimi yaparak istihbari bilgiler elde etmek üzere kullanılabilir. Ek olarak bu tip İHA'lar, üzerlerine patlayıcı malzeme yerleştirilerek birçok kez sabit tesislere karşı saldırı amaçlı da kullanılabilir.

Günümüzde sabit tesis ve üs bölgelerinin en büyük düşmanı haline gelen bu mini mikro tipi İHA'lar, gerek ülkemiz içerisinde gerekse de yabancı ülkelerde terörist unsurların ilk tercihi olmaktadır. Düşük edinim maliyeti sayesinde, terörist unsurlar bu tip saldırıları sık sık tekrarlayabilmekte veya toplu olarak bu eylemleri gerçekleştirmektedir. Bu tip davranışlar, artık savaş ve savunma doktrinini değiştirmekte ve yeni ihtiyaçlar doğurmaktadır. Bundan yıllar önce gündeme olmayan sürü İHA saldırıları, günümüzde gerçekleşmeye ve birçok üreticinin ilgi alanına girmeye başlamıştır. Bu tip eylemlerin bilinen en büyük örneği 14 Eylül 2019 tarihinde Suudi Arabistan'ın doğusunda bulunan Abkayk ve Hureys petrol sahalarına gerçekleştirmiş saldırılardır. Bu saldırı neticesinde petrol üretim sahasında yüzlerce milyon dolarlık zarar gerçekleşmiş, Aramco şirketinin petrol ihracatı günde 5,7 milyon varil düşmüş, Suudi borsası negatif etkilenmiş ve küresel ölçekte petrol fiyatlarının artmasına neden olmuştur.

Nispeten yüksek maliyetli önleyicilerin (füze, güdümlü mühimmat vb.) kullanıldığı konvansiyonel hava savunma sistemleri ile sürü İHA saldırılarına karşı fiziksel imha ihtiyaçlarının maliyet etkin şekilde sağlanması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle

hava savunmanın son katmanı olarak düşük maliyetli önleyiciler ile yüksek etkinlik sağlayabilen namlulu silah sistemlerinin kullanımı giderek daha büyük bir ihtiyaç haline gelmektedir. 35 mm hava savunma top sistemleri, Parçacıklı Mühimmat (ATOM) ile birlikte günümüzdeki etkinliği artan bu tehditlere karşı en maliyet etkin çözümü oluşturmaktadır.

Ülkemizin bulunduğu coğrafya düşünüldüğünde, sınır bölgelerindeki sabit tesislerin kara savunma ihtiyaçları da gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizin sınır bölgelerinde sık sık bu tip tesislere karşı saldırılar gerçekleştirilmektedir.

Bu kapsamda, GÖKER projesi ASELSAN'ın önceki projelerde edindiği deneyimlerin harmanlandığı, güncel hava ve kara tehditlerine karşı en maliyet etkin savunmayı sunan 35 mm Çok Maksatlı Silah Sistemidir.

ASELSAN'ın 35 mm'lik silah kullandığı KORKUT, AİC-MÇT projeleri kapsamında geliştirilen akıllı parçacıklı mühimmat teknolojisi, GÖKER sisteminin de önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Bu teknoloji sayesinde, silah sistemi hava hedefinin yerini üç boyutlu uzayda tespit ve takip etmektedir. Bu bilgi ile namludan çıkacak mühimmatın hangi saniyede hedef ile buluşacağını hesaplar ve optimum paralanma noktasını çözümler. Teknolojinin en can alıcı yeri ise 1.000 m/s mertebelerinde namludan çıkan mühimmata bu bilgiyi işlemesi ve mühimmatın bu bilgi ile optimum noktada paralanmasıdır. Bu sayede havada bir parçacık bulutu oluşturularak hava hedefi elimine edilmektedir. GÖKER projesi bu kapsamda ASELSAN'ın hali hazırda Türk Silahlı Kuvvetlerine teslimatı süren ATOM mühimmatını kullanabilecek yetkinliktedir. ASELSAN, küçük, mini ve mikro insansız hava araçlarına karşı akıllı mühimmatların etkinliğini optimize etmek amaçlı, ATOM-AntiİHA mühimmatının geliştirilmesine bu proje kapsamında başlamıştır. Geliştirilmiş etkili mesafesi ve optimize edilmiş parçacık boyutu sayesinde, ATOM-AntiİHA günümüzün hedefleri olan İHA'lara karşı güç çarpanı olacaktır.

GÖKER'in hedef seti içerisinde kara hedefleri, helikopterler, küçük, mini, mikro insansız hava araçları bulunmaktadır. Bu hedef seti özelinde özelleşmiş birçok farklı mühimmatı kullanma ve hedefe karşı etkinliğini artırma kabiliyetine sahip bir sistemdir. GÖKER, zırh delici mühimmat (APDS), eğitim mühimmatı (TP), yüksek patlayıcı yangın mühimmatı (HEI) ve akıllı mühimmatları (ATOM), (ATOM-AntiİHA) kullanabilmektedir.

GÖKER silah sistemi, silah sistemi, hassas yönlendirme sistemi ve kullanıcı konsolu olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır. Kullanıcı konsolu, sabit tesis üs bölgelerinde bulunan güvenli bir alana yerleştirilerek sistemi uzaktan kontrol edebilmeyi sağlamaktadır. Hassas yönlendirme sistemi üzerinde bulunan TV, termal kameralar ve lazer mesafe ölçer sayesinde hedef tespit ve video takibini yapabilmektedir. Silah sistemi ise son atış saniyesine kadar kamufle olma şansına sahiptir. Silah kulesi kullanıcı konsolu tarafından yönlendirilme emri almadığı sürece sadece elektro optik sistem kullanılarak hedef takibi yapabilmektedir.

GÖKER silah sistemi, hedef alınması ihtimaline karşı gürbüz bir yapıya sahip olması amacı ile STANAG 4569'a göre seviye II zırhı korumasına sahiptir.

GÖKER silah sisteminin en önemli kabiliyetlerinden bir diğeri, yanca eksenin 360 derece hareket kabiliyetinin yanı sıra yükseliş ekseninde -35 ile +95 dereceler arasında operasyon kabiliyetidir. Bu sayede sarp sınır bölgelerinde bulunan sınır karakollarının hem kara hem de hava hedeflerine karşı savunmasını sağlayabilmektedir.

GÖKER 35 mm Çok Maksatlı Silah Sistemi, ASELSAN'ın tamamen öz kaynakları ile finanse edilmiş bir projedir. Tasarım, üretim, sistem test süreçleri tamamlanmış olan sistem, 2021 İstanbul Uluslararası Savunma Sanayi Fuarında (IDEF) görücüye çıkarılmış ve tanıtım faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

Fuar sonrası işletme testlerini tamamlayan silah sistemi, 2021 yılının Eylül ve Ekim aylarını MSB Atış, Test Değerlendirme Grup Komutanlığı (A.T.D.G.K.'lığı) atış alanında geçirmiştir. Bu testler kapsamında hem hava hem de kara hedeflerine karşı atışlar yapılmış, sistemin etkinliği optimize edilmiştir.

ASELSAN paydaşlarının yüksek tempolu çalışmaları ile atışlı testlerini başarı ile tamamlayan GÖKER, sabit tesis ve üs bölgelerinin tüm savunma ihtiyaçlarını karşılamak üzere hazır olduğunu göstermektedir.



KORHAN 35 MM SİLAH SİSTEMİ

Burak ÇETİNKAYA Kıdemli Uzman Mühendis,
SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

KORHAN 35 mm Silah Sistemi, günümüzün muharebe sahası ihtiyaçlarını karşılamak üzere, en ileri teknolojik olanaklardan faydalanılarak, Türk Silahlı Kuvvetlerinin imkân ve kabiliyetlerini artırmak amacıyla ASELSAN tarafından milli imkânlarla geliştirilmiştir.

KORHAN, yüksek ateş gücüne sahip, gelişmiş hedef tespit ve takip sistemleri ile donatılmış, kendini koruma ve çevresel farkındalık sistemleri ile kullanıcı ve sistem bekasını en üst seviyede sağlayabilen bir yeni nesil zırhlı muharebe sistemidir. Açık ve genişletilebilir mimarisi sayesinde gelecek dönemde ortaya çıkabilecek ihtiyaçlara yönelik ilave yetenekler yine milli olanaklarla sisteme dahil edilebilecektir.

KORHAN sisteminde ana silah olarak, üretimi yurt içinde ve çok büyük oranda milli olarak gerçekleştirilen 35 mm top kullanılmaktadır. Sistem ayrıca ASELSAN tarafından geliştirilmiş ve herhangi bir dış bağımlılık olmaksızın yurt içinde üretilen 35 mm Parçacıklı Mühimmatı kullanabilme kabiliyetine sahiptir.

Sistemde ana silah için yüz adet mühimmat silah kulesinde atışa hazır olarak bulunmaktadır. Araç içerisinde depolanan yedek mühimmatların silah kulesine yükleme işlemi zırh koruması altında ve araç içinden yapılmaktadır. Sistemde ayrıca yakın tehditlere karşı öz savunma için ana silahla eş eksenli yerleştirilmiş 7,62 mm makineli tüfek mevcuttur.

KORHAN, zırhlı ve hafif zırhlı kara unsurlarının etkisiz hale getirilmesinin yanı sıra akıllı parçacıklı mühimmat kullanımı yoluyla her türlü kara unsurunun kritik alt sistemlerini tahrip ederek bunları görev yapamaz hale getirebilmektedir. Akıllı parçacıklı mühimmat kullanımı aynı zamanda sütre arkasında bulunan hedeflere karşı yüksek etkinlik sağlamak ve sistemin kendisine karşı tehdit oluşturabilecek helikopterler ve insansız hava araçlarına karşı öz savunmasını yapmasına imkân vermektedir.

Sisteme iki tip mühimmat aynı anda yüklenebilmekte ve hedef tipine göre kullanıcıya uygun mühimmatı seçerek atılması imkânı tanınmaktadır. Zırh delici, yüksek infilaklı, anti-personel parçacıklı ve hava savunma parçacıklı mühimmat tipleri sisteme

yüklenebilmekte ve muharebe sırasında karşılaşılan tehdit tipine uygun mühimmat seçilerek birim önleme maliyetleri optimize edilirken aynı zamanda azami etkinlik garantisi edilmektedir.

Kullanıcı ve personel korumasının en üst seviyede sağlanması amacıyla insansız tipte tasarlanan KORHAN Silah Kulesi, araç içerisine minimum girişim yaparak personel, silah ve mühimmat için araç içerisinde azami alanın ayrılmasına olanak tanımaktadır.

Sistem hareket halinde atış yeteneğinin sağlanabilmesi için iki eksen stabilizasyon yeteneğine ve yan ekseninde nx360 derece sınırsız, yükseliş ekseninde ise -10 ile +45 derece arasında hareket kabiliyetine sahiptir.

KORHAN, nişancı ve komutan için birbirinden bağımsız kontrol edilebilen, elektro optik algılayıcılar ve video hedef izleme yeteneği ile donatılmış iki adet görüş sistemine sahiptir. Nişancı görüş sistemi yükseliş ekseninde tam bağımsız, yan ekseninde ise atış hattına yarı bağımlı hareket edebilmekte olup komutan görüş sistemi ise her iki ekseninde tam bağımsız hareket edebilmektedir. Görüş sistemlerinin entegre yapısı sayesinde avcı-vurucu (hunter-killer) özelliği olarak adlandırılan komutan tarafından bulunan hedeflerin nişancıya otomatik aktarımı sağlanabilmektedir.

KORHAN Sistemi, günümüzün muharebe alanının yoğun iletişim ve veri aktarımı ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla ASELSAN tarafından geliştirilen yeni nesil haberleşme sistemleri ile donatılmıştır. Sistem aynı zamanda müşterek görev yapacağı dost unsurları tanıyabilmesini ve bu unsurlara kendini tanıtabilmesini sağlayan Muharebe Sahası Tanıma Tanıtma Sistemine (MSTTS) sahip olup komuta kontrol ağı içerisinde görev icrasına yönelik tüm yeteneklere sahiptir.

KORHAN Sisteminde personelin ve sistemin kendisinin bekası ön planda tutulmuş olup, sistem algıladığı tehditleri karşı tedbir sistemleri ile etkisiz hale getirebilmektedir. Sistemin sahip olduğu beka kabiliyetleri:



Balistik koruma: STANAG 4569 standardında tanımlanan balistik koruma seviyelerini sağlamaktadır. Modüler zırh yapısı sayesinde ihtiyaca ve tehdit setine göre zırh seviyesi artırılabilir. Modüler zırh yapısında isabet alan zırh plakaları değiştirilmeye uygundur.

Lazer uyarı sistemi: Çalıştığı farklı optik bantlarda yer alan Lazer Mesafe Ölçer, Lazer Hedef İşaretleyici ve Laser Beam Rider sınıfındaki tehditlerin algılanıp tespit ve teşhis edilmesini ve karşı tedbir sistemlerinin harekete geçirilmesini sağlamaktadır.

Aktif koruma sistemi (AKKOR): ASELSAN tarafından geliştirilen AKKOR, sistemin anti tank tehditlerine karşı fiziksel imha yoluyla kendini korumasını sağlamaktadır.

Atış yeri hedef tespit sistemi: Ses üstü hızdaki silahlardan yapılan atışların namlu sesi ve merminin havada yarattığı şok dalgasından elde ettiği akustik sinyalleri kullanarak atışın yapıldığı yönü ve mesafeyi yüksek hassasiyetle tespit edebilen sistem sayesinde özellikle meskun mahal bölgelerinde tehdit yönünü otomatik olarak tespit edilebilmekte ve sistem tehdide yönelerek karşı atış yapabilmektedir.

Sis havanları: Diğer koruma sistemleri ile entegre çalışan sis havanları algılanan tehdidin görüş alanının kapatılmasını sağlamakta, sistemin gerekli manevraları yapmasına ve tehdidin karşı ateşe alınmasına zaman kazandırmaktadır.

KORHAN, 360° görüş sistemi YAMGÖZ'ün termal ve gündüz görüş yeteneği ile mürettebata gece/gündüz çevresel farkındalık kazandırmaktadır. Sistem aynı zamanda termal ile gündüz görüntüsünü birleştirebilmekte, görüntü üzerinde hareketli cisim tespiti yapabilmekte, sis ve toz gibi kötü hava şartlarında dahi çevresel farkındalığı ve görev etkinliğini artırabilmektedir.

KORHAN düşman hattına yakın mevzide uzun süreli sessiz çalışabildiği pusu moduna sahiptir. Bu modda; sistemdeki gürültü çıkaran bileşenler (harici güç ünitesi, araç motoru vb.) çalıştırılmamakta ve sistem bataryadan çalıştığı için enerji sarfıyatı en düşük seviyeye çekilmektedir. Pusu modunda sadece zaruri bileşenlere (çevresel farkındalık vb.) güç verilmekte ve zorunlu olmayanlar bileşenler gücü kapalı halde hazırda bekletilmektedir. Sistem gerektiğinde bu moddan çok kısa sürede tam fonksiyonel hale gelebilmekte ve muharebeye girebilmektedir.



YAKIN HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNİN DENİZ PLATFORMLARI İÇİN ÖNEMİ VE BU ALANDA BİR MİLLİ GELİŞTİRME ÖYKÜSÜ - GÖKDENİZ YHSS

Ceren TÜRER AKDENİZ Uzman Mühendis II

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Sezgin HAYIRLI Müdür

SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Denizin ortasında sonsuz açıklıkta bir deniz platformunun özgemi savunması yapabilmesini, anti-gemi güdümlü mermilerine (G/M), seyir G/M'lerine, deniz yüzeyine yakın uçan tespit edilmesi zor G/M'lere karşı kendini koruyabilmesini sağlayan yakın hava savunma sistemlerinin önemi günümüzde daha belirgin hale gelmiştir.

1967 Arap-İsrail Savaşı [6 Gün Savaşı] sırasında Mısır, Sovyetler Birliğinden aldığı gemisavar füzelerini İsrail donanmasına karşı kullanarak İsrail'in gemisini batırması ile dünyada yakın hava savunma sistemlerinin gerekliliğine dikkat çekmiştir. Bunun sonucunda gemisavar füzelerine karşı özgemi savunması yapabilmek adına çeşitli ülkelerde yakın hava savunma sistemlerinin tasarımı ve üretimine yönelik faaliyetler başlatılmıştır.

Yakın zamanda Yemen'deki asimetrik savaşta radar güdümlü ve ses altı hızı sahip gemisavar füzeleri kullanarak kıyı bölgesinden geçen diğer ülkelerin savaş gemilerinin vurulması ile yakın hava savunma sistemlerinin önemi bir kez daha görünür hale gelmiştir.

Ülkemizde bu ihtiyaçlar doğrultusunda milli yakın hava savunma sistemimiz GÖKDENİZ'in geliştirme çalışmalarına 2016 yılında ASELSAN öz kaynakları ile başlanmış, ilk aşama olarak KORKUT alt sistemleri ile oluşturulan bir ön prototip ile Dz.K.K.'lığı envanterinde bulunan gemi üzerinde üç ay boyunca yetenek gösterimi atışlı testleri gerçekleştirilmiştir. Mayıs 2018'de tamamlanan atışlı testler ile elde edinilen başarımla, geliştirilecek olan sistemin envanterde mevcut muadillerinin yerine kullanılabilirliğini kanıtlamıştır.

Gelinen durum itibarıyla GÖKDENİZ prototip üretimi ve kalifikasyon çalışmaları SSB'nin tedarik makamı olduğu bir sözleşme altında yürütülmekte olup, sistemin deniz ortamında yürütülecek test faaliyetleri dâhil kalifikasyonunun tamamlanması için çalışılmaktadır.

MİLGEM-5 platformu ile başlayarak Dz.K.K.'lığı envanterine girecek olan GÖKDENİZ yakın hava savunma sisteminin Dz.K.K.'lığının diğer gemi platformlarının konfigürasyonuna dahil edilmesi için de çalışmalar sürdürülmektedir. Bununla birlikte, ilk ihracatı bir Asya ülkesine gerçekleştirilecek olan GÖKDENİZ sistemi yurt dışında da yoğun ilgi görmekte olup, yurt dışından birçok ülkenin tedarik makamlarıyla görüşmeler devam etmektedir.

GÖKDENİZ, başta küçük radar kesit alanlı ses üstü/ses altı deniz seviyesine yakın veya yüksek irtifadan yaklaşan G/M'ler ile insansız hava araçları, uçaklar, helikopter gibi hava tehditleri ve yakın alanda asimetrik tehdit oluşturan su üstü hedeflerin imha edilmesini sağlayarak özgemi savunması yapmaktadır. Sistem arama radarı ile hedef aramakta ve tespit etmekte, tespit edilen hedefler arasında bir değerlendirme yaparak tehditleri önceliklendirmekte ve tehdit durumuna göre takip radarı ve elektro-optik sensörleri ile takip ederek, ateş altına almaktadır.

Sistem görevini yerine getirirken arama radarı veya savaş yönetim sistemi arayüzü vasıtası ile elde ettiği iz bilgilerini analiz edip, tehdit değerlendirme önceliğine göre sıralamaktadır. Sistem çalıştığı moda göre öncelikli ize manuel veya otomatik olarak takip başlatmaktadır. Takip sensörleri tarafından



üretile veriler ile silah kulesinin hedef üzerine yönlendirilmesi gerçekleştirilerek atış fonksiyonu sistem moduna göre otomatik veya kullanıcı emri ile yerine getirilmektedir.

Sistemde, 35 mm çapında paralel eksenli çift silahın yanca ve yükseliş ekseninde yönlendirilmesini sağlayan, stabilizasyon yeteneğine sahip, insansız yapıda silah kulesi yer almaktadır.

Silah kulesinde bulunan otomatik şeritsiz mühimmat besleme mekanizması ile ASELSAN tarafından geliştirilmiş olan ATOM 35 mm Parçacıklı Mühimmat ve Klasik (HEI) mühimmatın aynı anda yüklenmesine ve hedef tipine uygun olarak istenen mühimmat tipinin seçilmesine olanak sağlamaktadır. Böylelikle hedef tipine göre imha maliyetleri ve etkinlikler optimize edilebilmektedir. Sistem, takip edilen hedefe atış yapmak için gerekli hesapları yapmakta, silah kulesini yönlendirmekte, silahlara mühimmat beslemekte, silahların ateşlenmesi ve parçacıklı mühimmatın programlanması gibi görevleri gerçekleştirmektedir.

Sisteme ait tüm fonksiyonların işletilmesi amacıyla sistem operatörüne grafik kullanıcı arayüzü sunan atış kontrol konsolu bulunmaktadır. Atış kontrol konsolu, sistem operatörü tarafından atış kontrol işlemlerinin yapılmasını, hedef takibi işlemlerini ve algılayıcı görüntülerinin kullanıcıya gösterilmesini sağlamaktadır.

GÖKDENİZ SİSTEMİ GENEL ÖZELLİKLERİ

- Etkili menzil
 - Uçaklar, helikopterler için 4 km
 - Füzeler için 2,5 km
 - Su üstü hedefleri için 4 km
- Manuel ve tam otonom tespit, takip, ateş altına alma yeteneği
- Kötü deniz koşullarında dahi işleme olanak sağlayan stabilize insansız silah kulesi
- Arama radarı ile hedef tespiti
- Atış kontrol radarı ve elektro-optik algılayıcıları barındıran entegre takip platformu ile hassas hedef takibi
- Savaş yönetim sistemi entegrasyonu
- 35 mm KDC-02 tipi çift namlulu silah sistemi ile yüksek ateş gücü (1.100 atım/dakika)
- Parçacıklı mühimmat (ATOM) ve klasik tahrip (HEI) mühimmatın aynı anda yüklenmesine ve tercih edilen mühimmatın istenen anda seçilerek atılmasına olanak sağlayan otomatik şeritsiz mühimmat besleme mekanizması



40 MM PARÇACIKLI BOMBAATAR İLE MİNİ/ MİKRO İHA VE KARA TEHDİTLERİNE KARŞI MALİYET-ETKİN SAVUNMA ÇÖZÜMÜ

Atilla Çağrı DAĞISTAN Uzman Mühendis II
SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Geleneksel hava savunma; uçak, helikopter ve balistik füzeler gibi unsurlara karşı hava savunmayı kapsamaktadır. Bununla birlikte söz konusu tehditler ancak düzenli orduların sahip olabileceği silahlardır. Son zamanlarda daha önce karşılaşmadığımız türde bir tehdit ortaya çıkmıştır. Bu tehdit mini ve mikro İHA'lardır. Mini ve mikro İHA'ların temel özelliklerine bakıldığında ucuz, kolay üretilebilir, düşük radar kesit alanına sahip, tespit edilmesi zor hedefler olduğu görülmektedir. Söz konusu İHA'lar çeşitli terör grupları tarafından kolaylıkla ve düşük maliyetlerle tedarik ve imal edilebilmekte ve saldırılarda kullanılmaktadır. Bu nedenle geleneksel hava savunma unsurlarıyla bu tehdide karşı koymak mümkün olmadığı gibi maliyet etkin de değildir. Bu yeni tehdit türüne karşı özelleşmiş bir karşı tedbir gerektirmektedir.

Zaman içerisinde mini ve mikro İHA'ların gelişimine bakıldığında faydalı yük kapasitelerinin, havada kalma sürelerinin ve hızlarının arttığı görülmektedir. Ayrıca karıştırmaya dirençli İHA'ların ortaya çıkmasıyla tehdidin fiziksel imhası da bir gereksinim haline gelmiştir.

Özellikle tehdidin patlayıcı vb. yük taşıdığı durumlarda karıştırıcı karşı tedbiri yeterli olamamaktadır. Tehdidin ivedilikle bertaraf edilmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur. Hedefin hızlı ve küçük olması özelleşmiş fiziksel imha sistemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. İşte bu noktada ŞAHİN 40 mm Fiziksel İmha Sistemi bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır.

ŞAHİN, ATOM 40 mm Yüksek Hızlı Akıllı Bombaatar Mühimmatı kullanan römork üzeri taretli bir fiziksel imha sistemidir. İki eksenle bağımsız hareket yeteneğine sahip hassas stabilize yönlendirici üzerinde gelişmiş elektro-optik kameralar kullanan ŞAHİN, otomatik hedef tespit ve takibi yapabilmekte; radar veya komuta kontrol sistemlerine bağlanarak angajman alabilmektedir. Uzaktan komuta edilebilen ŞAHİN, mini ve mikro İHA'lara karşı 700 metre etkili menzile sahiptir.

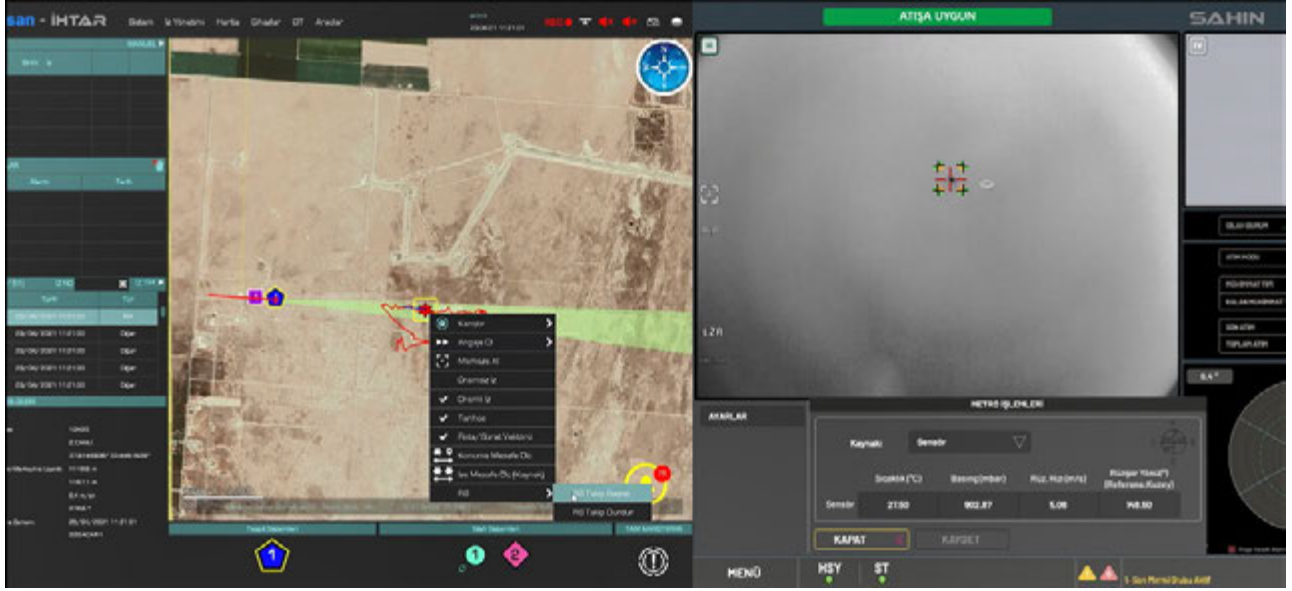


Sınır güvenliği, kritik tesislerin korunması ve İHA tehditlerine karşı hava savunma ŞAHİN'in başlıca kullanım alanlarıdır.

Komuta kontrol unsurlarınca toplanan hedef bilgisi hızla en uygun silaha yönelik bir angajmana dönüşmekte bu noktadan sonra hedefin takip ve imhasına yönelik süreç başlamaktadır.

Angajman kurulumu sonrası ŞAHİN hedefi termal ve TV kameraları ile takip etmekte ve hedef mesafesini sürekli ölçerek arka planda balistik hesaplamalar koşturmaktadır. Hedefin menzile içine girmesiyle birlikte sistem operatörüne atışa uygunluk vermekte ve ardından operatör tarafından hedefe atış gerçekleştirilmektedir. ŞAHİN ve ATOM 40 mm Yüksek Hızlı Akıllı Mühimmat marifetiyle hedef, tehdidin amacına ulaşmasının önlenmesi mesafelerde havada bertaraf edilebilmektedir.

2017 yılında imzalanan iş birliği anlaşması kapsamında ASELSAN ve MKE A.Ş. kaynakları ile geliştirilen ATOM 40mm Yüksek Hızlı Akıllı Mühimmat, namludan çıkarken havada patlaması gereken zamana programlanmaktadır. Programlanan zamanda havada şarapnel etkili gövdesini patlatabilmekte, beş yüzden fazla çelik parçacığa ayrılarak her yöne etkinlik sağlayabilmektedir.



İHTAR İHA Önleme Sisteminden ŞAHİN'e angajman ataması

ATOM 40 mm Yüksek Hızlı Akıllı Mühimmat kullanıcıya çok katmanlı yüksek güvenlik sunmaktadır. Mühimmat içerisinde, mühimmat atılmadan önce patlamaya sebep olacak bir enerji kaynağı mevcut değildir. Mühimmat, ateşlenmesiyle birlikte oluşan şokla kendi enerjisini üretmekte ve bu enerjiyi kullanarak programlanan sürenin sonunda patlayıcı dolgunun tetiklenmesini sağlamaktadır. Bu durum, mühimmatın namludan atılmadan önce karşılaşacağı şok/titreşim nedeniyle oluşabilecek istenmeyen kazaların önüne geçmektedir. Mühimmatın elektronik alt bileşenlerinin ihtiyaç duyacağı güç, yüksek şok altında elektromanyetik olarak üretilmekte olup mühimmat, herhangi bir kimyasal içermemesi ile de uzun raf ömrü gereksinimini sağlayabilmektedir.

Ayrıca ilave bir önlem olarak, mühimmat içerisinde güvenlik ve kurma mekanizması yer almaktadır. Söz konusu mekanizma mühimmat içerisinde bulunan patlayıcı zincirini oluşturan bileşenlerin, mühimmat atılmadan önce aynı hizaya gelmesine engel olmakta, atış koşulları oluşmadan mühimmatın patlayıcı dolgunun tetiklenmesini önlemektedir.

ATOM 40 mm Yüksek Hızlı Akıllı Mühimmatının intihar özelliği bulunmaktadır. Herhangi bir sebeple istenen noktada patlamayan mühimmat, menzilin sonunda veya yere düştüğünde patlamaktadır. Böylece arazide patlamamış mühimmat tehlikesi oluşmamaktadır.



ŞAHİN tarafından imha edilen döner kanatlı Mini İHA



ŞAHİN 40 mm Fiziksel İmha Sistemi

İHTAR İHA ÖNLEME SİSTEMİ

Halil ŞEKERCİ Kıdemli Lider Mühendis

SST Hava ve Uzay Komuta Kontrol Sistemleri Program Direktörlüğü

Günümüzde insansız hava araçlarının (İHA) harp ve savunma doktrinlerinde ciddi değişikliklere sebep olduğu bilinen bir gerçektir. Sınıf-2 Taktik İHA'lar geliştirme ve üretimleri için devletlerin sahip olabileceği bütçeler gerektirmektedir. Bununla birlikte, terör unsurlarının satın alabileceği ya da üretebileceği nitelikte Sınıf-1 mini ve mikro İHA'lar da artan sayı ve çeşitlilikte ortaya çıkmaktadır. Bu tehdidin zaman içindeki gelişimine bakıldığında aşağıdaki eğilimler göze çarpmaktadır:

- Artan menzil ve yük taşıma kapasiteleri
- Yüksek hız ve irtifada uçabilme
- GNSS karıştırmasına karşı artırılmış direnç
- Hem sabit hem de döner kanatlı konfigürasyon

Sürekli evrilen bu tehdit karşısında karşı tedbirin de gün geçtikçe yeni yeteneklerle takviye edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Yukarıda söz edilen eğilimler karşısında karşı tedbir unsurlarının da tespit ve teşhis menzillerini artırması kaçınılmaz bir sonuçtur. Güçlü sensörler, hata oranlarını azaltmakta ve İHA'ların yeterince uzaktan tespitini sağlayarak karşı tedbirin uygulanması için zaman

kazandırmaktadır. Farklı sensörlerden gelen bilgiyi birleştirerek işleyecek füzyon algoritmaları da sensör başarımlarını artıracak başka bir etmendir.

ASELSAN'ın mini ve mikro İHA'lara karşı çözümü İHTAR sistemidir. İHTAR söz konusu tehditlerin tespit, sınıflandırma ve takibini gerçekleştiren ve bu tehditleri bertaraf etmek için karıştırma ve fiziksel imha sistemleri dâhil çeşitli efektörleri kullanabilen bir sistemdir.

Temel işleyiş senaryosu hava hedefinin ACAR İHA radarı ile tespit edilmesi ve akabinde radar tarafından sınıflandırılması ile başlamaktadır. İHA olarak sınıflandırılan tehditler İHTAR sisteminde bulunan elektro-optik kameralar ile takibe alınmakta ve tehdidin sınıflandırılması doğrulandıktan sonra karşı tedbir uygulanmaktadır. İHTAR temel olarak karıştırıcı karşı tedbiri uygulamaktadır. Bununla birlikte ASELSAN tarafından geliştirilmiş ŞAHİN, GÖKER, SARP ve Mobil Lazer Silah Sistemi gibi sistemlere bağlanarak fiziksel imha gerçekleştirilmesini de yönetebilmektedir.



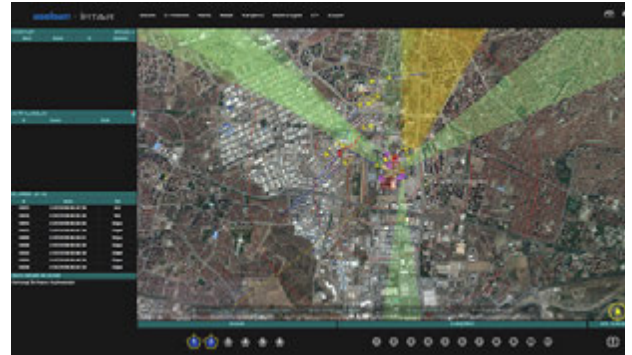
Şekil 1 – Sabit ve Mobil İHTAR Sistemleri



İHTAR Sisteminin başarımını artırmak için akustik sensörler, DF sensörler gibi harici sensörlerle entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu sensörlerden akan bilgi komuta kontrol sistemindeki füzyon algoritmaları ile birleştirilmekte ve sensör başarımı artırılmaktadır.

İHTAR kendisini tehdidin gelişimine ve gelecekteki beklentilere göre sürekli güncelleyen bir sistemdir. Yazılım ve donanım mimarisi buna uygun şekilde oluşturulmuştur. İHTAR Sisteminin yakın zamanda kullanıma alınacak bir diğer kabiliyeti de bir ağa dahil olabilmesi, bilgi paylaşımı yapabilmesi ve gerektiğinde uzaktan yönetilebilmesidir. Bu özellik farklı kullanıcıların envanterlerinde yer alan İHTAR sistemlerini bir hiyerarşi altında toplayabilmesine, yönetebilmesine ve bütünsel bir şekilde kullanabilmesine imkân sağlayacaktır.

Artan ve değişen ihtiyaca göre güncellenen İHTAR sistemleri yalnızca yurt içinde değil aynı zamanda yurt dışında da tercih edilen bir ürün olmuştur. Yurt dışı satışlara ilaveten uluslararası organizasyonlarda da görev alan İHTAR sistemleri geleceğin tehditlerine karşı hazırdır.



Şekil 2 – İHTAR Komuta Kontrol Ekranı



Şekil 3 – İHTAR Katar Arap Kupası Organizasyonunda

BATARYA KOMUTA KONTROL HAREKÂT MERKEZİ (BKKHM)

Mine KARADOĞAN Kıdemli Lider Mühendis

Hilal KESEMEN Uzman Yardımcısı II

SST Hava ve Uzak Komuta Kontrol Sistemleri Program Direktörlüğü

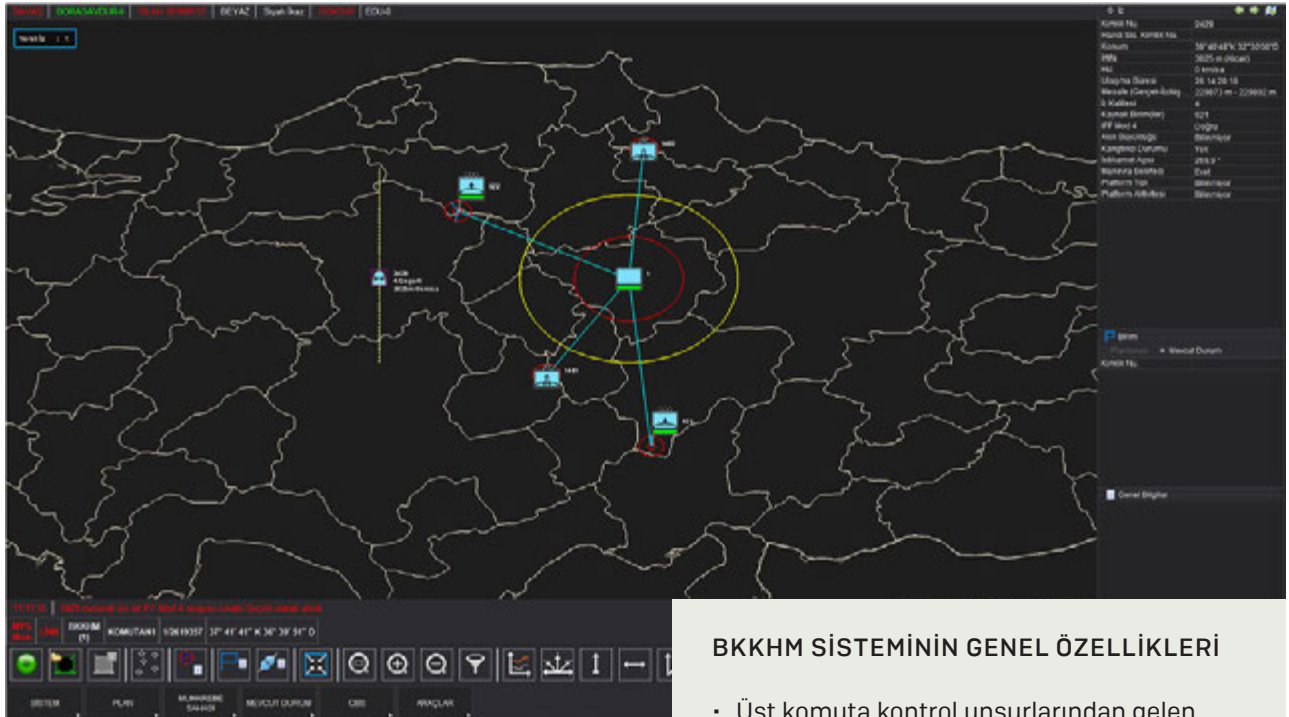
Türkiye'nin hava savunma konusunda lider kuruluşu olan ASELSAN ve Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) arasında 29.12.2017 tarihinde imzalanan 35 mm Hava Savunma Sistemi Modernizasyonu (HSSM) ve PMT [Parçacıklı Mühimmat Tedariki] Sözleşmesi kapsamında Batarya Komuta Kontrol Harekât Merkezi (BKKHM); Hava Kuvvetleri Komutanlığına 2021 yılı sonunda teslim edilmiştir. BKKHM, sabit tesis ve kritik unsurların Hava Savunma Komuta Kontrol faaliyetlerini icra etmek üzere geliştirilen NATO standartları ile uyumlu olarak görev yapan

ASELSAN'ın Hava Kuvvetleri Komutanlığına teslim ettiği ilk hava savunma komuta kontrol sistemidir.

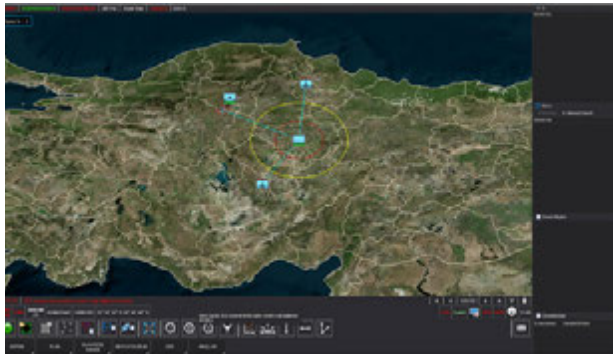
BKKHM; aynı anda birden fazla üst komuta kontrol unsurları (KİM/ARS) koordinasyonu ile çalışarak, ateş idare cihazının ve Kaideye Monteli Stinger (KMS) Zıpkın silah sistemlerinin sevk ile idaresini yaparak etkin bir komuta kontrol faaliyeti gerçekleştirmektedir. Ayrıca üst komuta kontrol unsurları olmadan otonom çalışma yeteneği de mevcuttur. Bu sistem ile birlikte uzun yıllardan beri



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Hv.K.K.'lîĝı envanterinde yer alan KMS Zıpkin silah sistemi modifikasyonları da gerçekleştirilmiş, KMS Zıpkin silah sisteminin bir komuta kontrol sistemi ile birlikte çalıştırılması saĝlanmıřtır. BKKHM, HiSAR-O sistemi ile de entegre çalışabilecek altyapıya sahiptir.

BKKHM, üst komuta kontrol unsurları ile taktik veri bağı (JREAP-B, JREAP-C) üzerinden çift yönlü veri iletişimi sağlamaktadır. Üst Komuta Kontrol Unsuruna ait radarların daha uzun menzilde tespit ettikleri izlerin BKKHM'ye aktarılmasını; BKKHM'ye bağlı sistemlere ait yerel radarların tespit ettikleri iz bilgisinin üst komuta kontrol unsuruna aktarılmasını gerçekleştirir. BKKHM'ye AİC ve Kaideye Monteli Stinger Zıpkın ve HİSAR-O şekil 1'de görüldüğü gibi bağlanabilecek ve bu birimler telsiz bağlantılarla kontrol edebilecektir.

BKKHM SİSTEMİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

- Üst komuta kontrol unsurlarından gelen hedef izler ile yerel radar iz bilgileri birleştirilerek (sensor fusion) ortak hava resmi oluşturulması, görüntülenmesi ve ast birimler ile paylaşılması
- Hava sahasının gerçek zamanlı izlenmesi ve etkin kontrolünü
- Özgün tehdit değerlendirme ve silah tahsis (TDST) Algoritması ile en uygun silah-hedef tahsislerinin yapılması
- Özgün etkin radar ve silah yerleşim planlama (ERSYP) algoritması ile radar ve silah yerleşim planlamasının yapılması
- Özgün otomatik teşhis algoritması manuel hedef atamasına ilave yarı otomatik ve tam otomatik hedef atamasının yapılması
- Güvenli veri ve ses telsiz haberleşmesinin sağlanması
- İç haberleşme sistemi vasıtası ile TAFICS telefon (dahili/harici), telsiz ve dahili muhaberenin yapılması
- Kaydetme ve tekrar oynatma yeteneği
- Hava savunma durumsal farkındalığın sağlanması
- Hava sahasının kontrolü için hava sahası kontrol emirlerinin tanımlanması ve dağıtılması
- Taktik data link yetenekleri (JREAP-C, JREAP-B)
- Gömülü simülasyon yeteneği
- Sabit tesis içinde konuşlanma

GELECEĞİN HAVA TEHDİTLERİ İÇİN MODÜLER NOKTA HAVA SAVUNMA SİSTEMİ - ÜS BÖLGELERİ, KRİTİK TESİSLER, SABİT BİRLİKLER İÇİN GENİŞ SPEKTRUMLU SAVUNMA

Şaban BİLEK Lider Mühendis

Onur YAŞAR Lider Mühendis

SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Atilla Çağrı DAĞISTAN Uzman Mühendis II

SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

Alçak irtifa hava savunma konsepti, gelişen teknoloji ile birlikte sürekli bir dönüşüm içerisinde. Sabit Kanat, Döner Kanat ve Füze olarak sınıflandırılan, uçak, helikopter ve füze tipi tehditlerin yanı sıra farklı tiplerde insansız hava araçlarının (İHA) ve literatürde RAM (Rocket, Artillery, Mortar) kısaltması ile ifade edilen roket, topçu ve havan mühimmatlarının yarattığı tehdit gün geçtikçe daha büyük önem kazanmaktadır. Düzenli ordular ve yasa dışı örgütler tarafından taktik sahada kolaylıkla kullanılabilen bu tehditler, yüksek güvenli sabit tesislerde ve sivil yerleşim alanlarında can ve mal kaybına sebep olabilmektedir. Günümüzde ve gelecekte bu tehditlerin tespiti, takibi ve imhası için geliştirilecek sistemler ülke güvenliği için büyük önem arz etmektedir.

