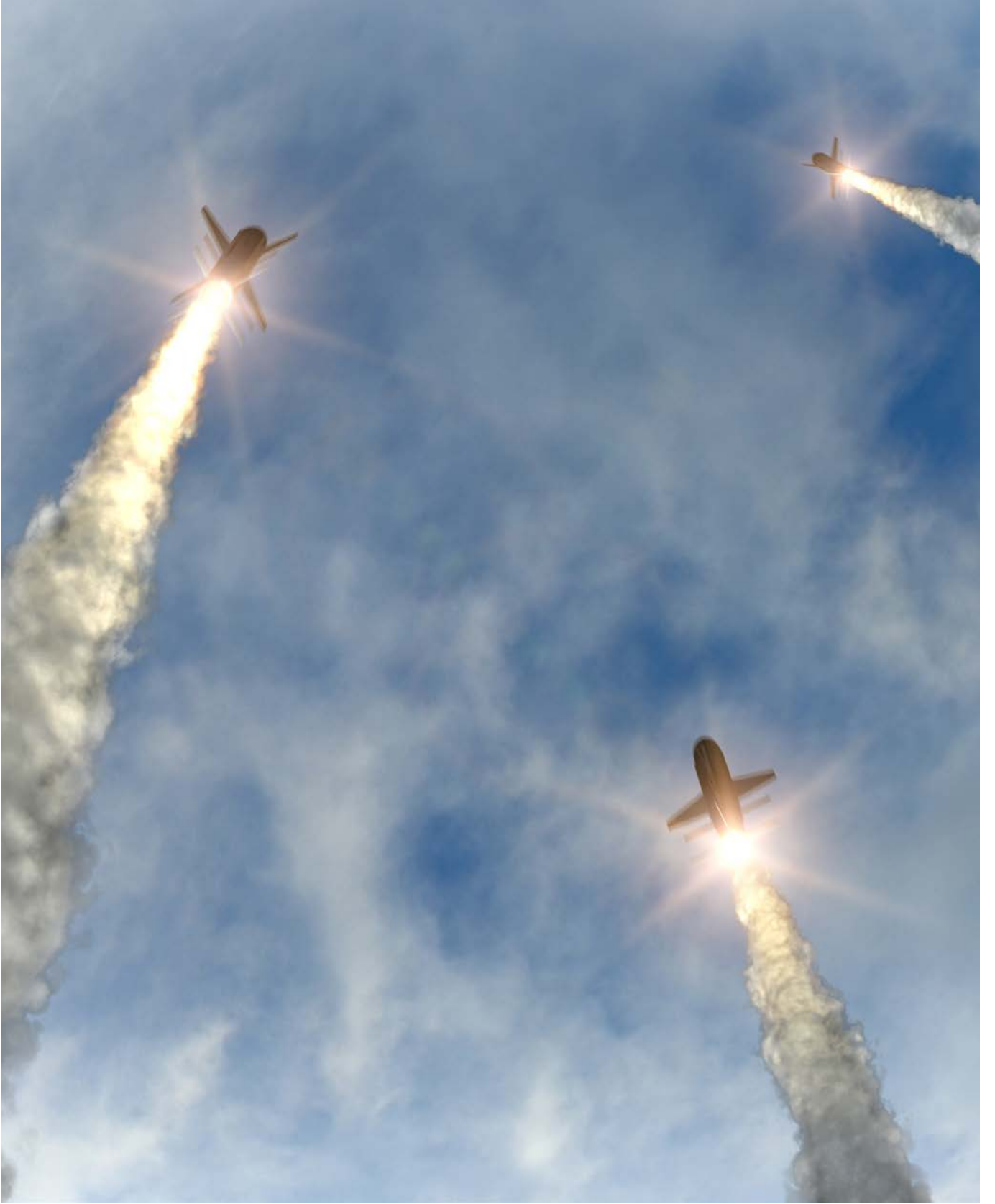





HAVA VE FÜZE SAVUNMA SİSTEMLERİ



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

 STM ThinkTech

1. GİRİŞ

Bir ülkenin hava sahasını hür bir biçimde koruyabilmesi, tam bağımsızlık ve tam koruma açısından oldukça önemlidir. Sonu olmayan gökyüzü, her türlü tehdide açık olduğu sürece ülke toprakları güvende sayılmaz. Bu nedenle hava harp platformları kadar gelişmiş hava ve füze savunma sistemlerine sahip olmak günümüzde daha fazla önem kazanmaktadır.

Hava savunma* sistemlerine olan ihtiyaç, avcı ve bombardıman uçaklarıyla paralel olarak ortaya çıkmıştır. Geçen zaman içinde hava tehditlerine yenileri eklenmiş, saldırı helikopterleri, insansız hava araçları (İHA), seyir füzeleri ve balistik füzeler, daha etkin ve çok çeşitli hava savunma sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur.

Hava tehditleri ile, hava tehditleriyle mücadele arasındaki yarış belirleyen ise teknolojidir. Her yeni teknoloji hava tehditlerini de hava savunma sistemlerini de geliştirmektedir. Gayrinizami harp unsurlarının ortaya çıkışı geliştirilen çözümleri daha karmaşık hale getirmektedir. Teknolojideki ilerlemeler hava platformlarının kabiliyetlerini artırırken, yeni tehditleri de beraberinde getirmektedir. Düşük görünürlük teknolojisi, bu platformlarda kullanılabilen uzun menzilli havadan havaya ve karadan havaya füzeler, seyir füzeleri ve balistik füzeler, akıllı mühimmatlar, silahlı insansız hava araçları (SİHA) ve İHA sürüleri hava savunma sistemleri için büyük tehlike oluşturmaktadır. Bu nedenle yeni nesil hava savunma sistemleri orduların programlarına girmiştir. Bu analizde hava ve füze savunmasında değişen koşullar ve bu koşullara cevap vermek için değişen yaklaşımlara göz atılacak, geliştirilen konseptler sıralanacak ve seçilmiş ülkelerde yeni nesil hava savunma sistemi oluşturma çalışmalarına değinilecektir.

* Analiz boyunca kullanılan “hava savunması” tabiriyle hava ve füze savunması kastedilmektedir.

2. HAVA SAVUNMA TANIMI VE TEMEL BİLEŞENLERİ

NATO, hava savunmayı, “Düşmanın hava faaliyetlerini etkisiz kılmak veya azaltmak amacıyla alınan her türlü önlem” olarak tanımlamaktadır^[1]. Hava savunma sistemlerinin temel amacı düşmanın hava araçlarını tespit ve yok etmektir. Radarlar ve algılayıcılar, hava araçlarını, füze ve roketleri tespit etmektedir. Atış kontrol sistemleri ve silah sistemleri; hedef yönlendirmekte, zaman kayıplarının en aza indirilmesini sağlamaktadır. Nihayet silah ve mühimmatlar hedefin yok edilmesini, etkisiz kılınmasını veya etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır.

Hava savunma sistemlerinin temel sorunu hedeflerin üç boyutlu alanda harekette olmasıdır. Hava savunma sistemleri, “kurşunu kurşunla vurmak” zorunda kalmaktadır^[2]. Bu sistemler doğru zamanda doğru yerde olmalı, hızlı hareket edebilmeli ve hareketli hedefin yönünü tayin ederek isabetli atış yapabilmelidir.

