



UYDUSAVAR SİLAHLAR VE BU SİLAHLARA KARŞI GELİŞTİRİLEN TEDBİRLER

TREND ANALİZİ MAYIS 2023



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.



1. GİRİŞ

2010'lu yılların ortalarından bu yana büyük bir jeopolitik rekabete giren Çin ile ABD arasında, 2023 yılının Şubat ayının ilk günlerinde, "sıcak çatışma" olarak nitelenebilecek bir olay yaşanmıştır. ABD'ye ait bir F-22 savaş uçağı, Çin'in "meteoroloji balonu" olduğunu iddia ettiği, ancak Washington yönetiminin "manevra yapabildiği" gerekçeyle casusluk amaçlı kullanıldığına kanaat getirdiği bir yüksek irtifa balonunu ya da kimilerine göre görev yükü taşıdığı için bir "sözde uydu"yu (pseudo satellite)" vurarak düşürmüştür. Bu olay, ABD ile SSCB (1991'den sonra Rusya) arasında 1950'li yılların sonunda başlayan, 2000'li yıllarda Çin, Hindistan ve diğer ülkelerin girişimleriyle yayılan "uzay savaşı" tehdidinin yakın uzaya (yeryüzüne 20 ila 100 km irtifada kalan bölge) taşınabileceği endişesini yaratmıştır.

21'inci yüzyılda uzay tabanlı teknolojiler, özellikle çok sayıda amaç için kullanılacak alçak yörünge uyduları ile yakın uzay sözde uyduları, ulusal güvenlik için olduğu kadar günlük yaşam için de kritik öneme sahip hâle gelmiştir. Dünya yörüngesindeki binlerce uydu, iletişimden navigasyona, meteorolojiden tarıma, finanstan afet yönetimine, kentleşmeden kirlilik takibine kadar pek çok alanda kullanılmaktadır. Askeri amaçlı uydular, kara, hava deniz platformlarının yanı sıra füzelerin ve akıllı mühimmatın kabiliyetlerini hassas hâle getirmekte ve savaş alanının durumsal farkındalığını en üst seviyeye çıkarmaktadır. Dolayısıyla modern toplumlar uzay araçlarına ve uzay teknolojilerine giderek daha fazla bağımlı hâle gelmektedir. Bu da uzayı, en önemli stratejik sahalardan biri hâline getirmektedir.

Bugün uzayda, devletler ve devlet dışı pek çok aktör faaliyet göstermektedir. 20'nci yüzyılda sadece ABD ile SSCB (Rusya) arasındaki ideolojik bir rekabet alanı olarak kalan uzay, yeni uzay aktörlerinin ve özellikle özel sektör uzay kuruluşlarının faaliyetleriyle bir trilyon dolardan daha fazla büyüklüğe ulaşabilecek bir uzay ekonomisine doğru evrilmiştir^[1]. ABD merkezli Starlink, Planet ve Maxar şirketlerine ait uyduların Rusya ile savaşan Ukrayna'ya verdiği destek ve Rus yetkililerin 2022 yılı sonlarına doğru bu şirketlerin uydularının meşru hedef hâline geldiği yönündeki açıklamalarının gösterdiği gibi, özel uzay şirketleri de günümüzün jeopolitik gerilimlerinde rol oynamaya başlamıştır^[2]. Rusya'nın uzay araçlarına yönelik tehdidi, bu ülkenin çok sayıda Uydusavar (Anti Satellite -ASAT) silaha sahip olduğu çeşitli vesilelerle kanıtlanmış olduğu için dikkate alınmalıdır. Ayrıca Çin de bu yeteneğinin olduğunu 2007 yılında bir uyduyu füzeyle vurarak göstermiştir^[3].

Rusya, dünyada ASAT silahlarına sahip tek ülke değildir. Doğrudan yeryüzünden atılan füzelerle yaptıkları denemeler nedeniyle ABD, Çin ve Hindistan uydusavar silahlara sahip olduğu kanıtlanmış diğer ülkelerdir. Ancak uydusavar silahlar kinetik füzelerle sınırlı da değildir. Bir düşman uydusunu yok edecek, geçici veya kalıcı biçimde işlevsiz kılacak çok sayıda yöntem ve silah bulunmaktadır. Bu tür silahları geliştirmiş veya bunları geliştirecek gerekli teknolojiye sahip ülkelerin sayısı da az değildir.

ASAT silahlarının çoğalması ve yaygınlaşması, insanlığın ortak tehditlerinden biri hâline gelmektedir. Söz

konusu silahların kullanımı uzay çöplerini artırarak dünya yörüngesinin kullanımı imkânsız hâle getirebilir, pek çok savunma sistemini devre dışı bırakarak savunma zafiyetlerini artırabilir ve yaratacağı dijital kıyamet ile insanlığı vazgeçilmez hâle gelen uzay teknolojilerinden mahrum bırakabilir. Rakip ülkelerin uzayda birbirlerine ait varlıkları yok etmesi, iletişim, akıllı telefonlar, navigasyon, GPS vb. olanaklardan mahrum ederek, modern medeniyetlerin başlıca dayanaklarının çöküşüne neden olabilir.

Bu nedenle ASAT silahları ve bunların geliştirilmesine yönelik çabalar tüm ülkelerin dikkatle takip etmesi gereken bir konudur. Analizimizde önce ASAT silahlarının hangi koşullarda ortaya çıktığı değerlendirilecek, ardından ASAT türlerine ve bunların geliştirilmesi için yapılan çalışmalara göz atılacaktır. Analizin son bölümünde ASAT silahlarına karşı olası pasif ve aktif önlemler ile hukuki adımlar konusuna değinilecektir.

2. UYDUSAVAR TEKNOLOJİSİNE YÖNELTEN NEDENLER

Uydusavar silah geliştirme çalışmalarının tarihi, yapay uyduların tarihi ile neredeyse başat gitmektedir. Sovyetler Birliği 1957'de, tarihin ilk yapay uydusu Sputnik 1'i fırlattığında, bu ülkeyle Soğuk Savaş'a girişen ABD, buna kendi yapay uydusunu geliştirmek yerine tarihin ilk ASAT silahını geliştirerek yanıt vermiştir. Sovyetlerin, yörüngede nükleer silahlara sahip uydulardan oluşan bir ağ geliştirmeye çalıştığı endişesine kapılan ABD yönetimi, bu uyduları yörüngede vurabilecek füzelerin geliştirilmesi talimatı vermiştir^[4]. Bu çaba iki yıl sonra meyvesini vermiş ve havadan fırlatılan bir balistik füze olan "Bold Orion", ilk kinetik ASAT silahı olarak kayıtlara geçmiştir. Soğuk Savaş döneminde ASAT çalışmaları, nükleer yarışın bir parçası olmuştur. 21'inci yüzyılda ise, artan uzay faaliyetleri ve bir uzay ekonomisinin ortaya çıkmasının ardından ASAT silahlarının geliştirilmesinin ardından ulusal güvenlik kaygılarının yanı sıra ekonomik ve toplumsal kaygılar da etkili olmaya başlamıştır.

2.1 Nükleer Caydırıcılıktan Hipersonik Füze Savunmasına Değişen Savunma Konsepti

Uzay harbi, esas olarak askeri uyduların etkisiz kılınmasını amaç edinmektedir. Bu yeni harp alanında temel faaliyetler, düşmanı kör ve sağır bırakacak şekilde saldırılar düzenlemek; düşman uydularına sızarak veri elde etmek veya yanlış bilgi yüklemek (IMINT), gizlice izlemek ve sinyal takip ederek (SIGINT) erken uyarı geliştirmektir^[5].

ASAT silahları Soğuk Savaş ile birlikte, "nükleer caydırıcılık" konseptinin bir parçası olarak ortaya çıkmıştır. ABD ile Sovyetler Birliği bir yandan nükleer silah stoklarını artırıp kabiliyetlerini güçlendirirken, düşmanın karşı yeteneklerine yönelik Balistik Füze Savunma (BFS) sistemleri geliştirmek için harekete geçmiştir. İlk yıllarda nükleer füzeleri uzayda yine nükleer füzelerle vurmak üzerine bazı girişimler olmakla birlikte, bunun sakıncaları konusunda farkındalık oluşmuş ve dönemin iki süper

gücü arasında 1972 yılında Antibalistik Füze Antlaşması imzalanmıştır.

ABD ve Sovyetler Birliği sonraki yıllarda bir dizi ASAT silahını başarıyla denemiştir. Rusya yörüngedeki hedefin yakınına ulaştıktan sonra patlayıp onu imha eden eş yörüngeli (co-orbit) füzelerde, ABD ise yeryüzünden doğrudan fırlatılan uydusavar füzelerde (Direct-Ascent ASAT Missiles) uzmanlaşmıştır. Zaman içinde, taraflar ASAT silahı denemesi yaptıkça tansiyon yükselse de, bu alanda iki taraf arasında bir caydırıcılık dengesi oluşmuştur.