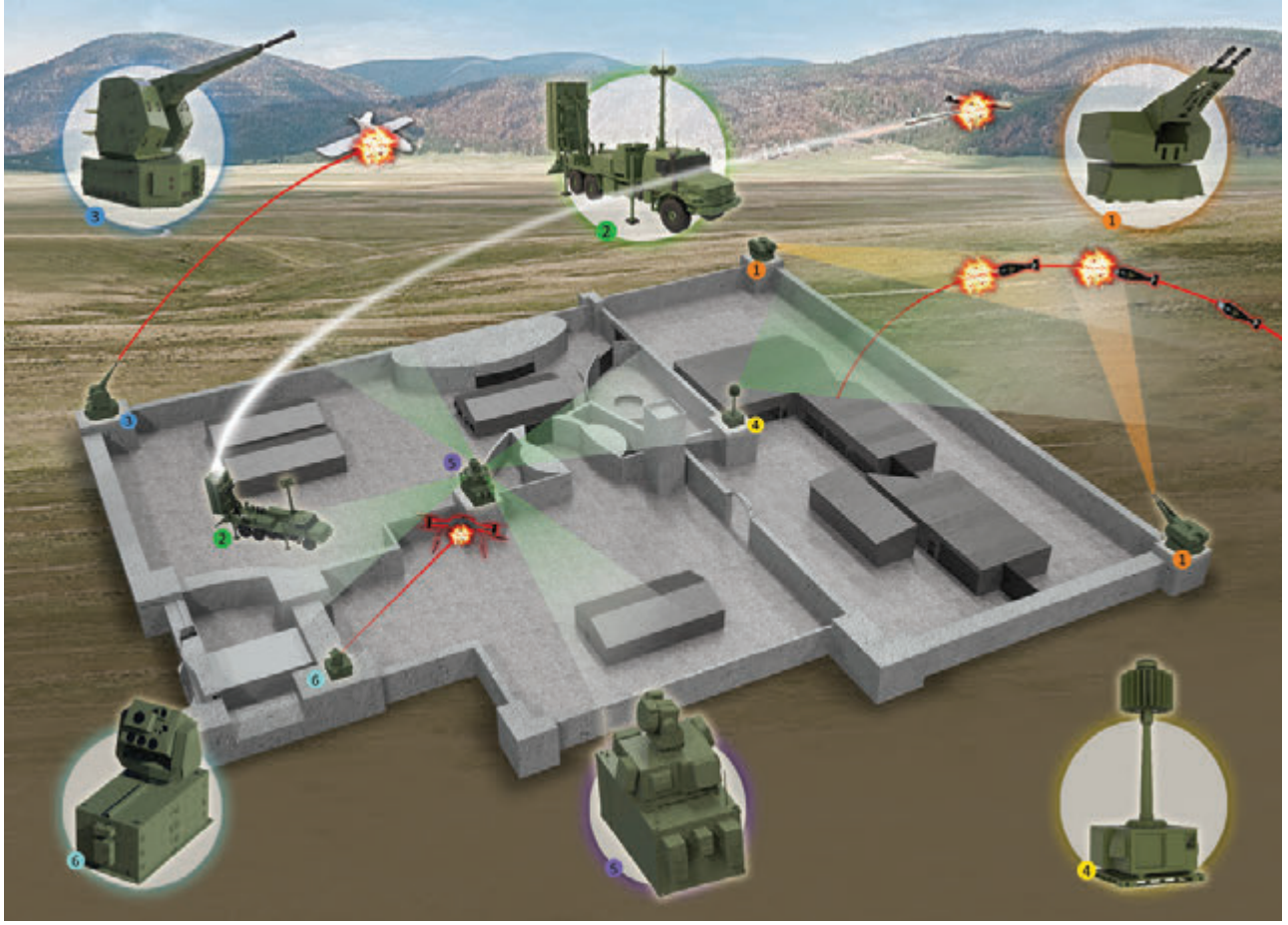
2000'li yıllardan başlayarak İHA'lar taktik sahada büyük bir hava üstünlüğü sağlamaya başladı. Kesif gözetleme yeteneklerinin yanında üzerlerine entegre edilebilen faydalı yükler ile bombalama yeteneği de kazanan bu araçlar, hava savunma sistemleri için büyük birer tehdit haline geldi. Azami kalkış ağırlığı, irtifa tavanı ve azami hız bilgisi gibi parametrelere göre sınıflandırılabilen bu araçlar, ülkeler tarafından kullanılabilirdiği gibi yasa dışı terör grupları tarafından da kullanılabilir. Özellikle düşük maliyetler ile rafta hazır ürün olarak temin edilebilen mini ve mikro İHA'lar taşıdıkları faydalı yükler ile sabit tesisler ve sivil yerleşim alanları için ciddi tehdit oluşturmaktadır.

Geçtiğimiz yıllarda İngiltere'nin en işlek havalimanlarında izinsiz uçuş yapan drone'lar hava trafiğinin aksamasına ve uçuşların ertelenmesine

sebebi oldu. Günlerce çözülemeyen drone krizi yüzlerce uçuşu ve binlerce insanı etkiledi. Bu durum tüm dünyaya İHA'ların güvenlik sorunun yanında ticari hayat için de bir tehdit oluşturabileceğini gösterdi. Azerbaycan'a hava sahasında büyük üstünlük sağlayan insansız hava araçları, bizlere hava savunma sistemlerinin günümüzde ve gelecekte karşılaşacağı tehditler hakkında yeni öngörüler kazandırdı. Yine Libya'daki iç savaşta insansız hava araçlarına karşı kullanılan hava savunma ve radar sistemlerinden elde edilen tecrübeler sahada hareket kabiliyeti artırılmış, modüler ve görünürlüğü azaltmış hava savunma sistemlerine ihtiyaç olduğunu gösterdi.

ASELSAN, sahada aktif olarak kullanılan ve geliştirilmeye devam eden İHA karşıtı hava savunma sistemleri ile geniş bir ürün portföyüne sahiptir. Karıştırma/aldatma, yönlendirilmiş enerji ve akıllı mühimmat teknolojileri gibi farklı teknolojiler kullanılarak geliştirilen sistemler tekil veya sürü İHA tehditlerin ortadan kaldırılmasını amaçlamaktadır. Birbirlerinden ve hava savunma komuta yapısından bağımsız olarak çalışan bu sistemleri diğer hava savunma sistemleri ile entegre bir şekilde çalıştıracak yeni bir ateş idare ve komuta merkezi ihtiyacı bulunmaktadır.

Ülkemiz için özellikle sınır bölgesindeki sivil yerleşim alanlarında büyük bir tehdit oluşturan RAM tipi mühimmatlar, günümüzün ve geleceğimizin en önemli tehditleri arasında yer almaktadır. Araç üzerinde ya da yerde kısa sürede kurulabilen basit atıcılar ile atılabilen bu mühimmatlar, kolay erişebilir olması sebebi ile yasa dışı örgütler tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Literatürde C-RAM (Counter-RAM) olarak adlandırılan sistemler temel olarak, RAM tipi mühimmatların tespiti, takibi ve havada imha edilmesini amaçlamaktadır. ASELSAN bünyesinde RAM mühimmatların tespiti, takibi ve yönlendirme hesaplaması için geliştirilen ve sahada



aktif bir şekilde kullanılan radar sistemleri olmasına karşın, ürün portföyünde ve TSK envanterinde aktif önleyici bir sistem henüz bulunmamaktadır.

İlk prototipi 2016 yılında K.K.K.'lığına teslim edilen ve seri üretim sözleşmesi ile K.K.K.'lığına ve Hv.K.K.'lığına teslimatları devam eden, sabit tesis ve üs bölgelerinin nokta savunması amacı ile kullanılan ateş idare cihazından edinilen tecrübeler ve günümüz ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, ASELSAN öz kaynakları ile yeni nesil ateş idare sistemi geliştirme projesine başlanmıştır. Geleceğin hava tehditleri için daha geniş yelpazede silah ve radar grubu ile bağlanabilen, hareket kabiliyeti artırılmış, modüler bir ateş idare ve komuta merkezi olarak konumlandırılan yeni nesil ateş idare sistemi, modernize çekili top [MÇT] yerine geliştirilecek yeni 35 mm silah kulesi ile füze fırlatma sisteminin (FFS) ateş idaresinin yanından İHA tehditleri için geliştirilen sistemlerin de ateş idaresini üstlenecektir. Yeni nesil radar ve görüntüleme sistemleri ile sabit kanat, döner kanat ve füze hedef sınıfına İHA ve RAM mühimmatlarını da ekleyecek

yeni nesil ateş idare sistemi, modüler yapısı ile bağımsız silah gruplarının bir arada çalışabilmesine olanak sağlayacaktır. Geliştirilecek sensör füzyonu ve hedef-silah eşleştirme algoritmaları ile kritik tesislerin hava savunma ihtiyacını en üst seviyede karşılamayı hedefleyen yeni nesil ateş idare sistemi, kolay taşınabilir yapısı ile de taktik sahada değişen ateş idare ve komuta merkezi ihtiyacını karşılayacaktır. Ayrıca, proje kapsamında geliştirilecek RAM mühimmatlarına karşı etkinliği artırılmış akıllı mühimmatlar ile Türk Silahlı Kuvvetlerinin envanterinde bulunan ve geliştirilen 35 mm silah sistemlerinin C-RAM yeteneği kazanması hedeflenmektedir. Yine ASELSAN öz kaynakları ile başlatılan akıllı mühimmat ve silah kulesi geliştirme çalışmaları büyük bir hızla devam etmektedir. Hava savunma ve akıllı mühimmat teknolojilerinde elde edilen bilgi birikimi, altyapılar ve yapıtaşları ile ülkemizin C-RAM sistemi ihtiyacının da en kısa süre giderileceği değerlendirilmektedir.

TKRS RADNET YETENEK KAZANIMI PROJESİ

Kadir KALKAN Kıdemli Lider Mühendis

Hakan HORZUM Uzman Mühendis I

SST Hava ve Uzak Komuta Kontrol Sistemleri Program Direktörlüğü

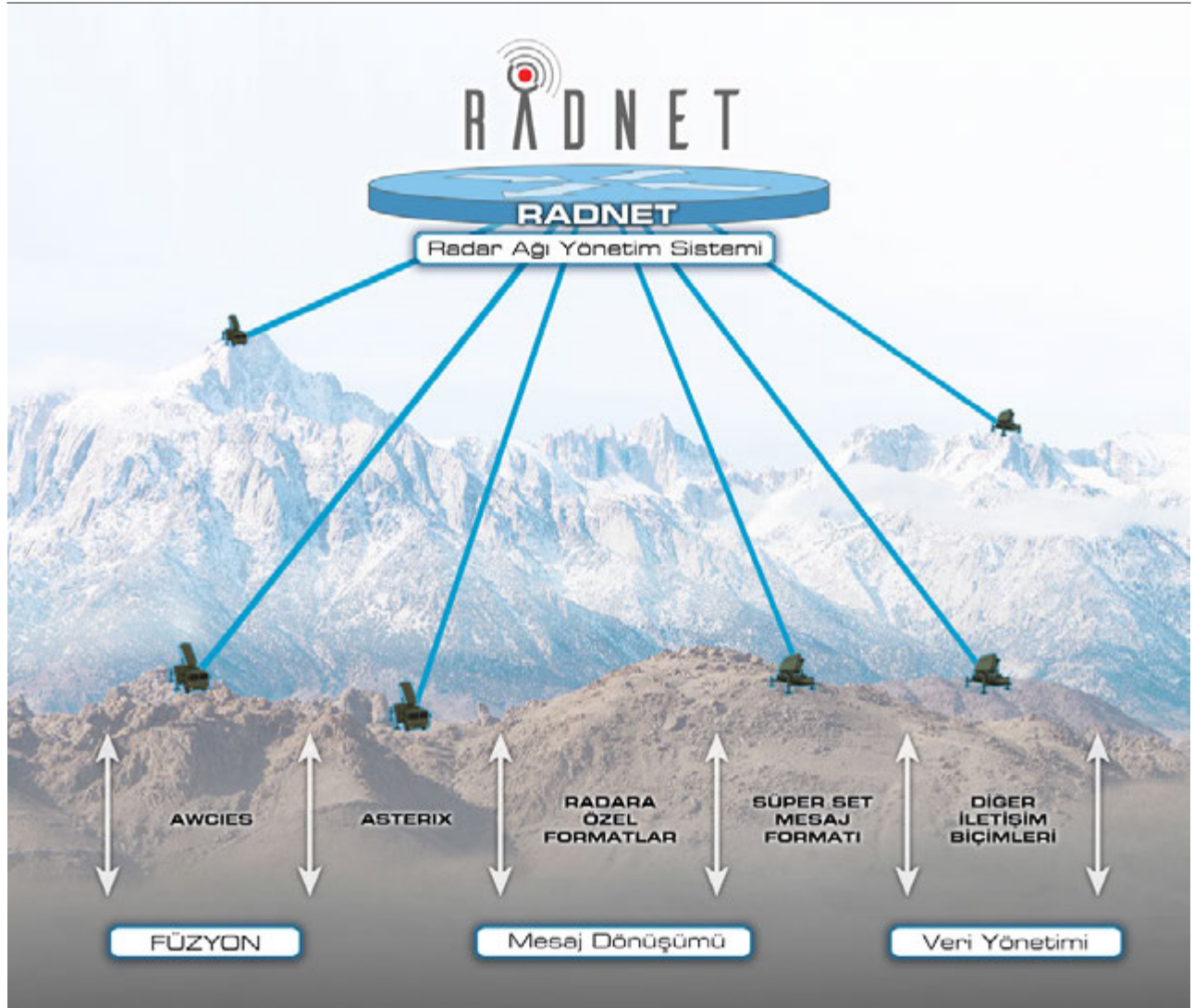
TKRS RadNet Yetenek Kazanımı projesi ile Hava Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde bulunan radar ağı [RadNet] yazılım ve donanım olarak modernize edilecek; sisteme operasyonel ve taktik olarak güncellenen ve artan ihtiyaçlara cevap verebilecek, veri füzyonu başta olmak üzere yeni yetenekler kazandırılacaktır. Proje sonunda modernize ve yeni yeteneklere sahip, envantere yeni girmiş radarları kontrol edebilme kabiliyetine sahip radar ağı yönetim sistemi ortaya çıkacaktır.

RadNet sistemi ile envanterde bulunan ve envantere eklenmesi planlanan tüm aktif ve pasif radar sistemleri ile komuta kontrol sistemleri arasında gerekli veri iletişimi sağlanacaktır.

RadNet kapsamında;

- Envanterde mevcut ve envantere eklenecek radarlar için radar karnesi oluşturulması
 - Radar verilerinin düzeltilmesi ve hava sahası kaplama analizi
 - Sanal radar oluşturulması
 - Radar verilerinin füzyon işlemine tabi tutulması
 - Hedef sınıflandırma işleminin otomatik olarak gerçekleştirilmesi
 - Normalize ve süper plot oluşturulması
 - Yerel hava resmi oluşturulması
 - Plot tutarsızlığı/anomali tespiti
 - Ağ güvenliği ve kontrol
 - Veri tabanı yönetimi
- yetenekleri kazanılacaktır.





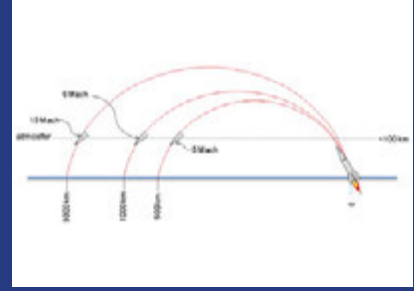
TEKNOLOJİ



GÜNÜMÜZ HAVA TEHDİDİ VE
TEKNOLOJİK GELİŞMELER -
HAVA TEHDİDİNİN GELİŞİMİ
S/068



ASELSAN HAVA VE FÜZE
SAVUNMA SİSTEMİ RADARLARI:
HIZLI VE DEV ADIMLAR
S/080



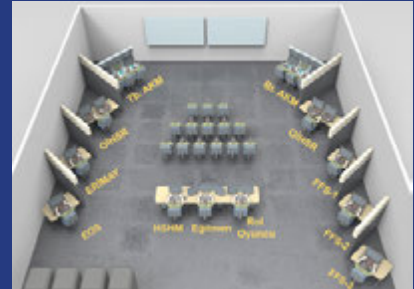
BALİSTİK FÜZE SAVUNMA
SİSTEMLERİ
S/090



ELEKTROMANYETİK FIRLATMA
TEKNOLOJİLERİ
S/114



LAZER SİLAH SİSTEMLERİNİN
HAVA SAVUNMADAKİ YERİ
S/118



HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ
İÇİN EĞİTİM SİMÜLATÖRLERİ
S/122



HAVA VE FÜZE SAVUNMA
SİSTEMLERİNDE MİMARİ
TASARIM SÜRECİ
S/096



AĞ TABANLI HAVA VE FÜZE
SAVUNMA MİMARİLERİ
S/100



HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ
HABERLEŞME ALTYAPILARI
S/108



MODELLEME VE SİMÜLASYON
TEKNOLOJİLERİ
S/128



HAVA SAVUNMA
SİSTEMLERİNDE KARAR
DESTEK MEKANİZMALARININ
ÖNEMİ
S/132



HAVA SAVUNMA TEST VE
ENTEGRASYON MERKEZİ
ROBOSİM AÇIK ALAN TEST
ALTYAPISI
S/138

GÜNÜMÜZ HAVA TEHDİDİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER HAVA TEHDİDİNİN GELİŞİMİ

Erdal ÇAKMAK Yönetim Kurulu Danışmanı
Özgür TUNCER Kıdemli Lider Mühendis,
SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Yirminci yüzyılın sonlarında çoğu ülkemizin de içinde yer aldığı coğrafyada meydana gelen çatışmalar, hava saldırılarında kullanılmak üzere geliştirilen yeni teknolojilerin büyük ölçekte denenmesini ve hava tehditlerinin gelişmesini sağlamıştır. Konvansiyonel bombardıman uçaklarının hareket sahasında kullanımı giderek azalmış, düşük görünürlüklü hava platformlarından, kara veya deniz unsurlarından, hava savunma sistemlerinin menzilleri dışından yüksek hassasiyetle gerçekleştirilen hava saldırılarına yerini bırakmıştır. Yakın tarihten günümüze tehditlerin hızlı gelişimi için Birinci Körfez Savaşından itibaren yaşanan gelişmelere kısaca değinmek yerinde olacaktır.

Birinci Körfez Savaşı bugüne kadar gerçekleştirilmiş en kapsamlı hava hareketi olarak tarihe geçmiştir. Koalisyon güçleri tarafından Irak'a kara hareketinin başlatılabilmesi için 154 hava savunma mevziinde on altı bin hava savunma füzesine ve dört binden fazla sabit ve mobil hava savunma topuna sahip Irak hava sahasının aşılması gerekmektedir. 17 Ocak 1991 tarihinde gece saat 02.30 sularında Bağdat hava sahasına giren ilk nesil F-117 hayalet uçakları lazer güdümlü bombalarla uluslararası haberleşme merkezini imha ettiğinde, Bağdat hava sahasını korumakla görevli hava savunma topları göremedikleri hedeflere gelişigüzel ateş açmaya başlamışlardı. İlk saldırının bu kuleye yapılmasının stratejik bir önemi vardı. Bu haberleşme merkezi askeri haberleşme altyapısının yüzde ellisini barındırmaktaydı. Bu merkezin imha edilmesi askeri unsurların ve özellikle hava savunma sistemlerinin koordinasyon etkinliğini azaltacaktı. Bu saldırı ile koordineli olarak hava platformlarından ve donanma unsurlarından uzun menzillerden atılan çok sayıda seyir füzesi ülkenin önemli enerji üretim ve dağıtım noktalarını, uzun menzilli radar mevzilerini ve geri kalan diğer haberleşme merkezlerini imha ederek

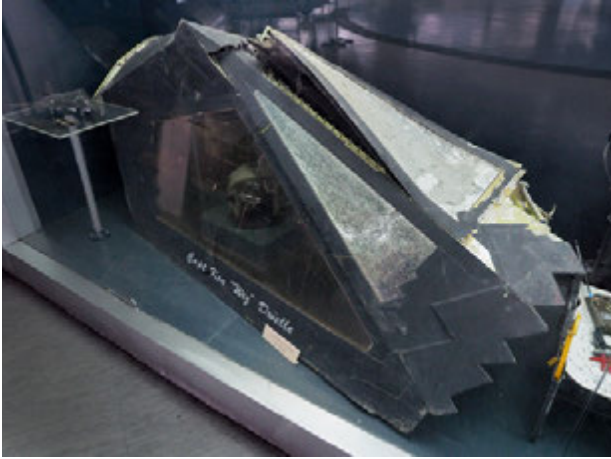
ülke hava sahasını korumakla sorumlu olan hava savunma sistemlerinin komuta kontrol ağı ile iletişimini kesmiş ve böylece ortak hava resmine ulaşımı engelleyerek, merkezi koordinasyon ve kontrolün önüne geçilmiştir. Elektronik harp unsurlarının içinde yer aldığı düşman hava savunmasının sındırılması (suppression of enemy air defences - SEAD) ve düşman hava savunmasının imhası (destruction of enemy air defences - DEAD) taarruzları ile merkez ile iletişimi kesilen hava savunma sistemleri birer birer imha edilerek yüksek miktarda bomba taşıyan büyük gövdeli bombardıman uçaklarının hava sahasına girişi sağlanmıştır. Bu savaşta kullanılan yöntemlerden birisi de savaş uçağı olarak algılanan sahte dekoyların kullanımı ile hava savunma sistemleri uyandırılarak hem bu hedeflere mühimmat sarf etmeleri hem de RF neşretmeleri sonucu yerlerini belli ederek hava unsurları tarafından hedef alınmalarının sağlanması olmuştur. Bu hareketle birlikte elde edilen tecrübeler hem hava savunma sistemlerinin hem de hava tehdit unsurlarının daha da gelişmesine vesile olmuştur. Birinci Körfez Savaşında Amerikan ve İsrail hava savunma sistemlerinin SCUD tipi balistik füzeleri önleyememesi üzerine, her iki ülkede de balistik füzelere özelleşmiş savunma sistemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

Gelişen teknoloji ile hava taarruz kabiliyetinin artması, hedeflerin çok düşük maliyet ve personel kaybı ile yok edilebilmesi, buna karşın çok daha yüksek maliyetli hava savunma sistemlerinin etkisiz kalması Soğuk Savaşın da sonunu belirleyen etkenlerden birisi oldu.

Kosova Savaşı sadece hava unsurlarının kullanıldığı, seyir füzesi ve elektronik harp tekniklerinin hava savunma sistemlerine, önemli hedeflere karşı kullanıldığı kısa süreli bir çatışmaydı. Körfez



Şekil 1 – Lazer güdümlü mühimmat bırakan hayalet uçak F-117



Şekil 2 – Belgrad Havacılık Müzesinde sergilenen F-117 kalıntıları (üstte) ve F-117 uçağını düşüren S-125 Füzeri (altta)



Savaşında hava savunma sistemlerine yakalanmadan stratejik tesisleri bombalayan F-117 ile hava savunma sistemlerinde ikinci raundun galibi ise hava savunma sistemleri oldu. Yugoslavya hava sahasında yapılan akınlarda hava savunma sistemlerinin ustaca kullanımı sayesinde bir F-117 uçağı S-125 hava savunma sistemi tarafından düşürülmüş ve vurulan diğer iki hayalet uçak ise kullanılamayacak derecede zarar görerek üslerine geri dönmüştür. KKS/AÖB güdümlü mühimmat (JDAM) da ilk defa Kosova Savaşında kullanıldı. Yer hedefleri uzak mesafe ve yüksek irtifadan bırakılan az sayıda hassas güdümlü bomba ile yok edilebiliyordu.

1990'lı yılların sonunda Yugoslavya İç Savaşı ilk defa insansız hava araçlarının (İHA) keşif görevleri için savaş sahasında kullanımına sahne oldu.

Devam eden süreçte yaşanan gelişmelere bakacak olursak, büyük çaplı hava saldırılarına sahne olan İkinci Körfez Savaşında güdümlü mühimmatın kullanımı yaygınlaştı. 2011'de Libya'ya NATO tarafından yapılan hava saldırılarında da tıpkı Kosova Savaşında olduğu gibi sadece hava unsurları, seyir füzeleri ve elektronik harp teknikleri kullanıldı. İHA'lar silahlandırılarak Afganistan'da nokta hedeflere karşı kullanılmaya başlandı. Yemen'deki iç savaşta SİHA'lar ve drone'lar savaşın tüm taraflar tarafından kullanıldı. Suudi Arabistan'daki endüstriyel ve askeri hedeflere yapılan füze ve drone saldırıları hava savunma sistemlerindeki zaafılara dikkat çekti. Devam eden Suriye Savaşı da etkin bir hava savunma



Şekil 3 – Bayraktar TB-2 Silahlı İHA ve Panzir Hava Savunma Sistemleri

sistemine karşı büyük ölçekli seyir füzesi saldırılarına, gezen mühimmatların etkin kullanılmasına, uzun menzillerde hava platformlarından bırakılan kanatlı mühimmatın ve süpersonik füzelerin kullanılmasına sahne oldu. Libya ve Suriye’de, son olarak da Karabağ’da elektronik harp unsurlarının da desteği ile çok sayıda düşük radar kesit alanlı SİHA’nın yer hedeflerine karşı koordineli taarruz kabiliyetleri gösterildi. Karabağ’da gezen mühimmat ve İHA’ların birlikte kullanılması ile birçok hava savunma sistemi imha edildi. Karabağ Savaşı ile dünya savaş tarihinde yepyeni bir sayfa açılmış, SİHA’lar hava savunma sistemlerine karşı önemli bir başarı elde etmiştir.

MODERN HAVA TAARRUZ ARAÇLARI

Yazının devamında modern hava taarruz araçlarına kısaca değinilmekte ve tehditlerdeki güncel gelişmeler aktarılmaktadır.

DÜŞÜK İZLENEBİLİRLİKLI HAVA PLATFORMLARI

Soğuk Savaş sırasında geliştirilen keşif, savaş ve bombardıman uçakları hedeflerine çok alçaktan yaklaşmak veya hava savunma füzelerinin erişemediği çok yüksek irtifalarda uçmak

zorundaydı. Uçak mühendisliği ve ileri malzemeler alanındaki gelişmeler radyo dalgalarını yansıtmayan çok farklı geometrilerde ve elektromanyetik dalgaları soğuran kaplamaları olan, tespit ve takibi zor yeni bir nesil uçak tasarımını mümkün kılmıştır. Günümüzde düşük izlenebilirlikli hava platformları düşük radar kesit alanları (RKA) sayesinde hava savunma radarlarına yakalanmadan düşman hava sahasına girerek yüksek irtifadan bıraktıkları güdümlü mühimmat ile stratejik hedefleri vurabilmektedir. Yeni nesil düşük izlenebilirlikli uçakların tasarımında RKA ile birlikte kızılötesi ve ses izlerinin de en aza indirilmesine önem verilmektedir.

Düşük izlenebilirlikli uçakların hava savunma sistemlerinde açacakları gediklerden hava sahasına girecek diğer uçaklarda da daha fazla hassas güdümlü mühimmat taşımalarını sağlayacak değişiklikler yapılmaktadır.

F-117 ile başlayan düşük izlenebilirliğe sahip platformların geliştirilmesi süreci B-2 ve B-21 bombardıman uçakları, F-22, F-35, Çin üretimi J-20 ve Rus yapımı SU-57 uçakları ile devam etmiştir. Günümüz savaş sahasında geliştirilen yeni nesil savaş uçakları için düşük görünürlük artık tasarımın



Şekil 4 – Altıncı nesil düşük izlenebilirlikli hava platformu konsept tasarımı

olmazsa olmaz gereksinimlerinden biri haline gelmiştir. Düşük görünürlüğü sağlanması için gerekli olan geometri ile uçağın uçması için gerekli olan aerodinamik form bazı durumlarda birbiri ile çelişmektedir. Bu durum yeni nesil savaş uçaklarının eski nesil savaş uçaklarından daha az manevra kabiliyetine sahip olmasına da neden olabilmektedir. Yeni nesil düşük izlenebilirlikli platformların hava-hava karşılaşmalarında en önemli avantajı, eski nesil uçakların daha kendilerini tespit veya takip edemeden sahip oldukları gelişmiş aktif faz dizili radarları ile hedefleri tespit ve takip altına alarak uzun menzillerden görüş ötesi füzeleri ile etkisiz hale getirmesidir. Bu uçakların önemli bir dezavantajı ise gövdelerinin dışında taşıdıkları mühimmatların RKA'larını artırması sebebiyle, mühimmatları gövde içinde taşımak zorunda olmalarıdır. Bu durum bu platformlardan atılabilir mühimmat sayısını sınırlandırmaktadır. Uçak boyutları ile karşılaştırılabilir dalga boyutlarında yayın yapan düşük frekanslı radarlar tarafından bu platformlar tespit ve takip edilebilmektedir. Bu radarlar önleme hassasiyetinde veri üretemese de hava savunma sistemleri açısından erken ikaz sensörü olarak kullanılabilir. Ayrıca düşük izlenebilirlikli platformların Quantum radarlar tarafından tespit ve takip edilebildiğine yönelik yakın zamanda teknolojik gösterimler yapıldığı da iddia edilmektedir. Günümüzde geliştirilmekte olan altıncı nesil savaş uçaklarının tasarımlarında düşük izlenebilirliğin

yanında, düşük tespit edilebilirlik, yapay zekâya dayalı karar verme mekanizmaları, yapay zekâya dayalı sürü İHA'lar ile koordineli saldırı teknikleri, lazer silahlarının entegrasyonu gibi konulara ağırlık verilmektedir.

SEYİR FÜZELERİ VE GÜDÜMLÜ MÜHİMMATLAR

Seyir füzeleri deniz, denizaltı ve hava platformlarından, kara fırlatıcılarından atılarak turbojet/turbofan motorlarının sağladığı itkiyle orta ve uzak menzillerdeki (250+ km, 1000+ km) hedeflerine ulaşabilmektedir. Sensör ve seyrüsefer sistemlerindeki gelişmeler seyir füzelerinin deniz üzerinde veya karada vadilerden ve yükseltileri izleyerek alçak irtifada uçabilmesini, hedefini belli etmeyecek karmaşık gezeğe izlenmesini, hedeflerin bulunmasını, seçilmesini, hareketli ise takip edilmesini ve hassasiyetle vurularak yok edilmesini sağlamaktadır. Güvenli veri bağları sayesinde uçuş sırasında hedef ve gezeğe değiştirilebilmesi, vurmadan önce hedef resimlerinin komuta kontrol sistemlerine aktarılması mümkün oluyor. Uzun menzilli hava savunma sistemlerini hedef alacak yeni nesil seyir füzeleri düşük izlenebilirlik özelliklerine sahip, daha uzun menzilli ve gelişmiş sensör sistemleri ile otonom hareket edebilecek yetenekte tasarlanmaktadır. Orta ve kısa menzilli hava savunma sistemlerine, askeri ve endüstriyel hedeflere karşı çok sayıda atılabilecek, seyir füzelerinden daha ucuz maliyetli ve daha küçük etkisiz kanatlı mühimmatlar geliştirilmektedir.



Şekil 5 – ASELSAN Minyatür Bomba ve Çoklu Taşıma Salanı, HGK ve LGK Ürünleri

Suriye’de sık kullanıldığı bilinen Boeing Small Diameter Bomb (SDB-I) ve sonradan Raytheon tarafından geliştirilen gelişmiş 3-kipli arayıcı başlığı olan Storm Breaker SDB-II daha küçük boyutlarıyla savaş ve bombardıman uçaklarında çok sayıda taşınabilmektedir. MBDA de aynı ağırlık sınıfında (250 lb) Eurofighter ve F-35 uçakları için daha uzun menzilli turbojet motorlu SPEAR-III füzelerini geliştirmektedir. Rafael’in de aynı ağırlık sınıfında uçaktan bırakılan SPICE-250, turbojet itekli ve daha uzun menzilli SPICE-250 ER, kara ve gemi platformlarından booster katı yakıt kademesi ile atılabilen turbojet itekli Sea Breaker füzeleri mevcuttur. Boeing ve SAAB birlikte 140+ km menzilli GL-SDB (Ground Launched SDB) adı verilen kara platformlarından booster katı yakıt kademesi ile atılabilen itkisiz kanatlı bir bomba geliştirmiştir. ASELSAN’ın 2020 yılında envantere giren ANS/KKS güdümlü Minyatür Bomba ürünü de 100+ km menzile sahip ve F-16 üzerinde çoklu salan ile sekiz adet taşınabiliyor.

Hava platformlarında çok sayıda taşınabilen itekli/ itkisiz düşük maliyetli ve artırılmış menzili olan hassas güdümlü mühimmatın yaygınlaşması, hava savunma sistemlerini sensör sistemlerine görünmeden her yönden yaklaşarak aynı anda ortaya çıkan bir sürü hedefin oluşturacağı savuşturulması zor bir hava tehdidi ile karşı karşıya bırakmaktadır.

Süpersonik hızlara ulaşabilen taktik balistik füzelerin hava platformlarından atılabilir olması da yeni hava tehditleri arasında sayılabilir. F-16 uçaklarının da taşıyabildiği 100+ km menzilli Süpersonik IAI Rampage füzesi ilk defa 2019 yılında Suriye’de kullanılmıştır.

HİPERSONİK TEHDİTLER

Hipersonik, ses hızının beş katı üzerindeki hızları ifade eden bir terimdir. Hipersonik hızlara ulaşabilen bir araç, şok katmanları, aerodinamik ısınma, entropi katmanı, gerçek gaz etkileri ve düşük yoğunluklu etkiler gibi benzersiz fiziksel olaylara maruz kalır. Bu fenomenler, hipersonik araçların tasarım sürecini daha düşük hızlardaki hava araçlarına nazaran daha karmaşık hale getirmektedir. Hipersonik araçların tasarımında pek çok zorluk bulunmaktadır. Günümüzde malzeme teknolojisinde yapılan araştırma ve geliştirme ile yüksek sıcaklıklara dayanabilen yeni malzemelerin geliştirilmesi, bilgisayarların hesaplama gücünün hızla artması sayesinde karmaşık diferansiyel denklem çözümlerinin gelişmiş çözüm teknikleri ile ele alınabilmesi, hipersonik hızlarda uçan araçların öncelikli olarak askeri alanda ortaya çıkmasına vesile olmuştur. Teknolojinin yaygınlaşması ile yakın gelecekteki çatışmalarda hava akınlarında kullanımı da mümkün görülmektedir.



Şekil 6 – Uzayda kapsülünden ayrılmaya hazırlanan hipersonik manevralı süzülen tehdit

Hipersonik sistemlerin sahip oldukları muazzam hız, askeri bir perspektiften bakıldığında oyun değiştirici olarak değerlendirilebilir. Örneğin hipersonik tehditler Mach 5 hızında yaklaşık 10 dakikada 1.000 km'yi kat edebilmekte; oysa bugün bazı operasyonel füzeler, Mach 3'te 9 dakikada 500 km [Fransız ASMP-A] ve Mach 0.75'te 1.000 km'yi 67 dakikada [ABD Tomahawk] kat edebilmektedir. Bu fark, hipersonik tehditlerle gerçekleştirilen saldırılarda savunma sistemlerinin çok kısa bir uyarı süresine sahip olacağını göstermektedir. Hipersonik tehditlerin aynı zamanda da manevra kabiliyeti olduğu düşünüldüğünde, son hedeflerini önceden tahmin etmek mümkün değildir. Son iki faktör, bu tehditleri önleyebilecek sistemler için karar alma süreçlerini ve eylem zaman dilimlerini önemli ölçüde kısaltmaktadır.

Hipersonik tehditler hipersonik manevra yapabilen süzülen araçlar [hypersonic maneuverable glide vehicles] ve hipersonik seyir füzeleri olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

HİPERSONİK MANEVRALI SÜZÜLEN TEHDİTLER

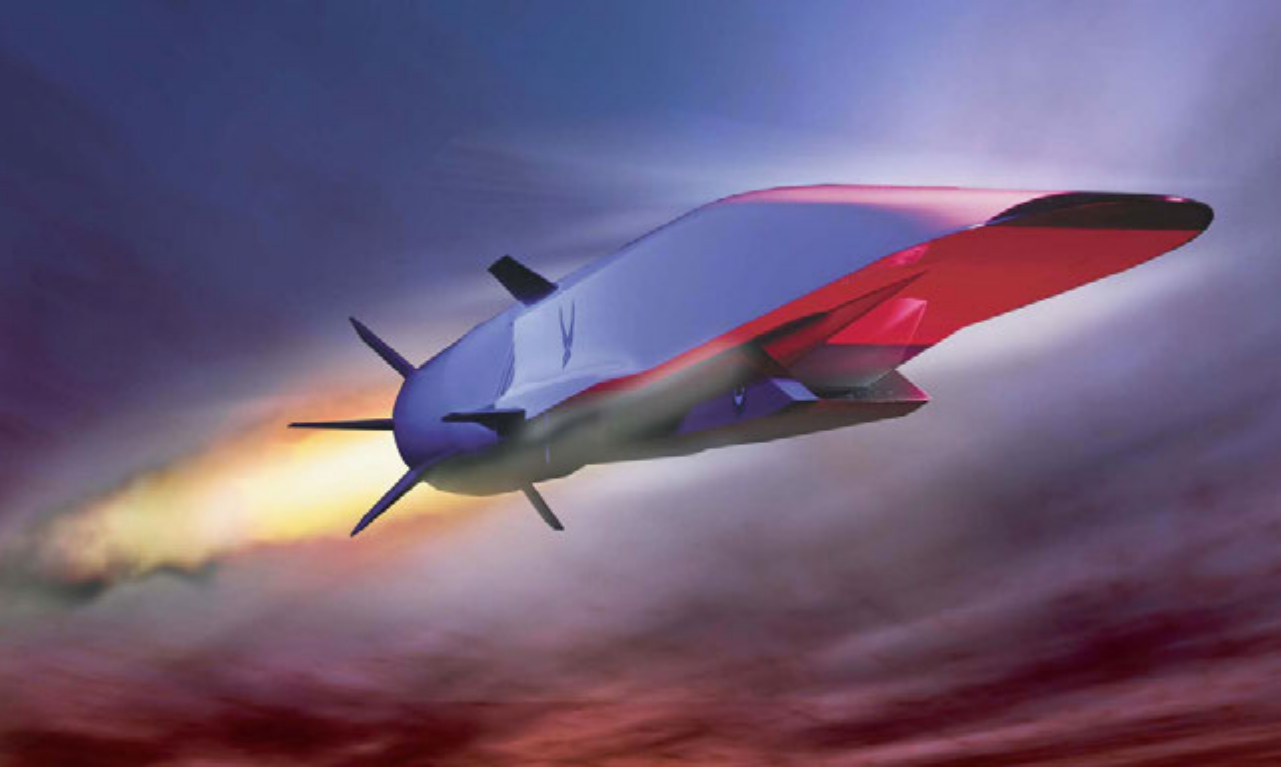
Bu araçlar genellikle 100+ km irtifaya ulaşmak için bir roketle güçlendirilir ve son dalıştan önce 8 ile 10 Mach civarında üst atmosferde manevralarla itkisiz, nispeten düz bir süzülme aşaması gerçekleştirir. Adeta bir planör gibi süzülen bu tehditleri önlemek,

balistik yörüngeli yeniden giriş araçlarına göre çok daha zordur.

Hipersonik manevralı süzülen tehditler, konvansiyonel savaş başlıklarını da bünyelerinde taşıdıkları için balistik füzelerin savaş başlıklarından daha büyük ve kütleli olmaları muhtemeldir. Hipersonik bir planör için yüksek dinamik basınç ve ısınma, yapısal bütünlük için en büyük teknik zorluklar olmaktadır. Ayrıca bu araçların navigasyon ve yönlendirme hassasiyeti, olası CEP değerini etkilemektedir. Diğer bir zorluk ise, hedefte kesin bir vuruş elde etmek için planörün terminal aşamasında muhtemelen yaklaşık Mach 3'e yavaşlaması gerekliliğidir. Bununla birlikte, başarılı olarak gerçekleştirilen testlerin sayısı göz önüne alındığında, bu tarz silahların ilk operasyonel hipersonik tehditler olması muhtemeldir. Hipersonik manevralı süzülen tehditler kapsamında, Çin Halk Cumhuriyeti uzun süredir yaptığı çalışmalar sonucunda operasyonel hale getirdiğini belirttiği DF-17 füzesi geliştirilmiştir. Orta menzilli balistik bir füze olan DF-17'nin önünde DF-ZF olarak isimlendirilen nükleer savaş başlığı taşıyan hipersonik manevralı süzülen bir araç bulunmaktadır.

HİPERSONİK SEYİR FÜZELERİ

Hipersonik seyir füzeleri, süzülen hipersonik tehditlerden farklı olarak kendi itkisini üretmektedir. Burada kullanılan önemli bir teknoloji ise scramjet



Şekil 7 – Roketinden ayrılmaya hazırlanan hipersonik seyir füzesi

motorlardır. Bu motorların turbo jet ve turbo fan motorlardan farkı, ulaştığı yüksek hız ve özel hava alığı tasarımı sayesinde havayı ve yakıtı sıkıştırmak için türbin kullanımına ihtiyaç duymamasıdır. Ancak scramjet motorların çalışabilecekleri Mach 3 hızına ulaşabilmek için roket motoru ile hızlandırılması gereklidir. Hipersonik seyir füzeleri 20-30 ile 40 km irtifalarda Mach 4-6+ hızları ile seyir edebilmektedir. Scramjet motor teknolojisine ek olarak burada da yüksek ısıya dayanıklı özel malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi bir zarurettir.

Hipersonik seyir füzelerinin B-52 gibi bombardıman platformlarından fırlatılma olasılığının yüksek olduğu düşünüldüğünde, fırlatma anında kolayca tespit edilmelerinin zor olacağı ve yüksek hızları nedeniyle savunma sistemleri tarafından zamanında reaksiyon gösterilmesi mümkün görülmemektedir.

Scramjet motorlu hipersonik seyir füzeleri, hipersonik manevralı süzülen tehditlerden daha düşük hızlarda seyrettiğinden, maruz kaldığı en yüksek sıcaklıklar çok daha düşük olacaktır. Buna karşılık, hipersonik seyir füzelerine etki eden aerodinamik kuvvetler, daha düşük irtifadaki daha yoğun hava nedeniyle süzülen tehditlerden daha yüksek olacaktır.

Hipersonik seyir füzelerinin envantere alındığı belirtilse de devam eden test süreçleri dikkate alındığında çözülmemiş önemli sorunları olduğu değerlendirilmektedir. Bu sorunların bazıları yapısal dayanıklılık, itki verimliliği ve hassas vuruş için navigasyon doğruluğunu içerir.

BALİSTİK FÜZE TEHDİTLERİ

Günümüzde balistik füze tehditleri kısa, orta, uzun menzilli ve kıtalararası balistik füze olmak üzere menzillerine göre farklı sınıflara ayrılmaktadır. Bir diğer önemli sınıf ise genellikle uzun veya kıtalararası menzile sahip denizaltından atılan balistik füzelerdir. Balistik füzeler roket yakıtı ile hızlanma fazını içeren tırmanma fazı sonrası, ara safha faza geçerek hedefe doğru balistik olarak düşüşe geçen güdümlü füzelerdir. Balistik füzeler özellikle yüksek hızları ve yüksek dalış açıları nedeniyle konvansiyonel hava savunma sistemleri tarafından önlenmesi çok zor hedeflerdir. Bu kapsamda bu tehditlere karşı özel balistik füze savunma sistemleri geliştirilmiştir. Günümüzde stratejik kara ve deniz hedeflerine karşı kullanılan balistik füzelere ara ve terminal safhalarda manevra yapma kabiliyetini kazandıracak geliştirmeler yapılmıştır. Taktik balistik füze sınıfında yer alan İskender balistik füzesi ve bu füzenin hava



Şekil 8 – İskender Taktik Balistik Füzesi

platformlarına uyarlanmış ve menzili artırılmış Kinzal füzeleri terminal aşamada manevra yapabilme yeteneğine sahiptir. Bu platformlar belirli bir bölgede saha üstünlüğü sağlamak amacıyla uzun menzilli hava savunma sistemleri ile birlikte sahaya konuşlandırılmaktadır.