Bu nedenle hava savunma sistemlerinin kurulumu, tehditlerin nitelikleriyle sıkı sıkıya bağlıdır. Hava savunma sistemlerinin kurulmasında, tehdidin irtifası ve hava savunma sisteminin silah menziline göre hava sahasının katmanlara ayrılması yaklaşımı giderek yaygınlık kazanmaktadır^[3].

2.1 Alçak İrtifa Katmanı

Alçak irtifa katmanı için geliştirilen hava savunma sistemlerinin hedefinde güdümlü füzeler; roketler, top mermileri ve ağır mühimmatlar; küçük insansız hava araçları ve İHA sürüleri, pervaneli uçaklar ve helikopterler vardır.

En alt katman sıklıkla çok kısa menzilli hava savunma (VSHORAD) ve kısa menzilli hava savunma (SHORAD) olarak ikiye ayrılmakta ve sistemler bu ayrıma göre geliştirilmektedir. Elle taşınabilir, seyyar hava savunma sistemleri (MANPADS) alçak irtifa hava savunma sistemleridir.

Alçak irtifada düşman unsurların müttefik unsurlara zarar vermesi an meselesidir. Bu nedenle VSHORAD ve SHORAD sistemlerinin, düşman hedeflerinin üç boyutlu takibini sağlayan radar ve algılayıcı sistemlerine, yüksek atış hızına ve isabet oranına erişimi sağlayacak silah kontrol sistemleriyle silahlara sahip olması büyük önem taşımaktadır.

Dünyada terör örgütleri gibi gayrinizami harp unsurlarının roketler ve insansız hava araçlarına daha fazla eriştiği gözlemlenmektedir. Bu nedenle VSHORAD ve SHORAD sistemlerinin önemi bir kat daha artmıştır. Belli başlı bütün savunma şirketleri kısa menzilli hava sistemleri geliştirmektedir. Bu sistemlerin geliştirilmesi için yatırımlar artmaktadır. 2020'de VSHORAD ve SHORAD sistemleri pazarının yıllık ortalama yüzde 4 büyüme yakalayacağı tahmin edilmektedir. İsrail'in savunma sanayii şirketi Rafael tarafından geliştirilen Demir Kubbe, çok kısa menzilli alçak irtifa hava savunma sistemlerinin son yıllarda ön plana çıkan örneğidir. Sistem kısa menzilli roket ve top mermilerine karşı geliştirilmiştir^[4].

Thales'in Fransa ordusu için geliştirdiği RAPİDFire da bir VSHORAD sistemidir. 7 kilometre menzilde 3 Mach hıza kadar tüm hızlardaki hava harp platformları kadar küçük insansız hava araçları ve hatta İHA sürülerine karşı etkili olduğu ileri sürülmektedir. 40 mm silahlı bulunan sistem tam otonomdur^[5]. Kara araçlarına yüklenebilen sistemin donanma gemileri için RAPİDSea Guardian versiyonu da bulunmaktadır^[6]. Bu kapsamda ASELSAN tarafından geliştirilen ve Kara Kuvvetleri envanterine giren KORKUT sisteminin de gemilere entegre edilmesi çalışmaları devam etmektedir.

2.2 Orta İrtifa Katmanı

Düşük görünürlüklü (Stealth) uçaklar ve orta irtifa uzun menzilli sınıfı insansız hava araçları (MALE UAVs) bu katmanda tehdit oluşturmaktadır. Bu katman mevcut hava savunma sistemlerinin en çok geliştirilmeye ihtiyaç duyulan hava sahasıdır. Düşük görünürlük teknolojisine sahip hava araçlarına karşı yeni radar sistemleri geliştirilmesi veya mevcut olanların kabiliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Düşük görünürlük teknolojisine karşı günümüzde geliştirilen radar sistemlerinin hepsinin güçlü ve zayıf yanları bulunmaktadır^[7].

Orta katmandaki tehditlerin yüksek hız ve ileri manevra kabiliyeti de yeni hava savunma sistemlerinin geliştirilmesinde dikkate alınması gereken hususlardır. Yüksek kabiliyetli hava araçlarına karşı, lazer ve diğer yüksek enerji silahlarının hava savunma sistemlerine eklenmesi yönünde çalışmalar yürütülmektedir^[7]. EUROSAM tarafından geliştirilen SAMP/T, orta menzilli hava savunma sistemlerinden biridir. Sistem, büyük savaş uçaklarına karşı 120 kilometreye kadar etkili olabilmektedir^[8]. İsrail'in savunma şirketi Rafael'in ABD'nin Raytheon

şirketiyle birlikte geliştirdiği Davud'un Sapanı (David's Sling) hava savunma sistemi de 40-400 km menziliyle orta menzilli bir hava savunma sistemidir. Demir Kubbe ile aynı radar sistemine sahiptir. Ancak füzeleri, hedeflerin yanında patlayarak değil onlara çarparak yok etmektedir. Sistemin Nisan 2017'de tam operasyonel olduğu açıklanmıştır^[9].

2.3 Yüksek Katman

Balistik füzeler ile yüksek irtifada uzun menzile sahip insansız hava araçları (HALE UAVs) bu katmandaki tehditler olarak ele alınmaktadır. Balistik füzeyle sahip orduların sayısı hızla artmaktadır. 2017 verilerine göre Türkiye dahil 31 ülkenin envanterinde balistik füze bulunmaktadır. Bunların 10'unda 1000 kilometre ve daha üstü, beşinde ise 5.000 kilometre ve üzeri menzile sahip balistik füze bulunmaktadır^[10].

HALE tipi insansız hava araçlarına sahip ülke sayısı daha azdır. ABD ve İsrail bu alanda önde gelen ülkelerdir. Son dönemde, Çin, Rusya ve İngiltere'nin de yeni HALE projeleri ortaya koyduğu ve bunları belli bir olgunluğa getirdiği görülmektedir. Bu kapsamda BAYKAR tarafından geliştirme ve testleri devam eden AKINCI sistemi de ülkemizi bu sisteme sahip olan ülkeler arasına sokacaktır^[11].

Yüksek katmandaki tehditlere birkaç yıl içinde hipersonik füzeler de katılacaktır. İddialara göre, güdümlü füzelerin manevra kabiliyetine ve en az 5-13 Mah hıza ulaşacağı öngörülen bu füzeler, isabet hassasiyetine de sahip olacaktır^[13]. Rusya, ABD ve Çin hipersonik füze prototipleri üzerinde yıllardır çalışmalar yürütmektedir. Fransa, Hindistan, Avustralya ve Japonya'nın da hipersonik füze projeleri başlattığı belirtilmektedir^[12].