Bu dengeyi bozan ise ABD'nin askeri uydu kabiliyetlerinde Sovyetler Birliği ile arayı açması olmuştur. Soğuk Savaş'ın ilk yıllarında ABD ve Sovyetler Birliği, kendi balistik füzelerinin bekasını artırmak ve düşman füzelerini takip edebilmek için askeri uydu programlarına hız vermişlerdir. İlk askeri uydular öncelikle iletişim, keşif, balistik füze erken uyarı sistemleri, hava durumu verilerinin toplanması ve silah kontrolü doğrulaması için kullanılmışlardır. Örneğin, GPS ve GLASNOSS gibi küresel navigasyon uydu sistemlerinin (GNSS)^[6] geliştirilmesinin önünü açan neden, nükleer balistik denizaltıların gerçek zamanlı konumlarının bilinmesi ihtiyacıdır^[7]. ABD, 1960'lı yılların ikinci yarısında, Sovyetler Birliği ise yaklaşık 10 yıl sonra kendi balistik füze erken uyarı uydu sistemlerini işler hâle getirmişlerdir^[8]. Bugün tüm bu sistemlerin ikinci ve hatta üçüncü nesilleri, çok daha fazla işlev ve kabiliyetle donatılmış olarak faaliyettedir.

Sovyetler Birliği yüksek maliyetli uzay rekabetinde geride kalmamaya çalışmakla birlikte, 80'li yıllarda "tarihin en büyük blöfü"^[9] olarak nitelendirilen, ABD'nin "Stratejik Savunma Girişimi" (Strategic Defence Initiative -SDI) karşısında havlu atmıştır. Medyanın, popüler bilim kurgu filmlerine atıfla "Yıldız Savaşları" olarak etiketlediği projenin, yörüngeye yerleştirilecek lazerler, mikrodalga silahları gibi yüksek enerjili silahlarla donatılmış askeri uydularla, Sovyet balistik füzelerini atmosfer dışında yok etmeyi hedeflediği açıklanmıştır^[10]. Böylesi bir sistem aktif hâle getirilebilirse nükleer dengeyi ABD lehine bozacaktır ve Varşova Paktı ülkelerini nükleer şemsiyeden mahrum bırakacaktır. Sovyetler, yeni bir silah yarışını yürütebilecek kaynaklara sahip olmadığından geri adım atmıştır. ABD, "Yıldız Savaşları" projesini gerçekleştirecek teknolojiye o zamanlar sahip olmadığı gibi söz konusu sistemlerin bugün de hayata geçirilmesi mümkün değildir. Yine de 1991 yılında Sovyetler Birliği dağıldığında, çöküşün en önemli nedenleri arasında SDI de sayılmıştır^[11].

Soğuk Savaş'ın sona ermesinin ardından ASAT silahları çalışmaları Çin'in 2007 yılında yaptığı denemeye kadar rafa kaldırılmıştır. Bu dönemde GPS gibi uydu sistemleri ticari kullanıma açılmış ve uzayın askeri amaçlar dışında kullanımı yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bilimsel, ticari veya iletişim amaçlı uyduların sayısı hızla artarken, ABD bir dizi uydu yönlendirmeli hava platformu, seyir füzesi veya akıllı mühimmat geliştirmiştir. Ayrıca ABD'nin Sovyet nükleer füzelerine karşı geliştirdiği erken uyarı uyduları, gelişmiş kızılötesi teleskopları ve yüksek çözünürlüklü kameralarıyla uzaktan algılama teknolojilerinde çığır açmış ve ilerleyen zamanda bu teknolojinin sivil alanlarda kullanımına da imkân tanımıştır.

Yeni kabiliyetler sunan görev yükleri ile yeni nesil uydular, uzay araçlarının nükleer caydırıcılık konsepti dışında önemlerini artırmıştır. Uydu teknolojisindeki gelişmeler, sadece ABD için değil küresel olarak da fayda sağlamıştır. Ancak bu durum beraberinde ABD için bir zafiyet de yaratmıştır: Askeri amaçlar için uydulara diğer tüm ülkelerden daha fazla bel bağlamak bu ülkede, geleneksel rakipleriyle kıyaslanamayacak ölçüde bir bağımlılık yaratmıştır.

ABD, Çin'in 2007'deki ASAT denemesine kısa süre sonra benzeri bir deneme yaparak yanıt vermiştir. Ancak ABD, 2010'lu yıllarda Çin'in ve Rusya'nın alternatif ASAT silahlarında kaydettiği hızlı gelişmeye ve hipersonik füze çalışmalarındaki büyük atılıma yeterince hızlı yanıt verememiş ve bu durum ABD Kongresi'ne sunulan raporlara da yansımıştır^[12]. Çin ve Rusya'nın geliştirdiği hipersonik füzeler, sestan en az beş kat daha hızlıdır, balistik füzelere kıyasla alçak irtifalarda uçabilmekte ve manevra yapabilmektedir. Hipersonik füzeler, Dünya ile uzay arasında sınır kabul edilen 100 km irtifanın altında seyrettiği için, bunların yeryüzüne yaklaşık 35.000-40.000 km uzaklıktaki GEO yörüngesinde konuşlu ABD'nin erken uyarı uyduları tarafından tespiti de güçtür. Yine ABD Kongresi'ne sunulan Ocak 2023 tarihli bir raporda, hipersonik füzelerin ancak yeryüzündeki radarların menziline girdiğinde tespit edilebileceği ve bunun, füzenin hedefine ulaşmasını önleyecek tedbirlerin alınabilmesi için yeterli ikaz süresini sağlamadığı kaydedilmektedir^[13]. Raporda, yeni bir hipersonik füze savunma sistemi mimarisine ihtiyaç duyulduğu ve bu yöndeki Ar-Ge çalışmalarının hızlanması gerektiği vurgulanmaktadır.

ABD'de hipersonik füze savunma sistemi geliştirilmesi için çeşitli projeler üzerinde çalışmalar sürmektedir. ABD Füze Savunma Dairesi'nin, Raytheon ile birlikte yürüttüğü Süzülme Aşaması Önleyici Füze Programı (Glide Phase Interceptor Program -GDI), düşman hipersonik füzelerini, uçuşlarının en savunmasız aşaması olan süzülme (planör) uçuşu sırasında bir hipersonik füze ile vurarak etkisiz hâle getirmeyi amaçlamaktadır. GDI henüz prototip geliştirme aşamasındadır^[14]. ABD'nin Lockheed Martin ve Northrop Grumman firmaları da benzer hipersonik füze çalışmaları yürütmektedir. Projelerin ortak noktası, fırlatılan hipersonik füzelerin erken aşamada tespiti için alçak dünya yörüngesinde (LEO) konuşlandırılacak takım uydulara olan ihtiyaçtır. ABD Uzay Geliştirme Dairesi, Temmuz 2023'te bu tür bir takım uydu sistemi için prototip geliştirme ihalesi açmıştır. Yapılan duyuruya göre tahmini maliyeti 1,3 milyar dolar olan sistem, 28 küçük uydudan oluşacaktır ve sistemin 2025 yılına kadar LEO'ya konuşlandırılması hedeflenmektedir^[15]. ABD Uzay Geliştirme Dairesinin 2020 yılında, kızılötesi sensörlerle hipersonik füzelerin takibini yapabilecek küçük uydulardan oluşan bir takım uydunun geliştirilmesi için SpaceX ve L3Harris firmalarıyla anlaştığı duyurulmuştur^[16]. SpaceX aynı zamanda Mart 2023 itibarıyla LEO'da 3.858 adet küçük uydudan oluşan^[17] ve tamamlandığında 10 binden fazla uydudan oluşacağı ifade edilen^[18] uydu interneti hizmeti amaçlı Starlink takım uydularının da sahibidir. Bu durum Starlink'in askeri amaçlı

kullanılacağı endişesini de beraberinde getirmektedir. Yeni nesil uyduların ikili kullanıma açık yapısı, bunların ASAT silahlarının hedefi olma olasılığını artırmaktadır. Dolayısıyla ASAT silahlarının kullanımının önüne geçecek uluslararası düzenleme mekanizmalarının oluşturulması gelecekte daha fazla önem kazanacaktır.

2.2 Yoğunlaşan ve Çeşitlenen Uzay Faaliyetlerinin Yaratığı Güvenlik Riskleri

Dünya, 21'inci yüzyıla birlikte "Yeni Uzay" çağına girmiştir. Yeniden kullanılabilir roketler ve küçük uydu teknolojisindeki gelişmelerin yanı sıra, uydu kabiliyetlerinin artması gibi faktörlerle devletlerin ve devlet dışı aktörlerin uzay faaliyetlerine daha fazla katılması ile kendini gösteren bu dönem, uzay harbine yaklaşımı da kökten dönüştürmektedir. Uzay, ABD ile Rusya'nın nükleer rekabetinin bir uzantısının yaşandığı bir saha olmaktan çıkmış, onlarca ülkenin ve özel şirketin değer ürettiği bir ekonomik ve jeopolitik alan hâline gelmiştir. Uzay faaliyetlerinin maliyeti düşmekte, bu tür faaliyetlere yatırımlar artmakta ve çeşitlenmektedir. Mali kaynakların artması girişim ve inovasyonu körüklemekte, uzay faaliyetleri çeşitlenmekte, yeni faaliyet alanları türemektedir. İnsanın uzayda daha fazla var olmasını sağlayacak bir tedarik zinciri oluşmaya başlamıştır^[1].