İHA, DRONE VE SİHA'LAR

1982 Lübnan Savaşında insansız hava araçlarının (İHA) keşif, elektronik destek ve elektronik taarruz görevlerinde insan hayatı riski olmadan düşman hava sahasında çok uzun süre kalarak hava savunma sistemlerine karşı çok etkili kullanılabilecekleri kanıtlandı. ABD Hava Kuvvetleri envanterine RQ-1 olarak 1996'da giren keşif görevindeki orta irtifa/uzun havada kalış (MALE) kategorisindeki İHA Hellfire füzeleri ile silahlandırıldıktan sonra 2002 yılında MQ-1 Predator olarak isimlendirildi. Uçuş süresi daha uzun, uçuş irtifası, taşıdığı faydalı yük daha fazla olan MQ-9 Reaper 2007 yılında envantere girdi. Çin'den ihraç edilen CH-4 ve Wing Loong SİHA'lar pek çok çatışmada kullanılıyor. Ülkemizde geliştirilen TB-2, ANKA İHA ve SİHA'lar pek çok ülkeye ihraç edildi. Rusya Federasyonunda geliştirilen ORION SİHA 2020'de Suriye Savaşında kullanıldı ve envantere

girdi, yük kapasitesi ve seyir irtifası daha yüksek ALTIUS İHA/SİHA'nın da yakında kullanılmaya başlaması bekleniyor. Savaş uçaklarına kıyasla İHA/SİHA'lar tedarik ve işletme maliyetlerinin daha az olması, daha az yakıt maliyeti ile havada çok daha uzun süre kalabilmeleri, yetişmiş personelin yer istasyonlarında daha verimli kullanılabilmesi, görev sırasında personel kaybı riski olmaması gibi tercih edilmelerini sağlayacak önemli avantajlar sunuyor.

Yeni İHA ve SİHA tasarımları havada kalış sürelerini, seyir irtifalarını ve taşıma kapasitelerini artırırken, faydalı yükler-sensörler ve silahlardaki gelişmeler de dikkat çekiyor. Daha büyük hava platformlarında görmeye alıştığımız SAR/Radar ve elektrooptik sensörler insansız platformlara taşınarak keşif ve hedefleme kabiliyetlerini artırıyor. Gövde içinde yer alması önceden düşünülmemiş elektronik harp, kendini koruma (RWR/MWR, Chaff ve Flare Dispenser), haberleşme ve hatta ileri bilgi işleme/ yapay zekâ kabiliyetleri SİHA'nın silah istasyonlarına takılabilen podlar ile eklenebiliyor. İlk nesil SİHA'lar için geliştirilen mühimmattan daha fazla sayıda taşınabilse de yeni SİHA'larda daha uzun menzilli yeni mühimmatın, hatta savaş uçakları için geliştirilen füze ve bombaların menzilden fedakarlık edilerek kullanılması tercih ediliyor.

4+ ve 5. nesil savaş uçaklarına yardımcı olarak düşünülen turbofan motorlu düşük izlenebilirlik özelliğe sahip SIHA'ları da hava savunma sistemlerine karşı elektronik harp (karıştırma/ sahte hedef) ve hava-yer mühimmatı ile yakın hava destek görevleri de yapabilmeleri sebebiyle yakın gelecekteki hava tehditleri arasında saymak gerekir. GJ-11 Sharp Sword iki yıl önce Çin Silahlı Kuvvetleri envanterine girdi, Su-70 Okhotnik ve Kratos XQ-58 Valkyrie muharip SIHA'ların uçuş testleri devam ediyor. BAYKAR firmasının geliştirdiği MİUS'un da 2023 yılında envantere girmesi beklenmektedir.

Gelişen hava savunma sistemleri ve hava savunma füzelerine karşı geliştirilen kamikaze gezen mühimmatlar hedef bölge üzerinde uzun süre dolaşarak hava savunma sistemlerini, yer hedeflerini ve radar yayınlarını tespit edebilmekte ve alçak irtifadan yüksek hızda yaklaşarak imha edebilmektedir. Suriye, Libya ve Karabağ'da hava savunma sistemlerine ve diğer yer hedeflerine karşı kullanılan gezen mühimmat önemli bir hava tehdidi olduklarını savaş ortamında kanıtlamıştır.

ELEKTRONİK HARP

Elektronik Harp (EH) teknikleri düşman savaş kabiliyetini azaltmak, etkisiz hale getirmek veya yok etmek amacıyla personele, tesislere veya teçhizata saldırmak için Elektromanyetik (EM) enerjinin, yönlendirilmiş enerjinin veya anti-radyasyon silahların kullanılmasını içerir. EM enerjisi kapsamında, bu eylem, karıştırma olarak adlandırılır ve iletişim sistemlerinde (radyo karıştırma) veya radar sistemlerinde (radar karıştırma ve aldatma) gerçekleştirilebilir. Bu, radyo veya radar frekanslarıyla sınırlı değildir, IR, görünür, ultraviyole ve EM spektrumunun daha az kullanılan diğer kısımlarını içerir. Buna kendini koruma, stand-off ve eskort karıştırma ve anti-radyasyon saldırılar dahildir.



Şekil 9 – Tipik bir DEAD saldırısı

Hava savunma sistemlerinin ve füzelerinin ana sensörleri radar ve elektro optik sistemleri olduğu ve haberleşme altyapılarında telsiz kullanıldığı için bu sistemlere karşı taarruzlar bu unsurlar üzerine yoğunlaştırılmıştır. Bu unsurlara karşı yapılan elektronik taarruzlarda sensörlerin köreltilmesi, yanıltılması, duyarlılık seviyelerinin düşürülmesi, ölçüm hatalarının oluşturulması, bir veya birkaç ölçüm parametresinin alınmasının önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Haberleşme unsurlarına karşı yapılan saldırılarda ise hava ve füze savunma sistemi bileşenleri arası iletişimin ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

Hava savunma sistemlerine karşı gerçekleştirilen düşman hava savunmasının sındırılması (suppression of enemy air defences - SEAD) ve düşman hava savunmasının imhası (destruction of enemy air defences - DEAD) taarruzları elektronik harp tekniklerinin kullanımı ile mümkün olabilmektedir. Hava savunma unsurlarına karşı geliştirilen tipik bir saldırı aşağıdaki şekilde resmedilmiştir. Muharip uçakların arkasından hava savunma sistemlerine karıştırma yapan stand off karıştırıcılar ve haberleşme karıştırıcıları hava savunma sistemlerin tespit, takip ve koordinasyon etkinliğini azaltmakta, savunmasız duruma gelen hava sistemlerin unsurlarına karşı ise güdümlü mühimmatlarla veya anti-radyasyon füzeleri ile saldırı gerçekleştirilmektedir. Bazı durumlarda karıştırıcı unsurlar hava savunma sistemlerinin menzilleri içerisine de girerek stand-in karıştırma da yapabilmektedir.

Hava savunma sistemlerine karşı önemli tehditlerden biri de karıştırma veya aldatma yeteneğine sahip dekoylardır. Yüksek adetlerde hava platformlarından bırakılan bu dekoylar uçakların izlerini taklit ederek hava savunma sistemlerinin uyandırılması için kullanılmaktadır. Karıştırma yeteneğine sahip olanlar ise stand-in karıştırma amaçlı kullanılmaktadır. Aldatma yeteneğine sahip MALD ve karıştırma yeteneğine sahip MALD-J, SPEAR ailesi füzelerden harp başlığı ve arayıcı başlık çıkarılarak geliştirilmekte olan hem dekoyma hem de karıştırma yeteneğine sahip olacak SPEAR-EW bu konuda bilinen örnekler arasında yer almaktadır.

Hava ve füze savunma sistemlerini tehdit eden önemli elektronik unsurlardan biri de küresel konumlandırma sistemi (KKS) karıştırmasıdır. Taktik sahada KKS karıştırması hem yer unsurlarının konum ve zaman hassasiyetini etkilemekte, yoğun karıştırma ortamında sistemlerin veya mühimmatın KKS verisini almasına engel olmaktadır. Karıştırmaya karşı koyabilmek için çok bantlı KKS alıcılarına ek olarak, çok kanallı hüzmeye yönlendirme yeteneğine sahip dizi antenlerin kullanılması gerekmektedir.

Yapay zekânın hava platformlarında ve silah sistemlerindeki uygulamaları da hava tehdidinin gelişimini etkileyecek önemli etkenlerden birisi olacaktır. Hava platformlarındaki sensör sistemlerinden elde edilecek yüksek hacimli görüntü ve sinyal verilerinin platform üzerinde işlenmesi, değerlendirilmesi sağlandığında hedeflerin belirlenmesi, tehditlerin algılanıp alternatif çözümlerin belirlenmesi, karar ve reaksiyon süreleri kısılacaktır. Yapay zekânın sürü drone/ SİHA taarruzlarını yönlendirmekte de kullanılması beklenmektedir.

Hava ve füze savunma sistemlerini hedef alabilecek önemli tehditlerden bir diğeri de siber tehditlerdir. IP tabanlı ağ bağlantılarının sistemler üzerinde yaygınlaşması ile gerekli siber saldırı önlemleri alınmadığı durumda sistemlerin bağlı oldukları haberleşme ağları üzerinden siber tehditlerin sistemlere sızması sonucu sisteme geçici veya kalıcı hasar verilebileceği gibi, sistemin silahlarının düşman hedeflere yönlendirilmekten alıkonulması veya dost hedeflerin kendi sistemlerimiz tarafından hedef alınması gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir.

GELİŞEN HAVA TEHDİDİ KARŞISINDA HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNİN EVRİMİ

HAVA TEHDİDİNE KARŞI HAVA DESTEĞİ

Sayılan pek çok güncel hava tehdidine karşı hava savunma sistemlerinin yalnız olmadığını hatırlamakta fayda var. İnsanlı ve insansız hava platformları yüksek irtifada ve uzak menzilden sensör sistemleri ile tehdit olabilecek uçak ve deniz platformlarını tespit ederek erken ihbar görevini yapmaktadır. En uzak mesafede uzun süre dolanabilecek İHA platformlarındaki pasif elektrooptik sistemler uçak, gemi ve denizaltılardan, karadaki lançerlerden atılan balistik füzeleri ve seyir füzelerini yükselme fazında tespit ederek hava savunma sistemlerine çok kıymetli reaksiyon süresini kazandırabilir. Güvenli veri bağları sayesinde henüz hava savunma sisteminin radarlarının tespit edemediği hedeflere uzun menzilli füzeler ile kooperatif angajman yapılması mümkün olabilmektedir. Savaş uçakları ve yardımcıları muharip SİHA'lar hava tehdidini başlatacak düşman platformların atış menzillerine yaklaşmasını ve yaklaşmakta olan daha uzun menzilli füzeleri önleyerek hava savunmanın ilk katmanını oluşturulabilmektedir.

DAĞITIK MİMARİ VE YER DEĞİŞTİRME

Modern hava savunma sistemlerinde beka kabiliyetini artırmak amacıyla dağıtık mimari tercih edilmektedir. Komuta-kontrol, radar/sensör ve lançerler arazide ayrı konuşlandırılarak güvenli haberleşme kanalları üzerinden iletişimlerini sağlanmaktadır. Hava savunma sisteminin ve yerleşiminin angajman sonrası hızlı yer değiştirmelere uygun olması da olmazsa olmaz gereksinimler içinde yer almaktadır. Mobil hava savunma sistemlerinde ise hareket halinde angajman yapabilme kabiliyeti önemli bir avantaj olarak ortaya çıkmaktadır.

GİZLENME/ALDATMA

Hava savunma sistemi ile birlikte sahte komuta-kontrol, radar ve lançerler de konuşlandırılarak düşman keşif platformlarının yanıltılması, füze ve gezen mühimmatların sahte hedeflere yöneltmesi sağlanıyor. Sahte hedeflerin RF ve IR izleri de salınarak yanlışlığı güçlendiriliyor.

Tespit ve Ateş Kontrol Radarları (aktif sensörler) yerineIRST ve pasif Radarların hedef tespiti için, elektrooptik sensörlerin de angajman için öncelikli olarak kullanılabilmesi düşman elektronik destek sistemlerinin ve gezen mühimmatın hava savunma sisteminin yerini tespitini geciktirecektir.

DOYURMA

Sürü drone, silah platformlarının aynı hedefe eş zamanlı olarak her yönden gelecek çok sayıda hassas güdümlü mühimmat, seyir füzesi atma kabiliyetlerinin yaygınlaşması hava savunma sistemlerinin bu tip bir saldırıda mümkün olan en fazla sayıda hedefe angajman yapabilmeye hazır olmasını gerektiriyor. Sensör, haberleşme ve komuta-kontrol işlem kapasitesinin yeterli olması yanında, atışa hazır füze sayısının da yeterli olması, yeniden yüklemenin de en kısa zamanda yapılabilmesi bekleniyor.

HEDEF İLE UYUMLU SİLAH SEÇİMİ

Tüm hedefler için tek tip hava savunma füzesi ile angajman yapmak yerine, doğru teşhis edilen hedefe menzil ve yaklaşım hızına göre farklı tiplerde füze ve silah seçeneklerinin kullanılabilmesi taktik ve lojistik avantajları sebebiyle tercih edilmektedir. Drone sürüsü gibi çok sayıda küçük hedeflere karşı daha yakın menzilde seri atımlı hava savunma topları, lazer ve yüksek güçlü mikrodalga gibi yönlendirilmiş enerji silahları ile angajman yapılması maliyet etkin bir hava savunma ortaya çıkaracaktır.

ELEKTRONİK HARP

Hava savunma sistemi ile entegre elektronik harp unsurları ile yaklaşmakta olan güdümlü füze ve bombaların güdüm/kontrol çevrimlerinin engellenmesi, RF arayıcı başlık, radar altimetre ve yaklaşma tapası gibi sensör sistemlerinin yanıltılması/köreltilmesi ile hava savunma sistemlerine aynı anda birden fazla hedefe de angaje olabilen maliyet etkin soft-kill kabiliyeti kazandırılabilir.

HAVA SAVUNMA İÇİN YAPAY ZEKÂ

Kısa menzilde çıkan (pop-up) hedefler, çok hızlı yaklaşan hedefler ve her yönden beliren sürü drone hedefler operatörlerin kısa zamanda kavrama ve karar verme yeteneklerini zorlayacaktır. Komuta-kontrolde yapay zekâ ve makina öğrenmesi teknikleri kullanılarak operatörlere kısa zamanda doğru kararları vermelerini sağlayacak çözümler sunulabilmelidir.

KATMANLI VE ENTEGRE HAVA SAVUNMA MİMARİSİ

Hava savunma sistemlerini sensörlerinin tespit, hava savunma füzelerinin de angajman menzillerini eşleştirerek sınıflandırdığımızda, savunma görev sorumluluklarını merkezden uzaklaşan iç içe geçmiş dairelerle sınırlandırabileceğimiz katmanlı bir hava savunma mimarisinden bahsedebiliriz.

Güncel hava tehditleri katmanlı ve entegre bir hava savunma mimarisi için çözüm bekleyen yeni problemler sunmaktadır:

Hızla yaklaşan İHA/elektronik harp platformları etkin karıştırma (stand-in karıştırıcı) yaparak sensör tespit ve takip halkalarını küçültüyor, düşük izlenebilirlik özelliğine sahip uçak ve seyir füzeleri tespit edilmeden sensör tespit ve takip halkalarını geçebilmekte, yüksek hızla seyredebilen hipersonik/süpersonik füzeler tespit/karar sürecini kısalttıkları için angajman pencereleri küçültmekte, alçak irtifada yaklaşabilen seyir füzeleri, jet itkili SİHA'lar, drone sürüleri ve kamikaze drone'lar çok geç tespit edilebildikleri için hem sensör halkalarını hem de angajman pencerelerini küçültmektedir. Çok daha uzakta tespit etmeye çalıştığımız düşük RKA değerine sahip pek çok hedef artık çok yakınımızda ve maliyetleri atacağınız füzeden çok daha ucuz hale gelmektedir. Rus uzun menzilli hava savunma sistemleri bu meydan okumaya, güncel hava tehditlerinin avantajlarını azaltacak

ilave sensörler, farklı angajman kabiliyetlerine sahip füzeleri, gelişmiş sensör ve komuta-kontrol kabiliyetleri ile MANPADS'e varıncaya kadar tüm halkaların silahlarını bir arada kullanarak karşı koymaya çalışmaktadır. ABD Silahlı Kuvvetleri ise ağ tabanlı bir mimaride sensör ve silahların ortak ve verimli kullanılmasını hedefleyen yeni bir hava ve füze savunma mimarisine geçmektedir. Daha yakın menzillerde çok sayıda düşük maliyetli füze ile angajman yapabilecek, lazer silahları ve seri atışlı hava savunma topları ile entegre sistemleri geliştirmek için bir yarış olduğu izleniyor.

Hava tehdidinin gelişimi ile birlikte hava savunmayı değerlendirdiğimizde, saldırıyı başlamadan önlemenin, silah platformlarını füze ve hassas güdümlü mühimmat atma menzillerine yaklaştırmamanın, okçuyu vurmanın hava savunma sistemlerinin sağlayacağı korumadan daha etkili ve daha az maliyetli olacağı öngörülebilir. Tehdidi oluşturacak füzelerin atıldığını, uçakların, SİHA'ların, sürü drone'ların yaklaştığını tespit ederek hava savunma sistemlerini erkenden uyarabilmek de savunmaya çok kıymetli hazırlık sürelerini kazandıracaktır.

Hava tehdidi tarafından bakıldığında hava savunmanın önlenmesi ve yok edilmesi (SEAD/DEAD) tabakalar halinde sıyrılacak bir problem olarak görülmemekte, hava savunmanın bir halı gibi dörülüp kaldırılması (roll-back) hedeflenmektedir. Düşük izlenebilirlik, katlanan yaklaşma hızı, insansız ve feda edilebilir platformların başarısı, artık düşük maliyetle çok sayıda silahla etkin saldırı yapılabilmesi gibi güncel tehdidi güçlendiren sebepler savunma tarafında da yeni bir değerlendirme ile yeni tedbirlerin alınmasını gerektiriyor. Sensör sistemlerinin geliştirilmesi, farklı sensörlerden gelen hacimli bilgilerin füzyonu, daha yakın menzilde eş zamanlı olarak çok sayıda angajman yapabilecek, katlanılabilir maliyette kinetik/kinetik olmayan silah sistemlerinin geliştirilmesi, kısılacak tespit/karar zincirinde yapay zekâ tabanlı destek araçlarının ve otonom görev yapabilecek sistemlerin geliştirilmesi, herhangi bir silahı herhangi bir sensör verisi ile kullanabilecek ağ tabanlı yeni hava savunma sistemlerinin yol haritasını şekillendirecektir.



SAKA

Mikro İnsansız Hava Aracı

Kolaylıkla taşınabilen, kara platformları ile entegre edilebilen, keşif, gözetleme ve istihbarat amaçlı açık ve kapalı mekanlarda görev icra edebilen İnsansız Hava Aracıdır.

www.aselsan.com



aselsan

ASELSAN HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMİ RADARLARI: HIZLI VE DEV ADIMLAR

Özgür SARI

Kıdemli Lider Mühendis,
REHİS Radar Programları Direktörlüğü

Günümüzde radarın; hava savunma, erken ihbar, kara gözetleme, deniz gözetleme, atış kontrol, uydu ve uçaklardan yeryüzünün gözlenmesi, füzelerin terminal aşamada yönlendirilmesi, yere gömülü nesnelerin tespiti, ormanlık alanda insan tespiti, trafikte hız kontrolü, hava durumu takibi, araç üzeri mesafe ölçümü gibi pek çok kullanım alanı bulunmaktadır.

Türkiye’de radar geliştirme faaliyetlerinde yirmi yılda çok büyük bir teknolojik atılım yapılmıştır. Bugün yüz yıldır radar geliştirme faaliyetleri yürüten ülkelerde yapılan en güncel ürünlerle kıyaslanabilir radarlar ülkemizde geliştirilebilmektedir. Radarlarda kullanılan kritik malzemeler zaman içinde yerleştirilmekte olup radarların üretim kapasitesini artıracak yatırımlar yapılmaktadır.

RADAR TARİHÇESİNE HIZLI BİR BAKIŞ

Her ne kadar metallerin radyo dalgalarını yansıtmasıyla ilgili çalışmalar 1800’lerin sonlarına [Hertz-1887, Huelsmeyer-1904] dayansa da radarın tarihi çoğunlukla 1930’lu yıllarda İngiltere’de magnetronun icadıyla başlatılmıştır. Radarın İkinci Dünya Savaşının gidişatını değiştirdiği de pek çok kaynakta anlatılmıştır. Önceki dönemlerde savaş uçaklarının yerleri akustik yöntemlerle tespit edilmeye çalışılıyordu. Bu yıllarda İngiltere, ABD, Japonya, Almanya, SSCB, Hollanda, Fransa ve İtalya’da radar çalışmaları yürütülmüştür. Bu radarlarda güç yükselteç olarak vakum tüpleri kullanılmış; magnetronları klystronlar izlemiştir.

1950’li yıllarda radarlarda yeni teknolojiler ve teknikler kullanılmaya başlanmıştır; gürültü içindeki işaretlerin tespit edilmesini sağlayan “matched filter” teorisi, menzil, hız ve çözünürlük arasında getiri götürü hesabı yapılmasına olanak sağlayan Woodward belirsizlik diyagramı, Doppler frekans kayması gibi...





Radardan önce; ses tespit/konumlama sistemleri

İlk büyük elektronik hüzme yönlendirmeli radarlar 1960'larda kullanıma alınmıştır. Bu yıllarda ufuk arkası radarları, balistik füze ve uydu tespit radarları da geliştirilmiştir. Dizi antenlerin geçmişi de 1900'lü yılların başına kadar gitmektedir. Dizi antenler yayın huzmesini daraltmaya yaramakta ve kazanç sağlamaktadır. Faz dizili ilk radarlarda hüzme sabit bir yere bakmakta olup hüzme yönlendirme 1940'lı yıllarda faz kaydırmada mekanik bileşenlerin kullanımıyla başlamıştır. Dizi antenli radarlar İkinci Dünya Savaşında da kullanılmıştır. Faz dizili radarlarda elektronik hüzme yönlendirme gereksinimi balistik füze savunmasında atmosfere giren (re-entry) nesnelerin tespiti için geniş hacimlerin taranması ve pek çok nesnenin bir arada takip edilmesi ihtiyacıyla ortaya çıkmıştır. 1950'li yıllarda bilgisayarların gelişimi ile radarlarda da sayısal işlemlerden istifade edilmeye başlanmıştır.

1960'larda yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler dizi anten elemanlarının arkasında katı hal güç yükselteçlerinin kullanılmasına (AESA radarlar) olanak tanımıştır.

Yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler radarların yalnızca güç yükseltme işlevlerini etkilememiştir. Sayısal hüzme oluşturma, yüksek hızlı ve kapasiteli sayısal işlevler; daha yetenekli, daha bütüncül birimlere sahip radarların geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Sinyallerin sayısal olarak örneklenmesine olanak sağlayan ADC'ler (Analog to Digital Converter) her geçen gün daha yüksek frekanslarda kullanılabilmektedir. Artık faz dizili radarlar PESA (pasif faz dizili), AESA (aktif faz dizili) ve dijital faz dizili olarak gruplanmaktadır. Dijital radarlarda her bir anten elemanı arkasında (element level) ya da birkaç anten elemanı arkasında ortak (subarray level) sayısal örnekleme yapılmaktadır.

Günümüzde ASELSAN'da dünyadaki gelişmelere paralel şekilde gelişmiş sinyal ve veri işleme algoritmaları kullanılan pasif, aktif ve sayısal faz dizili radarlar geliştirilmekte ve üretilmektedir.

HAVA SAVUNMA SİSTEMİ RADARLARI

Bariş ve savaş durumlarında ülkelerin savunmasında etkin olarak kullanılan hava savunma sistemlerinde radarların önemi ve bu radarlardan beklenen işlevler her geçen gün artmıştır. İkinci Dünya Savaşında havadan taarruzlara karşı erken ihbar fonksiyonuyla başlayan bu görevler; 1950'li yıllarda hava savunma sistemlerinde arama/tespit/teşhis/takip/sınıflandırma, atış kontrol ve füze güdümü gibi kritik fonksiyonları kapsar hale gelmiştir.

KISA VE ORTA MENZİLLİ HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ

1950 ve 1960'lı yıllarda geliştirilen hava savunma sistemleri ile pek çok uçağın vurulması üzerine daha alçaktan uçan, daha hızlı uçaklar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu da daha yakın ve alçakta etkinliğin yeterli olduğu ancak daha hızlı yer değiştirebilen hava savunma sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Başlıca özellikleri yarı aktif ya da komutla füze güdümü yapmaları olan bu sistemler uzun yıllar boyunca pek çok bileşenin güncellenmesiyle, bazen de başka sistemlere evrilerek kullanılmaya devam etmişlerdir. Bu sistemlerin başlıca kısıtları aynı anda angaje olunan hedef sayısının azlığı ve çok sektörden gelecek saldırılara yanıt verememesidir. Bu nedenle birden çok atış kontrol radarı ve lançerden oluşan vurucu unsurların bir batarya dâhilinde kullanımı gerekmektedir. Bu sistemlerde yıllar içinde yapılan gelişmeler de aynı anda angaje olunabilir hedef sayısını artırma, radarların ya da füzelerin menzillerini artırma gibi iyileştirmeleri içermektedir.

UZUN MENZİLLİ HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ

1970'lerin sonundan itibaren stratejik bombardıman ve gözetleme uçaklarıyla seyir füzelerini önlemeye yönelik uzun menzilli hava savunma sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemlerde merkezi güç yükselteçli pasif hüzme yönlendirmeli faz dizili radarlar kullanılmaktadır. Füzeler yarı aktif güdüme sahip olup aynı anda tek bir sektörden gelen hedeflere angaje olabilmektedir.

Bu sistemlerde 2020'li yıllarda aktif faz dizili anten yapısına geçilmesine ve yarı 360 derece alan kapsamasına yönelik geliştirmeler planlanmaktadır.

HAVA GÖZETLEME VE ERKEN İHBAR RADARLARI

Günümüzde NATO ülkelerinde çoğunlukla AESA hava gözetleme ve erken ihbar radarları kullanılmaktadır. Bunlar, uzun menzillerden uçak tespit edebilen, belirli seviyede balistik füze tespit yetenekleri olan radarlardır. ABD ve Avrupa'da mevcut radarların dijital radarlarla değiştirilmesi için programlar başlatılmıştır. 2020'li yıllarda yeni dijital radarların kullanıma alınması planlanmaktadır. Güncellemelerle balistik füzeler ve hipersonik hedeflere karşı etkinlik artışları hedeflenmektedir.

Rusya'da ise halen çoğunlukla pasif faz dizili radarlar kullanılmakla birlikte 2020'li yıllarda ülkedeki uzun menzilli erken ihbar radarlarının aktif faz dizili yapıdaki radarlarla değiştirilmesi planlanmaktadır.

Türkiye'de benzer şekilde mevcut erken ihbar radarlarının sayısal radarlarla değiştirilmesi amacıyla taşınabilir erken ihbar radarları (TEIRS) geliştirme projesi başlatılmıştır. Hava Kuvvetleri Radar ağında görev alarak savaş uçağı, helikopter, havadan karaya füzeler, insansız hava araçları ve balistik füzelerle karşı etkili çok fonksiyonlu radar özelliğine sahip AESA mimarisindeki TEIRS sistemleri üretilmektedir. TEIRS'lerle oluşturulan hava sahasının dağ, tepe gibi yükseltilerle oluşacak boşluklarını doldurmak üzere tanımlanan alçak irtifa radarı geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Hava araçları ve balistik füzelerle ilave olarak uydu takip gibi özelliklerin eklendiği Yüksek İrtifa Radarı ile ilgili kavramsal çalışmalar devam etmektedir.

HAVA SAVUNMA RADARLARINDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Günümüzde radar teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda üç boyutta hedef tespit ve takibi yapabilen, hava, kara ve deniz ortamlarında kısa menzilden uzun menzile, yüksek performanslı ve entegre edildikleri platform için etkin boyutta radarların geliştirilmesi mümkün hale gelmiştir.



Taşınabilir erken ihbar radar sistemi

Hava savunma radarlarının kabiliyet özellikleri, radarın operasyonel sahasının menzil, yanca ve irtifa kapsamına, bu kapsamaya giren tehditler ile radarın bağlantılı olduğu silahların özelliklerine göre şekillenmektedir; radarlar, görevleri kapsamında kısa-orta-uzun menzil ve alçak-orta-yüksek irtifa kategorilerinde tehdit özelliklerine göre performansı optimize edilerek tasarlanmaktadır.

Savaş zamanında ilk saldırıya uğrayan unsurlar, hava savunma sistemlerinin radarları olduğu için radarların elektronik taarruzlara ve anti-radyasyon füze saldırılarına karşı sahip olması gereken etkin elektronik korunma tedbirleri, millî güvenlik açısından kritik önemi nedeniyle millî hâkimiyet gerektirmektedir.



KALKAN Hava Savunma Radarı

HAVA SAVUNMA RADARLARINDA İHTİYAÇLARA GÖRE RADAR ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hava savunma radarları; teknik özellikleri, üstlendikleri görevler, tehditler, radarın entegre edileceği platform ve radarla birlikte kullanılan silahların özelliklerine göre tanımlanmaktadır. Hava savunma sistemi dâhilinde radarlardan beklenen işlevler aşağıda sıralanmıştır:

- Arama
- Takip
- Hassas takip
- Füze güdümü
- Aydınlatma

Bu işlevler sistem dâhilinde farklı radarlara dağıtılmış olabileceği gibi birden çok işlevi üstlenen radarlar da olabilmektedir.

Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) envanterinde yer alan ve envantere alınması öngörülen savunma ve silah sistemleri üzerinden aşağıdaki örnekler verilebilir:

- ASELSAN tarafından Kara Kuvvetleri Komutanlığı (K.K.K.'lığı) ihtiyacı için geliştirilip seri üretimi yapılan alçak irtifa hava savunma komuta kontrol sistemi Hava Erken İkaz Komuta Kontrol Sistemi (HERİKKS) bünyesinde kullanılan KALKAN Hava Savunma Radarı; bu sistemde üç boyutlu arama ve takip görevlerini üstlenirken, HİSAR-O+ Sisteminde füzenin ara safha güdümü için ihtiyaç duyulan verileri de üretmektedir.
- ASELSAN tarafından K.K.K.'lığının alçak irtifa hava savunma top ve füze sistemleri ihtiyacı için geliştirilip seri üretimi yapılan KORKUT ve Ateş İdare Cihazı sistemleri ile HİSAR-A+ Sisteminde kullanılan mobil arama radarı üç boyutlu



HİSAR-O+ Sistemi



KORKUT Hava Savunma Silah Sistemi

tespit ve takip özelliğine ilave olarak füzenin ara safha güdümü için ihtiyaç duyulan verileri de üretmektedir. Atış kontrol radarı da silah sistemleri için ihtiyaç duyulan hassas takip işlevini yürütmektedir.

- ASELSAN tarafından Hava Kuvvetleri Komutanlığının uzun menzilli bölge savunması amacıyla geliştirilen çok fonksiyonlu radar özelliğine sahip AESA mimarisindeki uzun menzilli arama radarı arama ve takip görevlerini üstlenirken, yine çok fonksiyonlu radar özelliğine sahip AESA mimarisindeki çok fonksiyonlu atış kontrol radarı hassas takip ile füzenin ara safha güdümü için ihtiyaç duyulan verileri de üretmektedir.

Hava savunma radarları taktik ve stratejik görevlerine göre kısa/orta/uzun menzil ve alçak/orta/yüksek irtifa sınıfları şeklinde tiplere sahiptir. Bu sınıflar arasında temel fonksiyonlar benzerlik gösterirken, performans özellikleri önemli ölçüde değişebilmektedir. Mesela kısa menzilli radarlarda değeri yüksek olan A parametresi uzun menzilli radarlarda düşük oluyorken; B parametresinde durum tam tersi olabilmektedir.

Hava savunma radarlarının bazı özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Arama radarlarında ana fonksiyonların başında hacim arama fonksiyonu gelmektedir. Belirli bir menzil ve irtifa bölgesinde gerçekleştirilen hacim arama sırasında tespit edilen hedef takibe alınırken otomatik hedef sınıflandırma ve entegre IFF ile hedef teşhisi gerçekleştirilmektedir. Uzun menzilli arama radarlarına balistik füze tespit ve takip özelliği de kazandırılmaktadır.
- Arama radarlarının etkinlik bölgelerindeki hava resmini sürekli oluşturmaları gerektiğinden, bu radarlar çoklu hedef takibi özelliğine sahiptir.
- Kısa ve orta menzilli arama radarlarında, tehditler yüksek manevralı hareketle yakından taarruz ettiğinden uzun menzilli radarlara göre daha yüksek hedef takip performansı; bunun için daha yüksek anten dönüş hızı ve hedef konum doğruluğu sağlamaları gerekmektedir.
- Radarların gözetleme menzili ile takip edilebilen hedef manevrası arasında ters bağlantı bulunmaktadır. Yüksek manevralı hedefin takibi için yüksek anten dönüş hızına, daha uzun menzilde gözetleme için daha düşük anten dönüş hızına ihtiyaç olmaktadır. Bu doğal ilişki sebebiyle



SİPER Uzun Menzilli Arama Radarı ve Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol Radarı

orta-uzun menzilli radarlarda farklı anten dönüş hızlarına ve menzil değerlerine sahip menzil modları bulunmaktadır.

- Kısa menzilli arama radarlarının yakın bölgede etkinlik sağlayabilmesi için açısal yükseliş kapsamı uzun menzilli radarlara göre daha geniş olmaktadır.
- Kısa ve orta menzilli arama radarlarının oluşturduğu hedef konum doğruluğu, genellikle aktif radar arayıcı veya IR başlıklı füzelerin güdümü için yeterli olduğundan çoklu hedef takibi sırasında çoklu füze angajmanı yapmak mümkün olabilmektedir.
- Atış kontrol radarları, silahların gerektirdiği yüksek hedef doğruluğuna sahip oldukları için arama radarlarının tespit ettiği tehditlere yönlendirilerek silahın hedefe kilitlenmesini sağlamakta; bazı uygulamalarda da füzelerin güdümü için gerekli güdüm/aydınlatma özelliğini bünyesinde bulundurabilmektedir.
- Çok fonksiyonlu radarlar, arama ve atış kontrol radarlarındaki tüm kritik fonksiyonları gerçek zamanlı şekilde bir arada ve daha yüksek performansla gerçekleştirerek bağlı bulunduğu hava savunma sisteminin çoklu angajman yapabilmesini sağlamaktadır.

Bu özellikler radarların tasarımına farklı şekillerde yansımaktadır. Örneğin arama radarları döner veya sabit antenli yapılara sahip olabilmektedir. Döner antenli yapılar 360 derece yanca kapsamı esas olan geniş alan kapsamı görevlerinde tercih edilirken sabit antenli yapılar ise özellikle füze ve mühimmat gibi çok yüksek hızdaki tehditlerin söz konusu olduğu görevlerde daha çok kullanılmaktadır.

Döner antenli arama radarlarında yükselişte elektronik tarama mevcutken, sabit antenli yapılarda ilave olarak yancada da elektronik tarama özelliği sağlanmaktadır.

Çok fonksiyonlu radarlar, AESA anten mimarileri sayesinde yükseliş ekseninin yanı sıra yanca ekseninde de elektronik tarama yapabilmektedir. Bu özellikleriyle 360 derece yanca kapsamı için dönerek çalışmanın yanı sıra anten durarak da yükseliş ve yanca taramalarını eş zamanlı yapabilmektedir. Bu tip radarlar uygulamaya göre döner anten yapısı olmadan sabit çok yüzü yapıda da olabilmektedir. İki ekseninde elektronik tarama sayesinde çok yüksek hızlı füzelerin tespitinin yapılması ve tehdide yönlendirilen kendi füzemizin güdümü gibi döner antenli tek ekseninde taramaları, radarlarla sağlanamayacak işlevleri sağlayabilmektedir.

Radarın görev-bant-platform-boyut ilişkileri doğrultusunda yerine göre merkezi güç yükselteç ve pasif anten veya aktif gönderme/alma modüllü anten yapıları oluşturulmaktadır. Aktif gönderme/alma modüllü yapıların en önemli avantajı, modül arızaları sonucunda performansta kademeli düşüşün mümkün olmasıdır.

Radarların tasarımında kullanılan darbe sıkıştırma tekniği ile yayın gücünü düşürmek amacıyla sadece darbe genişliğini artırmanın yeterli olmadığı durumlarda darbe genişliğinin artışıyla kaybedilen menzil çözünürlüğünün korunması sağlanmaktadır. Darbe içine yerleştirilen darbecik dizisi bir sayısal kod dizisi olarak kullanıldığından bu kod dizisinin

bir şifre gibi değişkenliği ve genel yayın gücünün düşüklüğü, radarın algılanmasını ve teşhisini önemli ölçüde güçlendirebilmektedir.

Önemli bir tasarım tekniği olan sayısal hüzmeye oluşturma (digital beamforming) sayesinde faz dizili anten yapısına sahip radarlarda çoklu hüzmeye sentezlenerek geniş bir kapsama bölgesi, yüksek bir tarama hızı ile taranırken yüksek yükseliş çözünürlüğü sağlanabilmektedir.

ASELSAN HAVA SAVUNMA RADARLARI

Ülkemizde 1990'lı yıllardan bu yana yürütülen millî projeler ile önemli radar sistemleri özgün olarak geliştirilerek Türk Silahlı Kuvvetlerimize kazandırılmaktadır.

Ocak 1991 tarihli Savunma Sanayii İcra Komitesi kararı ile ASELSAN, Türkiye'nin radar merkezi olarak görevlendirilmesini takiben radar faaliyet alanında ihtiyaç duyulan altyapı, teknoloji ve bilgi birikiminin ülkemize kazandırılması için çalışmalarını başlatarak üniversitelerimiz ve yurt içi çözüm ortakları ile iş birliğini sürdürdü. 2000 yılında ilk millî radar ARS-2000 Kara Gözetleme Radarının ardından 2008 yılında gelişmiş teknolojilere sahip üç boyutlu hava savunma radarı özelliğindeki KALKAN Radarını geliştirerek hava savunma radarı sahasında daha yüksek menzile ve kabiliyetlerdeki radarların ölçekli örneği olan bir kabiliyetin kazanılmasını sağladı.

Türkiye'de radar alanındaki önemli başka bir gelişme ÇAFRAD sisteminin geliştirilmesi ve atışlı testlerle doğrulanmasıdır. ÇAFRAD sistemi L, S ve X bandında aktif faz dizili antenlerden oluşmaktadır. X bant tam sayısal aktif faz dizili anten sistemi tamamen yerli ve



ÇAFRAD

millî imkanlarla ortaya çıkarılmış ve ESSM füzesi ile test atışı başarıyla yapılmıştır. Bu proje ile kazanılan teknolojiler hali hazırda geliştirilen aktif faz dizili radarlarda kullanılmaktadır.

ASELSAN, son yıllarda başlattığı projeler kapsamında geliştirilen yeni sistemler ile kara ve deniz hava savunma radarları ürün grubunda geniş bir ürün yelpazesine ulaşmıştır. Aşağıda tanıtılan bu sistemler, üç boyutlu hedef tespit ve takip özelliğine sahip olup taktik hava savunmasından uzun menzilli erken ihbar ve güdümlü füze atış kontrolüne sahip çok fonksiyonlu radarlara kadar uzanmaktadır:

- KALKAN-Hava Savunma Erken İkaz Radarı
- Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi Mobil Arama Radarı
- Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi Atış Kontrol Radarı
- Uzun Menzilli Erken İhbar Hava Savunma Radarları
- SİPER Sistemi Uzun Menzilli Arama Radarı ve Çok Fonksiyonlu Atış Kontrol Radarı

ASELSAN Hava Savunma Radarlarında aşağıdaki temel özellikler ortaktır:

- Üç boyutlu yüksek doğruluklu hedef takibi
- Otomatik hedef sınıflandırma
- Entegre IFF ile dost/bilinmeyen kuvvet teşhisi
- Gelişmiş elektronik korunma özellikleri
- Karıştırıcı tespiti ve karıştırıcı yönü belirleme

KALKAN HAVA SAVUNMA RADARI

KALKAN Hava Savunma Radarı, alçak ve orta irtifa hava savunması için, hava hedeflerinin üç boyutta otomatik tespit ve takibini yapmak üzere, TSK ihtiyaçları doğrultusunda ASELSAN tarafından özgün olarak geliştirilen faz dizili ilk millî radardır. X-Bant frekans aralığında çalışan ve en az 100 km menzile kadar hedef tespit ve takip edebilen KALKAN, savaş uçakları, helikopterler, havada asılı helikopterler, insansız hava araçları ve seyir füzelerinin tespit ve takibini yapabilmektedir.

Bu doğrultuda, ASELSAN tarafından K.K.K.'liğinin Hava Savunma Erken İkaz Komuta Kontrol Sisteminin (HERİKKS) yanı sıra orta irtifa hava savunma füze sisteminin (OİHSFS) de Ana Arama Radarı olarak kullanılmaktadır.

KALKAN, ilk olarak 2008 yılında envantere girmiş olup Millî Savunma Bakanlığı (MSB) ile yapılan seri üretim sözleşmesi doğrultusunda teslimatları sürmektedir. KALKAN, yurt dışı ihalelerde de büyük ilgi görmektedir.

Hava Savunma Silah Sistemi Mobil Arama Radarı:

ASELSAN Mobil Arama Radarı, mobil hava savunma silah sistemleri için tasarlanan sayısal hüzme oluşturma ve gönderme/ alma modülleri gibi modern radar teknolojilerine sahip bir radardır. Mobil arama radarı, mobil hava savunma silah sistemlerinin gerektirdiği yakın muharebe özelliklerine yönelik olarak alçak irtifa hava hedeflerinin hızlı ve doğru tespiti ile takibini sağlamaktadır.

X-Bantta çalışan ve en az 70 km menzile kadar hedef tespit ve takip edebilen mobil arama radarı, ASELSAN tarafından K.K.K.'lğı ihtiyacı için geliştirilen kundağı motorlu namlulu hava savunma silah sistemi [KMNAİHSSS], ateş idare cihazı [AİC] ve kundağı motorlu alçak irtifa hava savunma füze sisteminin [AİHSFS] ana arama radarı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca dünyada üç boyutlu arama radarlarının yaygın kullanımı dikkate alınarak kritik tesislerin hava saldırıları ve insansız hava araçları tehditlerine karşı savaşın yanı sıra barış zamanı da korunması, uzun menzilli radarların kapsama boşluklarının doldurulması, askeri helikopter üslerinde hava trafik kontrolü gibi değişik görevlerde kullanılmak üzere genel amaçlı bir zırhlı araç bünyesinde telsiz, konum bulma, jeneratör gibi destek sistemlerin yer aldığı bir taktik üç boyutlu radar sistemi çözümü de geliştirilmiştir. Bu radarın, dünyada üç boyutlu özellikte rakip ve emsal azlığı nedeniyle yurt dışı satış potansiyelinin yüksek olacağı değerlendirilmektedir.

Hava Savunma Silah Sistemi Atış Kontrol Radarı:

ASELSAN Atış Kontrol Radarı, kara ve deniz hava savunma silah sistemi uygulamaları için yüksek hassasiyette hedef tespit ve takip ihtiyaçlarına yönelik tasarlanan hareket halinde çalışma özelliğine sahip modern üç boyutlu takip radarıdır. Atış kontrol radarı; yüksek doğruluk, otomatik sınıflandırma ve ayırt etme yetenekleri sayesinde yüksek performanslı atış yönlendirme özelliğine sahiptir.

En az 30 km etkinlik menziline sahip olan atış kontrol radarı, ASELSAN tarafından K.K.K.'lğı ihtiyacı için geliştirilen kundağı motorlu namlulu hava savunma silah sistemi [KMNAİHSSS] ve ateş idare cihazı [AİC] sisteminin takip radarı olarak kullanılmaktadır. Radarın, emsal azlığı nedeniyle yurt dışı satış potansiyelinin yüksek olacağı değerlendirilmektedir.

Uzun Menzilli Erken İhbar Hava Savunma

Radarı: Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) tarafından yürütülen aktif faz dizili radar programları kapsamında başlatılan konsept tasarım çalışmalarıyla TSK'nın kara ve deniz



Ateş İdare Cihazı

platformlarında ihtiyaç duyduğu uzun menzilli yeni nesil radar sistemlerinin yurt içi imkânlar kullanılarak geliştirilecek özgün sistem çözümleri ile karşılanması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda kara platformu döner antenli mobil ve sabit radar uygulamaları ile deniz platformları döner ve sabit çok yüzlü anten yapılarına sahip sistem mimarileri oluşturulmuştur.

Hava Kuvvetleri Komutanlığı ihtiyacı için SSB ile ASELSAN arasından imzalanan sözleşme doğrultusunda taşınabilir erken ihbar radar sistemi (TEİRS) adıyla yüksek mobil sistem yapısına sahip uzun menzilli erken ihbar sistemi geliştirilmektedir.