Belirtilen özellikte füzelerin ordu envanterlerine katılması, hava ve füze savunma sistemleri için büyük bir tehlike oluşturacaktır. Zira halen hiçbir sistem, sesin katbekat üzerinde hıza sahip füzelere yanıt verecek nitelikte değildir. Halihazırda uzun menzille balistik füzelere karşı etkin olabilen sistemlerin sayısı da hayli azdır. *New York Times*'a göre ABD'nin ana karasını balistik füze saldırılarına karşı koruması için geliştirilen BMD sistemi, 2017'ye kadar yapılan 18 testten sadece 10'unda hedefini bulabilmiştir^[13]. Üstelik bu hedefler kıtalararası balistik füze (ICMB) değildir. Sistemin ilk başarılı ICMB testi Mart 2019'da yapılmıştır^[14]. ABD'nin karaya konuşlu mobil THAAD ve deniz platformlarıyla uzun menzilli gelişmiş X-bant radarları, tam otomatik kontrol sistemleri ve 200 kilometrede 360 derece önleyici füzeleri dünyanın en gelişmiş füze savunma sistemlerindedir. Ancak bu sistemlerin orta ve uzun menzilli balistik füzelere karşı etkinliğinin sınırlı olduğu belirtilmektedir. ABD'li savunma çevreleri, sistemin örneğin Kuzey Kore'nin son dönemde geliştirdiği füzelere karşı yüzde 100 güvence veremeyeceğini belirtmektedir^[15].

Benzeri sorunlar Rusya'nın, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu bir dizi ülkede ilgi gören hava savunma sistemlerinde de vardır. Rusya, S-300 ve S-400 hava savunma sistemlerinden sonra S-500 sistemini de geliştirilmektedir. S-400 sisteminin bugüne kadar geliştirilen en verimli hava savunma sistemi olduğu ABD'li



uzmanlar tarafından da kabul edilmektedir^[16]. S-400 sistemi uzun menzili, modüler yapısı, aynı anda çok sayıda hedefe yönlendirilebilir olmasıyla ön plana çıkmaktadır. Ancak S-400'ün radar menzilinın coğrafi şartlara bağlı olduğu, dağlık arazide menzilinın kısalacağı; alçaktan uçan seyir füzelerine ise ancak yüzlerce kilometre ötede değil 10 kilometre gibi yakın bir mesafede müdahale edebildiği ileri sürülmektedir^[16]. Ayrıca S-400 sistemi henüz harp sahasında kullanılmadığı için güvenilirliği konusunda soru işaretleri vardır. Buna karşılık yaygın kullanımı ve harp sahasındaki deneyimiyle ön plana çıkan Raytheon'ın Patriot sistemleri, isabet düşüklüğü, düşük menzili (azami 70) ve verimliliği açısından son dönemde yoğun eleştirilerin hedefi olmaktadır^[17].

3. 21'İNCİ YÜZYILDA HAVA SAVUNMA TEHDİTLERİ VE YENİ KONSEPTLER

Günümüzde hava savunma sistemleri kabuk değiştirme ihtiyacındadır. Yukarıda kısmen değinildiği gibi, 21'inci yüzyıl teknolojileri hava platformlarının kabiliyetlerini artırmakta ve günümüzde daha fazla aktör bu teknolojik kabiliyetlere erişebilmektedir. Bu gelişmeler hava savunma sistemlerine de yeni tehditler oluşturmaktadır.

Özetlemek gerekirse, 21'inci yüzyılda hava savunma sistemlerinin karşı karşıya olduğu tehditler şunlardır^{[18], [19]}:

- Görüş mesafesi ötesinde kabiliyetlerini artıran iyileştirilmiş uçuş elektroniği pek çok hava platformuna yerleştirilmeye başlanmıştır.
- İHA, SİHA ve mikro/mini İHA'lar ve İHA sürülerinin kullanımı artmaktadır.
- Balistik füzeler çeşitlenmekte, çok sayıda ülkenin envanterine girmekte, hız ve kabiliyet açısından klasik hava savunma sistemlerince önlenmesi imkânsız hale gelmektedir.
- Alçak irtifada da radarlara yakalanmayan seyir füzeleri ve diğer hassas güdümlü mühimmatın kullanımı yaygınlaşmaktadır.
- Hassas güdümlü roketler, top mermileri ve havanlar alçak irtifa hava savunma sisteminin önemini bir kat artırmaktadır.
- Yeni nesil hava harp platformları elektronik harp sistemlerine de sahiptir. Sinyal karıştırma (jamming) gibi kabiliyetlere sahip bu platformlar hava savunma sistemlerini etkisiz kılabilir.
- Tehditler çok fazla platformdan, sessizce ve uzaktan gelmeye başlamıştır.
- Tehditlerin çoğaldığı ve karmaşıklaştığı bir dönemde hava savunma sistemlerinin de değişmesi kaçınılmazdır. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu çok sayıda ülke yeni hava savunma sistemleri geliştirmek veya mevcutları modernize etmek için çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar, geleceğin hava savunma sistemlerinin temel özellikleri hakkında fikir vermektedir. Sözkonusu genel eğilimler aşağıda özetlenmiştir.
- Avcı ve bombardıman uçaklarının yanı sıra MALE ve HALE tipi SİHA'lar düşük görünürlük teknolojisiyle donatılmakta, bu teknoloji gittikçe olgunlaşmaktadır.

3.1 Yeni Hava ve Füze Savunmasında Genel Eğilimler

Hava savunma sistemleri yeni bir sıçramaya hazırlanmaktadır. Bu sıçrama hava savunma sistemlerinin her katmanında yaşanmaktadır. Yeni sistemler farklılıklar göstermekle birlikte bir dizi ortak özelliğe de sahiptirler.

3.1.1 Tekil Uygulamalardan Ağlara

Tarihsel olarak farklı teknolojik gelişmeler farklı algılayıcı-önleyici (interceptor) kombinasyonları ortaya çıkarmıştır. Bazı sistemler farklı görevler için çok sayıda radarla sahiptir. Bu tür sistemlerin başlıca dezavantajı geniş bir alan kaplamalarıdır.

Son dönemde birden fazla görevi yerine getirebilen radarlara sahip sistemler geliştirilmiştir. ABD'nin Patriot sistemi bunlardan biridir. Ancak bu sistemler de özde sabit algılayıcı-efektör ilişkisine sahiptir. Yine de yeni sistemler daha küçüktür ve daha az yer kaplamaktadır. Bu sayede hedef alınması daha zordur. Buna karşılık bu tür sistemler daha etkili ve verimli çalışmaktadır.

Geleceğin hava savunma sistemleri ise kapsama alanı açısından iki boyutlu olmaktan çıkmak üzere tasarlanmaktadır. Modern hava savunma sistemleri birbirine entegre sistemlerden oluşmaya başlamıştır. Örneğin Rusya, S-400 sistemini bir "muharebe yönetim sistemi" etrafında oluşan alt sistemler olarak nitelemektedir. S-400 entegre bir hava savunma sisteminin sadece bir parçasıdır. Bir S-400 hava savunma sisteminde çok sayıda S-400 birimi olabilir. Sistemin alt birim sayısı, tanımlanan göreve ve savunulacak sahanın büyüklüğüne göre değişecektir^[20].

Entegre hava savunma sistemleri için, "Düşmanın havadan sızma girişimlerine karşı kullanılan yapı, ekipman, personel, prosedürler ve silahların bütünüdür" tanımı önerilmiştir^[21]. Entegre hava savunma sistemleri, hava izleme, muharebe ve silah kontrol işlevlerinin hepsini birden yerine getirebilmelidir.

Bu üç fonksiyonun yerine getirilmesi için ise alt sistemlere ihtiyaç vardır. Örneğin muharebe yönetim sistemlerinin; tehdidin değerlendirilmesi, angajman kararının alınması ve silah seçimi fonksiyonlarını yerine getirecek sistemlere ihtiyacı olacaktır^[21].