Uzay çalışmalarındaki artışa ilişkin veriler çok çarpıcıdır. Mart 2023 itibarıyla yörüngede, Ay, Mars ve ötesinde olmak üzere uzayda aktif hâlde 7.511 adet insan yapımı nesne (uydu, teleskop, iniş aracı, yörünge aracı, gezgin robot vb.) bulunmaktadır^[9]. 2018 yılında yörüngedeki aktif uydu sayısının 2.000'in altında olduğu dikkate alınırsa^[20], beş yıl içinde aktif uydu sayısında büyük bir artış kaydedildiğini ifade etmek mümkündür. Bu artışta yörüngeye yerleştirilen, büyük bölümünü küp uyduların oluşturduğu küçük uyduların sayısındaki büyük artış etkili olmuştur. Nitekim, hâlen yörüngedeki aktif uyduların 6.722'si LEO yörüngesinde bulunmaktadır ve bunların büyük bölümünü küçük uydular oluşturmaktadır.

Uydu sayısındaki geometrik artışın hızlanarak süreceğini tahmin etmek mümkündür. Zira ABD merkezli SpaceX, Amazon, OneWeb ile Çin merkezli Gouwang şirketleri on binlerce küçük uydudan oluşan mega takım uydu planlarını açıklamışlar ve ilgili kuruluşlardan izin almışlardır. 2030 yılına kadar 100.000'den fazla uydunun çeşitli yörüngelerde aktif olacağı tahmin edilmektedir^[21].

Yakın gelecekte uzay, hiç değilse Dünya'nın yörüngesi, sonsuz boşluk olmaktan çıkacaktır. Kalabalık dünya yörüngesi beraberinde birtakım ciddi sorunları da beraberinde getirecektir. Yörüngede on binlerce uydunun varlığı kaza riskini artıracaktır. Kazalar yaşanmasa bile küçük ve mikro uydular daha yörüngeye yerleştirilmeden çalışmaz hâle gelebilmekte ya da yörüngede kısa sürede ömürlerini tamamlamaktadır. Bu da yörüngede çok önceden ortaya çıkan uzay çöpleri sorununu daha da ağırlaştıracaktır. Avrupa Uzay Ajansına (European Space Agency -ESA) göre Mart 2023 itibarıyla yörüngede uydu ve patlamış füze parçalarından oluşan 130 milyondan fazla nesne kontrolsüz olarak hareket etmektedir ve bunların 32.000'e yakını 10 cm'den büyüktür^[22].

Uzay çöpleri, tıpkı okyanuslardaki plastik çöp adaları gibi, uzun süre yok olmamakta, üstelik yörüngede büyük bir hızla hareket edip aktif uzay araçları için büyük tehlike arz etmektedir. Bu sorunu gidermek için çeşitli çözümler üzerinde durulmaktadır. Uzay çöplerini toplayacak manevra, yakalama ve çekme kabiliyetine sahip insansız araçların geliştirilmesi bunların başında gelmektedir. Söz konusu araçların geliştirilmesinde ilerlemeler kaydedilmektedir. Örneğin Japon şirket Astroscale'in ESA için geliştirdiği ELSA-d yörünge uydu hizmetleri aracı, Mayıs 2022'de yörüngedeki bir uyduya kenetlenme deneyini başarıyla tamamlamıştır. Uzaydaki nesnelere ulaşmak için elektromanyetik güç kullanan ELSA-d, ömrünü tamamlamış uyduları yörüngeden çıkartarak diğer uydulara zarar vermeden bertaraf etmenin yanı sıra, yakıtı biten veya arızalanan uydulara hizmet ulaştırmak için tasarlanmış bir yörünge servis robotudur^[23]. Uzay çöplerinin temizlenmesi için manyetizma dışında yöntemler üzerinde de durulmaktadır. Örneğin başka bir Japon şirketi olan ALE, Japonya Uzay Ajansı (JAXA) için uzay çöplerini toplamak amacıyla bir "elektromanyetik kement" (ElectroDynamic Tether -EDT) geliştirmektedir. Proje ile, uzaya gönderilecek özel sensörlerle donatılmış bir uydu vasıtasıyla, ömrünü tamamlamış ya da onarılamayacak hâle gelmiş uzay araçları tespit edilecek, elektromanyetik alan yaratan bir kement ile bunlar yakalanacak ve yörüngelelerinden çıkarılıp bertaraf edilecektir^[24]. Çin merkezli özel uzay şirketi Orion Space ise, Nisan 2021'de NEO-01 kod adı verilen uzay çöpü robotunu uzaya gönderdiğini açıklamıştır^[25]. Sadece 30 kg ağırlığındaki NEO-01'in uzay çöpünü bir ağla yakalayacağı ve daha sonra bu çöpü elektrikli tahrik motoru ile yakacağı kaydedilmiştir. Yine Çinli bilim insanları 25 metre karelik yelkenli ile uzayda bir uzay çöpünü yakaladıklarını duyurmuşlardır^[26]. ESA ise Alman firması HPS GmbH ile birlikte "Drag Sail" adını verdiği bir uzay çöpü toplama aracını geliştirmektedir^[27]. İngiltere'nin Surrey Üniversitesi liderliğindeki Remove-DEBRIS konsorsiyumu ise manyetizma, uzay kementi ve uzay zıpkını, uzay ağı dahil olmak üzere, uzay çöplerini yakalamak için geliştirilen tüm yöntemleri bünyesinde barındıran bir uzay aracı üzerinde çalışmaktadır^[28].

Uzay çöplerinin temizlenmesi için daha gelişmiş araçlar üzerinde de durulmaktadır. Örneğin ESA'nın liderliğinde bir uluslararası konsorsiyumun desteğiyle İsviçreli bilişim ve teknoloji enstitüsü EPFL tarafından geliştirilmeye çalışılan uzay robotu, teorik olarak dört koluyla saatte 28.000 km hızla giden bir nesneyi hassas biçimde yakalayabilecek kabiliyete sahiptir^[29]. Robot temizleyicinin ilk yörünge testleri 2025 veya 2026 yılında gerçekleştirilecektir.

Uzay çöplerinin temizlenmesinin yanı sıra küçük uyduların yörüngeye hassas biçimde yerleştirilmesi (uzay römorkörü), yakıtlarının yenilenmesi, yörünge açılarının düzeltilmesi ve bozulan parçalarının yenilenmesi için de (uzay servis robotları) araçlar geliştirilmektedir^[30]. Gelişmiş kollar ve kabiliyetlerle donatılmış uzay araçlarıyla, uzayda güneş enerji santralleri, uzay otelleri ve bilimsel laboratuvarların kurulması için de çeşitli girişimler bulunmaktadır. Ayrıca bazı uzay ajansları ve özel şirketler, Ay

ve Mars'ta koloniler oluşturmak, gök cisimlerinde uzay madenciliği yapmak için planlar açıklamışlardır. Ay, Mars ve asteroitlere gönderilen gezgin robotların (rovers), küçük sondajlar yapabilmek dahil olmak üzere giderek artan kabiliyetleri, uzay madenciliği yapılabilmesinin imkânsız olmadığını göstermiştir. Bunlardan biri Çin'e ait Yutu-2 gezginidir ve Ocak 2019'dan bu yana Ay'ın yüzey altı jeolojisi hakkında bilgi toplamak için radar ve görüntüleme spektroskopisi gibi araçları kullanmaktadır^[31].

Uzay tedarik zincirindeki eksik halkaların birer birer tamamlanmasını sağlayacak olan tüm bu araştırmalar, uzay güvenliği açısından yeni tehditleri beraberinde getirmektedir. Manevra yapabilen uzay araçları diğer uzay araçlarını yakalayabilir, sürükleyebilir veya bertaraf edebilir. Bu tür robot araçların varlığı, yörüngede askeri amaçlı uyduları bulunan ülkeler açısından endişe vericidir.