TEİRS, uzun menzilli erken ihbar amaçlı geliştirilen, AESA ve sayısal hüzme oluşturma altyapısında anten mimarisine sahip, yeni nesil S-Bant bir radardır. TEİRS hava soluyan hava hedeflerinin yanı sıra balistik füzelerin ve görünmezlik teknolojisine sahip/ düşük RKA'lı hedeflerin uzun menzilden tespit ve takip kabiliyetine de sahiptir. TEİRS, AESA ve sayısal

hüzme oluşturma mimarisi sayesinde aynı anda birden fazla hüzme oluşturma yeteneğine sahiptir. TEİRS'in, tespit ve takip performansını artırmak amacı ile meteorolojik verileri kullanabilme özelliği bulunmaktadır.

TEİRS'i oluşturan radar, haberleşme/komuta kontrol ve güç alt sistemleri taktik araçlar üzerinde taşınmaktadır. Bu nedenle yüksek hareket kabiliyetine sahip olan TEİRS'in, kurulum ve toplanması için herhangi bir sökme takma işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır. TEİRS mevcut radar ağlarına bağlanarak AWCIES formatındaki mesajlarla, 3B hava resmini diğer sistemlerle ve kontrol ihbar merkezleri ile telsiz veya radyolinkler üzerinden paylaşabilmektedir.

TEİRS, özellikle balistik füze savunması için kritik olan, diğer TEİRS'lerle veri füzyonu yapma ve hedef devretmek üzere iz bilgilerini aktarma özelliklerine sahiptir. Radarın operasyonel modlarını desteklemek amacıyla uzun menzilli Mod 5 IFF sorgulayıcı, yüksek kazançlı bir IFF anteniyle entegre edilmiştir.

TEİRS'in sahip olduğu AESA mimarisi ve modüler tasarım yaklaşımı, düşük maliyetli bakım ve yüksek kullanıma hazır olma oranı kavramlarını desteklemektedir. TEİRS, geniş frekans bandında frekansta ve zamanda hareketlilik, yan hüzme karartma, düşük yan hüzme seviyelerine sahip olma gibi elektronik korunma özelliklerine sahiptir.

SİPER Sistemi Arama ve Atış Kontrol Radarları:

Hava Kuvvetleri Komutanlığı ihtiyacı için SSM ile ASELSAN arasından imzalanan sözleşme doğrultusunda yüksek mobil sistem yapısına sahip uzun menzilli arama radarı (UMAR) ve çok fonksiyonlu atış kontrol radarı (ÇFAKR) geliştirilmektedir.

Hem UMAR hem ÇFAKR AESA ve sayısal hüzme oluşturma altyapısında anten mimarisine sahip, yeni nesil radarlardır. Radarların, tespit ve takip performansını artırmak amacı ile meteorolojik verileri kullanabilme özelliği bulunmakta olup sahip oldukları AESA mimarisi ve modüler tasarım yaklaşımı, düşük maliyetli bakım ve yüksek kullanıma hazır olma oranı kavramlarını desteklemektedir.

UMAR, TEİRS radarından türetilmiştir. ÇFAKR ise SİPER Sistemi kapsamında tasarlanmıştır. ÇFAKR anteni dönerek 360 derece yanca kapsamı ile veya anteni durarak sektörel modda kullanılabilir. Atış kontrol radarı olarak, sistemin füzelerini uzun menzil angajmanlarda hedefe yönlendirecek hassasiyette çoklu hedef takibi yapabilmektedir. Aynı zamanda çok fonksiyonlu yapısı sayesinde ihtiyaç halinde bölgesel/sektörel olarak arama fonksiyonunu da yerine getirebilmektedir. Bünyesinde AESA radarın yanı sıra Mod 5 IFF ve füze veri bağı iletişimini sağlayan alt sistemleri de barındırmaktadır. 6x6 taktik araç üzerine kurgulanan ÇFAKR arazide kolaylıkla yol alabilirken; kompakt tasarımı ile birçok taşıyıcı platforma bütün halinde yüklenerek uzun mesafelere kolaylıkla nakledilebilmektedir.

Türkiye'de son yıllarda geliştirilen hava savunma sistemleri ve kara/deniz/hava platformları ihtiyaçları doğrultusunda çeşitlenen özgün radarlarımız ile kazanılan birikim sayesinde, Türkiye'nin ve kardeş ülkelerinin ihtiyaç duyabileceği uzun menzilli füze savunma sistemlerinin arama ve silah kontrol radarlarının yurt içinde geliştirilerek üretilmesine yönelik çalışmalara devam edilmektedir.

Türkiye'de radar geliştirme faaliyetlerinde yirmi yıl gibi kısa bir sürede yapılan çok büyük teknolojik atılımla yüz yıldır radar geliştirme faaliyetleri yürüten ülkelerde yapılan en güncel ürünlerle kıyaslanabilir radarlar geliştirilebilmektedir. Radarlarda kullanılan kritik malzemeler zaman içinde yerleştirilmekte olup radarların üretim kapasitesini artıracak yatırımlar yapılmaktadır.



NEFER

İnsansız Silah Kulesi

ASELSAN NEFER İnsansız Kulesi, zırhlı muharebe aracı ve diğer taktik kara platformlarında temel olarak zırhlı kara hedeflerine karşı kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Gelişmiş uzaktan komuta ve gözetleme imkânı sağlayan NEFER, atış yapan personelin ortam farkındalığını artırmakta ve güvenliğini en üst seviyeye taşımaktadır.

www.aselsan.com



aselsan

BALİSTİK FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİ

Yusuf Kenan PAKYARDIM Lider Mühendis
SST Hava ve Füze Savunma Sistemleri Program Direktörlüğü

BALİSTİK FÜZE TEHDİDİ

BALİSTİK FÜZELERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Balistik füzeler, daha önceden belirlenen bir hedefe savaş başlığı ileterek saldırmak amacıyla tasarlanmış füzelerdir. Fırlatma fazı sonrası uçuşlarını herhangi bir itki gücü olmadan balistik olarak devam ettirdikleri için ve bu kısım uçuşun karakteristik kısmını oluşturduğu için balistik füze olarak adlandırılır. Bu füzeler, eğik atış şeklinde olan uçuşlarının büyük bölümünde atmosfer dışına çıkarak sub-orbital bir yörünge izlerler. Bunu gerçekleştirmek için genellikle yeryüzünden 100 km'den 1.200 km'ye kadar olan yüksekliklere çıkabilirler. Menzili 350 km'den az olan balistik füzeler dünya atmosferinin dışına çıkmazlar. Balistik füzeler tek bir savaş başlığı taşıyabilecekleri gibi birden fazla savaş başlığı da taşıyabilir ve bunları farklı hedeflere yönlendirebilir. Balistik füzeler, gerek taşıdıkları savaş başlıkları (kimyasal, biyolojik, nükleer vb.) gerekse şekil, teknoloji ve kullanımları açısından çok çeşitlilik gösterse de sınıflandırmaları genellikle ulaşabildikleri menzillere göre yapılır. Çeşitli ülkeler sınıflandırma için değişik şemalar kullanır. NATO sınıflandırma şeması şu şekildedir:

- Kıtalar Arası Balistik Füze-KABF (Intercontinental, ICBM) 5.500 km'den fazla
- Uzun Menzilli Balistik Füze-UMBF (Intermediate-Range, IRBM) 3.000-5.500 km arası
- Orta Menzilli Balistik Füze-OMBF (Medium-Range, MRBM) 1.000-3.000 km arası
- Kısa Menzilli Balistik Füze-KMBF (Short-Range, SRBM) 1.000 km'den az

Bunlara ek olarak, bu sınıflandırmadaki menzilleri de kapsayan iki yeni kategori NATO literatüründe kullanılmaktadır. Bu kategoriler şunlardır:

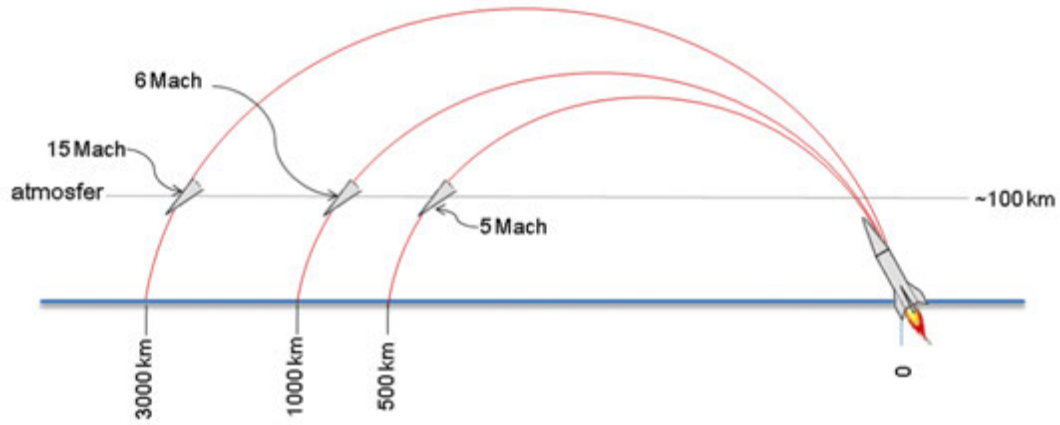
- Taktik balistik füze: 300 km'den az
- Harekat alanı (theatre) balistik füze (TBM): 300-3.500 km arası

Balistik füzelerin uçuş yolu temel olarak üç fazdan oluşur. İlk faz olan fırlatma fazı (boost fazı) yakıt gücüne dayalı uçuşun olduğu fazdır. Bu faz genellikle füzenin ateşlenmesinden atmosfer dışında izlenecek balistik yolun başlangıcına kadarki süreyi içerir. Füze, ateşlendikten sonra yakıt gücüyle yerçekimi ve sürtünmeye karşı koyarak atmosferik sürtünmenin çok az olduğu irtifalara doğru hareket eder. Hedeflenen hız ve irtifaya ulaşıldıktan sonra itki gücü kesilir ya da biter ve balistik yolu içeren ikinci faz başlar. Füzenin bu faz sonunda ulaşacağı yükseklik ve hız, hedeflenen menzil ile doğru orantılı olarak artar. İkinci faz, serbest uçuş fazıdır (free-flight veya midcourse fazı). Füze, ilk fazda kazandığı kinetik enerji ile sürtünmenin olmadığı (ya da çok az olduğu) ortamda, hedeflenen bölgeye kadar uçuşunu sürdürür (sürtünmesiz ortamda eğik atış hareketi olarak). Bu fazda füze savaş başlığı (veya başlıkları) bırakabilir. Savaş başlığının yanı sıra karşı tedbirleri aldatici radar-karıştırıcı, sahte savaş başlığı vb. gereçler (penetration aids) de bırakılabilir. Sürtünme kuvveti ve itki gücü olmadığı için bu parçaların hepsi kütlelerinden bağımsız olarak aynı yolu takip eder. İkinci fazın sonuna doğru bu parçalar, hep birlikte atmosfere girmeye yönelir (re-entry) ve serbest uçuş fazı tamamlanır. Üçüncü ve son faz olan terminal fazı, balistik füzelerin atmosfere tekrar girişe yönelmesi ile başlar ve hedefe varış ile sonlanır. Atmosfere tekrar giriş hızları füzelerin menzilleri ile doğru orantılıdır ve 3-7 km/s civarındadır. Daha önce de belirtildiği üzere menzili çok düşük olan balistik füzeler atmosferin dışına çıkmaz, uçuşlarını fırlatma ve terminal olmak üzere iki aşamada tek parça olarak tamamlar. Balistik füzelerin uçuş fazları şekil 1'de özetlenmiştir.

Balistik füzelerin hızları menzilleri ile doğru orantılıdır. Ne kadar ileri menzile atılmak isteniyorsa, fırlatma fazında o kadar fazla enerji verilerek hızlandırılır. Balistik füze fırlatma fazında ne kadar yüksek hız ve enerji ile atmosfer dışına çıkarsa, o oranda yüksek hız ve enerji ile terminal fazda tekrar atmosfere giriş yapar. Çeşitli menzillerdeki balistik füzelerin atmosfere tekrar giriş hızları şekil 2'de gösterilmiştir. Balistik füzelerin oldukça kısa bir uçuş süresi vardır. Ateşlendiği andan itibaren 5-20 dakika içerisinde hedeflerine ulaşırlar. Bu süreler dünyanın en uzak bölgesindeki hedefler için de geçerlidir. Füzelerin uçuş



Şekil 1 – Balistik füze uçuş fazları



Şekil 2 – Balistik füze uçuş hızları

sırasında ulaştığı hızlar düşünüldüğünde (7km/s ve daha fazla) bu zamanların doğruluğu ve geçerliliği kolayca anlaşılabilir. Fazlara göre düşünüldüğünde faz 1 (fırlatma) füzenin menziline bağlı olarak 1-3 dakika arası sürer. Serbest uçuşun olduğu faz 2 (midcourse) yine füzenin menziline göre 1-20 dakika arası sürer. Örneğin OMBF için faz 2 yaklaşık 10 dakika sürer.

Balistik füzelerin tanımlanmasında kullanılan bir diğer unsur ise kullandığı yakıt çeşididir. Zaman içinde çeşitli türlerde roket motorları tasarlanmıştır ve bunlar birçok balistik füzede kullanılmıştır. Fakat bu motorlar temel olarak üç çeşit yakıt teknolojisine dayanmaktadır: Sıvı, katı ve hibrid yakıt roket yakıtları. Genel olarak balistik füzelerde kullanılan sıvı yakıt, iki ayrı bölümde depolanan sıvı yakıt (hidrazin, sıvı hidrojen vb.) ve sıvı oksitleyici (sıvı oksijen vb.) bileşenlerinden oluşur. Bu sıvılar ayrı bölümlerde tutulur ve ateşleme sırasında yanma odasında belirli oranlarda iletilerek kimyasal tepkime oluşturulur ve ortaya çıkan gaz ile itki gücü elde edilir. Katı roket

yakıtları, temel olarak katı haldeki yanıcı ve yakıcı kimyasal karışımının roket gövdesinde tüp şeklinde depolanması ile kullanılır. Ateşleme sırasında katı haldeki yanıcı ve yakıcı kimyasalların tepkimeye girmesi ile oluşan sıcak gazın nozuldan çıkmasıyla itki gücünü oluşturur. Katı yakıtların temel avantajı daha istikrarlı olmasıdır. Böylelikle depolanması, kullanımı ve bakımları sıvı yakıtlara göre daha kolaydır. Fakat katı yakıtlar yanmaya başladıktan sonra yakıtın tamamı bitene kadar yanma devam eder. Bu durum katı yakıtlı motor ateşlendikten sonra yakıtın tamamı bitene kadar motoru kapatmayı imkânsız kılar. Sıvı yakıtlı motorlar istenildiği zaman kapatılıp tekrar açılabilir ve yanma hızı kontrol edilebilir. Fakat sıvı yakıtların uzun süre depolanmasının güç olması, kullanım öncesi ilave hazırlık gereksinimi gibi durumlar dezavantaj oluşturur. Hibrid yakıtlar sıvı ve katı yakıtların avantajlarını birlikte kullanmak için tasarlanmış yakıtlardır. Bu yakıtlar genel olarak katı halde depolanmış yanıcı ve sıvı halde olan oksitleyiciden oluşur.

YAYGINLAŞAN TEHDİTLER

Balistik füzeler, ilk defa İkinci Dünya Savaşında Almaya tarafından kullanılmış ve o tarihten itibaren hızla yaygınlaşmıştır. Bu yaygınlaşmanın başlıca nedenlerinden biri balistik füzelerin caydırıcı güç olması ve asimetrik bir üstünlük sağlamasıdır. Özellikle ekonomik ve askeri gücü sınırlı olan ülkeler balistik füzeleri maliyet-etkin çözüm olarak görmektedir. Ayrıca diğer unsurlarla karşılaştırıldığında, balistik füzelerin daha az bakım, kullanım için eğitim ve lojistik gereksinimleri vardır. Bütün bu özellikler balistik füzelerin hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Balistik füzeler taşıyabildikleri kimyasal, biyolojik ve nükleer savaş başlıkları sayesinde kitle imha silahları haline dönüştürülebilmektedir. Birçok ülke sahip olduğu kitle imha silahını ülkesinin uluslararası gücü olarak görmekte ve sahip oldukları bu silahları bölgesindeki veya ilgili oldukları yerdeki ülkelerin hareketlerini etkileyecek potansiyel bir güç olarak değerlendirmektedir.

Günümüzde otuzdan fazla ülke çeşitli kategorilerde balistik füzeye sahiptir. Bu ülkelerin elinde bulundurduğu balistik füzelerin menzil kategorilerine göre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Bunlara paralel olarak daha uzun menzilli veya manevra yapma kabiliyeti olan füze üretimi için birçok araştırma geliştirme faaliyeti yürütülmektedir. Yukarıda belirtilen eğilimler de düşünüldüğünde, önümüzdeki yıllarda balistik füzelerin sayısının ve çeşitlerinin artması, kullanıcıların yaygınlaşması ve üst kategorilerdeki füzelere sahip olan ülke sayısının artması muhtemeldir.

Balistik füze sistemlerinin taşıyabildikleri kitle imha silahları düşünüldüğünde, sınırlı sayıda kullanımlarının bile korkutucu sonuçlara neden olacağı anlaşılabılır.

TABLO 1 – MENZİL KATEGORİLERİNE GÖRE BALİSTİK FÜZELER VE ÜLKELERE GÖRE DAĞILIMI

Balistik Füze Sınıfı	Ülkeler
Kıtalar arası balistik füze-KABF (>5.000 km)	Çin, Rusya, İngiltere, ABD, Kuzey Kore
Uzun menzilli balistik füze-UMBF (3.000-5.000 km)	Hindistan, İran, Fransa, İsrail, Çin, Rusya, İngiltere, ABD, Kuzey Kore
Orta menzilli balistik füze-OMBF (1.000-3.000 km arası)	Pakistan, Suudi Arabistan, Hindistan, İran, Irak, Suriye, Fransa, İsrail, Çin, Rusya, İngiltere, ABD, Kuzey Kore
Kısa menzilli balistik füze-KMBF (1.000 km’den az)	Afganistan, Cezayir, Arjantin, Ermenistan, Belarus, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Mısır, Yunanistan, Irak, Kazakistan, Libya, Hollanda, Romanya, Sırbistan, Slovakya, Güney Kore, Suriye, Tayvan, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Pakistan, Suudi Arabistan, Hindistan, İran, Fransa, İsrail, Çin, Rusya, İngiltere, ABD, Kuzey Kore

SAVUNMA SİSTEMLERİ

Balistik Füze Savunma Sistemleri (BFSS), uydular ve radarlar gibi çeşitli sensör sistemlerinden, gelişmiş komuta kontrol ve atış kontrol merkezlerinden ve muhtelif özelliklere sahip füze sistemlerinden oluşan karmaşık ve sistemler-sistemi yapılarıdır. Savunma sistemlerinin özellikleri, hangi sınıfta bir balistik füzeyi nerede ve hangi yöntemle imha etmek amacıyla tasarlandığına göre çok büyük farklar göstermektedir.

ATEŞLEME (BOOST) FAZINDA MÜDAHALE KONSEPTİ

Bu faz bütün balistik füze çeşitlerinin imha edilebileceği teorik olarak ideal fazdır fakat bu fazda müdahalenin pratikte birçok zorluğu vardır. Bu fazda füze, yakıt gücüyle hızlanarak atmosferde yükselmektedir. Füze son hızına ulaşmadığı için diğer fazlara göre daha yavaştır ve hızlanarak yükselmektedir. İtici gücünün sağlandığı yakıt tankı hâlâ füzenin üzerindedir, savaş başlıkları ve aldatici unsurlar hâlâ salınmamıştır. Böylelikle füze tek parça ve göreceli olarak daha yavaş bir açık hedef durumundadır. Ayrıca füze ateşleme safhasında olduğu için sıcaklık ve yayılan ışınlar yüksek seviyelerdedir. Bu nedenle bu fazda füzeyi saptamak için gerekli uyarılar oldukça fazladır ve gelişmiş sensörler sayesinde füzeyi saptamak oldukça kolaydır. Nereyi hedeflediğinden bağımsız olarak atıldığı bölgede imha etmek büyük avantaj sağlamaktadır.

Bütün bu avantajlarının yanı sıra boost fazında müdahale etmenin çok büyük zorlukları ve kısıtlamaları vardır. En büyük kısıtlamalardan biri ise bu fazın 1-3 dakika arası sürmesidir. Füzeyi bu kısa sürede saptayıp angajman planı oluşturmak için sensörlerin aktif bir şekilde füzenin ateşleneceği bölgeyi, ateşleme olmadan önceden beri izliyor olması gerekmektedir. Kullanılacak olan sensörler tehditlere yakın yerlere konuşlu radarlar veya uzay tabanlı uydular olmalıdır. Bir diğer zorluk ise önleyici füzelerin çok hızlı olması ve tehdit unsurlarına çok yakın konuşlandırılması gerekmektedir. Boost fazında müdahale için tasarlanmış sistemlere ABL (Air-Born Laser) ve KEI (Kinetic Energy Interceptor) örnek olarak gösterilebilir; fakat bu sistemler arazide kullanılır hale getirilememiştir.

SERBEST UÇUŞ (MIDCOURSE) FAZINDA MÜDAHALE KONSEPTİ

Boost fazında yakıt gücü ile kinetik enerji kazanan füze, midcourse fazında atmosferin dışında sürtünmesiz

ortamda yükselmeye başlar. Böylelikle hızından kaynaklı olan kinetik enerji azalarak potansiyel enerjiye dönüşür. Füze, hedeflenen menziline bağlı olarak 120 km yüksekliklerden 1.600 km yüksekliklere kadar çıkabilir. Balistik füzenin çıkabildiği maksimum irtifaya zirve noktası (apogee) denir. Devamında balistik füze, tırmadığı bu tepe noktasından hedefine doğru serbest düşme hareketi yapar.

Atmosferin dışında gerçekleşen bu fazın süresi uzun menzilli balistik füzeler için diğer fazlara göre göreceli olarak daha uzun sürmektedir. Dolayısıyla bu durum angajman ve karar analizi için göreceli olarak daha uzun bir süreye imkân sağlar. Balistik füzenin taşıdığı savaş başlığını atmosfer dışında uzay boşluğunda imha etmek, savunma yapılan alana çok yaklaştığında imha etmeye göre daha güvenlidir. Midcourse fazında müdahale etmenin bir diğer avantajı ise başarısızlık durumunda tekrar atış imkânı sağlayabilmesidir. Fakat bu fazda, yaklaşan füze tehdidine karşılık vermek de boost fazında olduğu gibi oldukça zordur ve çeşitli kısıtlamaları vardır. Midcourse fazında tehdit olan balistik füze atmosferin dışında çok yüksek irtifalarda ve savunulan alana oldukça uzak menzillerdedir. Bu durumda öncelikli olarak çok yüksek irtifa ve menzillerde hassas takip yapabilen radarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Müdahale etmek için kullanılacak önleyici füzenin de atmosferin dışında yüksek irtifalarda çalışabilme, çok uzun menzillere ulaşabilme ve otonom çalışabilme gibi yeteneklerinin olması gerekmektedir. Bütün bu zorluklar düşünüldüğünde midcourse fazında balistik füze savunması yapacak bir sistem geliştirmek teknolojik açıdan ve maliyet açısından oldukça zordur. Serbest uçuş (midcourse) fazında savunma yapan sistemlere GMD (ground-based midcourse defense) ve SM3 füzesi kullanan deniz tabanlı Aegis sistemi örnek gösterilebilir.

TERMİNAL FAZDA MÜDAHALE KONSEPTİ

Füze atmosfere tekrar girmeye yönlendikten sonra başlayan bu faz füzenin menziline bağlı olarak 1-1,5 dakikadan daha az sürmektedir. Savaş başlığının hedefine ulaşmadan imha edilmesi için son şanstır. Hata için çok az bir pay olduğundan ve savaş başlığı hedefine çok yaklaştığından bu fazda angajman yapmak zaman açısından oldukça zordur. Biyolojik, kimyasal vb. savaş başlığı taşıyan bir balistik füzeyi terminal fazın alt katmanlarında, hedeflediği alana çok yakın bir yerde imha etmek çok etkili bir savunma sağlamayabilir. Balistik füze havada imha edilse bile taşıdığı kimyasal ve biyolojik maddeler savunma yapılan alana saçılabilir ve büyük zararlar verebilir.

Terminal faz savunması yapacak sistem, savunulacak alana yakın yerlere konuşlandırılmalıdır. Ateşleme fazı ve serbest uçuş [midcourse] fazında savunma yapan sistemler bölge savunması yapabilirken, terminal fazda savunma yapacak sistem kısıtlı alanları savunabilecektir. Dolayısıyla terminal fazda savunma yapacak sistemler genellikle önemli tesis, stratejik varlıklar ve yoğun yerleşim alanlarını korumak için kullanılır ve koruma yapılmak istenen yerlere yakın konuşlandırılır.

Terminal fazda tehdit füzesi atmosferin dış katmanlarından sürtünmenin etkili olduğu iç katmanlara doğru hızla yol almaktadır. Bu aşamada imha edilmesi gereken gerçek savaş başlığı, aldatici unsurlar, füzenin motoru ve diğer döküntüler kütlelerinden ve yapılarından dolayı farklı sürtünme kuvvetine maruz kalacaklardır ve sensörler tarafından daha rahat ayrıştırılabileceklerdir.

Maliyetler ve teknolojik gereksinimler düşünüldüğünde, terminal fazda savunma yapan bir sistem geliştirmek diğer iki fazda savunma yapan bir sistem geliştirmekten çok daha yapılabilir. Bu nedenledir ki aktif olarak kullanılan sistemlerin çoğunluğu terminal fazda savunma yapmaktadır. Patriot, THAAD, S-4000, FD-2000, SAMP-T sistemleri terminal fazda savunma yapan sistemlere örnek gösterilebilir.

ATMOSFER İÇİ VE ATMOSFER DIŞI MÜDAHALE KONSEPTİ

Teorik atmosfer sınırı sayılan 100 km irtifalardan yüksek irtifalarda yapılan angajmanlar için atmosfer dışı (exo-atmosfer), 100 km'den daha düşük irtifalarda yapılan önleme için ise atmosfer içi (endo-atmosfer) tabiri kullanılmaktadır. Atmosfer içi sistemlerin füzeleri, atmosferden kaynaklı aerodinamik etkilerin yüksek olduğu ortamlarda çalışacak şekilde tasarlanmaktadır. Atmosfer dışı sistemler ise sürtünmesiz uzay ortamında çalışacak şekilde tasarlanmaktadır.

SAVAŞ BAŞLIĞI VE KİNETİK ENERJİ İLE İMHA

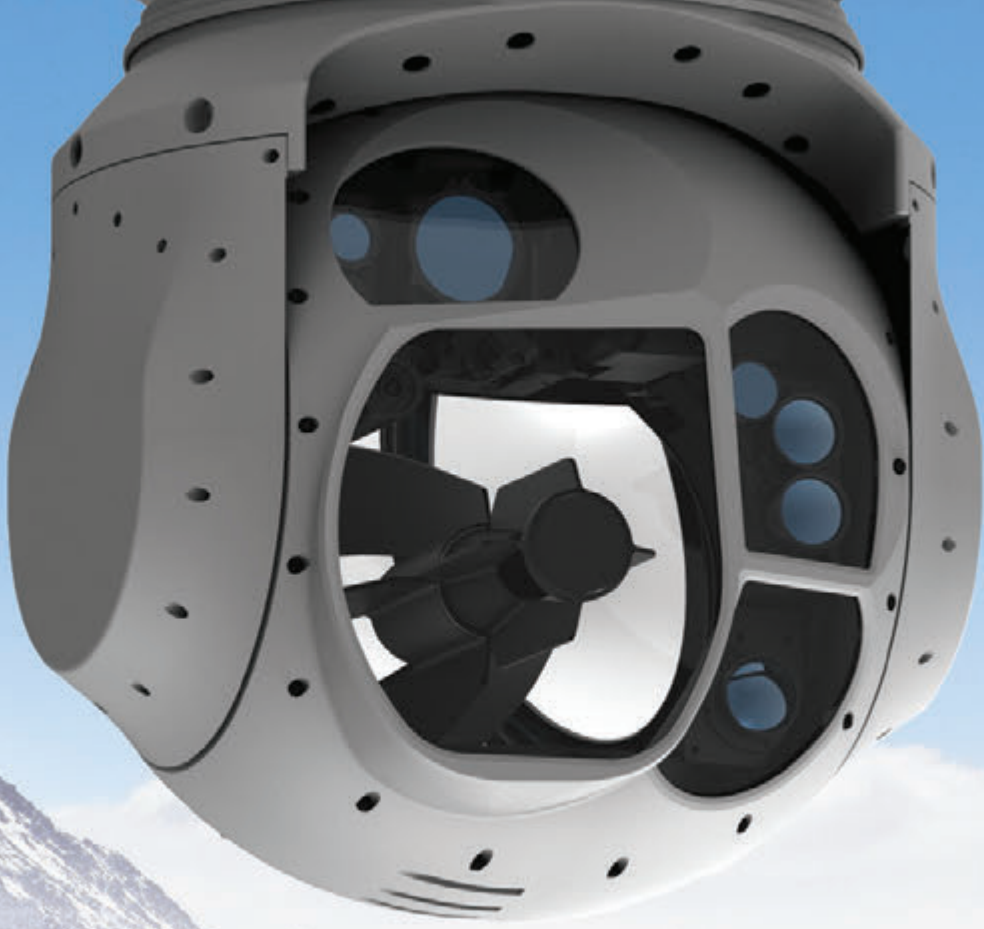
Balistik füzelerin nerede imha edildiği kadar hangi yöntemle imha edildiği de önemlidir. Var olan savunma sistemleri temel olarak iki çeşit imha yöntemi kullanır; savaş başlığı ile imha etme ve kinetik enerji ile imha etme.

Savaş başlığı, taşıdığı patlayıcı maddeyi hedefin yeteri kadar yakınında patlatarak, ortaya çıkan blast ve parçacık etkisi ile hedefi imha etmeyi amaçlar.

Söz konusu balistik füze imhası olduğunda patlamayı zamanlamak oldukça kritik bir parametre olmaktadır. Balistik füzelerin 7 km/s hızlara çıkabildiğini düşünürsek, milisaniyelik zamanlama hataları bile büyük etkinlik kayıplarına neden olabilecektir. Ayrıca patlayıcı madde, tapa ve proximity antenleri vb. patlatma mekanizması bileşenleri gibi unsurlar kinetik imhaya göre daha fazla ağırlık yükü getirmektedir. Bu fazla ağırlığı taşımak için daha fazla yakıt gereksinimi ortaya çıkmaktadır ve füzenin gerek hacmi gerekse ağırlığı artmaktadır.

Diğer imha yöntemi kinetik enerji ile imha [hit-to-kill] yöntemidir. Bu yöntemde önleyici füze herhangi bir patlayıcı madde taşımaz. Tehdit füzesine direkt çarparak imha etmeyi amaçlar. Hipersonik hızlarda gerçekleşen direkt gövde-gövdeye çarpışmada ortaya çıkan enerji, patlayıcının ortaya çıkardığı enerjiden çok daha fazladır. Örneğin, 1 kg TNT patladığı zaman 4.6 MJ enerji açığa çıkarken, 1 kg'lık bir cisim 10 km/s hızla tehdit füzesine çarptığında 50 MJ'lük bir enerji ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla kinetik imha yönteminde aynı kütle ile patlayıcıya göre 10 kat daha fazla enerji ortaya çıkmaktadır. Özellikle biyolojik, kimyasal vb. kitle imha savaş başlığı taşıyan balistik füzelerin savaş başlıklarını tamamen imha etmek için hit-to-kill yöntemi daha etkin çözüm sağlamaktadır. Fakat bu tür bir önleyici füze yapmak savaş başlığı taşıyan konvansiyonel bir füze yapmaya nazaran teknolojik açıdan oldukça zordur ve yüksek maliyetlidir.

Bütün bu alt başlıklardan da anlaşılacağı gibi, savunma sistemleri tasarım parametrelerine göre büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin uzun menzilli balistik füzeleri midcourse fazında önlemek için geliştirilen bir sistem, teknolojik açıdan çok gelişmiş olmasına rağmen, terminal fazda ve alt katmanlarda herhangi bir etkinliğe sahip olmayacaktır. Bir başka açıdan, menzili çok düşük olan bir balistik füze en etkin şekilde terminal fazda önlenebilirken; kıtalar arası bir balistik füzeyi terminal fazda önlemek, füzenin hızı düşünüldüğünde, teorik olarak mümkün olmayacaktır. Bu nedenle, bütün balistik füze çeşitlerine karşı etkin bir savunma yapabilen tek bir sistem tasarlamak, maliyet etkinlik, operasyonel ihtiyaçlar vb. konuların dışında teknik açıdan da mümkün olmamaktadır. Etkin bir balistik füze savunma sistemi, tehdit setindeki füzelere göre yapılandırılmış katmanlı bir savunma sistemi ile mümkün olabilecektir.



CATS

Elektro-Optik Keşif, Gözetleme ve Hedefleme Sistemi

CATS, İnsansız Hava Araçları (İHA) için geliştirilmiş olan, yüksek performanslı bir elektro-optik keşif, gözetleme ve hedefleme sistemidir. CATS sisteminde 3-5 mikrometre kızılötesi kamera, yüksek çözünürlüklü gündüz görüş kamerası, düşük ışık kamerası, lazer hedef işaretleyici, lazer mesafe ölçme birimi, lazer aydınlatma ve lazer noktalama birimi bulunmaktadır.

www.aselsan.com



aselsan

HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİNDE MİMARİ TASARIM SÜRECİ

M. Koray AKKAYA Kıdemli Lider Mühendis
Mustafa ATAY Kıdemli Uzman Mühendis
 SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Hava ve füze bölge savunma sistemleri, ülke güvenliği ve bekası için kritik önem taşıyan stratejik sistemlerdir. Ülkemizde de milli yeteneklerin kullanımı ile hava ve füze bölge savunma sistemi geliştirme faaliyetleri tüm hızıyla devam etmektedir.

Hava ve füze bölge savunma sistemi alternatif mimarilerin oluşturulması ve seçimi kapsamında izlenen yöntem aktarılmaktadır.

ÇALIŞMA MODELİ

Alternatif mimarilerin belirlenme çalışması, bir projeye dönüştürülerek üç aşamada gerçekleştirilebilir:

- Kullanıcıdan gereksinimlerin alınması ve sistem seviyesi gereksinimlerin belirlenmesi,
- Alternatif sistem mimarilerin oluşturulması, alt sistem seviyesi gereksinimlerin belirlenmesi,
- Sistem mimarilerin değerlendirilmesi ve nihai çıktı olarak seçilen mimarinin kullanıcıya sunulması.

Çalışması sonucunda gelinecek noktanın kullanıcı tarafından değerlendirilerek geliştirme aşamasına geçilmesi durumunda, bu çalışma gereksinim safhası olarak geçilmiş olacak ve zaman kazandıracaktır.

Böyle bir çalışmada özellikle verilerin ve teknik bilgilerin kritik önemde olması, yaygın medya (internet, telefon) aracılığıyla haberleşmeyi, toplantı yapmayı ve veri değişimini kısıtlamaktadır. Çalışmanın verimini artırmak için, projenin akışına ve takvimine uygun olarak belli periyotlarla firmalar arasında koordinasyon ve mühendislik toplantıları yapılması planlanmalıdır. Bu toplantılar sistem mühendisliği faaliyetleri şeklinde proje takvimine uygun planlanabilir. Süreler değişmekle birlikte, ortalama on beş günde bir kez toplantılar gerçekleştirilebilir. Ana ilerleme adımları ve fazların tamamlanma toplantıları kullanıcı ile icra edilir. Bu toplantılarda projede gelinecek nokta, hazırlanan dokümanların sunulması, teknik gelişmeler ve karşılaşılan güçlükler paylaşılır.

Genel örnek proje gelişimi, sunulacak çıktıların zamana göre sıralaması aşağıda verilmiştir.



Mimarî tasarım projesi çalışması aşamaları

ALTERNATİF MİMARİ ANALİZLERİ, FİRMALAR ARASI BİLGİ DEĞİŞİMİ

Bilgi değişimi, veri dokümanları aracılığıyla yapılır. Veriler kritik öneme sahip olabilir, bu durumda gizli sınıflandırma ile karşılıklı paylaşılır. Firmalar, yapılacak çalışmada seçilen mimarilerde gerekli analizleri yapabilecek asgari seviyede ürünlerinin özelliklerini detaylandırır. Böylece analizler için gerekli model her iki tarafta da bulunur ve temel analizler firmalar arasında yürütülebilir. Örnek bir veri paylaşım formatı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Yapılacak analiz detayına göre parametrik detaylar artırılabilir.

Gizli parametreler ayrı bir dokümanla, şifreli olarak paylaşılabilir. Paylaşılan gizli verilerin tek başına ana doküman olmadan sadece sayıları içerdiği ve hangi parametreye ait olduğu belli olmadığı için veri güvenliğini artırmaktadır.

ÖRNEK VERİ PAYLAŞIM TABLOSU

	Hedef Tipi	İrtifa (ft)	İz Oluşturma Mesafesi
1	HEDEF_1	İRTİFA_1	DEĞER_1
2	HEDEF_2	İRTİFA_1	DEĞER_2
3	HEDEF_3	İRTİFA_1	DEĞER_3

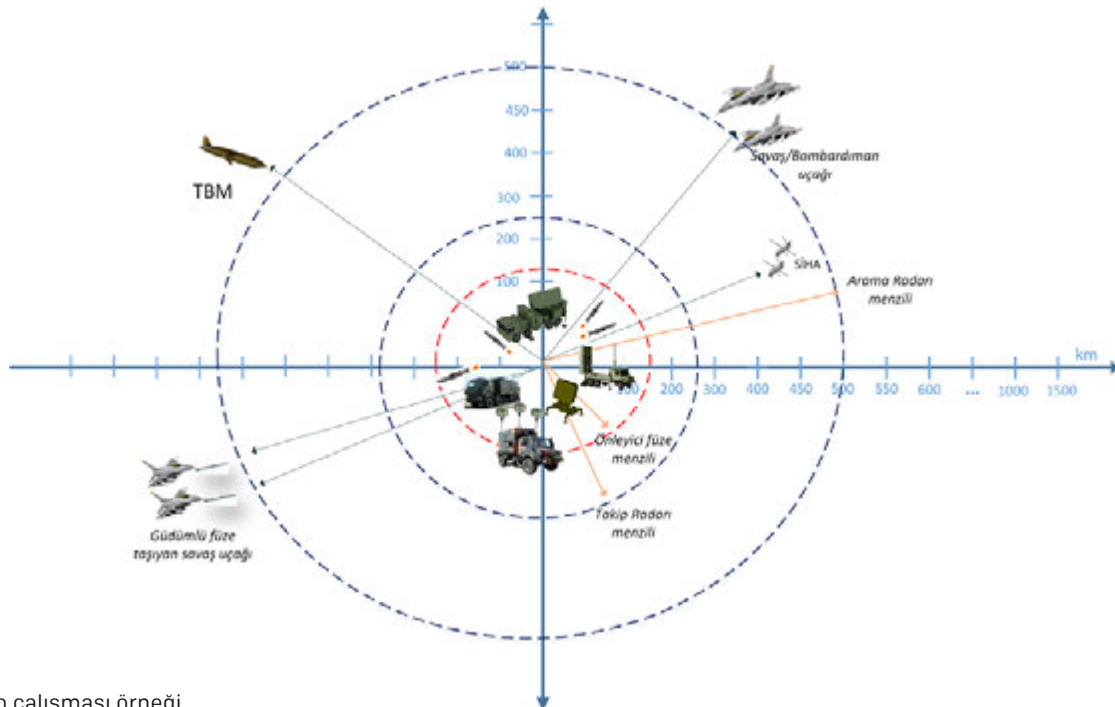
ALTERNATİF MİMARİLERİN BELİRLENME SÜRECİ

Bu süreçte, kullanıcı beklentilerini içeren, sistem gereksinimlerini az veya çok ölçüde karşılayan, alternatif mimarileri belirlemek amaçlanmıştır. Kullanıcı ihtiyaçlarının operasyonel ve fonksiyonel kilit yönleri, mimari oluşturmada önemli rol oynamaktadır.

Alternatif mimarilerde kullanıcı gereksinimlerini sağlayabilmek için mevcut sistem bileşenlerinin kabiliyetleri, geliştirme yapılacak bileşenler için ise etkinliği artıracak fonksiyonların ve özelliklerin belirlenmesi sağlanır. İlk aşamada üretilen gereksinimlere alternatif çözümlerin karşılama düzeylerini ölçebilmek için farklı seviyelerde senaryolar tanımlanmalı ve mimarilerin hedeflere karşı kabiliyetleri test edilmelidir. Bu yönde sunulan örnek bir senaryo aşağıda verilmiştir.

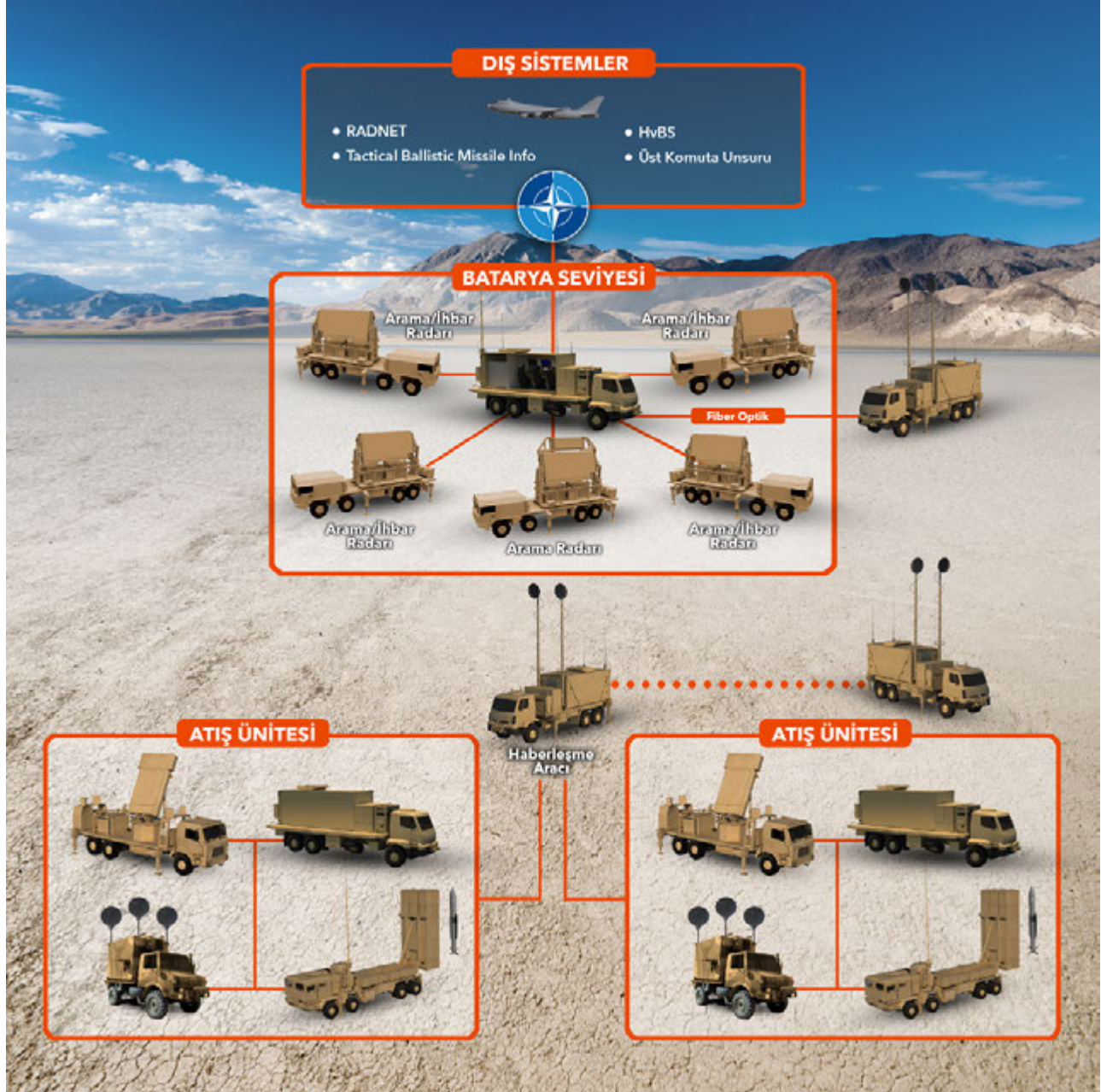
SENARYO ÇALIŞMASI ÖRNEĞİ

Çalışma süreci içinde mevcut ve yeni geliştirilen/güncellenen sistem bileşenleri için, ihtiyaçlar ve gereksinimler doğrultusunda arayüzler tanımlanmalıdır. Alternatif mimari çalışmasında en faydalı mimariyi oluşturabilmek için iç arayüzler ve dış arayüzler detay seviyede değerlendirilmelidir. Firmalar, sorumluluk alanlarına giren sistem bileşenlerinin gerekli arayüzlerini diğer firmalar ile paylaşmalıdır. Bu yönde bir çalışma örneği şekil 1'de verilmektedir.