Entegre hava savunma sistemlerinin gelişmiş algılama tespit ve izleme teknolojilerine sahip olması ve veri ağlarına erişiminin kesintisiz kılınması büyük önem taşıyacaktır. Sistemin uydularla iletişim içinde olması ve ağ iletişimine sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu teknolojiler, hava savunma sistemlerinin hedefleri, hedef görünür olmadan çok önce bulmasını sağlayabilecek ve hedefe kısa sürede angaje olunmasını beraberinde getirebilecektir. Bu çok katmanlı savunma anlayışı, hedefe ikinci bir atış imkânı tanımaktadır. Ayrıca böylesi bir veri ağı savunma sistemini, radar ve algılayıcıların kabiliyetlerinin ötesine taşıyacaktır^[22].

Mevcut hava savunma sistemlerinin entegrasyonu için de girişimler sürmektedir. Örneğin ABD, Kuzey Kore'nin balistik füzelerinin tehdidi altındaki Güney Kore'de uzun menzilli balistik füze savunma sistemi

THAAD ile orta menzilli Patriot bataryalarını entegre etmeye çalışmaktadır. İki sistemin radar ve atış sistemleri arasındaki otomatik bağlantılar ayrılmakta, böylece operatör, örneğin THAAD'ın uzun menzilli radarını kullanıp Patriot bataryalarını ateşleyebilecektir^[23].

3.1.2 Akıllı Ağlarla Esnek ve Çevik Sistemler

ABD ordusunun hava ve füze savunma sistemlerinin (Air and Missile Defence -AMD) 2028 vizyonunun ortaya konduğu belgede, "AMD güçleri çevik, hızla uyarlanabilir, ölçeklenebilir ve çok sayıda karmaşık, birbirine eklenmiş saldırıya yanıt verebilir olmalıdır" denmektedir. Bu amaca ulaşmak için uluslararası işbirliğinin önemine vurgu yapılan belgede, "En iyi nişancıyı en iyi algılayıcılarla bir araya getirmeliyiz" ifadeleri kullanılmaktadır^[24].

Bu karmaşık kabiliyetlere sahip hava savunma sistemi geliştirmek görüldüğü kadar zor olmayabilir. 5G mobil teknolojisi, nesnelerin interneti uygulamaları ve uydu interneti olanaklarıyla güvenli ve düşük gecikme hızlı taktik ağlar geliştirmek mümkündür. Bu ağlar sayesinde tehdit hızla tespit edilebilir, tehdide nasıl yanıt verileceği süratli biçimde kararlaştırılabilir, çok sayıda fırlatıcıdan önleyici silah ateşlenebilir^[25].

Geleceğin karadan havaya savunma sistemlerinin, standart hale getirilmiş algılayıcılar ve önleyici arayüzleri ile çok katmalı güvenli ve düşük gecikmeli taktik ağ bağlantılarına sahip olacağı öngörülmektedir. Bu arayüzleri sayesinde dinamik sistemler ağı kurulabilir.

Yeni nesil karadan havaya hava savunma sistemlerinin en önemli farklarından biri hava savunma bataryalarının ihtiyaca ve misyonun niteliğine göre şekillendirilebilmesidir. Sistemler batarya merkezli yaklaşımdan kabiliyet merkezli yaklaşıma doğru evrilmektedir.

ABD, İtalya ve Almanya öncülüğünde yürütülen MEADS (Medium Extended Air Defense System -Orta Menzilli Hava Savunma Sistemi) sözkonusu akıllı, esnek ve dinamik sistemlerin ilk örneklerinden biri olarak kabul edilebilir. Patriot ve Nike Hercules sistemlerinin yerini alması için geliştirilen MEADS, NATO müttefik kuvvetlerinin birlikte kullanabileceği bir sistem olarak tasarlanmıştır^[26]. Sistemin algılayıcıları 360 derece kapsama alanı sağlamaktadır. Menzili ve koruma alanı Patriot'ların sekiz katı daha fazladır. Sistemin unsurlarının sayısı da Patriot'lardan daha azdır. Bu da sisteme hareketlilik kazandırmaktadır. Bir MEADS bataryası bir araca eklenilebilir ve askeri kargo uçaklarıyla istenilen noktaya taşınabilir^[27].

MEADS'in bileşenleri iletişim ağlarıyla birbirine bağlıdır ve dağıtık mimariye sahiptir. Bu da sistemin, görevlerin gerektirdiği şekilde yapılandırılmasını mümkün kılmaktadır. Nitekim NATO, sistemi Avrupa'nın geniş bir coğrafyasına dağıtmayı planlamaktadır. MEADS konuşlanması teklif edilen ülkeler arasında Türkiye de bulunmaktadır^[28].

MEADS'in birimleri birbirlerine ve diğer sistemlere algılayıcılarla bağlanabilmektedir. Böylece her bir birim "Tak çalıştır" mantığı ile derhal işler hale getirilebilecek ve geniş bir coğrafyadaki diğer MEADS sistemleriyle iletişime geçebilecektir.

Sistem böylece düşman güçleri ve hedefleri aynı anda fark edebilecek ve takibe alabilecektir. Füze bataryaları yer radarlarından çok daha uzakta konuşlanabilecektir. Sistem başka bir noktaya kaydırılırken, fırlatma bataryalarının komuta ve kontrolü yakınlardaki başka bir muharebe yönetim sistemine devredilebilir.

MEADS bu modüler yapısıyla maliyet avantajı da yaratmaktadır. Çok sayıda bileşenin olması ve teknik olarak çok karmaşık olmasından ötürü çoğu karaya konuşlu hava savunma sistemi çok pahalı ürünlerdir ve bakım masrafları da bütçeye yük olabilmektedir. Modüler, kabiliyet esasına dayanan yaklaşımlar, küçük ülkelerin bütün bir sistem yerine, sadece ihtiyaç duydukları kabiliyetleri karşılayan belli elementlerini satın almasına imkân tanıyabilmektedir^[29].

Bağımsız bir batarya yapısı gerekiyorsa, batarya piyasada bulunabilecek uygun bileşenlerden oluşabilir. Bu durumda müşteriler geniş bir ürün yelpazesinden istedikleri kabiliyetleri tercih edebilir. Hatta aranan algılayıcılar, önleyici silahlar veya iletişim arayüzleri karadan havaya birimlerine bağlı kalmayabilir, deniz ve hava kuvvetleri için geliştirilmiş sistemlerden de yararlanabilir. Savunma tasarımındaki elastikiyet, tasarımın görev boyunca değişimlere uygun olması, örneğin birimlerin birinin veya birkaçının zarar görmesi halinde büyük fayda getirecektir.

3.2.3 Dikey ve Yatay Olarak Bütünleşik Hava ve Füze Savunma Sistemleri

Günümüzün hava tehditlerinin karmaşıklaşması ve yıkıcı hale gelmesi, hava savunma sistemlerinin hem yatay hem de dikey olarak bütünleşik hale gelmesini zorunlu kılmaktadır. Hava savunma sistemlerinin stratejik, taktik ve operasyonel olarak dikey entegre edilirken; hava, kara, deniz, uzay ve siber platformlarla yatay olarak bütünleştirilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu sayede, sanal ve gerçek tehditler tüm istihbarat olanakları harekete geçirilerek 360 derece takip edilecek ve bunların yok edilmesi için sahip olunan bütün imkânlar kullanılacaktır. Ancak bu birbirinden farklı yapılar arasında eşgüdümü sağlamak oldukça zorlu bir girişim olacaktır. Zira bu girişim; yetişmiş insan kaynağı, büyük bütçe, ileri bilişim altyapısı ve son derece karmaşık algoritmalar gerektirmektedir. İlk yatırım maliyeti yüksek olmakla birlikte, sistemin geleceğin tehditlerine göre güncellemesi maliyetlerin düşük kalmasını sağlayacaktır.