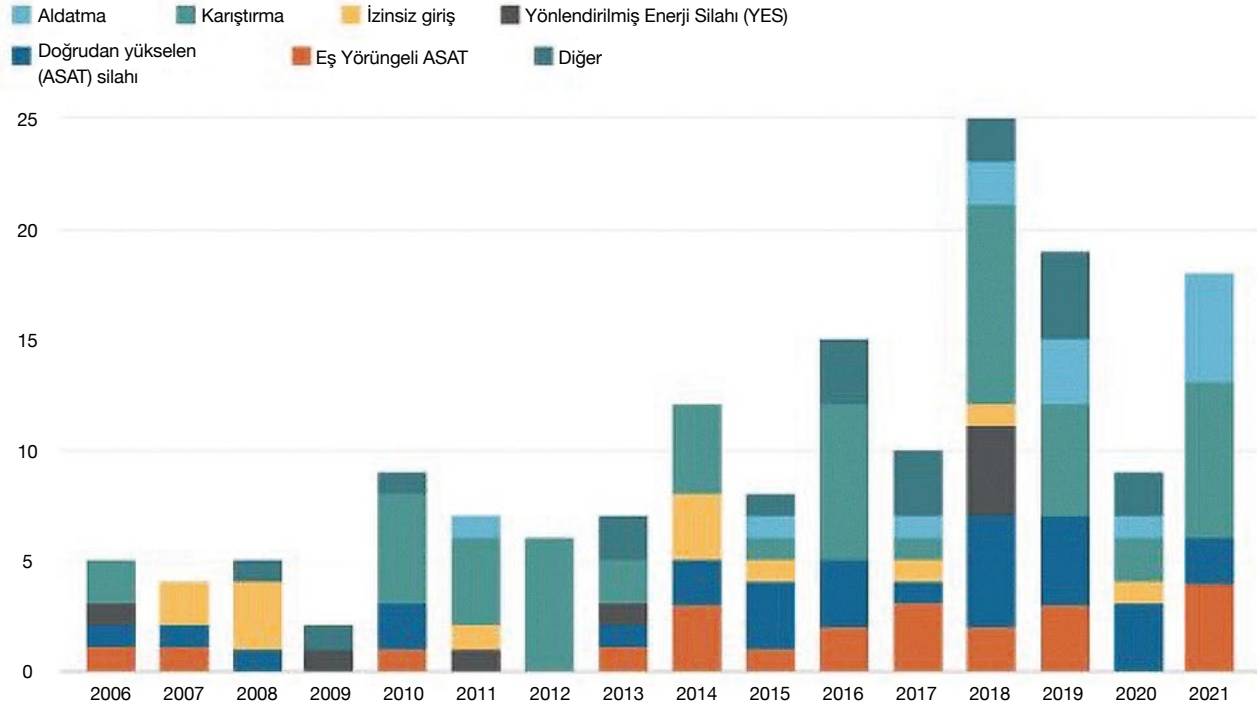
Günümüzde ülkelerin uzayda ne kadar askeri amaçlı uydusu olduğu bilinmemektedir. Bunun nedeni, uyduların sivil ve askeri amaçla kullanılabilir görev yükleri taşımasının bunların tasnifini güçleştirmesidir. ABD'nin 230 kadar^[32], Çin'in ise 250-500 kadar, Rusya'nın ise 170 kadar^[33] askeri uydusu olduğu iddia edilmektedir. Fransa, İngiltere, Almanya, İsrail ve Japonya da az sayıda askeri uyduya sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye de askeri uydulara sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Zira Göktürk 1 ve Göktürk 2 uyduları optik kameralarıyla hem sivil hem de askeri uygulamalar için yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri sağlamaktadır^[34]. Ayrıca bilimsel ve ticari amaçlarla uzaya gönderilen çeşitli gelişmiş görev yükleri taşıyan her uydu, aynı zamanda askeri amaçla kullanılma potansiyeline sahiptir.

Bu nedenle yörüngede manevra yapabilen ve diğer uydulara müdahale edebilen araçların varlığı, uzayda varlığı bulunan her ülke ve kuruluş için risk teşkil etmektedir. Dolayısıyla gelecekte, uyduların sadece faydalı görev yükleriyle değil, istenmeyen müdahalelere karşı silahlar, kabiliyetler ve tedbirlerle donatılması gerekecektir.

3. UYDUSAVAR SİLAHLARIN DÜNÜ, BUGÜNÜ VE YARINI

Uzay, ekonomik ve askeri açıdan gittikçe daha fazla stratejik hâle gelmektedir. Uzayın stratejik önemi, bazı ulusların uzay sistemlerini etkisiz kılmak, bozmak veya imha etmenin yanı sıra, diğerinin uzay alanını kullanma yeteneğini sekteye uğratmak için uydusavar silahları cephaneliği oluşturmalarına yol açmıştır. Uydusavar (ASAT) silahları, özellikle yörünge enkazı üretenler, uzay ortamı ve tüm ulusların uzay alanını refah ve güvenlik içinde kullanma yeteneğine ciddi bir risk oluşturmaktadır.

ASAT silahları, yarattıkları etki türleri, nasıl konuşlandırıldıkları, tespit edilip edilmediklerinin yanı sıra, bunları geliştirmek ve sahaya sürmek için gereken teknoloji ve kaynak düzeyi açısından önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Uydusavar silahlarını dört grupta incelemek mümkündür: Kinetik fiziksel ASAT silahları, kinetik olmayan fiziksel ASAT silahları, elektronik harp silahları ve siber saldırılar.



Şekil 1: Türlerine göre uydusavar silah geliştirme çalışmalarının gelişimi (2006-2021)^[35]

3.1 Kinetik Fiziksel Silahlar

Kinetik fiziksel uydusavar silahları, bir uyduyu veya yer istasyonunu doğrudan vurmak veya yakınında infilak etmek üzere tasarlanmış silahlardır. Bir uyduyu hedef alan kinetik fiziksel silahlar iki türdür:

- **Doğrudan Yükselen (Direct-Ascension) ASAT Silahı:** Yeryüzünden fırlatılan bir füze ile yörüngedeki bir uyduya çarparak vurmak için geliştirilmiştir.
- **Eş Yörüngeli (Co-Orbit) ASAT:** Bu füze yeryüzünden fırlatıldıktan sonra, önce yörüngeye konuşlandırılmakta, ardından hedef uyduya doğru manevra yaptırılmakta, hedefe yaklaştığında infilak ettirilerek şarapnelerle hedefin imha edilmesi sağlanmaktadır. Kinetik fiziksel saldırılar, etkilenen sistemlerde geri dönüşü olmayan hasara neden olmayı amaçlar. Dolayısıyla bir güç göstergisi niteliğini de taşırlar. Ancak bu güç göstergisi başka ülkelere ait uzay araçları üzerinden yapılmamıştır. Bugüne kadar başarılı ASAT füzesi denemesi yapan dört ülke (ABD, Rusya, Çin ve Hindistan) olmakla birlikte, hiçbir güç bir başka ülkeye ait bir uzay aracını vurmamıştır.



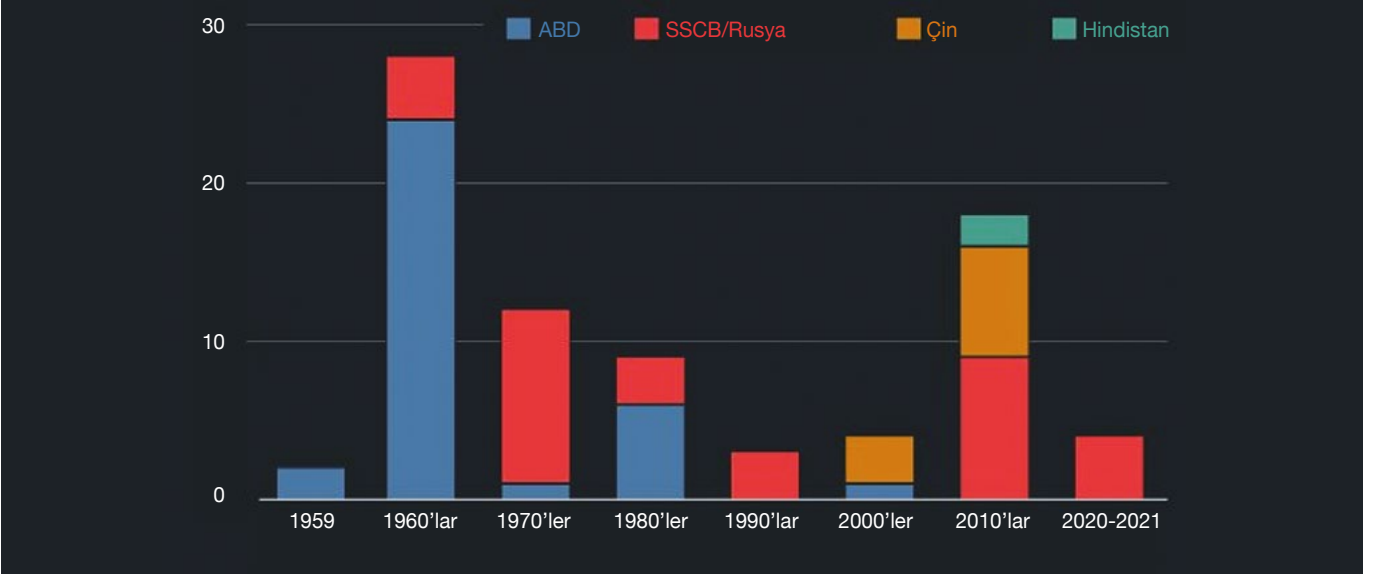
Şekil 2: Bilinen doğrudan yükselen ASAT füzelerinin illüstrasyonları^[36]. (*) Rusya'nın Nudol PL-19 ASAT füzesi henüz görüntülenmemiştir, sadece füzenin bulunduğu metal konteyner görüntülenebilmiştir.