Senaryo çalışması örneği

ÖRNEK MİMARİ VE UZMANLIK ALANLARI ARAYÜZ PAYLAŞIMLARI



Şekil 1

MİMARİLERİN DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Alternatif mimarilerin kuvvetli ve zayıf yönleri ortaya çıkarılarak etkin mimarinin belirlenmesine yönelik öngörü oluşturulmaya çalışılmalıdır. Değerlendirme aşamasında mimarilerin oluşturduğu etki alanı ve verimliliği çeşitli senaryolar ile benzetimler yapılarak tespit edilmelidir.

Yan sayfadaki şekilde; örnek senaryo analizinde, hedeflerin tespit edilmesinden vurulmasına kadar geçen süreçte mimarilerin etkinliği analiz edilmektedir.

ÖRNEK ADAY MİMARİ ETKİ ALANI VE VERİMLİLİĞİ

Farklı senaryoların mimarilere göre analizleri yapıldıktan sonra puanlama aşamasına geçilir. İhtiyaç duyulan hava savunma sistemine en uygun mimariyi belirlemek için kriterler kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda önem değerine göre ağırlıklandırılarak her mimari için bir değerlendirme metriği elde edilir. Bu metriğin hesaplanmasında literatürde farklı bilimsel yöntemler mevcuttur.

Örnek olarak karşılaştırmaya temel olabilecek kriter ağırlık tablosu aşağıda verilmiştir.

ÖRNEK KRİTER AĞIRLIKLANDIRMA TABLOSU				
Kriterler	Mimari 1 Puanı	Mimari 2 Puanı	Mimari N Puanı	Ağırlık
İstek makamı gereksinimlerini karşılama	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%100
Savunulan bölgeye yönelik özellikler; uyarı mesafesi, hedef imha mesafesi, sistemin kendini koruma kabiliyeti vb.	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%90
Zorlu senaryolara ve gelecekte oluşabilecek tehditlere karşı sistemin etkinliği	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%80
Diğer sistemler ile uyumlu çalışabilme: - Nato sistemlerine uyumluluğu - Milli sistemler ile uyumluluğu - Öz yeterlilik, tek başına etkinlik	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%100
Sistemin genişleme potansiyeli, geliştirmeye açık olması	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%70
Sistemin taşınabilirliği ve kurulum kolaylığı	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%75
Kullanım kolaylığı, personel ihtiyacı	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%80
Lojistik kolaylık, idame özellikleri	[1-5]	[1-5]	[1-5]	%80

Özellikle alanında uzman farklı firmalar ile yapılan bu tür çalışmalarda temel amaçlardan biri, milli projelerde uygulama olgunluğuna erişmemiş teknolojiler veya henüz geliştirilen teknolojilerde, firmaların tecrübelerinden olabildiğince fazla yararlanarak firmaların projelerine katkı yapmak ve yeterlilik seviyelerini artırmaktır. Aynı zamanda edinilen tecrübe ve nitelikli iş gücü de mevcut ve sonraki projelerde önemli katkılar sağlayacaktır.

Çalışmanın sonunda, bir hava ve füze savunma sisteminde kullanılabilecek mimariler arasında mümkün olduğunca gerçek verilere dayalı bir karşılaştırma yapılmış olur. Firmalar arasında iş paylaşımları, seçilen mimarilerin sistem/alt sistemlerin gerekleri, test doğrulama dokümanları, birlikte çalışma ve teknoloji aktarım alternatifleri dokümanları edilir ve projenin uygulamaya dönüştüğü durum için önemli bir hazırlık aşaması tamamlanmış olur.

AĞ TABANLI HAVA VE FÜZE SAVUNMA MİMARİLERİ

Özgür TUNCER Kıdemli Lider Mühendis,
SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Hava tehditlerinin zaman içindeki gelişimi ve değişen saldırı doktrinleri, hava savunma sistemlerinin alışlagelmiş hiyerarşik ağaç yapısına sahip, özel olarak tasarlanmış sistem bileşenlerinden oluşan mimarisinin bazı durumlar için yetersiz kaldığına işaret etmektedir. Bu duruma yakın zamanda yaşanan iki olay örnek olarak gösterilebilir:

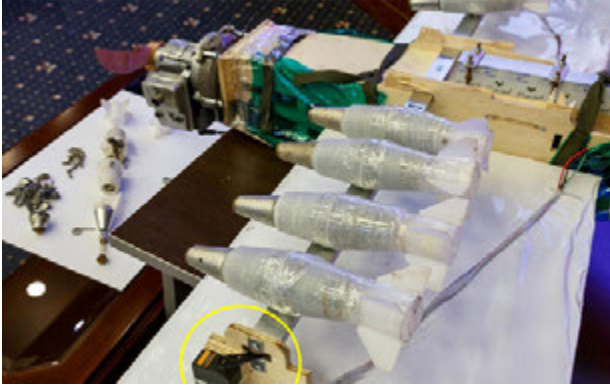
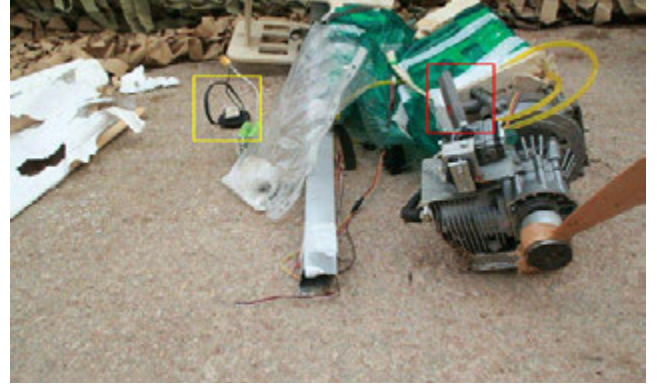
31 Aralık 2017 tarihinde Suriye’de yer alan Hmeymim üssü sürü halinde uçan silahlı İHA’ların saldırısına uğramıştır. Havan atışları ile koordineli olarak yürütülen, çok ucuza ve sivil marketten elde edilebilen bileşenlerle imal edilebilen İHA’lar ile yürütülen bu saldırı, üste bulunan hava araçlarına ciddi zarar vermiştir. Üste bulunan hava savunma

sistemleri bu unsurların bir kısmını tespit edebilse de tehdit unsurlarını önlemekte büyük oranda başarısız olunmuştur.

Yaşanan ikinci olay ise nispeten günümüze yakın bir tarihte gerçekleşmiştir. 14 Eylül 2019 tarihinde Suudi Arabistan’da yer alan petrol rafinerisine İHA’lar ve seyir füzeleri ile birlikte gerçekleştirilen koordineli saldırı sonucu rafineri faaliyetlerinin durması nedeniyle ülkenin günlük petrol üretim kapasitesi yarı yarıya azalmıştır. Bu tesisleri korumakla görevli Patriot bataryaları alçaktan uçarak gelen sayıca çok miktarda seyir füzeleri ve düşük radar kesit alanına sahip sürü halinde gelen silahlı İHA’lara karşı rafinerinin korunmasında yetersiz kalmıştır.



Şekil 1 – Hiyerarşik ağaç yapısına sahip sistem mimarileri



Şekil 2 – 31 Aralık 2017 tarihinde hava üssüne yapılan saldırıda kullanılan sürü İHA'lar



Şekil 3 – Petrol rafinerisine düzenlenen saldırıda kullanılan seyir füzeleri ve sürü İHA kalıntıları

Hava savunma sisteminin savunma etkinliğinin yanında maliyet etkin bir savunma sağlanması da önemlidir. Çok ucuza mal edilebilen insansız hava araçlarına karşı, bu araçların belki binlerce katı maliyete sahip bir füze fırlatmak ve önlemek başlangıçta bir başarı gibi görünse de ekonomik açıdan sürdürülebilir değildir. Bu hadiseye örnek olarak ise yine yakın geçmişte çok ucuz maliyetli bir insansız hava aracına uzun menzilli bir hava savunma füzesi atılması gösterilebilir.

Verilen örneklerde görüldüğü gibi, gelişen teknoloji ile tehdit spektrumu değişmekte, düşük maliyetli sürü silahlı İHA'lardan, düşük görünürüklü hava platformlarına ve hipersonik silahlara kadar farklı bir spektrumda çeşitlilik göstermektedir. Tehditlerin farklı konseptler ile bir arada veya elektronik harp teknikleri ile birlikte kullanımı mevcut hava savunma sistemlerinin bazı durumlarda yetersiz kalmasına neden olabilmektedir.

Giderek etkinliği artan bu tehdit ortamı ile baş edebilmek için farklı zamanlarda geliştirilmiş sistem bileşenlerinin hızlıca bir arada kullanımını sağlayabilecek ve yeni geliştirilen sistemlerin tasarımının odağında yer alacak esnek bir hava savunma sistem mimarisine geçiş kaçınılmaz görünmektedir. Bu mimariye tek bir sensör ve tek bir füze sistemine dayalı bir tasarım değil, aksine farklı tehdit tipleri için etkili olabilecek farklı tipte ve yetenekte sensörler ve silah sistemleri bir arada kullanılabilir.

Bahsi geçen mimari, tehdit ayrışımını çok iyi yapabilmeli ve en doğru silahı ve sensörü en etkili olabileceği tehdit ile eşleştirerek maliyet odaklı etkin bir savunma yerine getirebilmelidir. Farklı tipte ve yetenekteki sahada coğrafi açıdan farklı yerlerde

dağıtık yerleştirilmiş sensörlerin verisini birleştirerek kesintisiz bir hava resminin oluşturulmasını sağlamalı, sensör kaynaklarının etkin ve verimli kullanılabilmesi adına unsurlar arası kaynak paylaşımını koordine eden bir yapıya sahip olmalıdır.

Hava savunma sistem mimarilerinde önemli bir unsur ise hayatta kalabilirliktir. Yüzde yüz başarının mümkün olmadığı bir savaş ortamında, hava savunma sistemi bileşenlerine karşı yapılan saldırılarda bir sistem bileşeninin gayri faale düşmesi tüm sistemin devre dışında kalmasına neden olmayacak şekilde yedekli yapıda olmalıdır. Hava resminin sağlanması adına birden fazla aynı bölgeyi gözetleyebilen sensör bileşenlerine ek olarak, komuta kontrol yapıları yedekli olarak çalışabilmelidir.

Bahsi geçen mimaride sahip olması gereken özelliklerden bir tanesi de bu mimarinin geçmiş tecrübelerden ders çıkarabilme yeteneğine sahip olmasıdır. Bir diğer anlamda günümüz teknolojilerinden makine öğrenmesi yeteneği sayesinde kendi kendini eğitebilmesidir. Tehdit sayılarının ve buna bağlı yürütülen angajman miktarının herhangi bir operatörün kapasitesini zorladığı durumlarda operatör sayısının artırılıp azaltılması yönünden esnek olmalı ve gerektiği durumlarda operatöre asistanlık yapabilecek bir yapay zekâya sahip olmalıdır.

Sensör verilerinin unsurlar arası paylaşımı kapsamında; verinin kaynağında yapılan işlem sonucu oluşan bilgi kaybını önlemek adına ham veriyi karşılıklı olarak paylaşması da beklenen, arzu edilen yeteneklerdendir. Bu durum, giderek artan güvenli bir haberleşme ihtiyacını ortaya koymaktadır. Günümüz teknolojilerinden internet protokolü kullanımı, geliştirilecek yazılım bileşenlerinin hızlanmasını ve özel donanımlara ihtiyacı ortadan kaldırmasına rağmen siber tehditlere yönelik sistemi daha açık hale getirebilmektedir.

Tüm bu gerekler ışığında yeni geliştirilecek hava savunma mimarisi genel olarak ağ merkezli servis tabanlı (network centric-service oriented) hava savunma mimarisi olarak adlandırılmaktadır. Burada vurgulanması gereken önemli bir nokta, bu mimarinin ağ merkezli olmasının sistem bileşenlerinin birbirlerine sadece bir ağ üzerinden bağlanmasını değil, bu ağ üzerinde çalışan sistemlerin yer aldığı sistemler ortak durum farkındalığını sağlayan ve savunma sistem etkinliğini artıracak şekilde sistem birimlerinin hiyerarşik yapının haricinde de birbirleri ile etkileşimini

tariflemektedir. Bu etkileşim karşılıklı olarak veri değişim standartlarının tanımlanması ve sistem etkinliğini artıracak bileşen servislerinin bu ağ üzerinden karşılıklı olarak bileşenler arası paylaşımı içermektedir. Bu etkileşimi sağlarken de siber güvenlik kapsamında donanım, yazılım, veri iletişimi güvenliği de bu mimarinin olmazsa olmazlarından.

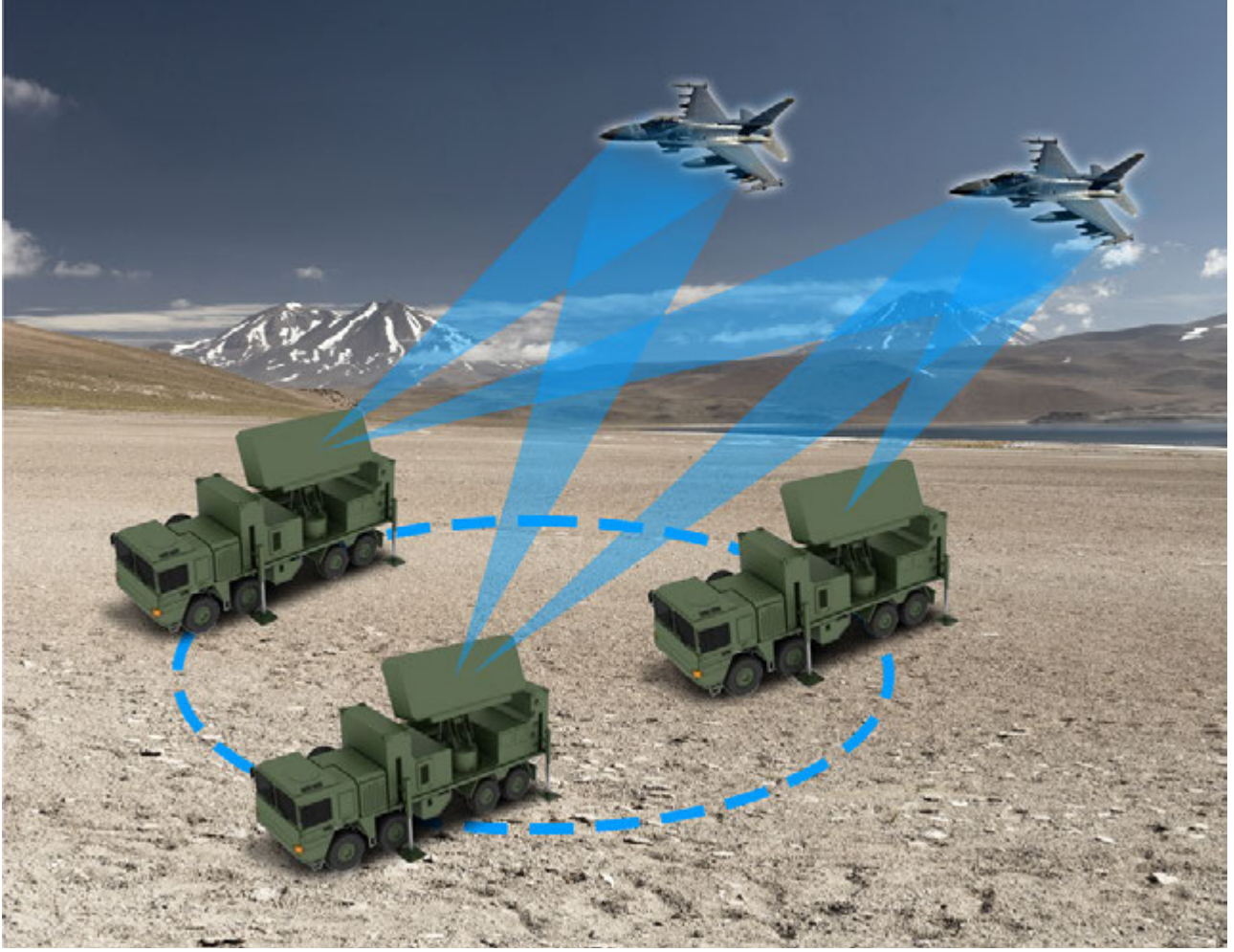
Ağ tabanlı hava savunma sistemlerine değinmeden önce sensör ağları ve entegre atış kontrol kavramlarına öncelikle göz atmamız gerekmektedir.

SENSÖR AĞLARI

Hava savunma sistemlerine veya onların koruduğu unsurlara tehdit oluşturan hava unsurlarını tespit etmek ve takip altına almak için kullanılan ana unsurlardan birisi radarlardır. Günümüzün gelişmiş çok fonksiyonlu aktif faz dizili radarları hedef tespit, takip yeteneklerine ek olarak, hedef sınıflandırma, sistemin kendi füzeleri ile veri bağı iletişimi, hedefin aydınlatılması gibi birçok fonksiyonu bünyesinde bir arada barındırmaktadır. Ancak, bir radarın her koşulda ve zamanda tüm hedefleri tespit ve takip edebilmesi mümkün değildir. Yeryüzü şekilleri nedeniyle kısıtlanan görüş hattı, çoklu yansıma ve çevre koşullarından gelen etkiler tekil radarların tüm hedefleri rotaları boyunca kesintisiz şekilde takip altına alabilmesine engel olmaktadır. Bu durum sistem seviyesinde hedeflere ait izlerin sürekliliğinin sağlanmasına engel olmakla birlikte, hedeflerin teşhis edilerek silahlar ile önlenmesi kapsamında gerekli reaksiyon süresinin kısıtlanmasına da neden olabilmektedir.

Birbirinden bağımsız olarak çalışan radarlara ait verilerin ortak bir hava resmi içinde birleştirilememesi farklı unsurlar tarafından farklı kararlar alınmasına neden olabilmektedir. Bazı gibi durumlar, hedef takibinde istikrarsızlık, angajman sürecinde aynı hedefe birden fazla angajman ya da belki de en istenmeyen durum olarak aynı hedeflere hiç angajman yapılmamasına sebep olacaktır.

Oluşan bu kısıtların ve muhtemel karar hatalarının önüne geçebilmek ancak sensörlerin haberleşme unsurları vasıtasıyla birbirleri ile bağlanması yani sensör ağlarının oluşturulması ile mümkün olabilmektedir. Şekil 4 ile sensör ağlarının kullanım konsepti bir senaryo üzerinden anlatılmaya çalışılmıştır. Bu senaryoda farklı radarlara ait ham veriler ortak bir ağ üzerinden birbirleri ile paylaşılmaktadır. Farklı açısız bakış açısına veya konuşlanmaya sahip ve çalıştıkları ortamlar nezdinde farklı etkilere maruz kalabilen radarlara ait tespitler,



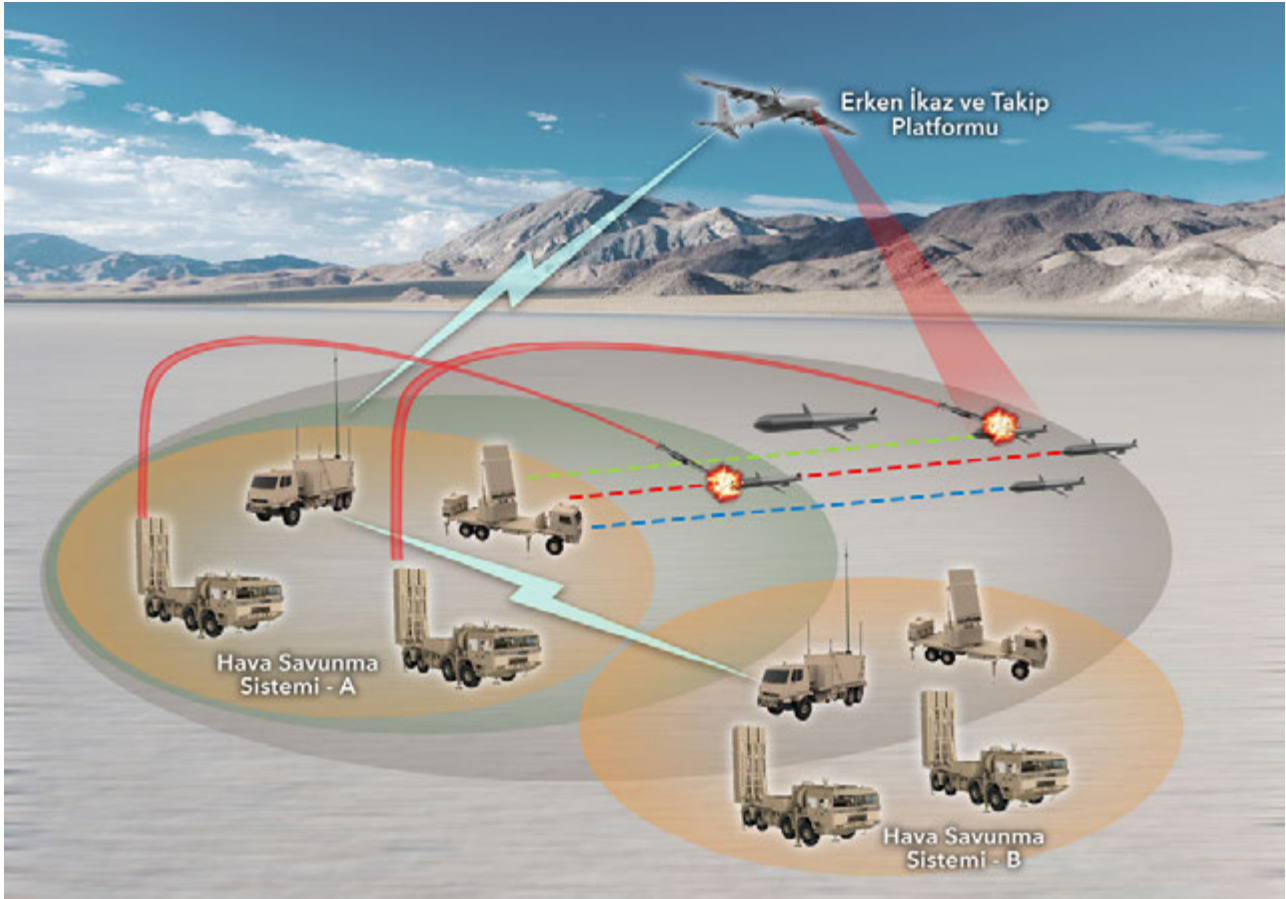
Şekil 4 – Radar Ağları

güvenli ve yüksek kapasiteli bir ağ üzerinden sistemler arasında karşılıklı olarak paylaşılmaktadır. Paylaşılan bu tespitler ortak bir hava resminde birleştirilerek sistem izleri oluşturulmaktadır. Ortak hava resmi kapsamında oluşturulan sistem izleri tüm unsurlara dağıtılmakta ve tüm unsurlar için kesintisiz ortak ve angajman kalitesinde bir izin dağıtımı sağlanabilmektedir. Sağladığı bu kazanımlar ile birlikte değerlendirildiğinde sensör ağlarının kurulması ağ tabanlı hava savunma sistemlerinin bir ön koşulu olarak görünmektedir.

ENTEĞRE ATIŞ KONTROL KONSEPTİ

Radar ağları vasıtasıyla silah sistemlerinin istediği doğrulukta oluşturulan ortak hava resminin karşılıklı olarak paylaşımı, ortak bir durumsal farkındalığın oluşmasının ön koşuludur. Ortak hava resminin oluşturulmasından sonraki aşama tehdit olarak değerlendirilen hedefler için hangi silah unsurlarının etkin olarak sonuç vereceğinin belirlenmesi

ve bu silahın seçildikten sonra angajmanın gerçekleştirilmesidir. Burada en iyileme açısından sistem etkinliği önemli bir parametre olarak ortaya çıkmakla birlikte, en maliyet etkin hava savunma çözümünün oluşturulması hedeflenmektedir. Unsurların birbirlerinden bağımsız olarak kendi silah sistemleri ile angajman kararlarını almasının önüne geçilebilmesi için savunma etkinliğini artırırken maliyeti de dikkate alan ortak bir tehdit değerlendirme ve silah tahsis algoritması işletimi yapılmaktadır. Bir diğer önemli kazanım ise entegre atış kontrol konseptini uygulayan ve sensör ağı içinde yer alan farklı radarların işaretleme yetenekleri (cue capabilities) kullanılarak angajman pencereleri genişletilebilmektedir. Bu kazanım, hedeflerin erken safhada imha edilmesi ve bazı durumlarda önleme gerçekleştirilemeyen hedeflere yeniden angajman yapılabilmesinin önünü açmaktadır. Entegre atış kontrol konsepti Şekil 5'te yapılan gösterimle anlatılmaktadır. Entegre atış kontrol konsepti ile erken ikaz ve takip platformları ile tespit



Şekil 5 – Entegre atış kontrol konsepti

ve takip edilen hedeflere sistemlerin menzillerinin çok dışından angajman yapılarak sistemlerin angajman zarfları genişletilebilmektedir. Hava savunma sistemleri arasında bilgi paylaşımı ile ortak bir durumsal farkındalık sağlanmakta ve iz sürekliliği sağlanan hedeflere daha erken angajman başlatılarak reaksiyon süreleri düşürülmektedir.

Bu ortak resimdeki durum değerlendirmesi kapsamında alınan aksiyonların da karşılıklı olarak unsurlar arası paylaşılması yine ortak bir durumsal farkındalığın gereği olarak ele alınmaktadır. Entegre atış kontrol konsepti ile müstakil olarak çalışan sistemler ortak bir atış kontrol çözümü oluşturarak sistem etkinliğinin artırılmasını sağlamaktadır.

Sensör ağları ve entegre atış kontrol uzun zamandır kullanımda olan ve faydaları taktik ortamda kendilerini ispatlamış olan konseptlerdir. Her iki konsept aslında yüksek hızlı, güvenli haberleşme ağlarını kullanan ve tekil sistemlerin etkinliklerini artıran uygulamalardır. Ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarisi ise bu konseptleri bir adım öteye çıkarmaktadır.

AĞ TABANLI HAVA VE FÜZE SAVUNMA MİMARİSİ

Ağaç yapısına sahip hava savunma mimarileri, lançer, radar gibi unsurların tek bir atış kontrol merkezi üzerinden yönetimi ile çalışmaktadır. Birden fazla atış ünitesi ise yine filo kontrol merkezleri tarafından yönetilmektedir. Filo kontrol merkezine bağlı olan ve atış ünitelerine bağlı sensör verileri üst komuta kontrol merkezlerine aktarılmaktadır. Sistemi oluşturan bileşenler arası doğrudan iletişim ve etkileşim olmayıp, tüm etkileşimler merkezi olarak koordine edilmektedir. Hiyerarşiye dayalı bu mimarinin en önemli avantajı, merkezi yönetim ile sağlanan yönetsel kolaylıkla birlikte bağımsız karar verme yapılarının önüne geçme olmakla birlikte bazı dezavantajlara sahiptir. Yedekli yapıda tasarlanmayan filo kontrol merkezleri gayri-faal oldukları durumda komuta merkezine bağlı unsurlar arası etkileşim kaybolduğu için tekil atış ünitelerinin savunma etkinliği azalmaktadır. Atış üniteleri kendi içlerinde kaynakları en iyilemeye çalışmakta, filo kontrol merkezi ise atış ünitelerini koordine etmekle yükümlüdür. Bu mimarilerde bağlantılar genellikle statik olup, bağlantı değişiklik

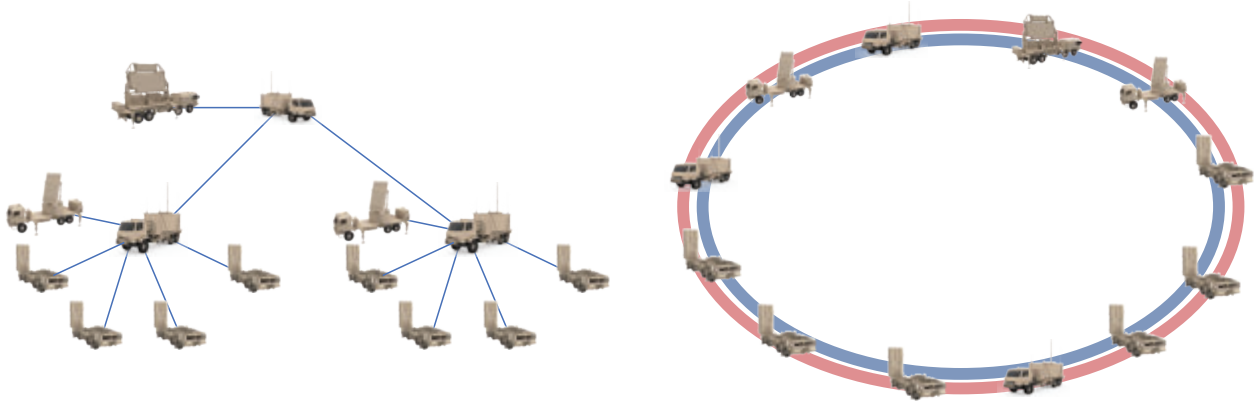
durumlarında sistemlerin bu değişikliğe uyumunun sağlanması için yeniden başlatılması ihtiyacı ortaya çıkabilmektedir. Ağaç yapısına sahip hava savunma sistemleri, tasarlandıkları dönemin haberleşme teknolojilerini kullanmakta olup günümüzün gelişmiş IP tabanlı haberleşmesinin getirdiği avantajları kullanamamaktadır.

Ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarisinde, tüm unsurlar yüksek bant kapasiteli güvenli IP tabanlı bir haberleşme ağı üzerinden birbirlerine bağlanmaktadır. Bu mimarinin önemli avantajlarından birisi fonksiyonel işletimde merkezi bir komuta kontrol yapısını korumakla birlikte, unsurların birbirlerine sağlayacakları servisler ile komuta merkezleri haricinde de iletişim kurmasına izin vermesidir. Yapı içerisinde yer alan sensörler ve silah sistemleri bir bütün olarak ele alınmakta ve sistemlerin korumakla sorumlu oldukları alandaki savunma etkinliğini en iyileyecek şekilde bir atış kontrol çözümü oluşturulmaktadır. Gerekğinde tekil hava ve füze savunma görevini icra edebilen hava ve füze savunma sistemleri bir araya geldiklerinde tek ve büyük bir hava ve füze savunma sistemi gibi görev yapabilmektedir. Oluşan bu yeni sistemleri sistemi içerisinde, sensörler birbirleri ile de iletişim kurabilmekte, ortak bir sensör kaynak yönetimi yapabilmekte, bu sayede kaynakların en

verimli kullanımı hedeflenmektedir. Sistem içinde bulunan komuta kontrol merkezleri, yedekli yapıda çalışmakta ve olası gayri faal olma durumlarında birbirlerini yedekleyebilmekte, birden fazla komuta kontrol aracı olduğu durumda ise operatör yükleri harekât ortamının gereklerine göre dengeli bir şekilde dağıtılabilmektedir. Ağaç tabanlı hava ve füze savunma mimarileri ile ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarilerinin karşılaştırması şekil 6'da gösterilmektedir.

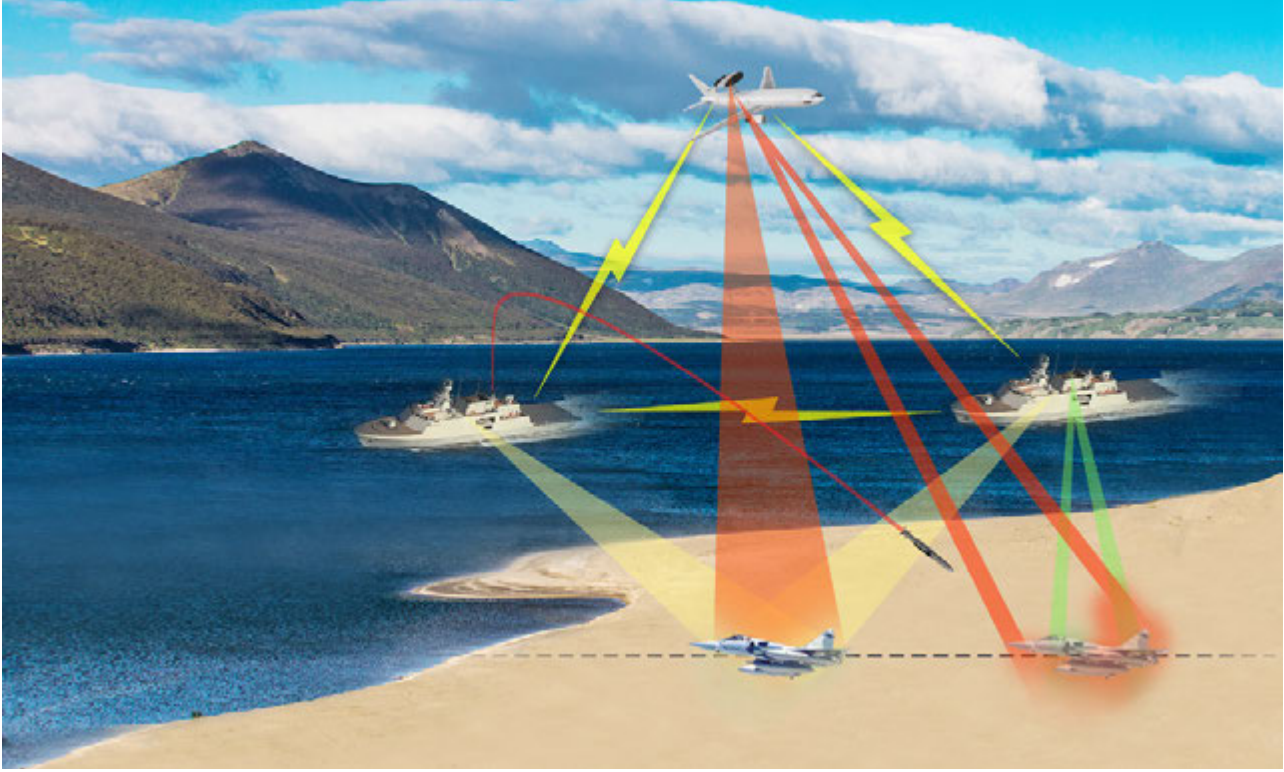
DÜNYADA AĞ TABANLI HAVA VE FÜZE SAVUNMA MİMARİLERİ KAPSAMINDAKİ GELİŞMELER

Ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarilerinin temelini oluşturacak çalışmalar ilk olarak 1990'lı yıllarda deniz platformlarında ortaya çıkmıştır. Açık denizlerde yürütülen donanma aktivitelerinin kıyı bölgelerinde yoğunlaşmaya başlaması, özellikle donanma unsurlarına ait radarların kıyıya yakın bölgelerdeki dağlık arazilerden, girintili çıkıntılı koylardan etkilenmesine neden olmuştur. Açık denizlerden yine farklı olarak kıyı bölgelerinde dost unsurların fazla olması, ticari gemilerle ve ticari uçakların sayıca artması da angajman yönetimi açısından birtakım zorluklar yaratmaya başlamıştır. Oluşan bu zorlukların üstesinden gelebilmek için Amerikan Donanması tarafından cooperative



Şekil 6 – Ağaç yapısında ve ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarilerinin karşılaştırması

Geleneksel Hava ve Füze Savunma Mimarisi	Ağ Tabanlı Hava ve Füze Savunma Mimarisi
Merkezi mimari – Tek nokta arızasına açıklık	Dağıtık mimari
Sistem bazına kaynak yönetimi	Entegre kaynak yönetimi
Sistem bazında optimizasyon	Entegre sistem optimizasyonu
Statik yapı	Dinamik yapı



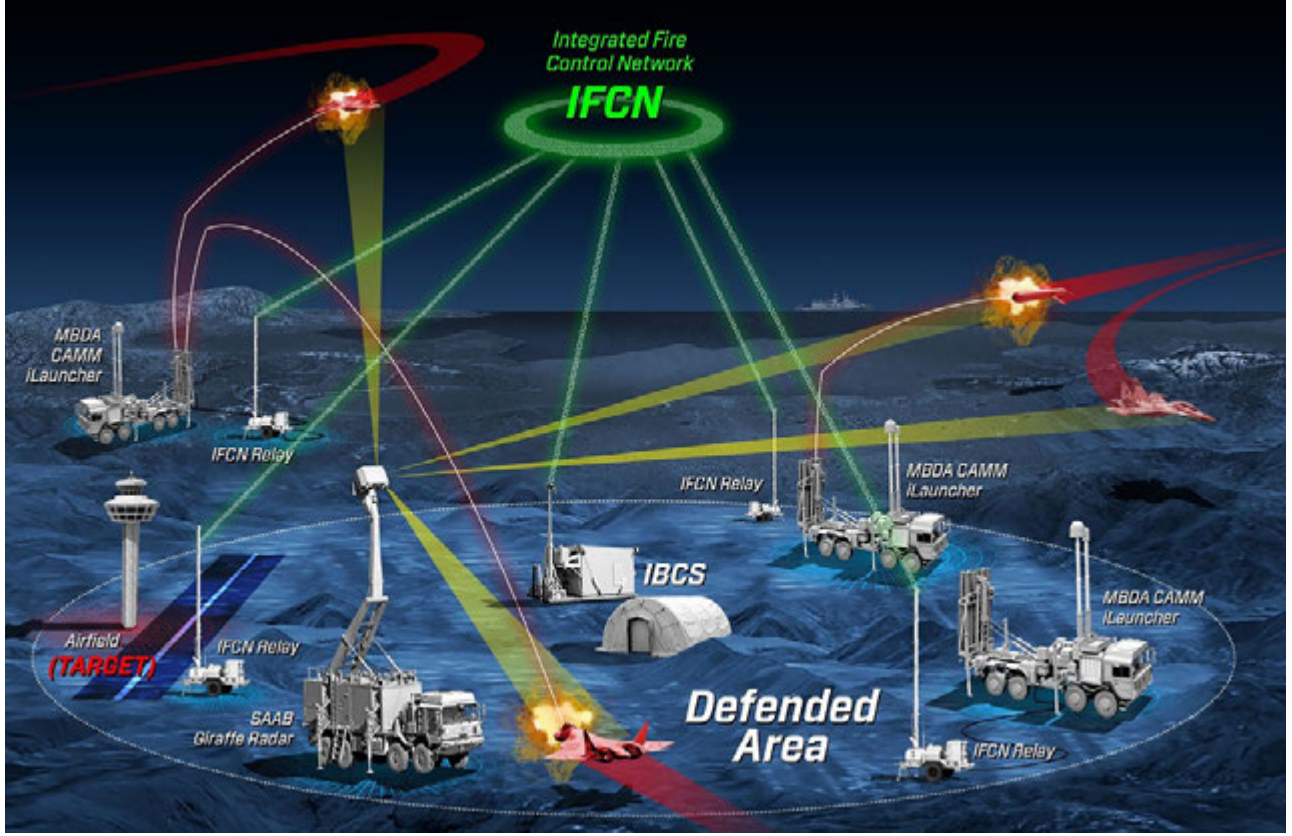
Şekil 7 – Cooperative engagement capability [CEC]

engagement capability [CEC] adı verilen bir yetenek geliştirilmiştir. CEC sayesinde donanma grubunda farklı konumlarda yer alan tüm unsurların ortak durumsal farkındalığını sağlanmakta, sensör ve silah sistemlerinin yeteneklerinin tamamının ortak kullanımı hedeflenmektedir. CEC'nin sağladığı başlıca avantajlar, kompozit iz oluşturma, hassas işaretleme [precision cueing], koordineli ve ortak angajmanlardır. Donanma seviyesinde kullanılan kooperatif angajman yeteneği yakın dönemde Fransız ve Hint donanmaları tarafından da kendi donanmalarında geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Şekil 7'de CEC yeteneğinin sağladığı avantajlardan bir tanesi yer almaktadır. Hava unsurlarının sahip olduğu sensör yetenekleri ile donanma unsurlarının sahip olduğu sensör yetenekleri birleştirilerek, ortak hava resminin kesintisi oluşturulmasına ve zorlu hedef senaryolarında angajman başarımının artırılması sağlanmaktadır.

Karada konuşlu hava ve füze savunma sistemlerinde, ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarisini kullanan integrated battle command system [IBCS] Amerikan ordusu tarafından test edilmekte ve yakın zamanda ilk operasyonel yeteneğe kavuşturulması planlanmaktadır. IBCS ile birlikte Amerikan Kara Kuvvetleri bünyesinde bulunan tüm

hava savunma sistemleri tek bir sistem üzerinden birbirlerine entegre edilmekte, kara, hava ve uzay unsurlarının sağladığı ortak hava resmi üzerinden en doğru sensöre en doğru silah seçilerek hava ve füze savunma sistem etkinliğinin artırılmasını hedeflenmektedir. Sistemin modüler ve açık kaynak mimarisinin gelişen tehdit ortamına hızlıca adaptasyonu sağladığı, ağ tabanlı mimarisinin hedeflerin takip hassasiyetini bir üst seviyeye taşıdığı, hedef sınıflandırma ve teşhis yeteneklerinde önemli avantaj sağladığı belirtilmektedir.

Entegre hava ve füze savunmasını hedefleyen ağ tabanlı mimarilerin geliştirilmesi kapsamında NATO bünyesinde de çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmaların ilki NATO Industry Advisory Group [NIAG] bünyesinde SG-217 isimli ve "Study on Standards for Integrated Air and Missile Defence [IAMD] Multifunction Sensors Networking into Fire Control Clusters" ismi ile iki yıllık bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışma ile hava ve füze savunma atış kontrol ünitelerinin ağ tabanlı mimarisindeki atış kontrol kümelerine dönüşmesi hedeflenmektedir. Çalışma ile bu dönüşümü sağlayacak farklı seviyede entegrasyon mimarileri ele alınmış, bu mimariyi destekleyecek haberleşme ağ yapıları incelenmiş, veri değişim arayüzleri ve haberleşme gereksinimleri belirlenmiş ve bu mimarilerin geliştirilmesine yönelik



Şekil 8 – Integrated battle command system (IBCS)

bir yol haritası oluşturulmuştur. Çalışma esnasında mimarinin uzun vadeli yol haritasında bi-statik ve pasif radarların, hava ve uzay unsurlarının sisteme entegrasyonu ve bu mimaride siber güvenliğin önemi de gündeme gelmiştir. SG-217'nin devam çalışması niteliğinde olan SG-260 çalışmasında ise önerilen mimariler yeni sistem bileşenleri ve unsurları ile yol haritasının kapsamı genişletilmektedir. ASELSAN, her iki çalışmada da aktif olarak yer almış ve çalışmalara radar, haberleşme ve sistem mimarisi anlamında önemli katkılar sağlamıştır.

AĞ TABANLI MİMARİLERİN MİLLİ HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİNE UYGULANMASI

Ülkemizde geliştirilen hava ve füze savunma yeteneğine sahip donanma unsurlarına ve hava ve füze savunma sistemlerine ağ tabanlı bir hava ve füze savunma yeteneği kazandırılması sahip olduğumuz yetenekler, haberleşme teknolojileri ve modüler yazılım mimarilerimizle mümkün gözükmemektedir. Yeni geliştirilen sistemlerde gelecekte bu dönüşüme imkân verecek donanım altyapıları, modüler ve açık yazılım mimarileri kullanılmaktadır. Ağ tabanlı bu mimarinin önemli unsurlarından biri olan düşük gecikmeli haberleşme ihtiyaçlarının karşılanması

kapsamında taktik alanda gerek noktadan noktaya gerekse noktadan çok noktaya geniş bantlı IP iletişimi sağlayan 2x2 çok girdili çok çıktılı (MIMO) teknolojinin kullanan GRC-5220 komuta kontrol unsurları arasında ve yine taktik sahada kendi kendine kurulan, kendi kendine iyileşen MANET yapısına sahip geniş bant dalga şekli (GBDŞ) telsizleri ile silahlar ve sensörler arası iletişim için kullanılabilir. Bu sayede filo kontrol merkezlerinden atış kontrol merkezlerine ve atış kontrol merkezi içinde de silahlar ve sensörler arasında IP tabanlı bir haberleşme altyapısı sağlanmaktadır. Geçmişte geliştirilmiş sistem bileşenlerinin ise veri yapıları dönüşümleri ve donanım adaptasyon kitleri ile yeni milli ağ tabanlı hava ve füze savunma mimarisine entegrasyonu mümkün olabilecektir.