Girişimin karmaşıklığı ülkeleri bütünleşik sistem arayışından caydırmamaktadır. Nitekim İsviçre'nin Air 2030 Hava Savunma Programı bütünleşik bir sistem öngörmektedir. İsviçre ordusu, ülkenin hava sahasının ticari uçaklarla yoğun olarak kullanıldığını da dikkate alarak, kazalara sebebiyet verilmemesi için savaş uçakları ve hava savunma bataryalarının eşgüdüm içinde olmasını istemektedir. Açılan ihalelerde savunma şirketlerinden entegre sistemler önermesi istenmiştir^[30].

Böylesi bir sistemin geliştirilmesi için Avustralya'da girişim başlatılmıştır. Lockheed Martin işbirliğinde tasarlanan AIR 6500 Ortak Muharebe Sistemi'nin (Joint Battle Management System -JBMS) ileride Yeni Zelanda'yı da

kapsaması hedeflenmektedir^[31]. AIR 6500'ün hava, kara, deniz, uzay, elektromanyetik ve siber alanlarındaki farklı platform, sistem ve algılayıcıları birbirine bağlantılı hale getireceği belirtilmektedir. Bu sayede, muharebe sahasına ilişkin ortak kurumsal farkındalık yaratılacak ve tehditlere verilecek yanıtlar hızla planlanabilecektir. Avustralya hükümetinin sistemin geliştirilmesi için 2,5 milyar dolar harcamaya hazırlandığı belirtilmektedir^[32]. Sistemin geliştirilmesine, Avustralya meclisinden onay alınmasının ardından başlanacaktır. Onayın görüşmeleri 2020 yılında yapılacaktır^[31].

3.2.4 Sorumluluğu Paylaştırılmış İmha Sistemleri

Yukarıda aktarıldığı üzere füze savunma sistemleri, özellikle uzun menzilli balistik füzelere karşı mükemmel olmaktan hayli uzaktır. Geleceğin füze savunma sistemleri için farklı sistem arayışı sürmektedir.

Ön plana çıkan konsept, balistik füze savunma sistemlerinin geniş bir coğrafyaya yayılması ve sistem birimleri arasında sorumluluğun paylaştırılmasıdır. Uzaktan fırlatma (Launch on Remote -LOR) bu konseptin öne çıkan sistem konfigürasyonu önerilerinden biridir^[33]. Anlık ağ iletişimi, hava savunma sistemlerinin süreçlerinde değişiklikler yapmaktadır. Yeni sistemler sayesinde hava savunma sistemleri farklı seçeneklere sahiptir. Hedef henüz çıplak gözle görünür mesafeye ulaşmadan önleyici füzelerin ateşlenmesi bunlardan biridir. Tek gerekli unsur, angajmanın son safhasında sahada bir izleme aracının bulunmasıdır. Fırlatma için hedefin organik algılayıcıların menziline girmesi beklenmelidir. Bu konsept, harp sahasının sınırlarını zorlamaktadır ancak yine de organik algılayıcıların menziline bağlıdır^[22]. ABD'nin, THAAD sistemiyle Ağustos 2019'da uzaktan fırlatma denemesini başarıyla tamamladığı duyurulmuştur^[23].

Uzaktan angajman (Engage on Remote -EOR) bir diğer seçenektir. Bu seçenekte, bir hava savunma birimi organik algılayıcı izleme verisi olmadan füze ateşleyebilmektedir. Çünkü önleyici füze, aktif algılayıcıları ve yüksek hassasiyetteki düşük gecikmeli uzak hedef verisi sayesinde angajmanın son safhasını yürütebilmektedir^[34]. EOR kapasitesine sahip füzeler sayesinde organik algılayıcı menziline bağlılık sona ermektedir. Görüş mesafesinin dışındaki, mesela bir dağın ardındaki hedefler, yerel bir radarın kapsama alanında olmasa bile önleyici füzenin menzili içinde kaldığı sürece vurulabilmektedir^[22].

Uzaktan angajman, AEGIS hava savunma sistemi tarafından tercih edilen bir sistemdir. Raytheon, Aralık 2018'de Hawaii'de uzaktan angajman sistemini başarıyla denediğini duyurmuştur^[35]. Benzeri bir sistemin mevcut NATO Füze Savunma Sistemine ilave olarak NATO için de kurulması önerilmektedir^[34]. Japonya'nın da uzaktan angajmanlı bir AEGIS füze savunma sistemi kurma planları yaptığı belirtilmektedir^[36].

Üçüncü bir seçenek ise önleyicinin el değiştirmesidir (Interceptor Handover). Bu konseptte, fırlatıcı ünitenin önleyici füzeyle uzayın bir noktasına kadar kılavuzluk etmesi, bundan sonra uzaktaki bir ünitenin önleyici füzenin kontrolünü alarak angajmanın son bölümüne kadar



yönlendirmesi öngörülmektedir. Bu seçenekte önleyici füzelerin aktif algılayıcılarının olmasına gerek yoktur. Sensörlerin olmamasına rağmen füzenin kendi azami menziline ulaşması sağlanabilir^[22].

Önleyicinin el değiştirmesi sistemiyle hipersonik füzelere karşı hava savunması sağlanabileceği belirtilmektedir^[37]. Ancak bu konuda henüz bir proje geliştirilmemiştir.

3.2.5 Yönlendirilmiş Enerji Silahlı Sistemler

Hava savunma sistemlerinin genel mimarisinin yanı sıra bileşenleri de değişime uğramaktadır. Günümüzde hava savunma silahlarında gelişme alanı olarak, atış kontrol sistemleri ve mühimmatlar üzerinde odaklanılmaktadır. Hava savunma sistemlerinde temel eğilimler şöyledir^[18]:

- İnsansız ve uzaktan kontrol edilen entegre mühimmat besleme yuvalı döner taretlerle daha az personele daha kısa reaksiyon zamanının sağlanmasına çalışılmaktadır.
- Çok katmanlı savunma ve iyileştirilmiş vurma kabiliyeti için silahlar ve füzelere sahip; atış kontrol sistemlerini tek bir platformda toplayan muharebe yönetim sistemlerinin geliştirilmesine çalışılmaktadır.
- İleri hareket kabiliyetli nakil araçlarıyla mobilitenin artırılmasına çalışılmaktadır.
- Bağımsız kama gövdesiyle çok namlulu silahlarla yüksek atış hızına ulaşılmaktadır.