3.1.1 Uydusavar Füze Testleri

Uydusavar silah testleri, neredeyse ilk uydular ortaya çıktığından bu yana yapılmaktadır. Uzay çalışmalarının sürdürülebilir ve güvenli olması için çaba gösteren ABD merkezli Güvenli Dünya Vakfı (Secure World Foundation), 1959 yılından Şubat 2023'e kadar 83 uydusavar füze denemesi tespit ettiğini bildirmiştir (Tablo 1).

Ülke	Deneme Yapılan Dönem	Deneme Sayısı	Vurulan Nesne Sayısı	Dünyaya Düşen Enkaz Parça Sayısı	Hâlen Yörüngede Olan Enkaz Parça Sayısı
SSCB/Rusya	1963-2021	35	11	2019	686
ABD	1958-2008	34	3	175	0
Çin	2005-2018	12	1	750	2.786
Hindistan	2019	2	1	130	-
TOPLAM		83	16	3.074	3.472

Tablo 1: Tespit edilen uydusavar füze denemeleri ve yol açtığı uzay çöplerine ilişkin tahminler^{[37], [38]}.



Şekil 3: Ülkelerin ASAT füzesi deneme sayıları (1959-2021)^{[38], [40]}.

Vakfın kayıtlarına göre en çok ASAT testi yapan ülke SSCB/Rusya'dır. Sovyetler Birliği, 1991 yılı sonundaki dağılışına kadar 19 adet uydusavar denemesi gerçekleştirmiştir. Rusya ise 1994 yılında yeniden denemelere başlamış ve Kasım 2021'e kadar, 15'i 2014-2021 yılları arasında olmak üzere, 16 ASAT silahı denemesi yapmıştır. Bu denemelerde, yörüngede bulunan çoğu hizmet dışı kalan Sovyet/Rus uyduları olmak üzere 11 nesnenin vurulduğu, bunların 2.700'den fazla parça uzay çöpü yarattığı ve bu çöplerin 686'sının hâlen yörüngede kontrolsüz biçimde uçmaya devam ettiği tahmin edilmektedir.

ABD'nin günümüze kadar gerçekleştirdiği 32 ASAT testinden sadece üçünde yörüngedeki bir nesnenin vurulduğu kayıtlara geçmiştir.

Çin ise, ASAT denemelerine ABD ve Rusya'ya kıyasla geç başlamakla birlikte 20 yıldan az bir sürede 12 deneme gerçekleştirerek dikkatleri üzerine çekmiştir. Çin ayrıca, 2007 yılında, bugüne kadar gerçekleştirilen denemeler arasında en çok uzay çöpü yaratan denemeye de imza atmıştır.

17 Ocak 2007'de, Çin'in fırlattığı SC-19 ASAT orta menzilli balistik füze, yine Çin'e ait hizmet dışı kalmış bir meteoroloji uydusunu vurmuş; bu deneme, bir kısmı dünya atmosferine dönmüş olmakla birlikte yörüngede 3.400'den fazla uzay çöpü yarattığı için uluslararası toplumun tepkisini çekmiştir^[39].

Daha yakın tarihte, Kasım 2021'de Rusya'nın Nudol PL-19 ASAT füzesiyle gerçekleştirdiği bir test de yarattığı uzay çöpleri nedeniyle büyük tepki yaratmıştır. Rusya bu denemede hizmet dışı kalmış bir Rus uydusunu vurma başarmıştır; ancak ortaya çıkan 2.000'den fazla uzay çöpü, Rusya'nın da ortağı olduğu Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki astronotların yaşamını tehlikeye attığı gerekçesiyle başta ABD olmak üzere pek çok ülke tarafından sert biçimde eleştirilmiştir^[41].

3.1.2 Kinetik ASAT Silahları ve Uydu Çöpleri Sorunu

Bugüne kadar uzaydaki bir nesneye yönelik az sayıda test yapılmış olmasına rağmen, bunlar da binlerce uzay çöpü yaratmıştır (Tablo 2).

Uzayda en küçük bir insan yapımı parça bile yörüngedeki tüm nesnelere büyük tehlike yaratmaktadır. Sattite 25.000 km'nin üzerinde kontrolsüz biçimde hızla yol alan bu parçalar, diğer uzay nesnelere çarptığında Kessler Sendromu olarak bilinen reaksiyonlar yaratarak yörüngedeki tüm nesnelere parçalanarak dağılmasına yol açabilmektedir^[43]. Bu da uzaya erişimi neredeyse imkânsız kılan bir enkaz kütleli yaratabilir. Dünyanın büyük güçleri arasında yeni bir silahlanma yarışına paralel olarak artacak ASAT testleri, uzaydaki kontrolsüz parçaların kritik bir kütle hâline gelmesine neden olabilir.

Dünya genelinde uydulara ve uzay uygulamalarına artan bağımlılık göz önüne alındığında, kinetik ASAT silah testlerine karşı uluslararası toplumda artan tepkileri anlamak daha da anlaşılır hâle gelebilecektir. Pek çok kuruluş bu tür testlerin yasaklanması çağrısında bulunmaktadır. ABD'nin yanı sıra bu testleri henüz gerçekleştirilmeyen Kanada ve Fransa gibi ülkeler de bu tür artıklar yaratabilecek ASAT füze testleri yapmayacaklarını taahhüt etmiştir. Kinetik ASAT testleri yapmama taahhüdünün

	Uzay çöpü boyutu		
	0,1- 1 cm	1-10 cm	>10 cm
10 tonluk uydunun tahrip edilmesinin ortaya çıkaracağı uzay çöpü sayısı	8-14 milyon	250.000-750.000	5.000-15.000

Tablo 2: Bir ASAT saldırısı halinde ortaya çıkabilecek uzay çöpü miktarı^[42].

yaygın olarak benimsenmesi, uzay faaliyetlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlayabilir.

3.2 Kinetik Olmayan Fiziksel Silahlar

Kinetik olmayan fiziksel ASAT silahları, fiziksel temas kurmadan uydular veya yer sistemleri üzerinde fiziksel etkiler yaratmaktadır. Kinetik olmayan ASAT silahları esasen Yönlendirilmiş Enerji Silahlarıdır. Yönlendirilmiş Enerji Silahları, çok yüksek enerji üretebilen ve bu enerji bir yönlendirici ile hedefe gönderildiğinde, düşmanın personel ve teçhizatına zarar vermek suretiyle performanslarını düşüren veya tahrip eden silahlardır. Tipik örnekleri lazerler, mikrodalga silahları, parçacık ışınli silahlar ve yüksek güçlü sonik silahlar olan yönlendirilmiş enerji silahları, ışık hızında hareket etmektedir; hedefe ulaşma açısından son derece hassastırlar, görünmezler, kaynaklarının tespiti güçtür ve son derece etkili sonuçlar doğurabilmektedirler^[44]. Lazerler, uydulardaki sensörleri geçici olarak işlevsiz bırakmak veya kalıcı olarak kör etmek veya bileşenlerin aşırı ısınmasına neden olmak için kullanılabilir. Yüksek güçlü mikrodalga silahları ise, bir uydunun elektronik aksamını bozabilir veya bir uydudaki elektrik devrelerinde ve işlemcilerde kalıcı hasara neden olabilir. Bu yeni silah teknolojisi, henüz tam işlerlik kazanmış değildir ve bazı sorunların aşılması gerekmektedir. Ancak bu silahların operasyonel potansiyeli ülkeleri, savunma konseptlerini gözden geçirmeye zorlayacak niteliktedir.

Öte yandan manevra yapabilen ve başka uydularla kenetlenen; robotik kollar, zıpkınlar veya ağlarla başka uzay nesnelerini yakalayabilen ya da taşıdığı alt uydularla başka uydulara müdahale edebilen uzay araçlarını da kinetik olmayan fiziksel ASAT silahları olarak kabul etmek mümkündür.