ASELSAN olarak, geliştirdiğimiz ve geliştirmekte olduğumuz hava savunma sistemlerimiz ile ülke genelinde katmanlı hava savunmanın oluşumuna katkı sağlamakla birlikte, hava ve füze savunmanın geleceği olan ağ tabanlı hava ve füze savunma sistem mimarilerine ulaşmanın ön adımı olan ve bu mimarilere dönüşümü mümkün kılacak haberleşme, donanım ve yazılım altyapıları tasarladığımız sistemlere eklenmektedir.

HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ HABERLEŞME ALTYAPILARI

Bilgehan KARLI Lider Mühendis

Levent ÇOBAN Lider Mühendis

Hasan AKBULUT Kıdemli Uzman Mühendis

HBT Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

İsmet ELBİR Müdür

Ayla UÇAR Lider Mühendis

Enver ÇIBLAK Kıdemli Uzman Mühendis

HBT Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Hava savunma sistemleri, taktik sahada kendisine tanımlı görevi icra etmek üzere fonksiyonel ve hiyerarşik olarak çeşitli alt sistemlere ayrılmaktadır. Farklı hava savunma alt sistemlerinin bir arada etkin olarak görev yapabilmesi için bu sistemlerde yer alan tüm haberleşme unsurlarının birbirleri ile uyumlu bir mimari altında tanımlanmış olması gerekmektedir. TSK envanterinde mevcut veya envantere girecek hava savunma sistemlerinin entegre bir şekilde çalışması ve ortak bir hava savunma haberleşme ağı oluşturması, operasyonel başarı açısından oldukça kritik öneme sahiptir. Farklı hava savunma sistemlerinin birlikte çalışabilirliğini sağlamak için IP tabanlı haberleşme mimarisi kullanılmaktadır. Günümüz haberleşme altyapılarının temeli olan IP haberleşmesinin sağladığı standartlaşma ve uyumluluk bu sistemlerin birbirleri ile entegre bir şekilde çalışabilirliğini kolaylaştıran önemli bir etken olmuştur. Taktik sahada konuşlu sistem aynı zamanda stratejik şebekelerde yer alan üst komuta merkezleri ile de haberleşerek icra edilen görev sahası genişletilebilmektedir.

Hava savunma sistemleri, fonksiyonel olarak da çeşitli alt birimlere ayrılmaktadır. Hedeflerin algılanması ve düşman hedeflerin angajman konumlarının belirlenmesi için sensör sistemleri (radar vb.), düşman hedeflerin imhası için silah sistemleri (füze vb.) ve her iki unsurun idaresi için kontrol sistemleri kullanılmaktadır.

Hava savunma sistemlerinin haberleşme çözümlerinde alt sistemlerin haberleşme ihtiyaçlarının hızlı, kesintisiz ve güvenilir olarak karşılanması ne kadar önemli ise, ihtiyaçların

karşılanmasında mümkün olan en gelişmiş teknolojilerin kullanılması ve bu kullanımdan doğacak avantajlar ile görevin icra edilmesindeki performansın artırılması da aynı derecede önemlidir. Bu makalede, HBT Sektör Başkanlığı tarafından hava savunma sistemlerine sunulan haberleşme altyapısı kabiliyetleri değerlendirilecektir.

HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ GENEL HABERLEŞME YAPISI

Sistemde üretilen radar iz bilgisi, komuta kontrol ve angajman mesajları gibi kritik verilerin zaman kritik ve minimum paket kayıp oranları ile alt sistemler arasında iletilmesi gerekmektedir. Sistemin haberleşme altyapısı, bu haberleşme gereksiniminin karşılanabilmesine olanak tanıyacak şekilde kurgulanmaktadır.

Hava savunma sistemleri öncelikli ve zaman kritik verilere sahip olması, içerdiği platform sayısı, geniş bir taktik alana yayılabilmesi, katmanlı hava savunma felsefesi ve sistemler arası etkin entegrasyon ihtiyacı gibi özellikleri ile diğer komuta kontrol sistemlerinden ayrılmaktadır. Bu noktada her sistemin ihtiyacına göre, mevcut çözümlerden yararlanmaya çalışılırken bununla birlikte teknolojik gelişmeler veya kullanıcı ihtiyaçları gereği olarak da yeni cihazlar/alt sistemler tasarlanmaktadır. İhtiyaca göre var olan hava savunma platformun dahilinde veya tasarlanacak yeni bir platformda haberleşme sistem çözümleri sağlanabilmektedir.

Sistemlerde kullanılacak kablolu ve kablosuz ağ teknolojileri IP tabanlıdır. Kablolu tarafta sistemin IP altyapısı, Layer-2 ethernet anahtarlama ve Layer-3 IP paket yönlendirme yeteneğine sahip ağ cihazları ile sağlanmaktadır. ASELSAN bünyesinde her iki yeteneği de sağlamak üzere milli cihazlar geliştirilmiştir.

ASELSAN Ethernet Anahtar Ailesi, sistemde kontrol bilgisayarları arasında (özellikle alt sistem içerisinde) komuta kontrol mesajlaşmasının yüksek hızda anahtarlama sağlanmaktadır. Fiberoptik arayüzleri, alt sistemler arası 20 km'ye kadar kablolu ethernet bağlantısına imkân tanımaktadır. PoE özelliği sayesinde, VoIP benzeri terminallerin (harici



Şekil 1 – Askeri SHDSL modemler (ATM-ÇK / ATM-TK)

güç bağlantısı ihtiyacı olmaksızın] ethernet veri hattı üzerinden güç bağlantısı yapılmasını sağlamaktadır. ASELSAN Ethernet Anahtar Ailesine ilave olarak fiberoptik kabloların kullanılması zor ve uzak mesafe kablolu haberleşme ihtiyacı olan yerlerde SHDSL arayüzlere sahip anahtarlama cihazları (ATM-ÇK ve ATM-TK) da çözüm olarak kullanılmaktadır.

Milli yönlendirici ailesi, sistemde Layer-3 IP paket yönlendirme fonksiyonlarını yerine getirmektedir. Bu aileye ait yönlendiriciler, statik, dinamik ve varsayılan ağ geçidi yönlendirme yeteneklerini destekleyerek, alt sistemler arası ihtiyaç duyulan yerel alan ağı (LAN) ve geniş alan ağı (WAN) altyapısının kurulmasını sağlamaktadır.



Şekil 2 – Turky 6566 Milli Yönlendirici

WAN altyapısının dinamik yönlendirme protokolleri ile kurulması, taktik sahada hava savunma sistemi unsurlarının bağlantılarında esnek ve dayanıklı bir altyapı sunmaktadır. Milli yönlendiriciler ile kurulan WAN altyapısında mesh topolojiler desteklendiğinden, iki unsur arasında bağlantı kopsa bile komuta kontrol trafiği ağdaki diğer unsurlar üzerinden yönlendirilerek bağlantının sürekliliğini sağlamaktadır.

Kablosuz tarafta ise ihtiyaca göre 5220 Radyolink Ailesi ve geniş bant dalga şekli (GBDŞ) çalışan 9661 V/UHF telsizler/Elektronik Harp Korumalı El Telsizleri (EHKET) ile IP tabanlı veri haberleşme



imkânı sağlanmaktadır. Özellikle hava savunma sistemlerinin gereksinimlerini dikkate alarak tasarlanmış olan GBDŞ mobil segmentteki ses ve veri haberleşme ihtiyacını karşılamaktadır. GBDŞ ile aşağıdaki temel yetenekler desteklenmektedir:

- Tamamen dağıtık, kendi kendine kurulan, kendi kendine iyileşen tasarsız ağ yapısındadır.
- Tasarsız ağ yapısına özgün, gerek hareketlilik gerekse kanal yoğunluklarını dikkate alan dinamik yönlendirme protokollerine sahiptir.
- Taktik şebeke bağlantısı kesildiğinde güvenli iletişimini kendi içerisinde devam ettirebilir.
- IP paketlerinin iletimini desteklemektedir.
- Servis kalite yönetimi ile önceliklendirilmiş haberleşmeyi sağlamaktadır.
- Hareket halindeki taktik unsurlara bas-konuş ve bireysel ses, veri ve sınırlı ölçüde görüntü aktarımı hizmeti sağlamaktadır.
- Aynı anda ses ve veri haberleşmesi yapılabilmektedir.
- Elektronik harbe karşı dayanıklıdır, güvenli haberleşme (COMSEC/TRANSEC) altyapısı sağlar, siber güvenlik tedbirleri alınmıştır.

GRC-5220, taktik sahada emniyetli ve güvenilir haberleşme imkânı sağlayan, OFDMA tabanlı, yüksek kapasiteli bir ethernet radyodur. GRC-5220 radyosu ile yüksek veri hızlarını elde edilebilmek ve iletişim kanalı değişimlerine karşı dayanıklılık için, 2x2 çok girdili çok çıktılı (MIMO) teknolojisi desteklenmektedir. Yoğun band genişliği gereksinimi olan uygulamalar ile gecikme hassasiyeti fazla olan uygulamaları bir arada başarıyla taşıyabilecek servis kalite yönetimi [QoS] özelliğine sahiptir. Taktik sahada sistemin ifşa olmaması adına sistemin, anten direğinden uzak bir notaya yerleştirilebilmesi için GRC-5220 radyo sistemi iki birim olarak temel band birimi (BBU) ve radyo frekansı birimi (RFU) tasarlanmıştır. RFU birimi 1 km'ye kadar gücünü BBU biriminden, harici bir kaynaktan alarak daha uzak bir mesafeye açılabilir.



Şekil 3 - 5220 Radyo Link birimleri

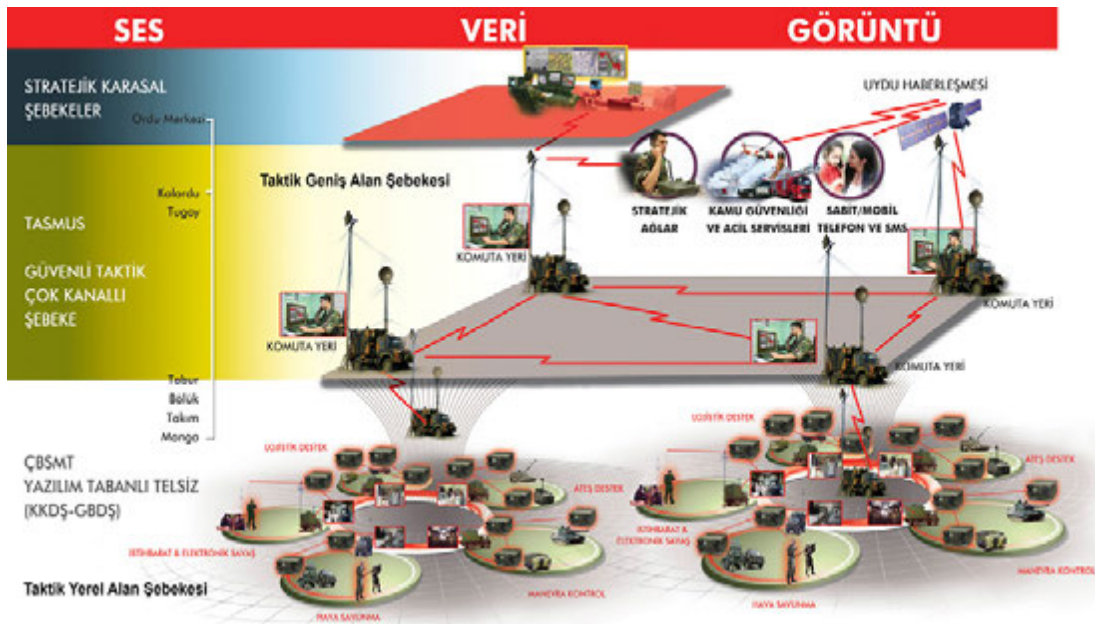
Ayrıca sağlanan bu altyapılar ile farklı taktik saha noktalarında çalışan hava savunma sistemlerinin ortak bir görev icra etmesi durumunda Taktik Saha Muhabere Sistemi [TASMUS] etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Sistemin IP altyapısı, stratejik şebekede konuşlanmış merkezi sunucularla entegre olunmasına da imkân tanımaktadır. Sistemde tanımlanan IP çıkış noktalarından IP TAFICS/ TASMUS şebekelerine bağlantı yapılabilmekte ve RADNET, MYS, J-REAP-C gibi sunuculardan taktik sahadaki hava savunma sistemine veri aktarımı yapılabilmektedir.

Hava savunma sistemi unsurlarının veri haberleşmesine ek olarak kendi aralarında ve sistem harici unsurlarla ses haberleşmesi ihtiyaçları da bulunmaktadır. Bu ihtiyaçlar temel olarak aşağıdaki gibidir:

- Alt sistemlerin kendi aralarında intikal ve operasyon durumunda ses haberleşmesi
- Üst komuta unsurları ile ses haberleşmesi
- Dost uçaklar ile ses haberleşmesi
- Uzun mesafede HF tabanlı şebekelerle ses haberleşmesi

Bu ihtiyaçları karşılamak üzere hava savunma sistemlerine kablolu ve kablosuz olmak üzere iki farklı ses şebekesi yeteneği kazandırılmaktadır. Kablolu ses şebekeleri, VoIP teknolojisine sahip terminallerle kurulabilmektedir. Taktik sahada konuşlu hava savunma sistemi unsurlarının, stratejik şebekelerdeki üst komuta unsurları ile ses haberleşmesi yapabilmesine imkân sağlanabilmektedir.

Kablosuz ses şebekelerinde ise temel bileşen ASELSAN Telsiz Ailesi ürünleridir. Hava savunma sistemi unsurları, ÇBSMT 9661 V/UHF ve 9661 HF Telsizleri üzerinden hem kendi aralarında hem de aynı telsiz ailesine sahip dost uçaklar ve HF Akın ikaz çevrimleri ile kriptolu kablosuz ses haberleşmesi yapabilmektedir. Dost uçaklarda 9661 V/UHF ÇBSMT Telsizleri olmadığı ve NATO'da tanımlı ortak dalga şekli kullanıldığı durumlarda da yine 9661 V/UHF Telsizleri üzerinden bu dalga şekillerinde kablosuz ses haberleşmesi yapılabilmektedir.



Şekil 4 - TASMUS ve taktik telsizlerden oluşan mobil alt sistem



Şekil 5 – 6670 İHS birimleri

Ayrıca ihtiyaca göre kablosuz şebekede yer alan ses birimlerinin kablolu şebekede yer alan ses birimleri ile haberleşmesine de olanak sağlayan altyapılar sağlanabilmektedir.

Yukarıda da belirtildiği üzere, hava savunma sisteminde farklı tip ve sayıda ses haberleşmesi seçenekleri bulunmaktadır. Kullanıcıların farklı haberleşme arayüzlerini tek bir kullanıcı arayüzünden aynı anda kullanabilmesi ve yönetebilmesi için farklı iç haberleşme çözümleri sağlanabilmektedir. Hava savunma sisteminin gereksinimlerine göre 6670 İHS (IP tabanlı iç haberleşme sistemi) veya muhabere arayüzü üniteleri (MAÜ) içeren sayısal haberleşme sistemleri (SHS) kullanılabilmektedir.

6670 İHS, sayısal anahtarlama altyapısı sayesinde taktik sahadaki mobil platformlarda bulunan personele dahili ve harici haberleşme imkânı sağlamaktadır.

MAÜ'ler, operatörlere hem kablolu hem de kablosuz ses haberleşme unsurları ile aynı anda ses haberleşme imkânı tanımaktadır. Operatörlere sunulan örnek bir arayüz Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6 – Muhabere Arayüz Ünitesi

Hava savunma sistemi kontrol merkezi operatörleri bu arayüz üzerinden:

- Dört farklı 9661 V/UHF Telsizi ile ses alma gönderme yapabilmektedir.
- Yine aynı telsizlerin parametrelerini görebilir ve değiştirebilmektedir.
- VoIP terminallerle full-dupleks bireysel çağrı kurabilmektedir.
- Üst komuta unsurları ile ses haberleşmesi yapabilmektedir.
- Konferans odaları kurarak çoklu ses haberleşmesi gerçekleştirebilir.

Hava savunma sistemleri unsurları arasında yapılan haberleşmede bilginin gizliliği, bütünlüğü ve erişilebilir olması kritik öneme haizdir. Haberleşme çözüm mimarileri bu kriterler göz önüne alınarak oluşturulmakta ve kullanılacak haberleşme cihazları da gereken kriptografik koruma önlemlerine sahip olacak şekilde seçilmektedir. Mimari ve cihaz bazlı olarak sağlanabilen kriptoloji ve bilgi güvenliği önlemleri aşağıdaki gibidir:

- Şalterlerde MSB TEMPEST yönergelerine uygun cihaz yerleşimleri
- Link kriptoloji cihazları ile layer-2 seviyesi veri kriptolama
- IP kriptoloji cihazları ile layer-3 seviyesi veri kriptolama
- Kablosuz haberleşme birimlerinde (9661 V/ UHF telsizleri, GRC-5220 radyolinkleri vb.) frekans atlama, kimlik doğrulama, kriptolama vb. elektronik harbe karşı koruma tedbirleri
- Sistem yazılımlarında NIST 800-115 standardı referanslı siber güvenlik önlemlerinin alındığı tasarım

Sistemdeki haberleşme servisleri, alınan bu önlemler sayesinde, kriptoloji ve bilgi güvenliğini tehdit edecek girişimlere karşı korumalı ve güvenli hale getirilmektedir.



HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNDE VERİ BAĞI SİSTEMLERİ VE TANIMA TANITMA SİSTEMLERİ

Hava savunma alanında ASELSAN tarafından geliştirilen veri bağı sistemleri iki ana işlev için kullanılmaktadır:

• Durumsal Farkındalık ve Komuta Kontrol

Haberleşmesi İşlevi: Hava savunma harekâtına katılan platformlar kendi sensörleri ile oluşturdukları durumsal farkındalık verilerini, taktik veri bağı ağı katılımcısı olan tüm kara, deniz ve hava platformları ile paylaşır ve bu verilerin ağ genelindeki füzyonu sağlanarak yakın gerçek zamanlı olarak taktik hava resmi oluşturulur. Veri bağı kullanıcıları kendi konum, platform durum ve görev bilgilerini de taktik veri bağı ağına paylaşarak taktik hava resmine katkıda bulunurlar. Böylece tüm taktik veri bağı ağı katılımcıları harekât sahasındaki dost, düşman ve bilinmeyen platformlara yönelik en detaylı bilgiye, yakın gerçek zamanlı olarak sahip olur. Bu bilgiyi de kullanarak taktik veri bağı ağı katılımcısı platformlar, komuta kontrol işlevleri kapsamındaki direktiflerini ilgili platformlar ile koordine edebilir. Böylece doğru bilgi, ilgili platforma, en hızlı şekilde ulaştırılarak bilgi üstünlüğü sağlanmaya çalışılır.

• Mühimmat Kontrol ve Hedef Güncelleme

Haberleşmesi İşlevi: Hava savunma harekâtı kapsamında kullanılan mühimmatların uzun uçuş süreleri, hedeflerin yüksek hız ve manevra kabiliyetleri göz önünde bulundurulduğunda; hava savunma mühimmatlarının azami etkinlik sağlamaları için mühimmatın fırlatma platformundan ayrılmasından başlayarak hedef ile buluşma gerçekleşene kadar hedefe yönelik gerçek zamanlı bilginin veri bağı üzerinden mühimmata sağlanması kritik önem taşımaktadır. Hedefe yönelik güncel bilgileri kullanarak hava savunma mühimmatı kendi uçuş rotasını ve diğer uçuş parametrelerini güncelleyebilmektedir. Mühimmat tarafından da mühimmatın konumu, dinamik vektörleri ve mühimmat durum bilgileri yer istasyonu ile veri bağı üzerinden paylaşılmaktadır. Ayrıca hedefe ilişkin olarak mühimmat üzerindeki arayıcı başlık gibi sensör sistemlerin verileri de yer kontrol istasyonları ile veri bağı üzerinden paylaşılmakta, böylece ilave mühimmat atılması kararlarına ve hasar kıymetlendirmesi faaliyetlerine destek olunmaktadır. Mühimmatların uçuş sırasındaki görevlerinin değiştirilmesi veya iptal edilmesi işlevi de veri bağı üzerinden gerçekleştirilebilmektedir.

Hava savunma sistemlerinde dost düşman tanıma ve tanıtma yeteneği için ASELSAN tarafından geliştirilen milli IFF sistemi kullanılmaktadır.

IFF sistemleri sorgulama ve cevaplama esasına dayanan, bu nedenle sorgulayıcılar ve cevaplayıcılar olmak üzere iki tür cihazla çalışan bir sistemdir. Sorgulayıcı cihazları su üstü, hava trafik kontrol ve hava savunma radarları gibi birincil radarlar ile koordineli çalışmaktadır. Cevaplayıcı cihazları deniz ve hava araçlarına entegre edilmektedir. Sorgulayıcı cihazı, operatörün seçtiği mod[lar]da sorgulama yapmaktadır. Cevaplayıcı cihazı, alınan sorgunun geçerli olması durumunda ilgili sorguya cevap göndermektedir. Sorgulayıcı cihazı, aldığı cevapları değerlendirerek hedeflerin dost/bilinmeyen teşhisini yapmaktadır. Bu nedenle sistem düşman teşhisi yapmamakta cevap alınmaması veya olumlu değerlendirilmemesi durumunda bilinmeyen sonucu üretilmektedir.

ASELSAN'ın STANAG 4193 sürüm 3 uyumluluğu olan IFF sorgulayıcı ve cevaplayıcı cihazları bulunmaktadır. IFF sorgulayıcı cihazı; Mod 1, 2, 3/A, C, S ve Mod 5 [Seviye 1&2] sorgulama yapabilmektedir ve ADS-B alma kabiliyetine sahiptir. IFF cevaplayıcı cihazı; Mod 1, 2, 3/A, C, S ve Mod 5 [Seviye 1&2] cevaplama yapabilmektedir ve ADS-B gönderme kabiliyetine sahiptir. Mod 5 kapsamında diğer modlardan farklı olarak tayfa yayma veri modülasyonu [spread spectrum data modulation] ve RF modülasyon [MSK] kullanılmaktadır. Güvenlik özellikleri artırılmış olan yeni bir dalga şekli ve kript algoritmaları kullandığı için Mod 5'in aldatılma olasılığı diğer modlara göre çok daha düşüktür.

Hava savunma sistemleri, günümüzde en kritik tehdit unsurlarından kabul edilen hava tehditlerine karşı ülkelerin korunması açısından büyük önem arz etmektedir. Sistemlerin görevlerini icrası sırasında gereken haberleşme ihtiyaçları ASELSAN tarafından tasarlanan haberleşme sistemi çözümleri ve cihazları tarafından karşılanmaktadır. Sunulan çözümler, güncel teknolojiyi takip etmekte ve sistem unsurlarına güvenli, esnek ve dayanıklı bir haberleşme altyapısı sağlamaktadır.

5G tabanlı teknolojiler başta olmak üzere yakın gelecekte muharebe sahasında mevcut haberleşme altyapıları ile birlikte yer alması öngörülen teknolojiler yakından takip edilmektedir. Yeni teknolojilere yönelik çalışmalar ve var olan çözüm alternatifleri birlikte değerlendirilerek çağın gereklerine en uygun çözüm alternatiflerinin kullanıcı makamlara sunulması ve muharebe sahasına uygulanması hedeflenmektedir.



URUK

Akıllı Şehir İzleme ve Yönetim Sistemi

URUK, akıllı şehirlerin güçlü ve güvenilir bir altyapıya sahip olması yolunda merkezi platform yazılımı, sistem entegrasyonu ve mobil uygulama sunmaktadır. Akıllı şehir yönetim platformu olan URUK ile ulaşım, trafik, güvenlik, enerji, altyapı, çevre ve sağlık gibi pek çok alana ait uygulamalardan gelen veriler tek merkezde toplanarak bu verilerin takibi, gösterimi ve analizinin yapılması sağlanmaktadır.

www.aselsan.com



aselsan

ELEKTROMANYETİK FIRLATMA TEKNOLOJİLERİ

Mustafa KARAGÖZ Kıdemli Uzman Mühendis,
SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Umut TÜRELİ Kıdemli Uzman Mühendis,
Hava ve Füze Sav. Sis. Prog. Direktörlüğü

Elektromanyetik fırlatma bir nesnenin hızlandırılması için elektromanyetik kuvvetin kullanıldığı yeni nesil hızlandırma teknolojisidir. Elektromanyetik top (EMT) sistemleri, uçak fırlatma sistemleri (katapult), hyperloop ulaşım sistemleri ve uydu fırlatma sistemleri, elektromanyetik fırlatma teknolojilerinin temel uygulama alanlarının başında gelmektedir.

Literatürde railgun olarak geçen elektromanyetik top sistemleri elektromanyetik fırlatma teknolojisinin uygulama alanlarının başında gelmektedir. EMT Sistemi yüksek mühimmat çıkış hızına [2.000-2.500 m/sn] sahip yeni nesil hava savunma ve topçu sistemidir. EMT, 200 km'ye kadar etkili olabilecek bir topçu sistemi olabileceği gibi güncel hava tehditlerine karşı yüksek etkinlik düzeyine sahip bir hava savunma sistemi olarak da görev yapabilecektir. Muharebe sahasında önemli bir teknolojik avantaj sağlayacak olan EMT sistemlerinin getirilerinden birisi de çok yönlü kullanıma imkân vermesidir. Tek bir sistemin kara bombardımanı, deniz üstü hedeflerin imhası ve hava savunma gibi farklı görevlerde kullanımı



Şekil 1 – Elektromanyetik Top Sistemi Kullanım Alanları

mümkündür. Sistemin gemi baş topu, mobil kara sistemi ve sabit kara sistemi gibi farklı uygulamaları da mümkündür. Henüz envantere girmiş bir EMT sistemi bulunmamakla birlikte ABD, Çin, AB (Fransa, Almanya, Belçika, Polonya ortak projesi) ve Japonya bu alanda çalışmalar yürüten öncü ülkelerdendir. ASELSAN 2014 yılından günümüze bu alandaki çalışmaları TUFAN EMT Sistemi Projesi altında dünya ile eş zamanlı olarak yürütmektedir.

Elektromanyetik fırlatma teknolojisinin kullanıldığı ilk ticarileşen sistem elektromanyetik uçak fırlatma (katapult) sistemleridir. Uçak gemileri 100 yılı aşan bir tarihe sahiptir. Bu gemilerde uçakların fırlatılması için ilk başlarda hidrolik katapultlar kullanılmış olup, 1950'lerde hidrolik katapultların yerini buharlı katapultlar almıştır. 2017'de ABD'ye ait Ford sınıfı uçak gemilerinin kullanıma girmeye başlaması ile de elektromanyetik katapultların çağı başlamıştır. Buharlı katapultlar sadece nükleer uçak gemilerinde kullanılırken elektromanyetik katapultlar nükleer uçak gemilerinin yanı sıra TCG Anadolu'nun da dahil olduğu daha küçük deplasmana ve konvansiyonel itki sistemine sahip gemilerde de kullanılabilir. Bununla birlikte elektromanyetik katapultlar insanlı savaş uçaklarının yanı sıra daha hafif insansız savaş uçaklarının fırlatılması için de kullanılabilir. ABD haricinde Çin, Fransa, Hindistan ve Rusya'ya ait inşası devam eden veya planlanan yeni nesil

uçak gemilerinde de elektromanyetik katapultların kullanılacağı bilinmektedir.

Elektromanyetik fırlatma teknolojilerinin bir diğer uygulama alanı da hyperloop raylı ulaşım sistemleridir. Hyperloop bir tüp içerisinde 1.000 km/saat hız ile giden yeni nesil raylı ulaşım sistemidir. Hyperloop'ta aracın hızlandırılması için kullanılan sistem elektromanyetik uçak fırlatma sistemi ile büyük oranda benzerlik göstermektedir. Birçok ülkede hyperloop prototipleri üzerinde çalışmalar devam etmekte olup Avrupa'yı Orta Doğu'ya ve Asya'ya bağlayacak hyperloop hatlarının önemli bir kısmının Türkiye üzerinden geçmesi planlanmıştır.



Şekil 3 – Hyperloop raylı ulaşım sistemi hattı



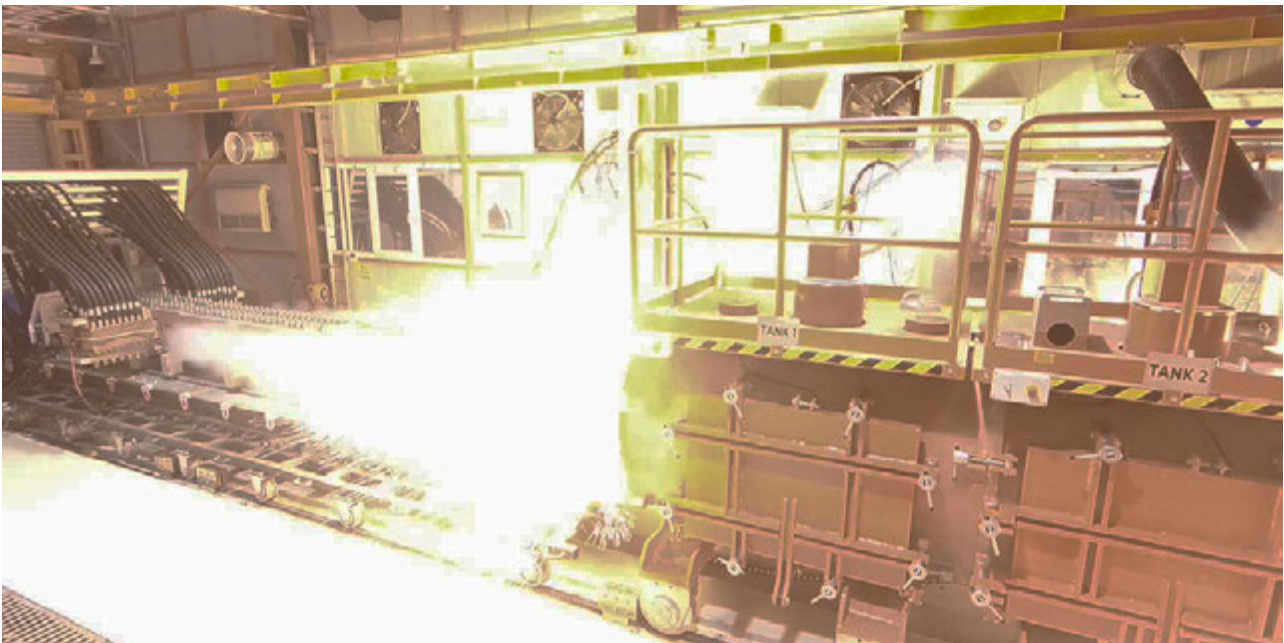
Şekil 2 – Elektromanyetik uçak fırlatma sistemi

Yakın gelecekte elektromanyetik fırlatma ve roketlerin birlikte kullanıldığı hibrit sistemler ile daha uygun maliyetler ile uzaya erişmek mümkün görünmektedir. Bu sistemlerde roket motoruna sahip faydalı yük elektromanyetik sistem ile uzaya fırlatılmakta, roket motoru ise ikinci fazda ateşlenmektedir. Elektromanyetik fırlatma sistemi uydu fırlatmak için umut vadeden teknolojilerden birisi olup bu alandaki araştırma ve geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

ASELSAN, uzun menzil ve yüksek hız avantajları ile öne çıkan, yeni yüzyılın silahı olarak değerlendirilen ve oyun değiştirici bir role sahip olacak elektromanyetik fırlatma teknolojisinin kazanılmasına yönelik olarak 2014 yılından günümüze aralıksız gerçekleştirdiği çalışmalar ile bu alanda dünya çapındaki öncü firmalardan birisi olma hedefinde emin adımlarla ilerlemektedir.



Şekil 4 – ASELSAN Elektromanyetik Fırlatma Sistemi Geliştirme Laboratuvarı



Şekil 5 – ASELSAN Elektromanyetik Fırlatma Sistemi atış anı



OED

Otomatik Eksternal Defibrilatör

OED'nin kullanılması gereken durumlarda kaybedilen her dakika hayatta kalma şansını %10 azaltır. Aselsan Heartline OED şoklanması gereken kalp ritimlerini yüksek doğrulukla belirler; doğru zamanda gereken şoku uygular. Tam otomatik ve yarı otomatik versiyonları mevcuttur. Kullanıcı dostu arayüzü sayesinde görsel ve sesli yönlendirmeler ile etkin bir kalp masajı da dahil ilk yardım rehberliği sağlar. Hızlı şarj özelliği de sunan Aselsan Heartline OED ilk yardım sürecinin vazgeçilmez parçasıdır.

www.aselsan.com



aselsan

LAZER SİLAH SİSTEMLERİNİN HAVA SAVUNMADAKİ YERİ

Şaban BİLEK Lider Mühendis

Onur YAŞAR Lider Mühendis

Çağrı DAĞISTAN Uzman Mühendis II

SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Yüksek güçlü lazer (YGL) sistemlerinin tarihçesine bakıldığında 1970'lere kadar uzandığı görülmektedir. İlk zamanlarda görülen YGL sistemlerinde kimyasal, gaz ve coil lazer teknolojileri ile geliştirilen sistemler mevcuttur. Bu tarz sistemler zehirli maddeler içermeleri, daha düşük verime sahip olmaları ve silah sisteminden beklenecek seviyede kararlılığa sahip olmamaları sebebi ile gösterim sistemlerinden öteye geçememiştir. 2000'li yıllarda ise fiber lazer teknolojisindeki gelişmeler ile daha kararlı ve görece düşük boyutlu ve yüksek ışın kalitesine sahip lazer sistemlerinin geliştirilmesi ile YGL sistemlerinde fiber lazer kullanımının tercih edildiği görülmektedir.

Lazer silah sistemleri, yüksek ışın kalitesine sahip ışık hüzmesinin atmosferden geçip hedefe enerji aktarması ve hedef üzerinde ısı oluşturmaları ile hedefin imha edilmesi prensibine dayanmaktadır. Hedef üzerinde birim alanda oluşan enerjiyi artırmak için lazer hüzmesini hedef mesafesinde minimum boyuta düşürecek odaklayıcı sistem kullanılmaktadır. Konvansiyonel sistemlerde mühimmatın kinetik enerjisi, mühimmat içerisinde bulunan patlayıcı madde sayesinde mühimmat ile hedef bulunduğu anda hedefin imhası sağlanmaktadır. YGL sistemlerinde ise hedef üzerine aktarılan enerjinin hedef üzerinde tahribat oluşturmaları hedef yüzey özelliklerine, hedef tipine göre saniyeler mertebesinde süre almaktadır. Lazerin hedef üzerinde belirli bir bekleme süresine sahip olması sebebiyle konvansiyonel sistemlere kıyasla daha yüksek yönlendirme ve takip hassasiyetine ihtiyaç duyulmaktadır.

Lazer silah sistemleri lazer kaynağı, odaklayıcı, hassas yönlendirme/takip birimi, soğutucu ve güç kaynaklarından oluşmaktadır. Hassas takip için dar görüş açısında sahip optikler kullanılması sebebiyle genellikle ilk hedef tespiti, arama

radarı ile yapılmaktadır. Lazer silah sisteminin radar izine angajmanı ile hedef konumunun daha hassas bir şekilde tespit edilip takip başlatılması sağlanmaktadır.

Lazer silah sistemleri konvansiyonel sistemler ile karşılaştırıldığında aşağıdaki farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

- Konvansiyonel silahlarda sistem üzerinde mühimmat bulunması, mühimmat yükleme sistemleri, mühimmat takviyesi gibi lojistik problemler bulunmaktadır. Lazer silah sistemlerinde ise sistemi çalıştıracak elektrik/ yakıt olduğu sürece atış yapılabilir. Lazer silah sistemlerinde mühimmat olmadığı için sistem kapalı iken veya çalışırken isabet alması durumunda mühimmata bağlı patlama ve tali hasar riski bulunmamaktadır.
- Konvansiyonel silah sistemlerinde atış esnasında sistemde şok, titreşim ve gürültü oluşmaktadır. Lazer silah sistemlerinde ise sessiz, şok/titreşim olmadan atış yapılabilir.
- Konvansiyonel sistemlerde mühimmatın hedefe ulaşması için mühimmat hızına göre belirli süre geçmektedir, hedef ile mühimmat bulunduğu anda hedef imha edilmektedir. Lazer silah sistemlerinde ise atış ışık hızında hedefe ulaşmakta ancak hedef tipine bağlı olarak hedefin imha süresi değişmektedir.
- Konvansiyonel sistemlerde mühimmat hızının sürtünme ile azalması ve yer çekimi sebebi ile balistik problem çözülmesi gerekmektedir. Lazer silah sistemlerinde ise lazer atışı doğrudan hedefe ulaşmaktadır.
- Lazer silah sistemlerinde çıkış lazer güçlerinden daha yüksek kapasiteli sıvı soğutucu ihtiyacı bulunmaktadır. Konvansiyonel sistemlerde bu tarz bir ihtiyaç bulunmamaktadır.
- Atmosferik etkiler, kötü hava koşulları lazer gücünde kayıplara sebebiyet vermekte ve hedef üzerindeki etkinlik süresinde artışa sebebiyet verebilmektedir.



Şekil 1 – a) Faz-1 ön prototip lazer silah sistemi (LSS) b) Faz-1 LSS c) Faz-2 LSS sistemleri

- Etkinlik ve menzil açısından lazer silah sistemleri konvansiyonel sistemlere kıyasla daha düşük seviyede kalmaktadır. Fiber lazer teknolojisi endüstriyel sistemlerde de kullanılmaktadır ve bu teknolojide alt bileşenlerde, sistem seviyesinde sürekli gelişmeler yaşanmaktadır. Her geçen gün daha yüksek güçlü, daha verimli sistemler geliştirilmekte, etkinlik/menzil değerleri iyileştirilmektedir.

NATO raporları incelendiğinde lazer silah sistemleri, karaya konuşlu hava savunma sistemlerinde mevcut sistemlere tamamlayıcı bir efektör olarak konumlanmaktadır. Lazer silah sistemlerinde hedef ile doğrudan görüş hattı ihtiyacı bulunması, hedef üzerinde lazerin etkinlik gösterme süresi ve mevcut sistemlerin güç ve etkinlik seviyeleri değerlendirildiğinde süpersonik hızlara sahip sistemler için kullanımının uygun olmadığı yakın hava savunma sistemleri için daha uygun olduğu görülmektedir. Lazer silah sistemlerinde mühimmat ihtiyacı olmaması, atış maliyetinin düşük olması ve hassas yönlenme ve takip sistemleri gibi özellikleri göz önünde bulundurulduğunda maliyeti düşük asimetrik tehditlere karşı cazip bir efektör haline gelmektedir. Özellikle düşük maliyetle ve kolaylıkla temin edilebilen döner kanatlı ve sabit kanatlı mikro İHA'ların terör, istihbarat amacıyla kullanımının artması lazer silah sistemleri için etkin bir kullanım alanı oluşturmaktadır.

Fiber lazer teknolojisi gelişim açısından halen büyük bir potansiyele sahiptir. Fiber lazerlerin silah sistemleri dışında endüstriyel sistemlerde de yaygın olarak kullanılması bu alanda teknolojik gelişmeleri hızlandırmaktadır. Lazer güçlerindeki sürekli artış,

etkinlik sürelerinin kısılmasına, menzil artışına imkân sağlayacak ve lazer silah sistemlerine yeni operasyonel kullanım alanları oluşturacaktır.

ASELSAN LAZER SİLAH SİSTEMLERİ ÇALIŞMALARI

2017 yılından bu yana ASELSAN bünyesinde lazer silah sistemlerine (LSS) yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. 2017 yılında Faz-1 kapsamında AMAZON aracı üzerinde fiber lazer kaynağına sahip ön prototip niteliğinde mobil sistem geliştirilmiştir. 2020 yılında daha yüksek güçte fiber lazer kaynağı ve yeni hassas stabilize yönlendirici entegrasyonu yapılarak prototip sistem geliştirilmiştir. Ayrıca, faz-1 LSS'nin İHTAR sistemi ile entegrasyonu sağlanmıştır. Faz-1 LSS ile İHTAR sisteminden gelen radar izine angajman sağlayıp 750 m mesafelere kadar mini ve mikro İHA'lara karşı etkinlik sağlandığı saha denemelerinde gözlenmiştir.

2022 yılının ilk yarısında tamamlanması planlan faz-2 LSS kapsamında 6x6 BMC kamyon üzerinde güç seviyesinin artırıldığı fiber lazer kaynağına, radar ve RF karıştırıcı gibi İHTAR sistemi unsurlarına sahip, lazer silah sistemi geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

Şekil 2'de lazer hüzmelerinin hedef üzerindeki etkinliği görülmektedir. Hedef üzerinde oluşan ısı ile hedefin dış yüzeyinde, elektronik parçalarında, batarya kısmında erime, yanma gibi etkiler görülmektedir. Hedef üzerinde patlayıcı madde bulunması durumunda ise patlayıcı maddenin imha edilmesi ile daha hızlı etkinlik sağlanabilmektedir. Şekil 3'te etkisiz hale getirilen mikro İHA örnekleri görülmektedir.



Şekil 2 – Hassas takip ve LSS etkinliği

İlerleyen süreçte mevcut platformlardaki güç seviyelerinin artırılması, dağıtık mimariye sahip hava savunma sistemlerine entegre edilecek modüler lazer silah kulelerinin geliştirilmesi planlanmaktadır.

Lazer silah sistemlerinin dağıtık mimariye sahip hava savunma konseptine etkili bir efektör olarak eklenmesi, yeni nesil ateş idare cihazı (AİC) ile entegre lazer silah kuleleri geliştirilmesi hedeflenmektedir. Modüler yapıda geliştirilecek bu sistemin envanterde mevcut İHTAR vb. sistemler ile geliştirilmekte olarak sabit tesis üs bölgesi yakın savunma sistemine (STÜBYSS) efektör olarak eklenmesi planlanmaktadır.

Lazer silah kulelerinin yeni nesil AİC ile birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilmesi, sürü İHA saldırılarında her bir kulenin ayrı bir hedefi imha etmesine imkân vermektedir. Şekil 4'te STÜBYSS kapsamında lazer kuleleri ile sürü İHA saldırısının önlenmesi temsili olarak gösterilmektedir.

Şekil 5'te görüldüğü üzere yeni nesil AİC ile lazer kulelerinin ortak bir hedefe yönlendirilmesi ile etkinliğin artırılarak hedef setinin genişletilmesi planlanmaktadır.