Bir diğer eğilim ise, hava savunma sistemlerinde yönlendirilmiş enerji silahlarının (YES) önleyici olarak kullanılmasıdır. Yönlendirilmiş enerji silahları, çok yüksek

seviyede enerji üretebilen ve bu enerjiyi bir yönlendiriciyle hedefe göndererek, düşmanın personel ve teçhizatına zarar vermek suretiyle performansını düşüren veya imha/tahrip eden silahlardır. Lazerler, mikrodalga, parçacık ışını ve yüksek enerjili ses silahları bu kapsama girilmektedir. Işık hızında angajman imkânı vermesi, tekrarlı ve sınırsız atış kabiliyeti taşımasının yanı sıra düşük maliyeti de bu silahları cazip kılmaktadır. Ancak ülkemiz dahil çok sayıda ülkede projeler yürütülmesine rağmen henüz yeterli olgunlukta yüksek enerji silahları geliştirilmemiştir. Yürütülen programların takvimleri, gelişmiş ve etkili YES sistemlerinin 2020'lerin ilk yarısında prototip aşamasına gelebileceğini, 2030 ve sonrasında da tam operasyonel olabileceğini göstermektedir^[38].

Yine lazerler gibi yönlendirilmiş enerji silahlarında son dönemde sağlanan ilerleme, hava savunma sistemleri açısından gelecek için ümit vermektedir. ABD^[39], Türkiye ve Almanya'da^[40] YES silahları İHA'lar ve top mermileri^[41] gibi hedefleri önlemekte başarı göstermiştir.

Yönlendirilmiş enerji silahlarının tam olarak operasyonel hale gelmesi, hava savunma sistemlerine bir dizi avantaj getirecektir. YES angajman süreçlerini kısaltacak, çabaların hedef tespiti ve izlemeye odaklanmasına imkân tanıyacaktır. YES enerjiyi ışık hızında aktardığı için hedefin hızı ve manevra kabiliyeti önemsizleşeceğinden yeterli takip verisi ve uçuş rotası tahmini yetecektir.

Operasyonel hale geldikleri takdirde YES, maliyet avantajı da sağlayacaktır. Örneğin atış başı maliyet düşecek, önleyici atış miktarı da azalacaktır. Maliyet, mevcut hava savunma sistemlerinin önündeki en büyük sorunlardan biridir. Hedefler karmaşık hale geldikçe bunlara karşı alınan önlemler de daha pahalı olmaktadır. Bu

durum savunma bütçelerinin düşürüldüğü bir dönemde hava savunma sistemlerini yük haline getirmektedir. Bu nedenle düşman hava hedeflerine karşı yeni savunma yöntemlerini bulmak gerekmektedir.

Örneğin İsrail ordusunu Demir Kubbe Hava Savunma Sisteminin yerine Demir Işın (Iron Beam) sistemi geliştirmek üzere çalışmalara iten sebeplerden biri de maliyettir. Demir Kubbe, 2.000'den fazla roket saldırısını önlemekle birlikte, önlediği her roket için yaklaşık 80 bin dolar harcadığı için pahalı bulunmaktadır^[42]. İlk kez 2014'te tanıtılan Iron Beam, İsraili şirket Rafael tarafından geliştirilmektedir. İsrail topraklarını roket, top ve havan saldırılarından korumayı amaçlayan ve 2017'de kullanılmaya başlanan sistemin saldırıların yüzde 90'ında başarılı olduğu bildirilmiştir^[43].

4. TÜRKİYE'NİN HAVA SAVUNMA STRATEJİSİ

Türkiye, coğrafi konum açısından çok sayıda hava tehdidi altındadır. Bölgede, Türkiye'ye muadil veya daha üstün hava harp platformlarıyla balistik ve güdümlü füzelere sahip ülkeler bulunmaktadır. Bölgedeki sekiz ülke (Rusya, Ermenistan, Azerbaycan, İran, Suriye, İsrail, Suudi Arabistan ve Yunanistan) Türkiye topraklarına erişebilecek kısa, orta ve uzun menzilli füzelere sahiptir. Rusya, Azerbaycan, İran, İsrail, Suriye ve Yunanistan'ın gelişmiş güdümlü füzeleri de bulunmaktadır^[44].

Hava tehditlerine karşı Türkiye uzun yıllar geniş savaş uçağı filolarını dikkate almış, hava savunma sistemleri geri planda kalmış veya NATO'nun çok katmanlı hava savunma sistemlerine güvenilmiştir^[45].

1991'deki Körfez Savaşı sırasında Irak'ın bölge ülkelere balistik füze fırlatması, hava savunma sistemlerinin önemini ortaya çıkarmış ve Türkiye de arayışa girmiştir. 2000'li yıllardan itibaren, savunma ihtiyaçlarının milli kaynaklardan sağlanması siyasetiyle birlikte yerli hava savunma sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. 2006 yılında Savunma Sanayii Başkanlığı üç hava savunma sistemi başlatılmasına karar vermiştir. Kısa ve orta menzilli hava savunması için yüzde 100 yerli sistemlerin geliştirilmesi, uzun menzilli hava savunma sistemi içinse teknoloji transferi şartıyla uluslararası ihaleye çıkılması benimsenmiştir.

2009'da alçak irtifa hava savunma sistemi projesi Hisar-A adıyla başlatılmış, iki yıl sonra orta menzilli Hisar-O projesi devreye girmiştir. HİSAR-A ile HİSAR-O'nun, 2021 yılından itibaren Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine girmesi planlanmaktadır. Hisar-A'nın testlerinin Ekim 2019'da tamamlandığı ve seri üretimine geçileceği açıklanmıştır^[46].

Uzun Menzilli Bölge Hava ve Füze savunma sistemi için başlatılan T-LORAMIDS projesi ise üç ayaklı olarak sürmektedir. Rusya ile varılan anlaşma uyarınca iki sistem ve dört bataryalı S-400 sistemlerinin teslimatı başlamıştır. Kurulumlar ise Nisan 2020'de tamamlanacaktır^[47].

Türkiye, S-400'lerin yanı sıra Fransız Thales ile İtalyan MBDA ortaklığında geliştirilen Eurosam SAMP-T

sistemiyle de ilgilenmektedir^[48]. Türkiye'nin ABD'den Patriot-2 veya Patriot-PAC3 sistemleri satın alabileceği de belirtilmektedir^[49]. 70-90 kilometre menzilli yerli uzun menzilli hava savunma sistemi Siper/Hisar-U'nun ise prototip çalışmaları başlamıştır. Sistemin 2025'ten sonra TSK envanterine katılması beklenmektedir^[50].

Bu sistemlerin yanı sıra alçak ve orta irtifa hava savunma sistemleri de devreye sokulmuştur. ASELSAN'ın geliştirdiği 4 kilometre menzilli Korkut Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi bunlardan biridir^[51].

ASELSAN Atılgan Kaideye Monteli Stinger Füze Sistemi'ni de geliştirmiştir. 8 km menzilli bu alçak irtifa savunma sistemi, otonom kullanımın yanı sıra Komuta Kontrol Haberleşme Sistemi veya diğer hava savunma sistemleri koordinasyonunda da kullanım imkânı sağlamaktadır^[52].

Yine ASELSAN'ın Zıpkın Kaideye Monteli Stinger Füze Sistemi, kompakt tasarımıyla arazi araçlarına konuşlandırılabilir. Sistemin menzili 8 kilometredir. Farklı sistemlerle uyumlu hale getirilebilen Zıpkın, otonom olarak da kullanılabilir^[53].