3.3 Elektronik Uydusavar Silahlar

Elektronik uydusavar silahları, düşman uyduları hedef alan elektronik harp silahlarıdır ve uzay sistemlerinin veri ilettiği ve aldığı elektromanyetik spektrumu ele geçirmeye çalışır^[45]. Uydulara yönelik en yaygın elektronik taarruz yöntemi, karıştırma (jamming)dir. Karıştırma cihazları, aynı radyo frekansı (RF) bandında gürültü üreterek,

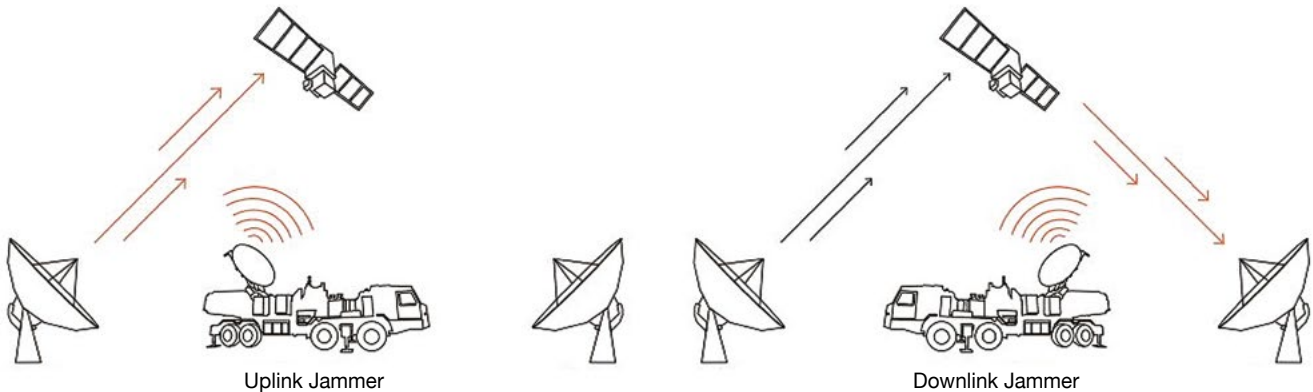
uydularla olan veya uydulardan gelen iletişime müdahale etmektedir. Uydulara karşı kullanılan elektronik karıştırma cihazları yukarı yönlü (Uplink) veya aşağı yönlü (Downlink) karıştırma için kullanılabilir. Yukarı yönlü karıştırıcılar, Dünya'dan bir uyduya giden sinyale, örneğin komuta ve kontrol sinyallerine müdahale edebilir. Aşağı yönlü karıştırıcılar ise Dünya'daki kullanıcılara doğru yayılırken bir uydudan gelen sinyali hedefler (Şekil 4).

Uydulara karşı yanıltıcı sinyal yayarak karıştırma (Spoofing) silahlarına da başvurulabilir. Bunlar, uyduya sahte sinyaller gönderip gerçek sinyal olduğuna inandıran elektronik saldırı silahlarıdır^[6]. Yanıltıcı karıştırıcı sinyaller veri akışına yanlış ya da aldatıcı bilgi enjekte etmek için veya yanlış komutlarla uydunun faaliyetlerini kesintiye uğratmak için kullanılabilir. Yeryüzündeki daha geniş bir açı aralığından uydu-yer bağlantısının sekteye uğraması birçok GPS alıcısını ve uydu telefonu gibi çok yönlü antenlere sahip kullanıcı terminallerini olumsuz etkileyebilir.

Elektronik saldırı biçimlerinin tespit edilmesi veya tesadüfi müdahalelerden ayırt edilmesi zordur. Dolayısıyla saldırının tespit edilmesi de saldırganın belirlenmesi de güçtür. Hem karıştırma hem de aldatma geri döndürülebilir saldırı biçimleridir, çünkü bunlar kapatıldıktan sonra iletişim normale dönebilir. "Meaconing" adı verilen bir yanıltma türü aracılığıyla, şifrelenmiş askeri GPS sinyalleri bile yanıltılabilir^[6]. GPS sinyallerinin tekrar yayınlanmasıyla gerçekleştirilen bir karışma türü olan meaconing, şifrelemenin kırılmasını gerektirmez. Çünkü orijinal sinyalin şifresini çözmeden veya verileri değiştirmeden yalnızca zaman gecikmeli bir kopyası yeniden yayınlanır. Birçok türde uydu sinyalini karıştırmak ve yanıltmak için gereken teknoloji ticari olarak temin edilebilir ve ucuzdur. Bu da onu devlet ve devlet dışı aktörler arasında yaygınlaştırmayı görece kolaylaştırmaktadır.

3.4 Siber Saldırlar

Dünya yörüngesinde varlıklar siber saldırılardan muaf değildir. Siber saldırılar uydulara karşı başvuru kinetik ve fiziksel olmayan silahlar arasındadır. Elektronik saldırı şekilleri radyo frekansı sinyallerinin iletimine müdahale etmeye çalışırken, siber saldırılar verinin kendisini ve veri



Şekil 4: Uydulara yönelik yukarı yönlü (uplink) ve aşağı yönlü (downlink) karıştırıcı saldırıları gösterimi^[46].

akışını kullanan, ileten ve kontrol eden sistemleri hedef almaktadır. Uydulara yapılan siber saldırılar, veri trafiği modellerini izlemek, verileri engellemek veya bir sisteme yanlış veya bozuk veriler eklemek için kullanılabilir. Bu saldırılar yer istasyonlarını, son kullanıcı ekipmanlarını veya uyduların kendisini hedef alabilir.

Siber saldırı düzenlemek için uyduların yapılarını çok iyi bilmek gerekir, ancak saldırının kendisi önemli bir maliyet gerektirmez. Siber saldırılar özel gruplara veya bireylere yaptırılabilir.

Uzay sistemlerine yönelik bir siber saldırı, GPS gibi bir sisteme karşı kullanıldığında yaygın sistemik etkilere sahip olabilecek bir uydu tarafından sağlanan veri veya hizmetlerin kaybına neden olabilir. Bir düşmanın komuta ve kontrol sistemi aracılığıyla bir uydunun kontrolünü ele geçirmesi durumunda siber saldırıların kalıcı etkileri olabilir.

Saldırgan, itici gazını tüketerek veya elektronik aksama ve sensörlerine zarar verecek komutlar göndererek tüm iletişimleri kapatabilir ve uyduya kalıcı olarak zarar verebilir. Bir siber saldırının failini doğru biçimde ve zamanında tespit etmek zor olabilir. Çünkü saldırganlar, kimliklerini gizleyerek bir saldırı başlatmak için ele geçirilen sunucuları kullanmak gibi çeşitli yöntemler kullanabilirler.

4. SEÇİLMİŞ ÜLKELERİN ASAT KABİLİYETLERİ

4.1 ABD

ABD, uydusavar silah geliştirme çalışmalarına ilk başlayan ülkedir. ABD, daha 1958 yılında, bir B-47 Stratojet bombardıman uçağı tarafından ateşlenen “Bold Orion” füzelerini geliştirerek bir uydusavar silahı çalışmalarına başlamıştır^[47]. İki kademeli bu füze 1.600 km irtifaya kadar çıkmış, yörüngeye yerleştirilmiş bir nesneye ulaşmanın gerçekten mümkün olduğunu göstermiştir.

ABD 2008 yılına kadar 34 defa ASAT denemesi yapmıştır. Bunların biri dışında tümü doğrudan yükselen ASAT füzeleri ile gerçekleştirilmiş ve sadece üçünde yörünge-deki bir nesne hedef alınmıştır^[48]. Doğrudan uzaydaki bir nesneyi hedef alan ilk deneme 1985 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu tarihte bir F-15 Eagle savaş uçağından fırlatılan AASM-135 ASAT füzesi, P781-1 (Solwind) uydusunu vurmuştur^[49]. Bir yıl sonra uzaydaki bir nesneyi hedef alan ikinci deneme yapılmış, ancak bu kez bir eş yörünge-sel (Co-orbit) ASAT silahı kullanılmıştır. ABD'nin “Yıldız Savaşları Projesi” olarak da anılan “Stratejik Savunma Girişimi/SDI” programı çerçevesinde gerçekleştirilen bir dizi denemenin ilki olmuştur^[50]. ABD, Delta 180 serisi eş yörünge-sel füzeler dışındaki tüm ASAT füzesi denemelerini yeryüzünden veya hava platformlarından fırlatılan Doğrudan Yükselen ASAT silahları ile gerçekleştirmiştir. Doğrudan yükselen bir ASAT füzesi olan RIM-161 SM3 füzesiyle yapılan ve doğrudan bir uyduyu hedef alan son deneme 2008 yılında gerçekleştirilmiştir^[50]. Bu son deneme, Ocak 2007'de Çin tarafından bir uydusavar silahının (SC-19) başarılı bir şekilde denemesine bir yanıt olarak görülmüştür^[46]. ABD bu tarihten sonra bir ASAT füzesi

ile deneme yapmamış, Mayıs 2022'de ise “tahribata yol açan doğrudan yükselen füzeler veya kinetik silahlı testleri” tek taraflı olarak yasaklamıştır^[51]. Bu yasaklama, yörüngede bulunan bir nesneyi doğrudan hedef almayan testleri yasaklamamaktadır ve daha çok uzay çöplerinin sayısının artışını engellemeyi amaçlamaktadır. Hâlen ABD'nin envanterinde, ASAT silahı olarak da kullanılabileceği Aegis ve THAAD gibi füze savunma sistemlerinin füzeleri bulunmaktadır.

Öte yandan ABD, uydusavar silah olarak kullanılabileceği gelişmiş platformlara da sahiptir. Özellikleri gizlenen insansız bir uzay uçağı bunlardan biridir. Geliştirme çalışmaları 1999'da başlanan Boeing X-37B isimli alçak yörünge uzay uçağı, ABD'nin 2011'de son verdiği uzay mekiği programı araçlarının dörtte biri büyüklüğünde bir kopyasına benzemektedir^[52]. İlk uzay misyonunu 2010'da tamamlayan ve bugüne kadar, biri 908 gün süren altı misyon tamamlayan Boeing X-37B'nin taşıdığı görev yükü ve misyonlarının içeriği büyük bir gizlilik içinde tutulmaktadır^[53]. Ancak X-37B'nin robotik kollara sahip olduğu, yörüngede manevra yapabildiği, uydulara çeşitli müdahalelerde bulunabilecek kabiliyetlerle donatıldığı ve hatta güneş enerjisini yeryüzüne aktarabilecek cihazları bulunduğu yönündeki iddialar^[53] gerçekse, uzay uçağının bir ASAT silahı olarak kullanılma olasılığı artmaktadır.