Şekil 3 – Saha denemelerinde imha edilen hedefler



Şekil 4 – Lazer silah kuleleri ile sürü İHA saldırısı önleme temsili



Şekil 5 – Lazer silah kulelerinin ortak hedefe yönelmesi



İHTAR

Anti-Drone Sistemi

İHTAR, ASELSAN'ın mini ve mikro İHA tehditlerini şehir ve kırsal ortamda etkisiz hale getirmek için geliştirmiş olduğu bir drone karşı tedbir sistemidir. Kritik tesislerin korunması, yasadışı sızmalara karşı sınır güvenliği, kalabalık organizasyonların korunmasında kullanılmaktadır.

www.aselsan.com



aselsan

HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİ İÇİN EĞİTİM SİMÜLATÖRLERİ

Halil KOLSUZ Kıdemli Lider Mühendis

Caner KAVAKOĞLU Lider Mühendis

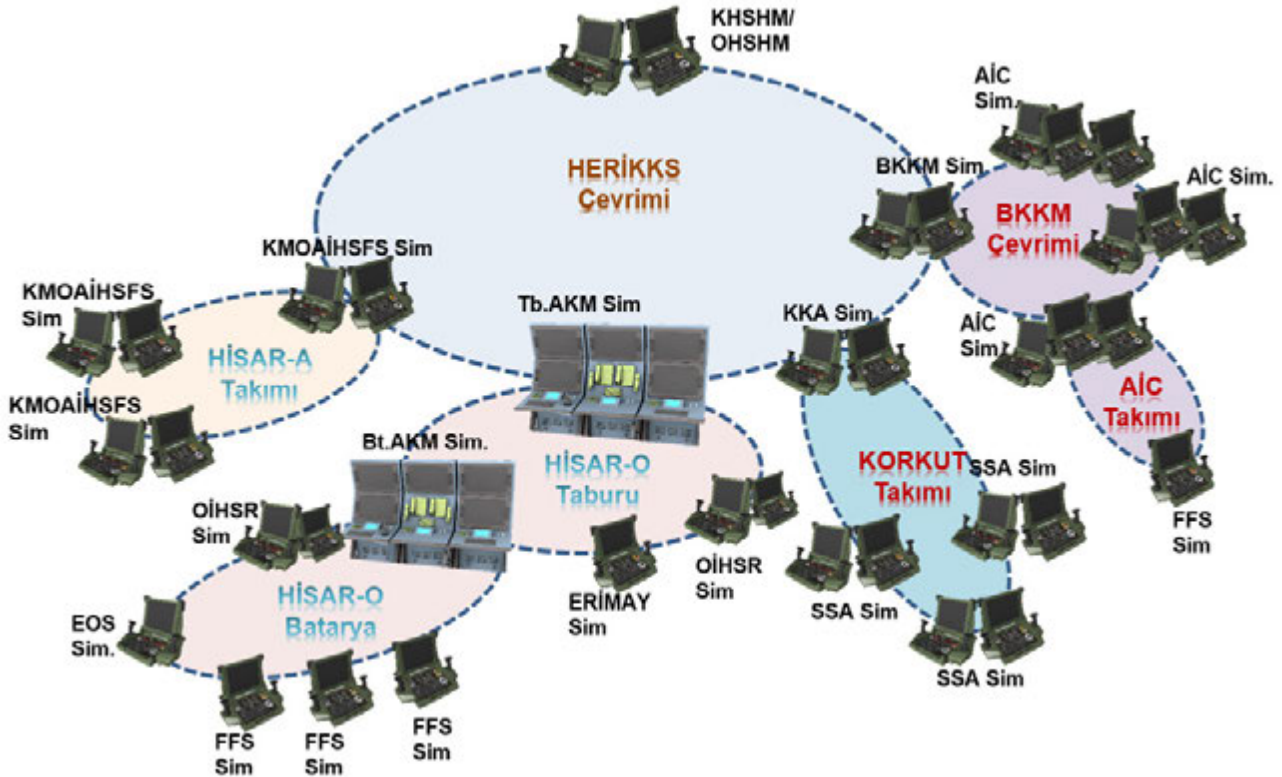
Latif Serkan ATABEY Kıdemli Uzman Mühendis
SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Eğitim simülatörleri, hava savunma sistem kullanıcılarının eğitimlerinin verilebilmesi için kullanılacak etkin yöntemlerden bir tanesidir. ASELSAN tarafından geliştirilen KORKUT [Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi], AİC-BKKM [Ateş İdare Cihazı ve Batarya Komuta Kontrol Merkezi], HİSAR-A ve HİSAR-O [Alçak/Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemleri] hava savunma sistemlerinin kullanıcılarına eğitim vermek amacı ile K.K.K.'lığı bünyesinde Hava Savunma Eğitim Merkezi (HSEM) kurulacaktır.

Ayrıca Hv.K.K.'lığı için de AİC-BKKHM [Batarya Komuta Kontrol Harekat Merkezi] ve SİPER [Uzun Menzilli Bölge Hava ve Füze Savunma Sistemi] eğitim simülatörü geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

Geliştirilen simülatörler benzer eğitim simülatörlerinin sağladığı [maliyet etkin, güvenli, denenmesi riskli ve gerçekleştirilmesi zor olan senaryolar işletilebildiği, istenilen zamanda istenilen sayıda eğitim tekrarı yapılabilen vb.] avantajlara ilave olarak farklı düzeylerde eğitim desteği de sağlayacaktır.

Eğitim simülatörleri ile gerçek hayatta oluşturulması zor olan saldırı senaryoları sanal hedefler ile kolaylıkla oluşturulabilecek ve gerçek mühimmat kullanma ihtiyacı duyulmadan istenilen sayıda atış yapılarak eğitimler icra edilebilmektedir.



Şekil 1 – HSEM’de Eğitimi Verilmesi Planlanan Sistemlerin Simülatörleri



Şekil 2 – KORKUT eğitim simülâtörü sınıfı



Şekil 3 – Silah sistem aracı (SSA) öğrenci konsolu



Şekil 4 – AİC-BKKM eğitim simülatörü sınıfı

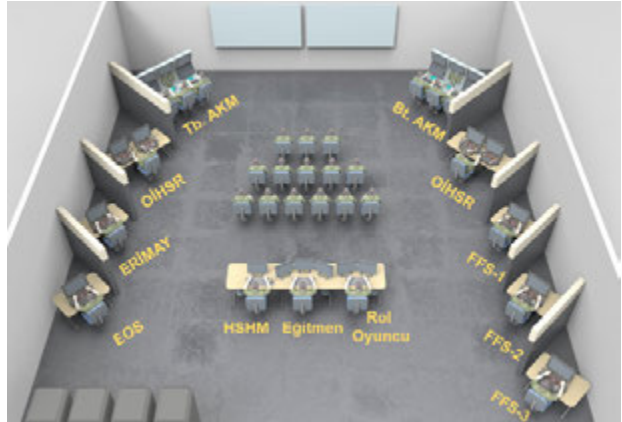
HSEM’de yer alacak simülatörler, sistemlerin TSK envanterine girişine paralel aşamalı olarak devreye alınmaktadır. Geliştirilecek simülatörlerin kullanıma alınmasını takiben tüm sistemlerin ortak senaryolarda birlikte eğitimlerinin verilebileceği bir ortam oluşturulması planlanmaktadır.

SİPER STES operatörleri, filo seviyesi ve batarya seviyesi eğitimler alabildiği gibi, SİPER sistemi içerisinde gerçekleştirebildiği planlamalar için de eğitimler alabilecektir. Yapılan otomatik değerlendirmeler ve eğitmen notlandırmaları ile eğitim alan operatörlerin başarımları takip edilebilecektir.

HİSAR-A eğitim simülatörü projesi kapsamında üç adet otonom sistem aracından oluşan takım seviyesinde ve HİSAR-O Eğitim Simülatörü kapsamında Tabur AKM (atış kontrol merkezi) ve bir adet Batarya AKM yapılanmasından oluşan takım seviyesinde eğitim alabilecek simülatörlerin geliştirilme çalışmaları devam etmektedir.

UYGULANABİLECEK EĞİTİM ÇEŞİTLERİ

Geliştirilecek eğitim altyapısı kullanılarak farklı düzeylerde ve farklı amaçlar için eğitim verilebilmektedir. Bu eğitimler tek kullanıcının basit zorluk seviyesindeki senaryodaki eğitiminden, tüm simülatör kullanıcılarının dahil olabileceği ve



Şekil 6 – HİSAR-O eğitim simülatörü sınıfı (temsili gösterim)

gerçek sistemlerinde entegre olabileceği kompleks eğitimleri içermektedir. Eğitim Simülatörleri ile HSEM’de mürettebat ve birlik eğitimleri gerçekleştirilebilmektedir. HSEM’de ayrıca tatbikat eğitimleri gerçekleştirilebilecektir.

MÜRETTEBAT EĞİTİMİ

Mürettebat eğitimi, bir sistemin tüm kullanıcılarının eğitimi bir arada almasına imkân verirken, eğitimi destekleyecek olan diğer sistemlerin kullanıcılarının aynı anda eğitim alma zorunluluğunu ortadan kaldıracak şekilde tasarlanmıştır. Bu eğitim sırasında



Şekil 5 – SİPER sınıf tipi eğitim simülatörü (temsili gösterim)

gerekli diğer birlik unsurları bilgisayar tarafından simüle edilebildiği gibi eğitmen tarafından da kontrol edilebilmektedir. Mürettebat eğitimine örnek olarak HİSAR-A'daki atış kontrol ve komuta kullanıcıların birlikte aldıkları eğitim verilebilir.

BİRLİK EĞİTİMİ

Birlikte yer alan birden çok sistemin kullanıcılarının birlikte aldığı eğitim çeşididir. Birlik eğitimi operasyonel ve taktiksel amaçlı olarak uygulanabilir. Birlik eğitimine örnek olarak KORKUT kapsamındaki KKA ve buna bağlı SSA kullanıcılarının birlikte aldıkları eğitim verilebilir.

TATBİKATLAR

HSEM'de yer alacak tüm unsurların kullanıcılarının birlikte taktiksel eğitim alabilmesine imkân veren sanal tatbikatlar gerçekleştirmesi için teknik altyapı sağlanmaktadır. Ayrıca tatbikatlar sırasında gerçek sistemler [gerçek hedefler için iz bilgisi üretebilen sensör sistemleri] iz kaynağı olarak eğitime dâhil olabilmektedir.

Mürettebat ve birlik eğitimleri, sistemi kullanıma yönelik eğitimler olarak planlanmaktadır. Bu eğitimler sayesinde kullanıcıların sistem kullanım becerilerini geliştirmeleri hedeflenmektedir. Tatbikatlar ise sistemlerin birlikte ortak bir operasyon senaryosu icra edebileceği ve taktiksel yeteneklerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ GELİŞTİRME YAKLAŞIMI

Öğrenci simülatörlerine sanal taktik ortam ve sanal hedef bilgilerini sağlamak ve eğitmenlerin model tanımlama, senaryo tanımlama, senaryo yönetim ve eğitim değerlendirme faaliyetlerini gerçekleştirebilmesine olanak sağlamak için eğitim simülasyon altyapısı [ESA] geliştirilmektedir. Sınıf tipi eğitim simülatörlerinde [STES] sistemlerin sahip olduğu gömülü eğitim yetenekleri ile alınan eğitimlerden farklı olarak eğitimler sınıf ortamında eğitmen gözetim ve yönetiminde gerçekleştirilmektedir. STES kapsamında, sistem operatörlerinin [öğrenci] sistem yönetiminde kullandıkları kullanıcı konsolu üzerinden gerçekleştirebilecekleri tüm yeteneklerin eğitiminin verilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla öğrenci simülatörlerine sistem kullanıcı konsolları yerleştirilmiştir. ESA ile öğrenci konsolları arasında veri haberleşmesi amacı ile simülasyon ağı oluşturulmaktadır. Gerçek sistemler arası telsiz haberleşmesini sağlamak amacıyla da komuta kontrol haberleşme ağı kurulmuştur.

Eğitmen konsolunda yer alan HSHM Konsolu, bir HERİKKS unsuru olarak simülatörlerin üst birliği görevini üstlenmektedir. HSHM kullanıcısı olan eğitmen, üst birlik faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Ayrıca HSHM'ye bağlanacak telsiz vasıtasıyla arazide konuşlu HERİKKS unsurlarından iz bilgisi alınmasını sağlamaktadır.

Gerçek sistemlerde sistemler arası haberleşme komuta kontrol yazılımları üzerinden sağlanmaktadır. Eğitim simülatörlerinde de komuta kontrol yazılımları aynen kullanılacak ve komuta kontrol haberleşme ağı üzerinden sistemler arası haberleşme gerçekleştirilmektedir.

EĞİTİM SİMÜLASYON ALTYAPISI (ESA)

ESA, sistem simülatörlerindeki senaryoların oluşturulmasını, simüstasyon senaryolarının işletilmesi, taktik çevrenin oluşturulmasını, senaryonun işletimi sırasında eğitmen tarafından yönetilmesini, eğitim verilerinin kayıt edilip raporlanmasını ve faaliyet sonu inceleme yapılmasını sağlayan yazılımlar ve gerekli donanımlar bütünüdür. ESA'nın sağladığı temel yetenekler aşağıda açıklanmıştır.

Model tanımlama: ESA, jenerik arazi ve sanal hedef (döner kanat, sabit kanat, İHA ve füze vb.) model kütüphanesi içermektedir. Eğitmen tarafından yeni model tanımlanmasına imkân sağlamaktadır.

Senaryo tanımlama: Eğitmen verilecek eğitim senaryolarını hazırlayabilmektedir. Senaryo; simüstasyon işletim ortamını (arazi, hava durumu, çevre şartları vb.), sanal hedeflerin ve sistemlerin durumları/özellikleri/konumları, varlıkları arası ilişkileri vb. bilgileri içermektedir.

Senaryo işletimi: Senaryo bilgileri kullanılarak senaryo işletimi zamanında, simüstasyon ortamının ve sanal varlıklarının durumunun, olayların ve veri yapılarının değişiminin yönetimi senaryo işletim yeteneği ile sağlanmaktadır. Ayrıca bu bilgiler kullanılarak 3B TV/termal kamera görüntüleri oluşturulmaktadır.

Senaryo Yönetimi: İşletilecek olan senaryo seçilerek

eğitim başlatılabilmektedir. Eğitmen simüstasyon işletimi sırasında, senaryo ortamının ya da sanal varlıkların özelliklerini görüntüleyebilmekte ve isterse değişiklik yapabilmektedir. Öğrencilerin eğitim faaliyetlerini takip edebilmek amacı ile eğitmen belirlediği öğrencinin ekran görüntüsünü izleyebilmektedir. Eğitimler sırasında birim seviyesinde arıza durumları oluşturulabilmektedir.

Eğitim değerlendirme: Eğitmen tarafından öğrencilere verilen eğitimler değerlendirilip, sonuçları analiz edilerek rapor haline getirilebilmektedir. Ayrıca öğrencilere hataları veya yaptıkları doğru davranışlar ile ilgili geri bildirimlerde bulunmak amacıyla faaliyet sonu inceleme yapılabilir.

ÖĞRENCİ SİMÜLATÖRLERİ

Öğrencilere kullanıcı konsolu üzerinden gerçekleştirebileceği tüm yeteneklerin eğitimi verilmektedir. Öğrenci simülatörleri verilecek eğitimler sırasında gerçek sisteme olan benzetimini artırmak amacı ile aşağıdaki kararlar alınmıştır:

- Gerçek kullanıcı konsollarının kullanılması
- Gerçek sistemlerdeki kullanıcı arayüz yazılımlarının kullanılması
- Gerçek hedef takip birimi algoritmalarının ile hedef takibinin yapılması

Sistemlerde yer alan çevre birimlerinin (TV/termal kamera, arama radarı, takip radarı, IFF, silah sistemleri, meteoroloji sensörü vb.) simüstasyonlarında gerçek kullanıcı arayüz yazılımları için gerekli bilgiler oluşturulmaktadır.

Sistemler arası sesli haberleşme benzetimi için gerçek telsiz ve iç konuşma birimi kullanmak yerine simüstasyon ağı üzerinde haberleşme altyapısı sağlanmıştır.

EĞİTİM SİMÜLATÖRLERİNİN SAĞLAYACAĞI AVANTAJLAR

Geliştirilen eğitim simülatörleri ile öğrencilere gerçek hayatta oluşturulması zor, maliyetli veya tehlikeli olabilecek senaryolar kolaylıkla oluşturulup, öğrencilerin bu durumlar karşısındaki davranışları eğitmen kontrolünde takip edilip kayıt edilebilmektedir. Verilen eğitim aynı senaryo şartlarında öğrencilere tekrar uygulanarak eğitim pekiştirilip öğrencinin gelişimi takip edilebilmektedir. Aynı senaryonun farklı öğrencilere uygulanabilmesi sayesinde öğrenciler arasında karşılaştırma yapma imkânı sağlanmıştır. Eğitimden sonra sağlanacak faaliyet sonu inceleme faaliyetleri ile öğrencilere geri bildirimde bulunulabilmektedir.



Şekil 7 – AİC Atış Kontrol Konsolu Simülasyon İşletimi Ekran Görüntüsü



DRAGONEYE

Elektro-Optik Sensör Sistemi

Orta Dalga Kızılötesi Sensör, HD Renkli TV, Termal ve Gündüz Kameralarında Sürekli Yakınlaştırma Yeteneği, Lazer Mesafe Ölçer, Manyetik Pusula ve GPS Entegre Sistem, Ethernet Altyapısına Sahip, Otomatik Hedef Takip, Resim/Video Kayıt, Sınıfının En İyi Teşhis/Tespit/Tanımlama Menzillerine Sahip

www.aselsan.com



aselsan

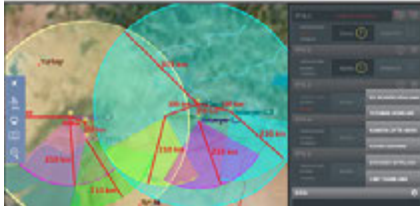
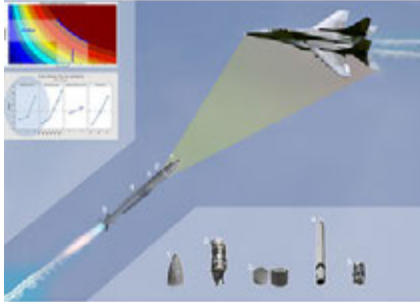
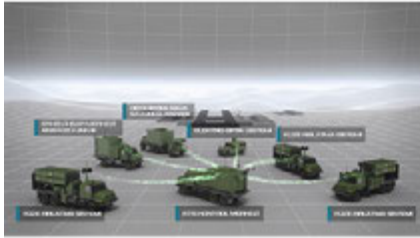
MODELLEME VE SİMÜLASYON TEKNOLOJİLERİ

Emre ALTUNTAŞ Lider Mühendis
Şerafettin TÜZEL Uzman Mühendis II
Berkay AYDIN Mühendis I
 SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Modelleme ve benzetim çalışmaları, karmaşık tasarım sürecinde kullanılan en önemli sistem tasarım araçlarıdır. Modelleme ve simülasyon, teorik ya da gerçek fiziksel bir sisteme ait neden-sonuç ilişkilerinin bir bilgisayar modeline yansıtılmasıyla değişik koşullar altında gerçek sisteme ait davranışların matematiksel modelinde izlenmesini sağlayan bir modelleme tekniğidir. Modelleme ve benzetim araçları tasarım süreci ve kavramsal tasarım iterasyonlarının ilk adımlarından itibaren kullanılmaya başlanır. Modelleme

kavramsallaştırmayı hedeflerken, simülasyon zorlukları esas olarak uygulamaya odaklanır. Modelleme ve benzetim çalışmalarında, sistemin fiziksel mimarisinde yer alan alt sistemler, sistemin görev yapacağı senaryo ve ortam koşulları, sistemin etkin olduğu hedefler ve gerekli diğer elementler matematiksel olarak modellenir. Bu matematiksel modelleme tamamlandığında benzetim sistem simülasyonu halini alır ve tüm tasarım süreçlerinde sistem tasarımcının karar almasını ve alternatifleri değerlendirmesini kolaylaştıran bir araç haline gelir.

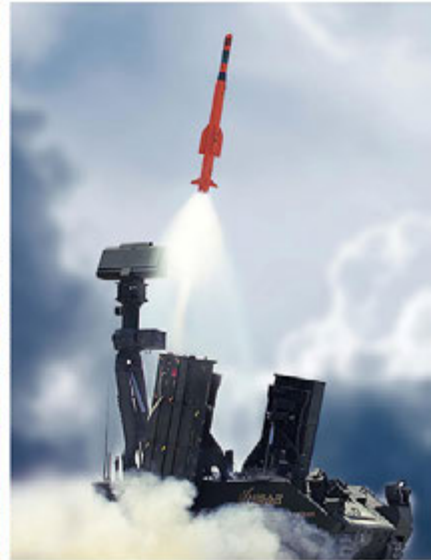
MODELLEME ve SİMÜLASYON

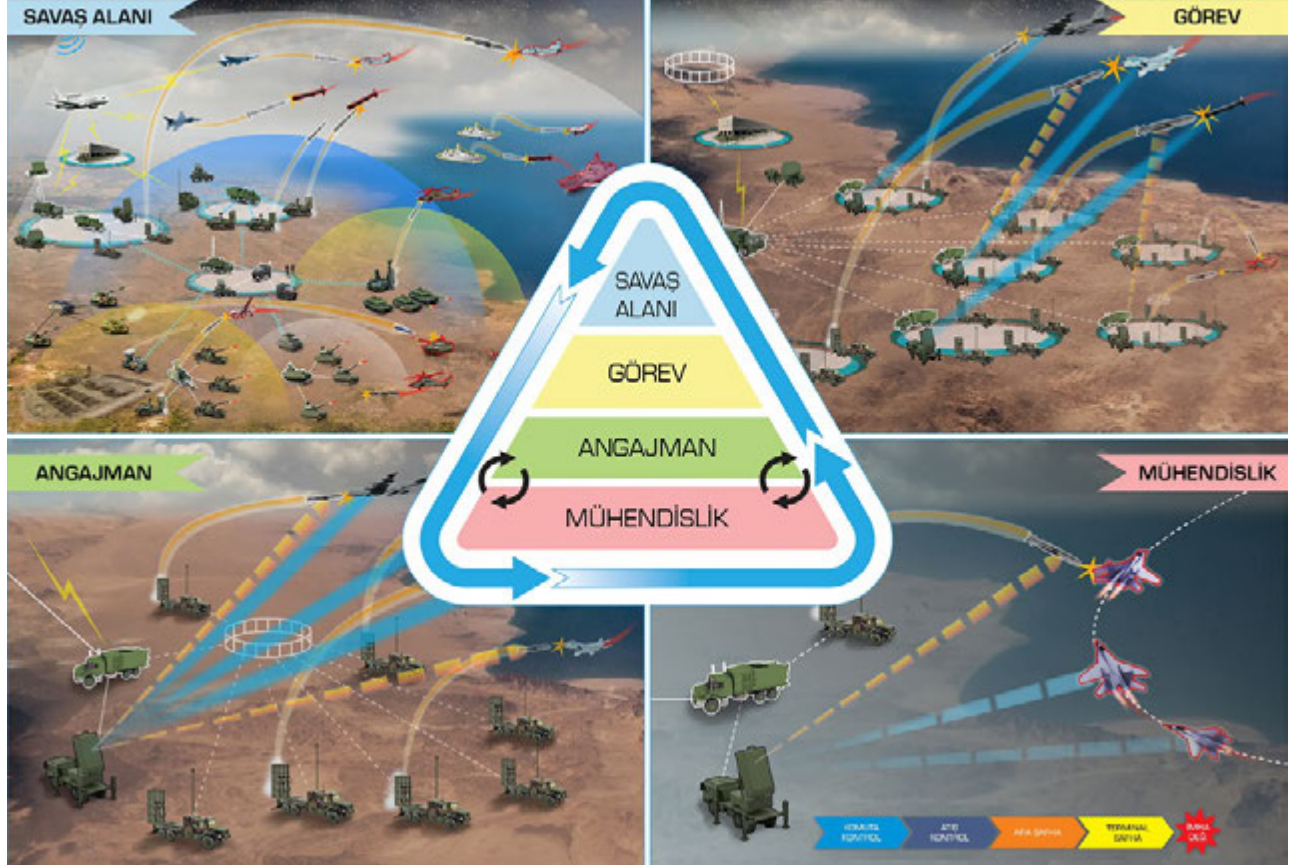


SİSTEM ENTEGRASYON ve TEST - HWIL -



SAHA TESTİ





Sistem simülasyonu bütün olarak, alt sistem seviyesi gereksinimlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi, alt sistem ve entegre sistem performans analizi, sistem hata kaynaklarının belirlenmesi ve algoritma tasarımı, sistem etkinlik analizi ve sistem doğrulama ve geçerleme çalışmaları gibi pek çok tasarım ve analiz sürecinde kullanılan önemli ve güçlü bir araçtır. Ayrıca, sistem simülasyonu belirli olgunluğa ulaştıktan sonra, sistemin çeşitli koşul ve durumlarda davranışının test edilebilmesi, yazılım ve donanım testleri gerçekleştirilmesi, döngüde donanım test altyapılarının hazırlanmasında kullanılmaktadır.

HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNDE MODELLEME VE SİMÜLASYON YAKLAŞIMI

Simülasyon yaklaşımında, sistemlerin sadakat seviyesine ve genişleyen kapsamlarına göre dört farklı basamakta kategorize edilir. ASELSAN bünyesinde ise bu kategoriler, sadakat değeri artacak şekilde savaş alanı, görev, angajman ve mühendislik olarak tanımlanmaktadır.

Sadakat seviyesi en yüksek olan mühendislik seviyesindeki simülasyon yaklaşımında, farklı alt sistemlerin tasarımı ve optimizasyon süreçleri

sürdürülmektedir. Ayrıca, fizik tabanlı modelleme yaklaşımları da gerçekleştirilmektedir. Kapsamı genişleyen simülasyon yaklaşımı olan angajman yaklaşımında, temel olarak tümleşik performans değerlendirmeleri, alternatif mimari ve ön kavramsal tasarım çalışmaları sürdürülmektedir. Tekli senaryolarda batarya seviyesi sistem etkinliği hesaplama gibi çalışmalar ise yüksek sadakat seviyesi gerektiği için angajman ve mühendislik basamaklarında konumlanmaktadır. Sadakat seviyesi azalırken kapsamı genişleyen üçüncü simülasyon yaklaşımı olan görev seviyesinde, sistem operasyonel konsepti süreçleri sürdürülmektedir. Çoklu senaryolarda sistem seviyesi etkinlik, konuşlanma, bölge ve nokta hava savunma etkinliği hesaplama, geniş kapsamlar içerdiğinden savaş alanı ve görev basamaklarında nitelendirilebilir.

ASELSAN tarafından geliştirilen hava ve füze savunma sistemlerinin operasyonel alanda en etkin şekilde kullanılabilmesi için, sistemin işletme konseptinin belirlenmesinden sistemin geçerli kılınmasına kadar tüm aşamalarda modelleme & simülasyon (M&S) teknikleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Sistemler sistemi olan hava ve füze savunma sistemi performansını en iyilemek



üzere, yalnız ASELSAN'ın katılımının değil aynı zamanda sistemin bileşenlerini geliştiren tüm paydaşların tasarım faaliyetlerini etkileşimli bir şekilde bir arada sürdürmesini sağlayan altyapılar ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmekte, paydaşlardan tedarik edilen ve ASELSAN bünyesinde geliştirilen modeller ve algoritmalar etkinlik analizi altyapısına entegre edilerek sistem seviyesi performansın değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

ASELSAN'da, hava ve füze savunma sistemlerinin etkinlik ve operasyonel analizinde, iş geliştirme ve tasarım faaliyetleri boyunca sürecin değişik fazlarında farklı amaçlara hizmet edecek şekilde modelleme ve simülasyon (M&S) kullanılmaktadır.

İş geliştirme aşaması: hava ve füze savunma sistem konseptlerinin uygulanabilirlik ve müşteri gerekliliklerinin tasarlanabilirliği açısından analiz edilmesi için genel amaçlı simülasyon yazılımları, çeşitli matematik modeller veya benzer sistemlerin simülasyonları kullanılmaktadır.

Ön kavramsal tasarım aşaması: M&S kullanımı ile operasyonel uygulanabilirliği olmayan hava savunma konseptleri henüz iş geliştirme aşamasındayken belirlenmekte ve tasarımda ileriiki aşamalara geçmeden konseptin iyileştirilmesi ya da iş geliştirme programının sonlandırılması sağlanmaktadır.

Sistem mühendisliği aşaması: hava ve füze savunma sistemi gereksinimlerinin geçerli kılınması amacı ile matematik modellerden, benzer sistemlerin simülasyonlarından ya da genel amaçlı simülasyonlardan yararlanılmaktadır. Hava ve füze savunma sisteminin beklenen etkinliği sağlayabilmesi için gerekli fonksiyonları hangi başarımla gerçekleştirmesi gerektiği ve bu başarımların mevcut teknoloji ile gerçekleştirilebilir olup olmadığı bu aşamada değerlendirilmektedir. Böylece, sistem gereksinim özellikleri ile tanımlanan hava ve füze savunma sisteminin tasarlanabilir olması, sistem tasarımına geçmeden garanti altına alınmaktadır.



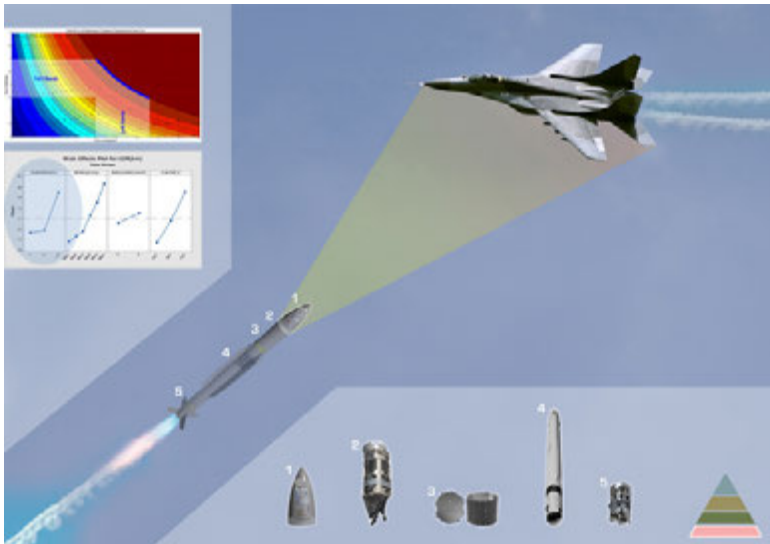
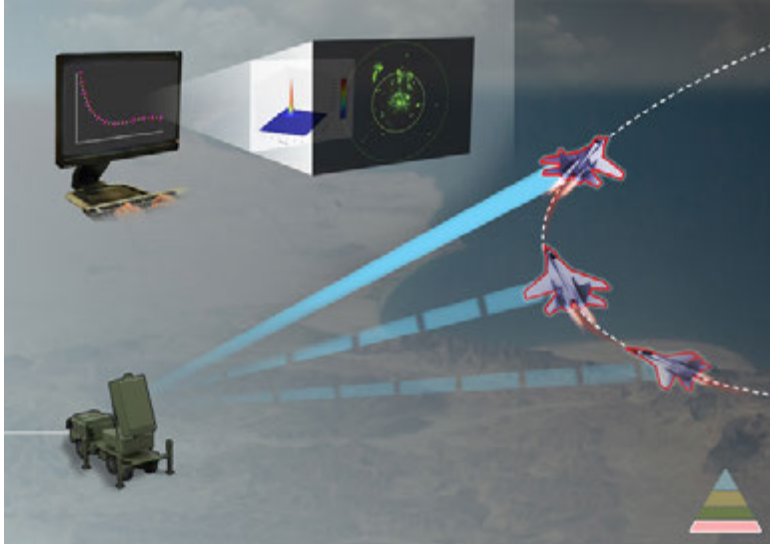
Sistem tasarımı aşaması: Alternatif sistem mimarilerinin doğrulanması, getiri-götürü analizleri, sistem mimarisinin seçimi ve sistem etkinlik analizleri; sistem mühendisliği aktivitelerine paralel olarak geliştirilen sistemin mühendislik seviyesi simülasyon sistemleri kullanılarak yapılmaktadır.

Sistem entegrasyonu aşaması:

Yazılımın devrede olduğu [SWIL: Software-in-the-loop], donanımın devrede olduğu [HWIL: Hardware-in-the-loop] ve insanın devrede olduğu [HIL: Human-in-the-loop] simülasyon sistemleri kullanılarak konfigürasyon birimleri doğrulanabilmektedir. Böylece entegrasyon öncesinde arayüzlerin simülasyon ortamında doğrulanması, çıkabilecek sorunların önceden görülüp düzeltilmesi sağlanmaktadır.

Sistem doğrulama aşaması:

Kullanılacak test tanımlarının ve senaryolarının belirlenmesinde; oluşturulan sistem tasarımı ile senaryolarda elde edilecek başarımın öngörülmesinde sistem etkinlik analizleri için oluşturulan M&S sistemleri kullanılmaktadır. Sistem başarımının sistem tasarımı aşamasında görülmesi, daha sistem gerçekleşmeden gerekli iyileştirmelerin yapılmasını sağlayarak işgücü ve zamanın daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır.



HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNDE KARAR DESTEK MEKANİZMALARININ ÖNEMİ

Mustafa Can GÜDEN Mühendis II,
SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

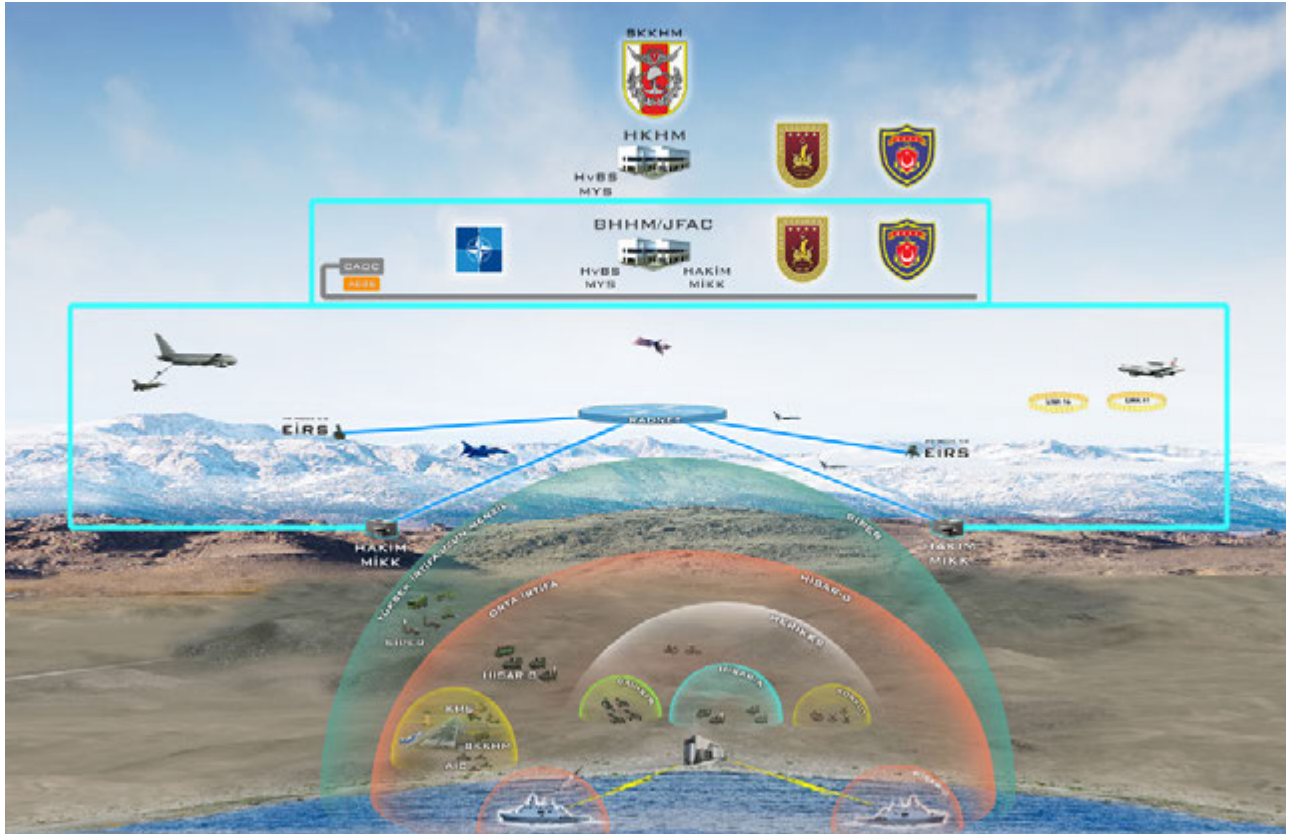
Hava platformları 20. yüzyılın ortalarından bu yana askeri gücün temel parçalarından biri olmuştur. Askeri hava platformlarının, ülkenin hava sahasının kontrolünü ve güvenliğini sağlamak, kara ve deniz birliklerine destek vermek, askeri birlik ve teçhizatların nakliyesini gerçekleştirmek, istihbarat sağlamak, karşı hava, kara ve deniz unsurlarına saldırı yapmak gibi birçok görevi ve kabiliyeti vardır. Bu platformlar, ülkelerin ihtiyaçları doğrultusunda zaman içerisinde birçok alanda geliştirilmiştir. Hava savunma sistemlerinin temel görevi ise düşman hava platformlarına karşı temel hava sahasının güvenliğini sağlamaktır. Düşman hava unsurlarına karşı müdahale genel olarak karadan havaya füze sistemleri ile ya da muharip uçaklarla yapılmaktadır. Bu makalede temel olarak hava savunma füze sistemlerinin tarihsel gelişimi ve bu sistemlerde kullanıcıya verilecek karar desteğinin öneminden bahsedilecektir.

Birinci ve İkinci Dünya Savaşlarında düşman uçaklarının şehirlere ve önemli varlıklara büyük hasarlar verebileceği birçok ülke tarafından fark edilmiştir. Bunun sonucunda hava savunma birlikleri kurulmuş ve hava savunma sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Birinci Dünya Savaşının başlarından 1950'nin sonlarına kadar düşman uçaklarını bertaraf etmek için 7,62 milimetreden 152,4 milimetre yarıçapa kadar genişleyen balistik mühimmatları kullanan top sistemleri kullanılmıştır. Bu sistemlerin başarı oranı doğal olarak sistemi kullanan operatörün kabiliyetleri ile doğru orantılı idi. Ayrıca, sistemin kullanıldığı coğrafi özellikler, görüş hattı ve hava durumu gibi etmenler de sistemin etkinliği için önemli kriterlerdi. Örnek vermek gerekirse gece meydana gelen muharebe durumlarında hedefin görülememesinden dolayı bu sistemler verimli bir şekilde kullanılamamaktaydı.

Top sistemlerinin karşılayamadığı ihtiyaçlara cevap olarak 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren taşınabilir hava savunma sistemleri (man portable air defense systems - MANPADS), çok kısa menzilli hava savunma sistemleri (very short range air defense systems - VSHORADS) ve kısa menzilli hava savunma sistemleri (short range air defense systems - SHORADS) farklı ülkeler tarafından kullanıma alındı.

Hava savunma sistemlerinin zaman içindeki gelişimi doğal olarak hava platformlarının kabiliyetlerinin de geliştirilmesine sebep olmuştur. Taarruza yönelik geliştirilen hava platformlarına, planlanan taarruz görevine yönelik karşı hava savunma sistemlerini etkisiz kılacak yetenekler eklenmiştir. Elektronik karşı tedbir sistemleri, füze uyarı sistemleri, ısı ve radar güdümlü füzeleri yanıltmak için kullanılan karşı tedbir sistemleri (chaff ve flare) bu yeteneklerin bir kısmına örnek olarak verilebilir. Yine radar tarafından tespit edilmesi oldukça güç olan düşük görünürlüklü muharip uçaklar, ses üstü hızlara ulaşabilen süpersonik savaş uçakları, arazi maskeleyerek çok düşük irtifalarda uçuş gerçekleştiren seyir füzeleri, yüksek irtifalarda uçuş gerçekleştiren seyir füzeleri, anti-radyasyon füzeleri ve balistik füzeler de teknolojinin hava platformları tarafındaki gelişimine örnek gösterilebilir. Verilen örnekler çeşitlendirilebileceği gibi, günümüzde de hava platformlarına bu kapsamda birçok yeni kabiliyet eklenmektedir.

Diğer tarafta ise gelişen ve çeşitlenen hava platformlarına karşı hava savunma sistemleri de zaman içerisinde yeni yetenekler ile donatılmıştır. Bu kapsamda orta ve uzun menzilli hava savunma sistemleri de 20. yüzyılın sonlarından itibaren farklı ülkeler tarafından kullanıma alınmıştır.



Şekil 1 – Katmanlı hava savunma görseli

Hava savunma sistemlerinin önleme menziline ve irtifasına göre farklı sınıflara ayrılması ile birlikte katmanlı hava savunma terimi yaygınlaşmaya başlamıştır. Hava savunmanın etkin bir şekilde yapılabilmesi için her katmana uygun sistemin envanterde bulunması gerekmektedir. Böylece, hava sahasının kontrolü ve savunması, farklı menzil ve irtifalarda farklı hedef tiplerine karşı etkili hava savunma sistemlerinin koordineli bir şekilde çalışmasıyla eksiksiz bir şekilde yapılabilmektedir.

Katmanlı hava savunma kapsamında birçok unsurun koordineli bir şekilde çalışabilmesi için bu sistemler temel olarak filo seviyesinde ve batarya seviyesinde idare edilmektedir. Filo seviyesindeki sistemlerin temel görevi, üst komuta kontrol unsurlarına bağlı veya otonom olarak çalışarak, sistemin kendi sensörlerinden ve diğer kaynaklardan alınan bilgiler ile ortak bir hava resmi oluşturulması, hava resmindeki hava platformlarının teşhis edilmesi ve tehdit olarak teşhis edilen hedeflerin önleme yapmak üzere filo sorumluluğundaki bataryalar arasında en uygun bataryaya tahsis edilmesidir. Bataryalara yapılan tahsislerin anlık durumları ve sonuçları takip edilerek bataryalar arası yönetim ve koordinasyon işlevleri gerçekleştirilir.

Batarya seviyesindeki sistemlerin temel görevi ise filoyabağılı olarak çalıştığı durumda, kendisine iletilen angajman emirleri doğrultusunda tehditleri önceliklendirmek, bataryada bulunan silahların yeteneklerini de göz önünde bulundurarak angajman yapılacak tehditlere en uygun silah sistemlerini atamak ve atış sonrası füze güdüm işlevlerini gerçekleştirmektir. Bataryanın filo seviyesine bağılı olmadan [otonom] çalıştığı durumda ise yine sahip olduğu yetkiler doğrultusunda tehdit olarak belirlediği hedeflere karşı angajman işlemlerini gerçekleştirmektir.

Katmanlı hava savunma kapsamında hem filo seviyesinde hem de batarya seviyesinde görev yapan operatörlerin görev süresi boyunca sürekli olarak angajman yönetimi kapsamında kararlar vermesi gerekmektedir. Operatörün sorumlu olduğu sistem unsurlarının sayısının artması, havadaki tehdit sayısının ve çeşitliliğinin artması karar verme sürecini zorlaştırmaktadır. Bu duruma kısıtlı reaksiyon süresi eklenince, efektif ve doğru karar alma süreci olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu noktada sistemin sahip olduğu yetenekler ve hesaplama gücü doğrultusunda operatöre verilecek karar desteği büyük önem kazanmaktadır.