5. SONUÇ

21'inci yüzyıl teknolojileri her alanda olduğu gibi hava-savunma alanında da dengeleri altüst eden gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Savaş uçakları, helikopterler ve SİHA'lar, düşük görünürlük teknolojileri, gelişmiş aviyonikler ve ileri hız ve manevra kabiliyetleriyle hava savunma sistemleri için büyük tehdit oluşturmaktadır. Balistik füze ve seyir füzesi sahibi ülkelerin sayısı artarken, hipersonik füze çalışmaları da hava savunma alanında bir dönüşümü zorunlu kılmaktadır.

Yeni nesil hava savunma sistemleri, hava sahasının bütün katmanlarında hızlı, sessiz, fark edilmeyen ve aynı anda birden fazla saldırı düzenleyebilen düşman sistemlerine karşı hazırlıklı olmalıdır. Bu da hava savunma sistemlerini, geniş bir coğrafyaya yayılmış, ancak gelişmiş ağ bağlantılarıyla anlık olarak veri alışverişi yapan, hassas vuruş kabiliyetli, akıllı sistemler bütünü haline gelmeye zorlamaktadır. Tehditlerin çokluğu ve karmaşıklığı, hava savunmasında bütün yatay ve dikey unsurların eşgüdümünü de zorunlu kılmaktadır.

Bu tür sistemlerin geliştirilmesine başlanmıştır. Ülkeler, çoğu zaman uluslararası işbirliğine giderek, akıllı ve esnek sistemler geliştirmektedir. Türkiye de, alçak ve orta irtifa hava savunma sistemlerini geliştirmede yerli kaynaklara yönelmiştir. Hisar-A ve Hisar-O projelerinde son aşamaya gelinmiştir.

Bölgede artan tehditlerin yarattığı acil durum da Türkiye'yi yüksek irtifa hava savunma sistemi tedarikinde yurtdışına yöneltmiştir. S-400 hava savunma sisteminin satın alınmasının yarattığı tartışma ve tepkiler, Türkiye'nin kendi hava savunma sistemini geliştirme kararının ne kadar isabetli olduğunu ortaya koymuştur. Bu açıdan Hisar-U projesinin tamamlanması yönündeki kararlılığın sürdürülmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] NATO, (2019), "AAP-06 Edition 2019 - NATO Glossary Of Terms And Definitions" <https://bit.ly/37f0GYP>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [2] *Air Force Technology*, (2017), "Intercepting intercontinental missiles", (20 Ağustos 2017), <https://www.airforce-technology.com/features/featureintercepting-intercontinental-missiles-5898544/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [3] *I/SS*, (2019), "Intercepting intercontinental missiles", (Şubat 2019), <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/the-military-balance-2019/xmb2019-bonus-content>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [4] *Army Technology*, (2007), "Iron Dome Air Defence Missile System", (Şubat 2007), <https://www.army-technology.com/projects/irondomeairdefencemi/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [5] Thales, "Highly Mobile Multi-Weapon Air Defence System for mechanized brigade protection", <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/defence/rapidfire>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [6] Navy Recognition, (2016), "Euronaval 2016: Thales Unveils the RAPIDSeaGuardian 40mm CIWS & Anti Surface Gun System", (17 Ekim 2016), <https://www.navyrecognition.com/index.php/news/naval-exhibitions/2016/euronaval-2016/4450-euronaval-2016-thales-unveils-the-rapidseaguardian-40mm-ciws-anti-surface-gun-system.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [7] Leventopoulos, Sozon A.; (2018), "Ground-Based Air Defence Systems New Challenges And Perspective", *Research Institute for European and American Studies*, (Temmuz-Ağustos 2018), <http://www.rieas.gr/images/publications/rieas175.pdf>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [8] *Military-Today*, "SAMP/T", <http://www.military-today.com/missiles/sampt.htm>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [9] Frantzman, Seth J.; (2018), "Israel activated its David's Sling missile system for the first time. Will more sales start booming?", *Defense News*, (31 Temmuz 2018), <https://www.defensenews.com/smr/space-missile-defense/2018/07/27/davids-sling-missile-system-used-for-first-time-by-israel/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [10] Davenport, Kelsey; (2017), "Worldwide Ballistic Missile Inventories", *Arms Control Association*, (Aralık 2017), <https://www.armscontrol.org/factsheets/missiles>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [11] STM, (2019), "Savaş Uçakları Ve Askeri İnsansız Hava Araçlarının Geleceği", (Kasım 2019), https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/22112019111548956_stm_savas_ucaklari_ve_askeri_ihalarin_gelecegi.pdf. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [12] Smith, R. Jeffrey; (2019), "Hypersonic Missiles Are Untoppable. And They're Starting a New Global Arms Race.", *New York Times*, (19 Haziran 2019), <https://www.nytimes.com/2019/06/19/magazine/hypersonic-missiles.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [13] New York Times, (2017), "Can the U.S. Stop a North Korean Missile?", *Youtube*, (29 Ağustos 2017), <https://www.youtube.com/watch?v=k0IzguHGAmk>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [14] Howell, Elizabeth; (2019), "US Military Shoots ICBM Target Out of the Sky in Missile Defense Test", *Space.com*, (28 Mart 2019), <https://www.space.com/us-missile-defense-system-aces-icbm-shutdown-test.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [15] Pickrell, Ryan; (2019), "Could America Stop a North Korean Nuclear Weapon Headed for the Homeland?", *The National Interest*, (4 Ağustos 2019), <https://nationalinterest.org/blog/buzz/could-america-stop-north-korean-nuclear-weapon-headed-homeland-71096>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [16] Karacan, Sefa; (2019), "Why the S-400 Missile is Highly Effective — If Used Correctly", *Stratfor*, (12 Temmuz 2019), <https://worldview.stratfor.com/article/why-s-400-s400-missile-long-range-turkey-russia-syria-effective>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [17] Lewis, Jeffrey; (2018), "Patriot Missiles Are Made in America and Fail Everywhere", *Foreign Policy*, (28 Mart 2018), <https://foreignpolicy.com/2018/03/28/patriot-missiles-are-made-in-america-and-fail-everywhere/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [18] Chand, Naresh; (2013), "Future Trends in Army Air Defence Systems", *SP's Land Force*, (Mayıs 2013), <http://www.spslandforces.com/story/?id=274>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [19] Zoltán, Krajnc; (2015), "The Near and More Distant Future Environment of Air Defence Missions", *Folyoiratok.uni-nke.hu*, <https://folyoiratok.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/aarms-2015-2-krajncz.original.pdf>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [20] *Rosoboronexport*, "Triumph", <http://roe.ru/eng/catalog/air-defence-systems/air-defense-systems-and-mounts/s-400-triumf/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [21] W. Mattes, Peter; (2019), "What is a Modern Integrated Air Defense System", *Air Force Magazine*, (1 Ekim 2019), <http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Pages/2019/October%202019/What-is-a-Modern-Integrated-Air-Defense-System.aspx>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [22] Schmidt, Andreas; "Future Options for Surface-Based Air and Missile Defence?", *Joint Air Power Competence Center*, <https://www.japcc.org/future-options-for-surface-based-air-and-missile-defence/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [23] Judson, Jen; (2019), "In first, MDA remotely launches a missile", *Defense News*, (30 Ağustos 2019), <https://www.defensenews.com/land/2019/08/30/first-remotely-launched-terminal-missile-defense-test-deemed-a-success/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [24] *U.S. Army Space And Missile Defense Command*, "Army Air And Missile Defense 2028" https://www.smdc.army.mil/Portals/38/Documents/Publications/Fact_Sheets/Army_AMD_2028.pdf
- [25] STM, (2018), "5G ve Savunma Sanayii", (Mayıs 2018), https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/7112018154918152_stm_blog_5g_ve_savunma_sanayii.pdf. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [26] *Army Recognition*, (2019), "MEADS Medium Extended Air Defense System", (8 Ağustos 2019), <https://www.armyrecognition.com/united-states-american-missile-system-vehicle-uk/meads-medium-extended-air-defense-missile-systems-technical-data-sheet-specifications-pictures.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [27] *Lockheed Martin*, "Medium Extended Air Defense System (MEADS)", <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/meads.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)