ABD, ASAT olarak kullanılacak manevra yapabilen uydu sistemleri üzerinde de çalışma yürütmektedir. Örneğin, NASA Otonom Randevu Teknolojisi Gösterimi (DART) programı ile ABD Hava Kuvvetlerinin Deneysel Uydu Sistemi 11 (XSS-11) programı kamuoyuna duyurulmuş, manevra yapabilen ve dolayısıyla uydusavar olarak da kullanılacak uydu geliştirme programlarıdır^[54].

ABD, 2000'li yılların başından beri bir dizi kinetik olmayan ASAT silahı üzerinde çalışmalar yürütmektedir. Washington yönetimi, uzay nesnelere daha iyi takibi, yeni fırlatma ve itme teknolojileri, hafif sensörler ve öldürme araçları dahil olmak üzere uzayla ilgili teknolojilerin araştırma ve geliştirmesi için önemli miktarda fon ayırmıştır^[4]. Ülkenin, konulan gizlilik şerhleri nedeniyle içeriği açıklanmayan çok sayıda ASAT silahı olarak da kullanılacak kinetik olmayan sistem projesi bulunmaktadır. Buna karşılık, ABD envanterinde beyan edilmiş yalnızca bir karşı uydusavar silahı bulunmaktadır. Karşı İletişim Sistemi (Counter Communication System -CSS) adı verilen sistem gezici bir radyo frekansı karıştırıcısıdır^[55].

ABD'nin açıklanmış projelerinden bazıları doğrudan ASAT silahı olarak adlandırılmamakla birlikte bu amaçla kullanılacak niteliktedir. Örneğin Lockheed Martin 2014 yılında, yörüngedeki uyduların dışında 10 cm'den büyük uzay çöplerinin takibi için bir S Band Radar projesi başlatmıştır. 2020'nin Mart ayında tamamlanan ve Uzay Çiti (Space Fence) adı verilen bu proje sayesinde takip edilen uydu parçası veya uzay çöpünün sayısı 20.000'den 100.000'e çıkarılmıştır^[56]. Öte yandan bu sistemin tek amacı uzay çöplerine karşı kullanılması değil, düşman balistik füzeleri ve uzay araçlarına yönelik saldırıları da tespit edebilmektir.

ABD'nin, tıpkı Rusya ve Çin gibi, uzun zamandır yeryüzünden veya yörüngedeki araçlarla düşman uydularını

körleştirebilecek, hasar verebilecek veya tahrip edecek lazer sistemleri üzerinde çalıştığı ileri sürülmektedir. Bazı kaynaklar, ABD'nin 2002 yılında açıkladığı ancak 2004 yılında rafa kaldırdığını duyurduğu, kısaltmasının okunuşundan yola çıkarak "Scissors" (Makas) olarak anılan Karşı Gözetleme Keşif Sistemi'nin, aslında düşman uydularının sensörlerini kör etmeyi amaçlayan bir lazer sistemi olduğunu ve iptal edildiği açıklanmasına rağmen projenin devam ettiğini ileri sürmektedir^[57].

ABD'nin kinetik olmayan ASAT silahlarına sahip olduğu ileri sürülen bir diğer yörünge sistemi Yeryüzüne Eş Zamanlı Uydu Durumsal Farkındalık Programı (Geosynchronous Space Situational Awareness Program -GSSAP), ABD'nin önemli askeri uyduları ve GPS sistemi uydularının bulunduğu Yeryüzüne Eş Zamanlı Yörünge'ye (GEO) konuşlandırılmış bir dizi manevra yapabilen uydulardan oluşmaktadır^[58]. GSSAP hakkında 2014 yılında gizlilik kararı alınmıştır. Bu kararın ardında GSSAP'in sahip olduğu gelişmiş kabiliyetleri gizleme niyeti olabilir. Bazı kaynaklarda GSSAP'in, ASAT silahı olarak da kullanılabilir bazı görev yükleri ile donatılmış olabileceği kaydedilmiştir. Söz konusu sistemdeki uyduların GEO'daki stratejik uydulara çeşitli hizmetler (yörünge düzeltme, açı düzeltme, yakıt takviyesi vb.) sunabileceği, düşman uydularının bunlara yaklaşmasını önleyebileceği veya elektronik karıştırıcı gibi silahlarla bunları geçici ya da kalıcı olarak işlevsiz kılabilmesi ileri sürülmektedir^[57].

ABD, yönlendirilmiş enerji silahları geliştirmeye ve bunları uzayda kullanmaya da büyük ilgi göstermektedir. Ülkenin savunma bakanlığının daha 1996'da yaptırdığı bir operasyon analizinde, 2025 yılına kadar "yörüngede balistik füzeler veya uyduları patlatabilecek güçte minyatür mikrodalga silahı" geliştirilebileceği kaydedilmiştir^[59]. ABD Kongresine Eylül 2022'de sunulan bir rapora göre^[60], ABD Savunma Bakanlığı, uydulara da zarar verebilecek bir dizi yönlendirilmiş enerji silahı üzerinde çalışmaktadır. Rapora göre hâlen 150 kilovat gücünde yönlendirilmiş enerji silahları geliştirilmiştir ve bu silahların gücünü 2023 yılına kadar 300 kilovata, 2025 yılına kadar 500 kilovata, 2026 yılına kadar ise 1 megavata kadar çıkarmak için çalışmalar sürmektedir. Bu tür silahların gücü 1 megavatın üzerine çıkarıldığında, balistik ve hipersonik füze savunma sistemlerinde kullanabilecekleri de raporda yer almaktadır. ABD ordusunun devam eden yönlendirilmiş enerji silahı çalışmaları Tablo 3'te verilmiştir

ABD'de yönlendirilmiş enerji silahlarına önemli miktarda yatırım yapıldığı ve 2030'lu yıllarda bunları yeryüzü ve yörüngede ülkenin füze savunma sisteminin yanı sıra stratejik uydularının korunmasında kullanmaya yönelik hazırlıkların sürdüğü anlaşılmaktadır.

4.2 Rusya

ABD ile birlikte uzay çalışmalarında en köklü geçmişe sahip ülke konumundaki Rusya, Sovyetler Birliği'nin dağılmasının ardından uzay çalışmalarını yeniden canlandırmaya çalışmaktadır. 2000'li yıllarda NASA'nın uzay mekiği programına son verip uzay uçuşlarında Rusya'nın Soyuz füzelerine yönelmesi, kritik bir dönemde Rusya'nın

Program	Yönlendirilmiş Araç Tipi	Olgunluk Seviyesi
THOR	Lazer silahı	Prototip aşamasında
Fazlı Yüksek Güçlü Mikrodalga	Mikrodalga silahı	Prototipi test aşamasında
CHIMERA	Mikrodalga silahı	İhalesi yapıldı
HELWS	Lazer Silahı	Prototip sonrası test aşamasında
SHIELD	Lazer Silahı	Prototip sonrası test aşamasında

Tablo 3: ABD'de geliştirme çalışmaları süren yönlendirilmiş enerji silah programlarından bazıları ve olgunluk durumu^[60].

sivil uzay programının ayakta kalmasını sağlamış, ancak çoğu ABD merkezli özel uzay şirketlerinin yeniden kullanılabilir roketlerle pazarın önemli bölümünü ele geçirmesiyle bu gelişme de kısıtlı kalmıştır. Ancak son dönemde Rusya'nın özellikle askeri amaçlı uzay programını yeniden canlandırdığı görülmektedir. Rusya'nın 2014 yılından sonra ASAT silahlarını geliştirmek için yoğun çaba içine girdiği görülmektedir. Rusya Savunma Bakanlığı bu çabanın, uzayda kapsamlı askeri avantaj elde etme girişimlerine karşı, Rusya'nın caydırıcılığını ve savunmasını güçlendirmeyi amaçladığını bildirmiştir^[61].

Rusya kinetik fiziksel, kinetik olmayan fiziksel, elektronik ve siber olmak üzere dört kategoride ASAT silahlarına sahiptir. Soğuk Savaş döneminde Sovyetler Birliği ABD'nin başlattığı ASAT denemelerine eş yörüngeli kinetik ASAT silahları geliştirerek yanıt vermiştir. Sovyetler Birliği, 1991 yılında dağılına kadar, hepsi eş yörüngeli ASAT silahlarıyla olmak üzere 20 adet test yapmış ve bunların sekizinde yörüngedeki bir füze vurulmuştur^[48]. Rusya 1994'te yine bir eş yörüngeli ASAT silahı ile deneme yaptıktan sonra kinetik ASAT silah denemelerine 20 yıl ara vermiştir. 2014'te yeniden kinetik ASAT geliştirme çalışmalarına dönen Rusya, 2021 yılına kadar bir eş yörüngeli, 13'ü doğrudan yükselen olmak üzere 14 kinetik ASAT füzesi denemesi gerçekleştirmiştir^[48]. Rusya'nın ana kinetik ASAT silahı Nudol füzeleridir. Bugüne kadar 10 kez uçuş testinden geçen ve bir kez LEO uydusunu vurduğu kayıtlara geçen Nudol'un 850 km irtifaya kadar etkin olduğu belirtilmektedir. Nudol'un 2025 yılına kadar Rus Uzay Kuvvetleri envanterine katılması muhtemeldir^[62].