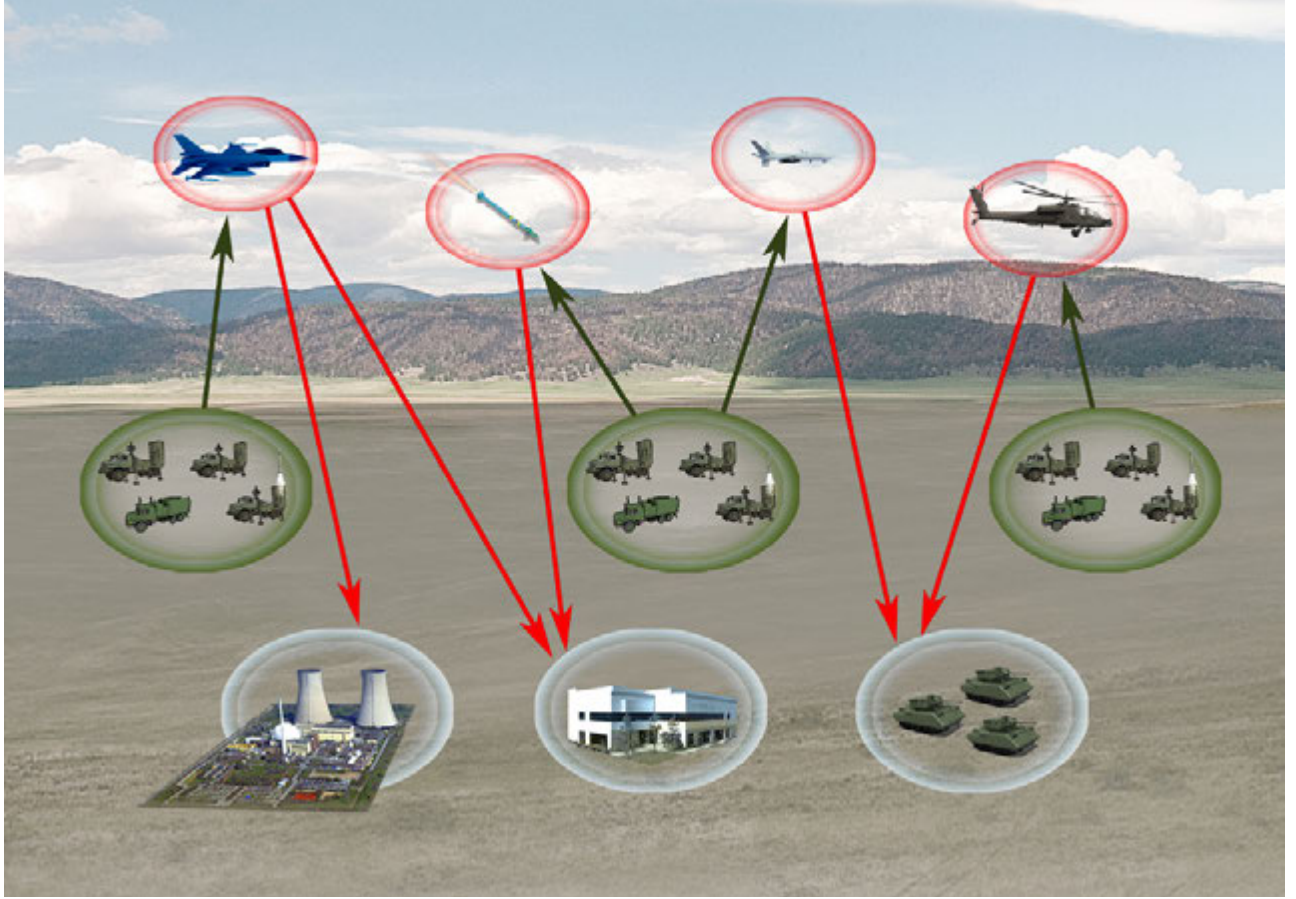


Şekil 2 – Karar destek görseli

Hava savunma sistemlerinde karar desteği için temel olarak tehdit değerlendirme ve silah tahsis algoritmaları kullanılmaktadır. Tehdit değerlendirme algoritmalarının temel işlevi, sistem sensörleri tarafından ölçülen temel hedef parametrelerini kullanarak hedeflerin sisteme ve sistem tarafından korunan varlıklara ne kadar tehlike oluşturacağını hesaplamak ve hedefleri önceliklendirmektir. Tehdit değerlendirme süreci sonunda tehdit olarak nitelendirilen bütün hedefler için tehdit öncelik listesi ve tehdit puanları hesaplanmaktadır. Silah tahsis algoritmalarının temel işlevi ise sistemin mevcut silah sistemlerinin yetenekleri ve operasyon sırasındaki uygunluk durumları doğrultusunda bütün hedefleri birlikte değerlendirerek en uygun hedef-silah eşleşmesini hesaplamaktır. Bu algoritmalar temelde bir optimizasyon problemini çözmektedir. Optimizasyon, bir fonksiyonu maksimize ya da minimize etmek amacıyla gerçek ya da tamsayı değerlerin tanımlı bir aralıkta seçilip fonksiyona yerleştirilerek sistematik bir şekilde problemi çözmeyi ifade eder. Maksimize ya da minimize edilecek fonksiyonlar amaç fonksiyonu olarak

adlandırılır. Probleme bağlı olarak bir ya da birden fazla amaç fonksiyonu belirlenebilmektedir. Dolayısıyla, silah tahsis probleminin çözümü için belirlenecek amaçlar önemlidir. Örneğin, angajman yapılacak bütün hedeflerin toplam hayatta kalma olasılığını minimize etmek, kullanılacak mühimmatların toplam maliyetini minimize etmek, hedefleri korunan varlıklardan ve sistem unsurlarından mümkün olduğunca uzakta önlemek için hedeflerin tahmini önleme mesafelerini maksimize etmek, silah tahsis problemi için belirlenecek amaçlara örnek olarak verilebilir. Optimizasyon probleminin çözülmesi ile birlikte belirlenen amaçlara en uygun hedef-silah eşleşmeleri ve atış zamanları belirlenmektedir. Böylece, hava savunma sisteminin yetenekleri ve hesaplama gücü kullanılarak hedefler önceliklendirilmekte ve en uygun hedef-silah eşleşmeleri operatöre önerilmektedir.

Savaş ortamında sisteme bağlı birden fazla silah unsuru varken birçok hedef tarafından sisteme ve sistem tarafından korunan varlıklara



Şekil 3 – Tehdit değerlendirme ve silah tahsis süreci görseli

taarruz gerçekleştirildiği durumda, sistemi idare eden operatörlerin bütün bu hedefleri tek tek önceliklendirerek, her hedefe hangi silah sistemini kullanarak angajman gerçekleştireceğini belirlemesi oldukça zordur. Bu noktada sistem tarafından otomatik olarak operatöre sağlanan öneriler operatöre karar destek sağlamaktadır. Ancak sistem tarafından sağlanan karar desteği, normal şartlar altında operatörün manuel olarak vereceği kararlar ile örtüşmelidir. Bu sebeple hem tehdit değerlendirme için kriterler belirlenirken hem de silah tahsis problemi için amaçlar belirlenirken sistemi kullanan, gerekli tecrübe ve bilgi birikimine sahip operatörler ile birlikte çalışılmalıdır.

Katmanlı hava savunmada verilen karar desteğinin kapsamı operasyonun yürütüldüğü birimin sorumluluklarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin bataryaların koordinasyon ve yönetiminden sorumlu bir filo için, hava resminde tehdit olarak nitelendirilen hedeflerin önceliklendirilmesi ve en uygun bataryaya tahsis edilmesi gerekmektedir. Bu seviyede sağlanan karar desteğiyle, ilgili filo ve

filoya bağlı bataryaların sorumluluğundaki hava sahasının tamamı için bir tehdit değerlendirme yapılmaktadır. Ardından angajman yapılacak hedef için farklı özelliklerdeki bataryalar dikkate alınarak silah tahsis (bu durumda batarya tahsis) problemi çözülmektedir. Öte yandan batarya seviyesinde verilen karar desteğinde ise bataryaya tahsis edilmiş hedefler ya da batarya sorumluluk sahasında, bataryanın sahip olduğu yetkiler doğrultusunda angajman yapabileceği hedefler için bir tehdit değerlendirme yapılmaktadır. Silah tahsis problemi ise bu hedefler ve bataryaya bağlı silah sistemleri doğrultusunda çözümlenerek en uygun hedef-silah eşleşmesi önerilmektedir.

Karar destek sistemlerinde gelecek vizyonu düşünüldüğünde, makine öğrenmesi ve yapay zekâ temelli yaklaşımlarla karar destek sistemlerinin davranışı, operatörün görev sırasında verdiği kararlara yakınsayabilmektedir. Makine öğrenmesi ve yapay zekâ algoritmalarının eğitimi için ise büyük miktarda veri toplanması gerekmektedir. Hava savunma sistemlerinin sahada kullanıma alınması ile birlikte



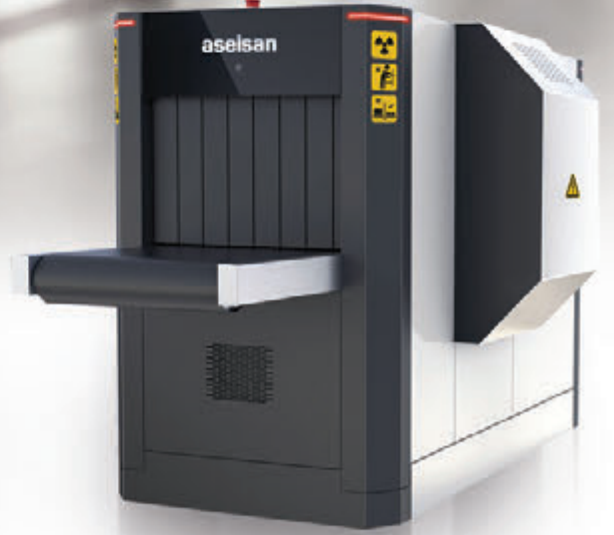
Şekil 4 – Kullanıcı ihtiyacına yönelik karar destek sistemi geliştirme süreci görseli

bahsi geçen verinin toplanabilmesi mümkündür. Buna ek olarak hava savunma sistemleri sınıfı tipi eğitim simülatorlerine ve sistem üzerinde bulunan gömülü eğitim simülatorlerine sahiptir. Bu simülatorlerin yardımı ile operatörler belirlenen hava savunma senaryoları üstünde eğitim gerçekleştirmektedir. Eğitimler esnasında toplanacak veriler de yine bu algoritmaların eğitimi için kullanılabilir. Böylece karar destek sistemleri, operatörlerin görev ve eğitim esnasında hangi hedeflere ne zaman angajman kararı verdiği, hangi silah sisteminden ne zaman ateşleme yaptığı gibi kararları gözlemleyerek kendini eğitebilecek ve bundan sonraki görevlerde operatöre, daha önce kendi verdiği kararlar ile örtüşen öneriler sunabilecektir.

Özet olarak, hem hava platformlarının zaman içerisinde gelişimi ve çeşitliliğindeki artış hem de hava savunma sistemlerinin katmanlı ve kompleks yapılara sahip olması sebebiyle bu sistemlerde operatöre verilecek karar desteği büyük önem arz etmektedir. Bu makale kapsamında hava savunma sistemlerinin farklı seviyelerinde operatöre sağlanabilecek karar destek mekanizmalarından bahsedilmiştir.



Şekil 5 – Karar destek mekanizmalarında yapay zekâ



ARIN

X-Ray Bagaj Kontrol Cihazları

ASELSAN ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazları Ürün Ailesi havaalanları, limanlar, sınır kapıları, gümrükler, devlet binaları, vb birçok kritik tesisin güvenliğinin sağlanmasında büyük öneme sahiptir. Tamamen yerli olarak milli imkanlar ile geliştirilen ARIN Ürün Ailesi etkin atom numarasına göre organik, inorganik, metal madde ayrımı ve 6 renkli gösterim yapabilmektedir. Cihazlarda otomatik patlayıcı tespiti, yüksek yoğunluklu bölgeyi görüntüleme, yüksek yoğunluk alarmı, organik/inorganik sıyırma, otomatik geometrik ve radyometrik düzeltme fonksiyonu, tünel giriş çıkışlarının kamerayla izlenmesi ile genişletilebilir kurgusal tehdit kütüphanesi kabiliyetleri bulunmaktadır.

www.aselsan.com



aselsan

HAVA SAVUNMA TEST VE ENTEGRASYON MERKEZİ ROBOSİM AÇIK ALAN TEST ALTYAPISI

Hakan AKGÜN Müdür

Yasin KURTULUŞ Güven Kıdemli Lider Mühendis

Özgün GÜNAY Lider Mühendis

Mehmet Can KARAGÖZ Kıdemli Lider Mühendis

SST Sistem Mühendisliği Direktörlüğü

Ahmet DÖNMEZ Kıdemli Lider Mühendis

SST Elektronik ve Yazılım Tasarım Direktörlüğü

Gökhan ÖZTÜRK Lider Mühendis

SST Platform Entegrasyon ve Test Direktörlüğü

Hava ve füze savunma projelerinin geliştirme ve seri üretim dönemlerindeki sistem/alt sistem üretim, entegrasyon, test ve doğrulama faaliyetlerinin etkin bir şekilde yapılabilmesine yönelik çeşitli gelişmiş altyapılardan oluşan Hava Savunma Test ve Entegrasyon Merkezi (HSTEM) son hazırlıkların tamamlanmasının ardından faaliyete geçecek. ASELSAN Temelli Başkent Organize Sanayi Bölgesi (BOSB) arazisinde yer alacak bu tesiste aşağıdaki büyük altyapılar yer alacak.

Sistem üretim ve entegrasyon binası (SÜEB):

Yaklaşık 16.000 m² kapalı alana sahip bu binada hava ve füze savunma projelerinin seri üretim ihtiyaçları karşılanacak.



Şekil 1 – HSTEM

Test kontrol merkezi (TKM): Tüm test faaliyetlerinin planlanması, koordinasyonu, uzaktan kontrolü, testler sırasında/sonrasında elde edilen verilerin kayıt, analiz ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılacak.

Kapalı atış poligonu (KAP): Geliştirilmekte olan silah ve mühimmat sistemlerinin atışlı test ve doğrulama faaliyetlerinde kullanılacak. 35-40 mm kalibreye kadar silahlar ile atış yapılabilir ve yaklaşık 200m atış mesafesini destekleyen bu poligonda 35-40mm kalibreye kadar silahlar ile atış yapılabilir.

Sistem test, ayar kalibrasyon altyapısı (SAKA) ve test kulesi (TK): Sistemler üzerindeki radar ve elektro-optik algılayıcıların fonksiyonel testleri, görüş/algılama hatlarının [nişan hattı] hassas olarak kendi içerisinde ve sonrasında nişan hattı ile atış hattının [namlu hattı] hassas olarak karşılaştırılmasına yönelik ayar ve kalibrasyon faaliyetlerinde kullanılacak.

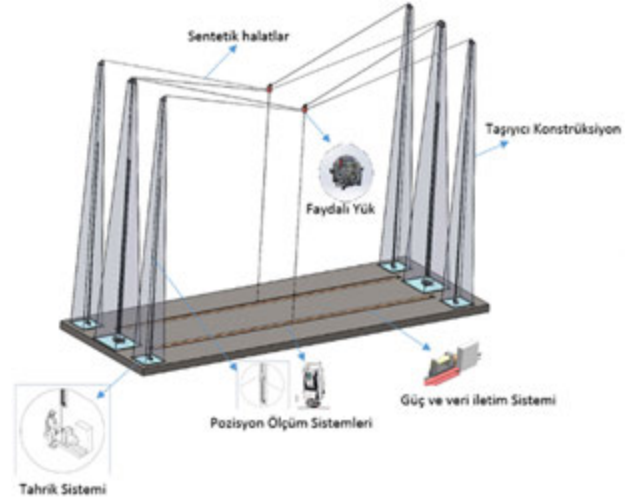
Test parkurları (TP): Sistemlerin dinamik koşullar altında performanslarının ölçülmesi ve iyileştirilmesi için askeri standartlar ile tanımlanan özel test parkurları [sekiz, stabilizasyon, sabit/hareketli rampa vb.] yer alacak.

ROBOSİM Açık Alan Test Altyapısı: Hava savunma sistemlerinin zorlayıcı senaryolar altında test, doğrulamaları ve etkinlik gösterimi amaçlı kullanılacak.

ROBOSİM

ROBOSİM, hava ve füze savunma sistemlerin gerçek hayatta karşılaşılabileceği hedeflerin yanca ve yükseliş açısal hareketlerini de içerecek şekilde açık alanda benzetimi amaçlı kullanılacak. Şekil 2'de temsili olarak gösterilen bu altyapıda kablo-robot teknolojisi kullanılarak içerisine elektro-optik ve radar hedef simülatörleri yerleştirilen kabinlere yanca ve yükseliş ekseninde hareket yeteneği kazandırılacak. Bu sayede tekli/çoklu hedefler içeren zorlayıcı angajman senaryolarının açık alanda benzetimi mümkün olacak. ROBOSİM altyapısıyla sistemlerin zorlayıcı hedef tespit, takip gibi performans testleri ve etkinlik doğrulamaları kontrollü, tekrarlanabilir ve güvenilir bir test ortamında yapılabilir.

ROBOSİM altyapısının dünyada bir örneği bulunmuyor. Çok zorlayıcı teknik özellikler [hassas pozisyonlama doğruluğu, hız, ivme vb.] gerektiren ROBOSİM, çok sayıda yazılım ve donanım bileşeni içeriyor ve tüm bileşenler milli olarak geliştiriliyor.



Şekil 2 – ROBOSİM temsili gösterim



Şekil 3 – ROBOSİM elektro-mekanik sistemler

ROBOSİM'deki elektro-mekanik ve diğer tüm alt bileşenlerin üretim ve fabrika testleri başarıyla tamamlandı.

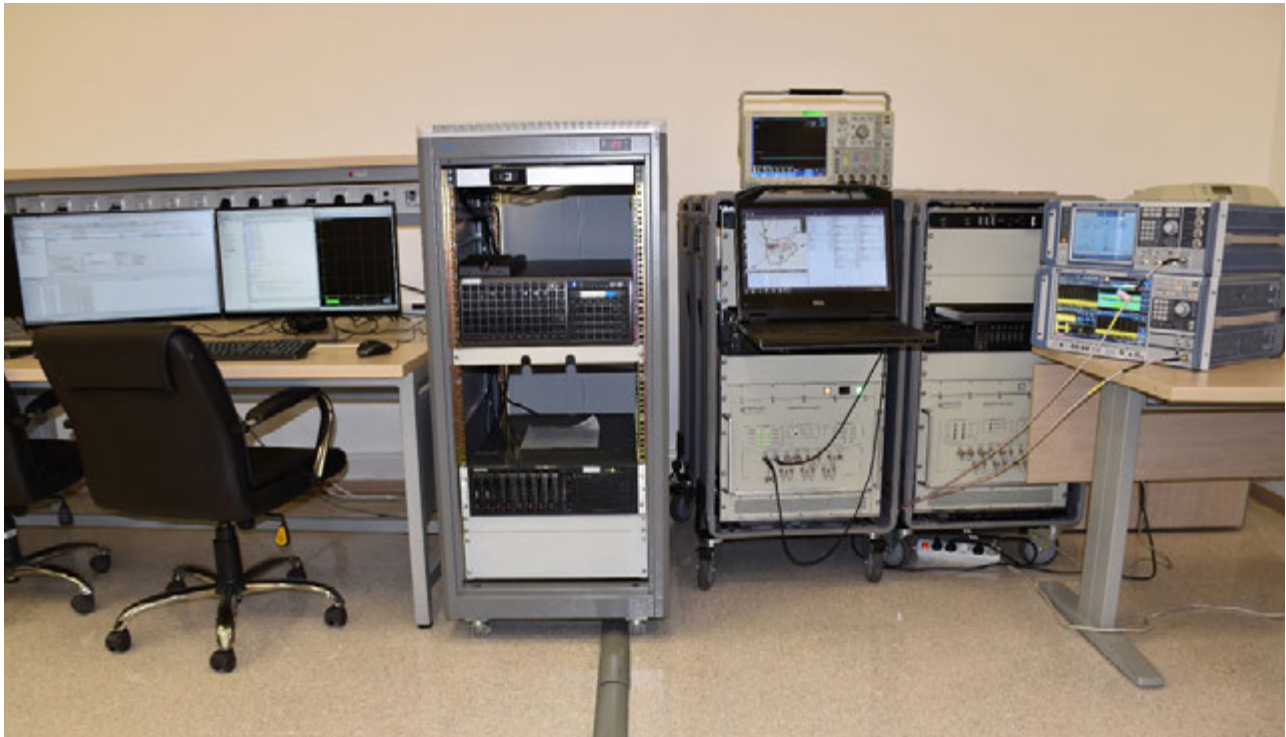
Elektromekanik yapıyla bütünleşik olan inşaat/kule/temel yapısı, özel olarak tasarlandı ve projelendirildi. Yaklaşık 75 m yüksekliğinde kulelerin tepe noktasında tüm operasyonel ve rüzgâr yükleri altında sadece birkaç cm sapma değeri elde ediliyor. Sıradışı inşaat ve kule yapısının projeye uygun bir şekilde sahada kurulumu, test ve doğrulaması tamamlandı.

ROBOSİM'de tüm test faaliyetlerinin planlanması, koordinasyonu, çok sayıdaki alt sistemin senaryoya uygun olarak gerçek zamanlı uzaktan kontrolü, testler sırasında/sonrasında elde edilen verilerin kayıt, analiz ve değerlendirilmesi amacıyla özel bir yazılım kullanılacak. ASELSAN bünyesine geliştirilen bu yazılımının SEL (sistem entegrasyon laboratuvarı) ortamında geliştirilmesi, test ve doğrulamaları başarıyla tamamlandı.

ROBOSİM için elektro-mekanik ve diğer donanım/yazılım bileşenlerinin saha kurulum, entegrasyon ve testlerinin en kısa zamanda tamamlanması ve kullanıma alınması planlanıyor.



Şekil 4 – ROBOSİM inşaat/kule yapısı



Şekil 5 – ROBOSİM sistem entegrasyon laboratuvarı



ASELPÖD

Gelişmiş Hedefleme Podu

Üstün Menzil Performansı, Yüksek Performanslı IR ve TV Kamera, Çift Dalga Boylu Lazer Mesafe Ölçer, Gelişmiş Görüntü İşleme, Hassas Hedef Konumu Belirleme ve Hassas Stabilizasyon

www.aselsan.com



aselsan

AB DESTEKLİ SINIR GÜVENLİK SİSTEMLERİ GÖREVE BAŞLADI

Avrupa Birliği (AB) ve aday ülke menşeli firmaları kapsayacak şekilde yapılan ihalede ASELSAN en uygun fiyat ve teknik çözümle birinci olarak AB-SGS Sınır Güvenlik Projesini imzalamıştı. Proje kapsamında 170 noktada kabuller tamamlandı ve entegre sınır yönetimi açısından önemli bir kilometre taşı aşıldı. Proje ile; yedi ilde yer alan 352 sınır noktasına ait elektronik gözetleme sistemlerinin üretimi ve kurulumu yapılacak.

ASELSAN ana yükleniciliğinde yürütülen projede; Ladin Ağ Kayıt Birimi, Ekinoks Görüntüleme Ailesi, yapay zekâ destekli 4K ve PTZ kameralar, Odin Akıllı Video Analiz Birimi, Şahingözü-OD E/O Sensör Sistemi, Acar Kara Gözetleme Radarı ve Seda Akustik Atış Yeri Tespit Sistemi, MİRSAD Güvenlik Yönetim Yazılımına entegre edilerek bütünsel güvenlik çözümü sağlanıyor.



AKINCI'NIN UYDU HABERLEŞME SİSTEMİ TESLİMATLARI TAMAMLANDI

BAYKAR tarafından üretilen AKINCI İHA Platformlarında kullanılmak üzere, Savunma Sanayii Başkanlığı ile ASELSAN arasında imzalanan AKINCI İHA Projesi Geniş Bant Uydu Haberleşme Sistemi Projesi sözleşmesi kapsamında Hava Uydu Haberleşme Terminalleri ve Taşınabilir Uydu Haberleşme Sistemlerinin teslimatları altı ay gibi kısa bir sürede tamamlandı.

ASELSAN tarafından yerli imkânlarla özgün olarak tasarlanıp geliştirilen Hava Uydu Haberleşme Terminali ve Taşınabilir Uydu Haberleşme Merkezleri ile BAYKAR tarafından geliştirilen AKINCI insansız hava araçlarına görüş ötesi haberleşme kabiliyeti kazandırıldı.



ASELSAN GELİŞTİRDİ: GÖZ AÇTIRMİYOR

Enez Sahil Güvenlik Komutanlığı bünyesinde faaliyet gösteren ASELSAN Serdar - 7M Sahil Gözetleme Radarı, sağladığı geniş tarama alanı sayesinde uluslararası kaçakçılık faaliyetlerinin önemli ölçüde kontrol altına alınmasını sağladı.

Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) öncülüğünde geliştirilen Sahil Gözetleme Radar Sistemi Projesi kapsamında 12'nci istasyon olarak kurulan Enez Sahil Gözetleme İstasyonunun inşaatı 2021 yılı ikinci yarısında tamamlanarak Sahil Güvenlik Komutanlığının kullanımına sunuldu.

Enez İstasyonundan gelen verilerin, sisteme entegre kamu kurumlarından alınan diğer verilerle desteklenerek tanımlanmış deniz resmi oluşturması hedeflendi.



Verimliliği ve Harekât Etkinliğini Artırıcı Bir Sistem

Enez'de konuşlu TCSG-308 Bot Komutanı Sahil Güvenlik Yüzbaşı Ömer Serhat Uysal, AA muhabirine, üstün nitelikli Sahil Gözetleme Radar Sisteminin Sahil Güvenlik Komutanlığının verimliliğini ve harekât etkinliğini artırması için tasarlandığını anlattı.

Birçok Avrupa ülkesinde piyasası olan ve yüksek fiyatlarla satışa sunulan akivades ve beyaz kum midyelerinin Enez'den yasa dışı yollarla Yunanistan'a sevk edilmeye çalışıldığını belirten Uysal, bu kaçakçılık faaliyetlerinin önlenmesi amacıyla Sahil Güvenlik Komutanlığı tarafından Türkiye-Yunanistan Deniz Yan Hududunda önleyici kolluk görevleri icra edildiğini ifade etti.

1,2 Milyon Lira Para Cezası

Sahil Gözetleme Radarının uluslararası kaçakçılık faaliyetlerinin önlenmesine fayda sağladığını belirten Uysal, şunları kaydetti: "Sahil Gözetleme Radar Sisteminin kurulumu ile Enez bölgesinden komutanlığımıza yapılan ihbarlar, iletilen istihbari bilgiler ve rutin olarak icra edilen sahil güvenlik görevlerinde elde edilen tespitlerin tamamının, sistemin operatörleri ile paylaşarak sahanın anlık olarak izlenmesi hedeflenmiş ve 2021 yılı ikinci yarısında bölgedeki kaçakçılık faaliyetlerinin önlenmesi kapsamında önemli bir caydırıcılık sağlanmıştır. Enez bölgesinde 2021 yılı içerisinde, sekiz olayda sekiz kişiye toplam 1 milyon 200 bin lira idari para cezası uygulanmış ve yaklaşık beş ton akivades ve beyaz kum midyesi canlı oldukları için denize iade edilmiştir. İki geminin de mülkiyeti kamuya geçirilmiştir."

İnsan Kaçakçılığı Tespitinde de Kullanılıyor

Uysal, Sahil Gözetleme Radar Sisteminin sağladığı geniş tarama alanı sayesinde, bölgede insan kaçakçılarının kullandıkları rotalar ile karadan denize çıktıkları mevkiilerin de tespit edilerek, bu mevkiilerde denetimlerin ve caydırıcılığın artırılmasının sağlandığını vurguladı.

Radar sisteminin sağladığı geniş tarama alanının, insan kaçakçılığında kullanılan deniz vasıtalarının mevkiilerinin uzak mesafeden tam olarak tespit edilmesine imkân tanıdığını belirten Uysal, "Radar sistemi sahil güvenlik unsurlarının müdahale hızını artırmış ve can kaybına neden olabilecek olası kazaların yaşanması ihtimalini azaltmıştır. Sahil Gözetleme Radar Sistemi, denizlerimizdeki kaçakçılık faaliyetlerinin kontrol altına alınması konusundaki etkinlik seviyesini önemli ölçüde artırmıştır" diye konuştu.

ASELSAN TEKNOLOJİSİ ATMOSFERİN SINIRLARINI AŞTI

Kritik Teknolojilerin Yerli Üretiminde Ortak Çalışacaklar

TÜRKSAT-5B uydusu, Florida Cape Canaveral üssünden SpaceX Falcon-9 roketi ile uzaya fırlatıldı. Türksat-5B uydusunda ASELSAN tarafından yüzde 100 yerli ve milli kaynaklarla geliştirilen veri aktarım ekipmanları yer aldı.

Türksat-5B uydusundaki Ku-Bant Almaç ve Ka-Bant Düşük Gürültülü Yükselteç [LNA] ekipmanları ASELSAN tarafından öz kaynaklı Ar-Ge projesi olarak geliştirildi. ASELSAN ürünü iki ekipmanın uydu üzerinde yerli ve milli olarak geliştirilen ve Türkiye'nin teknolojisini temsil eden ürünler olması ayrı bir anlam kazandırdı.

ASELSAN tarafından geliştirilen ekipmanlar üretilip tüm testlerden geçtikten sonra, Airbus Fransa Toulouse tesislerine gönderildi. Airbus tarafından ekipmanların uyduya entegrasyonları ve uydu seviyesi tüm testleri de başarıyla tamamlandı.

Eylül 2018'de başlayan proje kapsamında ekipmanlar taahhüt edilen zamanda teslim edildi. Proje kapsamında uzay sektöründe uzun yıllardır aktif bir şekilde yer alan uluslararası firmalarla yakın çalışma

sayesinde, dokümanların uzay standartlarına uygun hazırlanması ve sınıflandırılması, Uzay Kalifiye Baskı Devre Kartlarının milli olarak üretilmesi, Uzay Kalifiye Üretim süreçlerinin doğrulanması ve birçok farklı kapsamlı yeni sürecin kalifikasyon süreçlerine dahil edilmesi gibi önemli tecrübe kazanımları sağlandı.

Bir Sonrakine de Hazır

TÜRKSAT6A Yerli Haberleşme Uydusu Geliştirilmesi ve Üretimi Projesi TÜBİTAK 1007 Programı esaslarına uygun şekilde yürütülüyor. ASELSAN, Türkiye'nin ilk milli haberleşme uydusu olan TÜRKSAT-6A Projesinde Ku-Bant Görev Yükü ve X-Bant Uydu Haberleşme Görev Yüklerinin geliştirilmesinden sorumlu olarak görev yapıyor.

Proje kapsamında uydu uçuş modeli görev yükleri panelleri üzerine görev yüklerinin montaj, entegrasyon ve test faaliyetleri tamamlanarak, TUSAŞ Tesislerine sevk edildi. TUSAŞ Tesislerinde yapılacak Uçuş Modeli uydu seviyesi entegrasyon ve test faaliyetleri tamamlandıktan sonra, birçok ilki barındıran TÜRKSAT-6A uydusunun 2023 yılında fırlatılması ve 15 yıl sürecek görevine yörüngesinde başlaması hedefleniyor.



ASELSAN TEKNOLOJİSİ DERİN DENİZLERDE

Preveze Sınıfı Denizaltıların modernizasyonunda önemli bir kilometre taşı olan kritik tasarım aşaması tamamlandı. Deniz Kuvvetlerinin en kapsamlı modernizasyon projesinde, ASELSAN mühendisliğinin ürünü olan yüksek teknolojiler kullanılıyor.

Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) ile ASELSAN-STM-HAVELSAN-ASFAT iş ortaklığı arasında 8 Şubat 2019 tarihinde imzalanan Preveze Sınıfı Denizaltı Yarı Ömür Modernizasyonu Projesi (PREVEZE-YÖM) Sözleşmesi kapsamındaki önemli bir kilometre taşı olan kritik tasarım aşaması tamamlandı.

Preveze Sınıfı dört adet denizaltının modernize edileceği PREVEZE-YÖM projesinde, TCG Preveze denizaltısı için erken teslim edilmesi gereken Harp Gemisi Otomatik Tanımlama (WAIS) ve Dahili Muhabere Sistemleri entegrasyon ve kabullerinin tamamlanmasının ardından kritik tasarım aşaması SSB tarafından onaylandı. Deniz Kuvvetlerinin halihazırdaki en kapsamlı denizaltı modernizasyon projesinde ASELSAN'a verilen savaş sistemleri entegrasyonu gibi önemli görevler ile alt birimlerin yerli ve milli olarak tasarımı, üretimi yapılarak ülkemizin dışa bağımlılığı en aza indirilecek. Proje kapsamında ASELSAN tarafından Denizaltı Sonarları, Uydu Muhabere Sistemi, Entegre Muhabere Sistemi,

Seyir Radarı ve Elektronik Destek Sistemleri tasarımı ve üretimi gerçekleştirildi. Gündümlü Mermi Silah Kontrol ve yerli Harp Gemisi Otomatik Tanımlama Sistemleri de ASELSAN tarafından sağlanıyor. Düşük görünürlük sağlanarak denizaltıların düşman unsurlarca tespitinin güçleştirilmesi amacıyla yelken üzerinde bulunan tüm direklerle soğurucu malzeme uygulaması da ASELSAN tarafından yapılacak. Söz konusu proje, Deniz Kuvvetleri Komutanlığının envanterinde bulunan TCG Preveze, TCG Sakarya, TCG 18 Mart ve TCG Anafartalar denizaltılarının modernizasyonunu kapsıyor.

Mavi Vatan için her göreve hazırız

ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün, Preveze Sınıfı Denizaltı Yarı Ömür Modernizasyonu Projesinin Deniz Kuvvetlerinin en kapsamlı modernizasyon projesi olduğunu belirterek, "SSB öncülüğünde iş ortağı olduğumuz projede çok kritik bir aşama, başarıyla geride bırakıldı. ASELSAN mühendisliğinin ürünü olan üst düzey teknolojilerimiz bu projede çok önemli görevler üstleniyor. Donanmamız için ciddi bir kuvvet çarpanı olacak modernize edilmiş denizaltılarımızda ASELSAN'ın en ileri teknolojileri kullanılıyor. Milli mühendisliğimizin gücüyle, Mavi Vatanın bekası ve güvenliği için her göreve hazırız" dedi.



ASELSAN'DAN ANTARKTİKA ARAŞTIRMALARINA MİLLİ TEKNOLOJİ DESTEĞİ

ASELSAN, Antarktika'ya bilimsel çalışmalar yapmak amacıyla giden bilim insanlarına iletişim ve enerji teknolojileriyle destek oldu. 3700 Telsiz, Mobil Tekrarlayıcı Telsiz ve Taşınabilir Hibrit Güç Destek Birimi, Antarktika'nın soğuk ve zorlu koşullarında araştırmalar yürüten Türk ekibinin destekçisi oldu.

6. Ulusal Antarktika Bilim Seferinde Kullanılacak Milli Teknolojilerin Tanıtım ve Teslim Töreni, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mustafa Varank, Ankara Valisi Vasip Şahin, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Hasan Mandal, ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün ve diğer kurumların üst düzey yöneticilerinin katılımıyla düzenlendi.



Prof. Dr. Haluk Görgün, Antarktika'da yapılan çalışmaları bir araştırmacı olarak büyük bir heyecan, merak ve gururla takip ettiklerini belirterek şunları söyledi: "Yerli ve milli imkânlarla geliştirilen, en zorlu koşullarda test edilen ürünlerimiz, çok zorlu bir sahada bilim insanlarının güvenilir destekçisi olacak. Antarktika'ya gönderdiğimiz tasarım ödüllü 3700 el telsizleri ASELSAN'ın kendi sınıfında en başarılı haberleşme ürünlerinden biridir. Telsizlerimiz dünyadaki birçok zorlu ortamda gösterdiği başarısına bir yenisini katarak kutupların zorlu ortamında da ekiplerimizin can yoldaşı olacak. Sistemlerin kesintisiz çalışabilmesi için yüksek verimli güneş panelleriyle enerji üreten, kurulumu iki kişi tarafından yapılabilen Taşınabilir Hibrit Güç Destek Birimi bilim insanlarına elektrik altyapısının olmadığı Antarktika'da enerji desteği verecek."



EGE BÖLGESİNDEKİ TEDARİKÇİLER İLE BULUŞULDU

İzmir ve çevre illerde faaliyet gösteren firmalara ASELSAN tarafından saha ziyaretleri gerçekleştirildi. İş birliklerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan ziyaretlerde; millileştirme, mevcut ve potansiyel çalışma alanları değerlendirildi.

Düzenlenen ziyaret kapsamında Ege Bölgesi Sanayi Odası ve Havacılık ve Uzay Kümelenmesi Derneği ziyaret edilerek Ege Bölgesinde faaliyet gösteren firmalar ile ASELSAN tedarikçi havuzunun genişletilmesi, mevcut iş hacimlerinin artırılması, millileştirme çalışmalarına destek verilmesi üzerine görüşmeler gerçekleştirildi.

Ziyaretlerde toplam dokuz firma ile görüşme gerçekleştirildi. Görüşmelerde firmaların üretim kabiliyetleri incelenerek ASELSAN'ın millileştirme hedefleri doğrultusunda yapabilecekleri, daha da geliştirebilecekleri iş birlikleri ele alındı.



ILGAR'IN YENİ TESLİMATLARI GERÇEKLEŞTİ

Savunma Sanayii Başkanlığı, ASELSAN'ın geliştirdiği elektronik taarruz sistemi ILGAR'ın yeni teslimatlarının Türk Silahlı Kuvvetlerine [TSK] yapıldığını duyurdu.

Savunma Sanayii Başkanı Prof. Dr. İsmail Demir sosyal medya hesabından yaptığı paylaşımda, "Yenilenen ILGAR'ın yeni teslimatlarını TSK'ya gerçekleştirdik. Elektronik Taarruz amacıyla geliştirdiğimiz, milli yazılım ve donanım altyapısına sahip ILGAR Muhabere Elektronik Harp Sistemleri, taktik sahada güvenlik güçlerimize büyük avantaj sağlıyor" dedi.

Teslimatı değerlendiren ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün, "ASELSAN Mühendisliğinin ürünü, üstün özelliklere sahip ILGAR Elektronik Harp Sisteminin yeni teslimatlarını da gerçekleştirdik. Sahada askerimiz için kuvvet çarpanı olan milli elektronik harp sistemlerimizi geliştirerek ülkemize kazandırmaktan gurur duyuyoruz" diye konuştu. ILGAR Muhabere Elektronik Harp Sistemi, farklı frekans bandında haberleşme yapan hedef muhabere sistemlerine elektronik taarruz amacıyla geliştirildi. ILGAR, hedef bantların haberleşmesinin engellenmesi, geciktirilmesi veya yanlış bilgi iletimine sebep olunarak dost birliklere taktik sahada avantaj sağlanması amacıyla kullanılıyor.

SSB ile ASELSAN arasında imzalanan sözleşme kapsamında geliştirilen milli yazılım ve donanım altyapısına sahip ILGAR, taktik araç platformu üzerine ergonomik bir şekilde yerleştirildi.

Karıştırma etkinliğini artırmaya yönelik yüksek çıkış gücü, gelişmiş görev planlama yazılımı, mobil kullanım konsepti, reaktif karıştırma yeteneği gibi özelliklere sahip ILGAR, sahada elektronik harbin önemli bir kuvvet çarpanı olarak faaliyet gösteriyor. Geçmiş yıllarda teslimatları yapılan sistemlere ilave olarak yeni ILGAR sistemlerinin kabul test faaliyetleri tamamlandı ve bu sistemler TSK envanterine kazandırıldı.



HİSAR O+ 2022'YE HIZLI BAŞLADI

Türkiye'nin milli hava savunma füze sistemi HİSAR O+, bünyesine eklenen yeni yetenekleri ile hedefi yine 12'den vurdu.

Savunma Sanayii Başkanlığı öncülüğünde geliştirilen Türkiye'nin katmanlı hava savunmasında önemli görevler üstlenen HİSAR O+ Hava Savunma Füze Sistemine Radyo Frekansı (RF) Arayıcı Başlıklı Füze kullanımı yeteneği kazandırıldı. RF Arayıcı Başlıklı Gündümlü Test Füzesi ilk atışlı testleri Aksaray'da hedefin doğrudan imhası ile başarılı bir şekilde tamamlandı. Savunma Sanayii Başkanlığı ve Türk Silahlı Kuvvetleri temsilcilerinin katılımı ile gerçekleştirilen testlerde, HİSAR O+ istikrarlı performansı ile yine göz doldurdu.

2021 yılında ilk teslimatları yapılarak Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine alınan, 2021 yılında imzalanan sözleşme ile seri üretim faaliyetleri devam eden HİSAR O+ sistemine yeni yetenekler eklenmesine yönelik çalışmalar hız kesmeden devam ediyor. ASELSAN ürünü RF Arayıcı Başlığın ROKETSAN sorumluluğunda geliştirilen füzeye entegrasyonu ile yeni tipte bir füze daha HİSAR O+ sistemi tarafından atılabilecek. Böylece IIR ve RF arayıcı başlıklı füzelerin sistem üzerinde gereksinime göre kullanımı mümkün olacak. ATMACA ve GÖKTUĞ füzelerinin RF Arayıcı Başlığını da geliştiren ASELSAN, bu teknolojiyi HİSAR O+'ya da taşıdı. Milli uzun menzilli hava savunma füze sistemimiz SİPER RF Arayıcı Başlık geliştirme görevi de yine ASELSAN tarafından yürütülüyor.

Hava savunmada farklı tipte füzelerin birbirine göre farklı taktik avantajları bulunuyor. IIR arayıcı başlığa sahip füzeler hedef konumunu daha hassas belirleyip, elektronik harbe karşı dayanıklılığı ile ön plana çıkarken; RF arayıcı başlıklı füzeler kötü hava koşullarındaki performansı ve hızlı reaksiyon süresi ile öne çıkıyor. Hava savunma sistemlerinin kullanabildikleri füze çeşitliliğinin artması, sistemin taktik kullanım esnekliğini artırırken sistem performansını üst seviyeye taşıyor.

ASELSAN hava savunma füze sistemi çözümlerinden Kaideye Monteli Stinger (KMS) Projesinin ardından Ateş İdare Cihazı (AIC) ve Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi (KORKUT), Alçak İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi (HİSAR A+) ve Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi (HİSAR O+) çözümlerinin milli olarak geliştirilmesiyle önemli bir teknolojik aşama kat edildi. Türk Silahlı Kuvvetleri için ciddi bir kuvvet çarpanı olan bu sistemler, Türkiye'yi kendi katmanlı hava savunma sistemlerini öz kaynaklarıyla geliştirip üretebilen sayılı ülkeler arasına taşıdı.





KRİTİK TESİSLER ASELSAN'A EMANET



ASELSAN, Türkiye'nin teknolojik bağımsızlık vizyonu ışığında sivil sahalardaki atılımlarını devam ettiriyor. ASELSAN Güvenlik Sistemleri ürün ailesine ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazları eklendi.

ASELSAN X-Ray Cihazları, Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan'ın Gaziantep'te gerçekleştirdiği toplu açılış töreni ile kullanıma alındı. Yerli ve milli X-Ray cihazını yerinde inceleyen Cumhurbaşkanı Erdoğan, özellikleri hakkında bilgi aldı.

Güvenlik Amaçlı kullanılan X-Ray Bagaj Kontrol Cihazları; havaalanları, limanlar, sınır kapıları, gümrükler, devlet binaları gibi birçok tesisin güvenliğinin sağlanmasında kritik öneme sahip bulunuyor. Yeni geliştirilmiş cihazlar, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğüne Gaziantep Havalimanında kullanılmak üzere teslim edildi.

"Bir milli başarı öyküsü daha"

ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün, geliştirilen sistem için, "Bir milli başarı öyküsü daha" değerlendirmesinde bulundu. Prof. Dr. Haluk Görgün, "ASELSAN mühendislerinin milli imkânlarla kısa sürede geliştirdiği ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazlarımız Gaziantep'e ve ülkemize hayırlı olsun. Nerede yüksek teknoloji varsa ASELSAN'ın milli imzası orada olmaya devam edecek" dedi.

ASELSAN ve HTR'nin yerli olarak milli imkânlar ile on bir ay gibi kısa bir sürede geliştirdiği ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazlarının ilk teslimatı Gaziantep Havalimanı yeni terminal binasına yapıldı.

ASELSAN ile DHMİ arasında 14 Aralık 2020 tarihinde DHMİ 30 Adet Çift Açılı X-Ray Bagaj Kontrol Cihazı Temini ve Tesisi İş Sözleşmesi imzalanmıştı. Açılışı 25 Aralık 2021 tarihinde Cumhurbaşkanı Erdoğan tarafından gerçekleştirilen Gaziantep Havalimanı yeni terminal binasına ASELSAN ve HTR tarafından birlikte geliştirilen ASELSAN ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazlarından 18 adet teslim edildi.

ASELSAN ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazları Ürün Ailesi havaalanları, limanlar, sınır kapıları, gümrükler, devlet binaları, vb birçok kritik tesisin güvenliğinin sağlanmasında büyük öneme sahiptir. Tamamen yerli olarak milli imkanlar ile geliştirilen ARIN Ürün Ailesi etkin atom numarasına göre organik, inorganik, metal madde ayrımı ve 6 renkli gösterim yapabilmektedir. Cihazlarda otomatik patlayıcı tespiti, yüksek yoğunluklu bölgeyi görüntüleme, yüksek yoğunluk alarmı, organik/inorganik sıyırma, otomatik geometrik ve radyometrik düzeltme fonksiyonu, tünel giriş çıkışlarının kameralarla izlenmesi ile genişletilebilir kurgusal tehdit kütüphanesi kabiliyetleri bulunmaktadır.

Proje kapsamında Tokat Havalimanı yeni terminal binasında kullanılmak üzere on iki adet ASELSAN ARIN X-Ray Bagaj Kontrol Cihazı da ayrıca teslim edildi.

ASELSAN 1975 Sizlerle!

Bir mağaza

Macunköy Yerleşkesi



Farklı
Koleksiyonlar



Farklı
Renk Seçenekleri



7/24
Hizmetinizde



www.aselsan1975.com

Sizden Aldığımız
İlhamla Sizlerle



aselsan



asildernegi.org.tr



Yapacağınız bağışlar ile
geleceğe umut, hayata değer katıyoruz.

Bağış Hesap Numaralarımız
YAPI VE KREDİ BANKASI ÖSTİM ŞUBESİ

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59468139
Para Cinsi: TL
Iban No: TR13 0006 7010 0000 0059 4681 39

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59430336
Para Cinsi: USD
Iban No: TR60 0006 7010 0000 0059 4303 36

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59451723
Para Cinsi: EUR
Iban No: TR52 0006 7010 0000 0059 4517 23



ASELSAN
SOSYAL
İNNOVASYON
LİDERLERİ
YARDIMLAŞMA
DERNEĞİ