- [28] *Defence Turkey*, “Big Opportunity for Turkish Industry with MEADS”, <https://www.defenceturkey.com/en/content/big-opportunity-for-turkish-industry-with-meads-2764>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [29] F. Berganni, David; “Cost numbers favor MEADS, not Patriot”, *The Hill*, <https://thehill.com/blogs/congress-blog/economy-a-budget/250147-cost-numbers-favor-meads-not-patriot>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [30] Sprenger, Sebastian; (2019), “Swiss seek package deal of ground-based weapons, combat aircraft”, *Defense News*, (28 Ağustos 2019), <https://www.defensenews.com/global/europe/2019/08/28/swiss-seek-package-deal-of-ground-based-weapons-combat-aircraft/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [31] *icngateway*, “AIR 6500 Joint Battle Management and Integrated Air and Missile Defence System”, <https://gateway.icn.org.au/project/4022/air-6500-joint-battle-management-and-integrated-air-and-missile-defence-system>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [32] Shoebridge, Michael; (2019), “AI and autonomous systems are urgent priorities for today’s defence force”, *Australian Strategic Policy Institute*, (29 Nisan 2019), <https://www.aspistrategist.org.au/ai-and-autonomous-systems-are-urgent-priorities-for-todays-defence-force/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [33] *ResearchGate*, “Figure 17- available via license: Creative Commons Attribution 4.0 International”, https://www.researchgate.net/figure/Launch-on-the-remote-concept-fig8_266459644. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [34] Williams, Ian; (2019), “Achilles’ Heel: Adding Resilience to NATO’s Fragile Missile Shield”, *Center for Strategic International Studies*, (5 Ağustos 2019), <https://www.csis.org/analysis/achilles-heel-adding-resilience-natos-fragile-missile-shield>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [35] *Raytheon*, (2018), “A missile defense trifecta”, (12 Ekim 2018), <https://www.raytheon.com/news/feature/missile-defense-trifecta>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [36] Stocker, Joanne; (2018), “Japan plans ‘engage on remote’ AEGIS missile intercept system”, *The Defense Post*, (11 Ocak 2018), <https://thedefensepost.com/2018/01/11/japan-navy-engage-on-remote-aegis-missile-intercept/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [37] Wan, Shizheng; (2019), “Suboptimal Midcourse Guidance with Terminal-Angle Constraint for Hypersonic Target Interception”, *Hindawi*, (7 Nisan 2019), <https://www.hindawi.com/journals/ijae/2019/6161032/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [38] *STM*, (2019), “Yönlendirilmiş Enerji Silahları: Teknolojiler, Uygulamalar Ve Beklentiler”, (Eylül 2019), https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/259201916503743_stm_yonlendirilmis_enerji_silahlari.pdf. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [39] Miller, Kent; (2019), “The Air Force just received this ‘Mad Max’-like laser dune buggy to shoot down drones”, *Air Force Times*, (25 Ekim 2019), <https://www.airforcetimes.com/news/your-air-force/2019/10/25/the-air-force-just-received-this-mad-max-like-laser-dune-buggy-to-shoot-down-drones/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [40] *BBC News*, (2013), “The Air Force just received this ‘Mad Max’-like laser dune buggy to shoot down drones”, (8 Ocak 2013), <https://www.bbc.com/news/technology-20944726>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [41] Bridges, Andrew; (2002), “Army’s Laser Shoots Down Shell”, *Government Technology*, (11 Kasım 2002), <https://www.govtech.com/public-safety/Armys-Laser-Shoots-Down-Shell.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [42] Azulai, Yuval; (2018), “Israel developing new laser missile defense system”, *Globes*, (5 Aralık 2018), <https://en.globes.co.il/en/article-defense-ministry-speeds-up-laser-missile-defense-system-development-1001263646>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [43] *Raytheon*, “Iron Dome and Skyhunter Systems”, <https://www.raytheon.com/capabilities/products/irondome>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [44] Seren, Merve; (2017), “Turkey’s Quest For A National Missile Defense System Prospects & Challenges”, *SETAV*, (Nisan 2017), https://setav.org/en/assets/uploads/2017/04/Analysis_26.pdf. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [45] Egelı, Sıtkı; (2019), “Making Sense of Turkey’s Air and Missile Defense Merry-go-round”, *Dergipark*, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/623427>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [46] *Haber Global*, (2019), “Savunma Sanayii Başkanı Demir: HİSAR-A’da seri üretime geçiliyor”, (12 Ekim 2019), <https://haberglobal.com.tr/teknoloji/savunma-sanayii-baskani-demir-hisar-a-da-seri-uretime-geciliyor-9598>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [47] Seven, Onur; (2019), “Hulusi Akar, S-400’lerin kurulumu için tarih verdi”, *Donanım Haber*, <https://www.donanimhaber.com/Hulusi-Akar-S-400-lerin-kurulumu-icin-tarih-verdi--104581>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [48] *Defence Turkey*, (2018), “Turkey Speeds up Long-Range Air Missile Defence System Studies with Eurosam”, (Temmuz 2018), <https://www.defenceturkey.com/en/content/turkey-speeds-up-long-range-air-missile-defence-system-studies-with-eurosam-3136>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [49] *Amerikanın Sesi*, (2019), “Akar: ‘Türkiye ABD’den Patriot Alabilir”, (23 Ekim 2019), <https://www.amerikaninsesi.com/akar-t%C3%BCrkiye-abd-den-patriot-alabilir-/5136264.html>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [50] *Air Türk Haber*, (2019), Hisar-U için çalışmalar sürüyor”, (6 Ekim 2019), <https://www.airturkhaber.com/haberler/hisar-u-icin-calismalar-suruyor/>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [51] *ASELSAN*, “Korkut Kundağı Motorlu Namlulu Alçak İrtifa Hava Savunma Silah Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/hava-ve-fuze-savunma-sistemleri/kundagi-motorlu-ve-parcacikli-muhimmat/korkut-kundagi-motorlu-namlulu-alcak-irtifa-hava-savunma-silah-sistemi>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [52] *ASELSAN*, “ATILGAN Kaideye Monteli Stinger Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/hava-ve-fuze-savunma-sistemleri/hava-ve-fuze-savunma-sistemleri/atilgan-kaideye-monteli-stinger-sistemi>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)
- [53] *ASELSAN*, “ZIPKIN Kaideye Monteli Stinger Sistemi”, <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/hava-ve-fuze-savunma-sistemleri/hava-ve-fuze-savunma-sistemleri/zipkin-kaideye-monteli-stinger-sistemi>. (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2020)



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