Rusya'nın, mobil olarak hızla yer değiştirebilen platformlardan ateşlenebilen S-550 ASAT füzeleri üzerinde çalıştığı da belirtilmektedir^[63]. Bunun yanı sıra Rusya'nın havada savaş uçakları tarafından ateşlenebilen eş yörüngeli bir ASAT silahı olan "Burevestnik" füzelerini geliştirerek yörüngede testler yürüttüğü de ileri sürülmektedir^[64].

Rusya'nın sahip olduğu bir diğer fiziksel ASAT silahı manevra yapabilen uydulardır. Bunların ilki olan ve 2014 yılında fırlatılan Kosmos-2499, Ocak 2023'te ömrünü tamamlamıştır^[65]. Kosmos sınıfı uydular bu türden uydulardır. Ekim 2017'de üç Rus uydusu (Kosmos-2519, Kosmos-2521 ve Kosmos-2523) yüksek hızlı yörünge manevraları gerçekleştirmiştir. Ocak 2020'de iki Rus

uydusu, Kosmos-2542 ve Kosmos-2543, bir ABD askeri keşif uydusu olan KH-11'in yakınında koordineli, yakın yaklaşma yörünge manevralarını yerine getirmiştir. Altı ay sonra, Temmuz 2020'de Kosmos-2543 uydusu, uzaya yüksek hızlı bir mermi fırlatmıştır^[61]. Böyle bir mermi, güçlü bir ASAT silahı görevi görebilir. 2014'te Kosmos 2499 adlı askeri uydu ile bundan birkaç ay sonra uzaya fırlatılan "Luch" adı verilen, bilinen manevra yapabilen Rus uyduları arasındadır. Luch'un, özellikle ABD askeri uyduları ve GPS uydularının da bulunduğu GEO yörüngesine çıkabilme ve diğer uydulardan bilgi sızdıracak kadar yakında durabilme kabiliyetlerine sahip olduğu için askeri casusluk kabiliyetlerine de sahip olduğundan kuşkulandırılmaktadır^[66]. Rusya 2017 yılında, "Otonom uçuş yapabilen, yörünge değiştirebilen ve uyduları inceleyebilen" bir küçük uydu taşıyan Kosmos-2519 uydusunu uzaya göndermiştir^[67].

Rusya'nın yeryüzünde konuşlu ASAT lazer silahı geliştirdiği de ileri sürülmüştür. Temmuz 2022'de uydu görüntüleri ve Rus açık kaynaklarından elde edilen bilgilere dayandırılan iddiaya göre "Kalina" projesi kapsamında Rusya Savunma Bakanlığı tarafından ülkenin güneybatısında gelişmiş bir lazer silahı inşa edilmektedir. Bu silah "1.500 kilometre irtifaya kadar yörüngede bulunan düşman uydularını kalıcı olarak kör edebilecek" niteliktedir^[68]. Bu lazerin hedefini ısıtabileceği, buharlaştırabileceği, eritebileceği ve hatta yakarak kullanılmaz hâle getirebileceği ifade edilmektedir^[69].

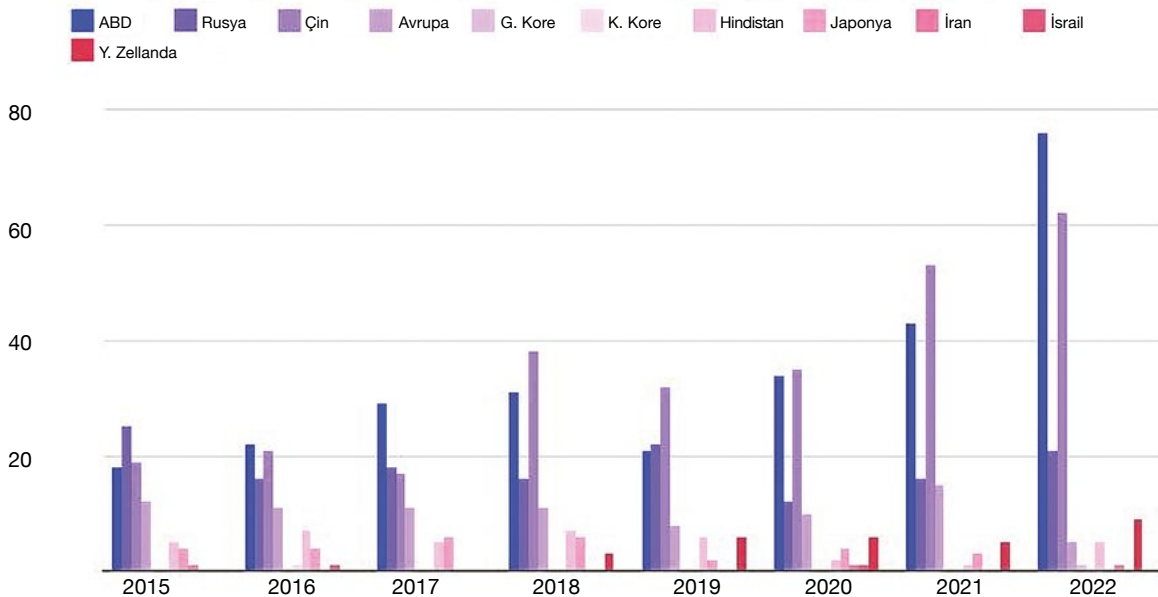
Kalina, Rusya'nın tek lazer silahı çalışması değildir. 2019 yılında, tekerlekli araçlara monte edilebilen "Peresvet" adında bir lazer silahının Rusya Silahlı Kuvvetleri envanterine katıldığı bildirilmiştir. 1.500 km irtifaya kadar etkili olduğu belirtilen Peresvet'in uyduların sensörlerini geçici veya kalıcı olarak kullanılmaz hâle getirebileceği belirtilmektedir^[68].

Rusya'nın envanterinde uydulara karşı kullanılabileceği geniş yelpazede elektronik harp silahları da bulunmaktadır. Rusya medyasında çıkan haberlere göre GPS sinyallerini karıştırmak üzere ülke genelinde 250.000 GPS karıştırıcısı kurulmuştur^[70]. Rus birliklerinin, savaş platformlarının ve güdümlü mühimmatının elektronik etkilerden korunması için R-330Zh Zhitel ve Borisoglebsk-2 GPS bozucu elektronik harp araçları kullanılmaktadır. R-330Zh Zhitel'in ticari Immarsat ve Iridium alıcılarını etkileyebileceği (downlink karıştırıcı) bilinmektedir. Rusya'nın bir uplink karıştırıcısı olan Tirada-2 üzerindeki çalışmalarını 2027 yılında tamamlamayı hedeflediği belirtilmektedir^[70]. Tirada-2S karıştırıcıların Ukrayna savaşında kullanılmaya başlandığı ve ABD'li firma SpaceX'in Starlink uydu interneti takım uyduları ile iletişimini sık sık kestiği de ileri sürülmektedir^[71].

Rusya elektronik harp unsurlarını NATO ve Ukrayna'ya karşı yoğun biçimde kullanmaktadır. Rus Silahlı Kuvvetleri, 2018 sonbaharında NATO askeri tatbikatları sırasında Kuzey Kutbu gibi geniş bir bölgede NATO GPS sinyallerini bozmuştur^[72]. Ukrayna ile girdiği savaşta Rus kuvvetleri, operasyon sahasının bir kısmında rutin olarak GPS sinyallerini karıştırmaktadır^[73]. Rusya'nın "milimetre bandında" çalışan uydulara karşı Bylina-MM yer bazlı uydu karıştırma sistemi geliştirdiği de belirtilmektedir^[63].

Rusya'nın "Ekipazh" ve "Plazma-2010" adı verilen projelerle uzay tabanlı karıştırma sistemi oluşturmaya çalıştığı belirtilmektedir^[74].

Uydular ve uzay araçlarına karşı siber saldırılarda da Rusya'nın parmağı olduğu sık sık ileri sürülmektedir. Örneğin Şubat 2022'de, Rus tankları Ukrayna içlerine ilerlerken, Viasat Ka-SAT uydu interneti ağına yönelik büyük bir siber saldırı yapılmış, sadece Ukrayna'da değil Avrupa'nın önemli bir kesiminde internet kesintisi yaşanmış, ABD saldırıdan Rusya'yı sorumlu tutmuştur^[75].



Şekil 5: 2015-2022 yılları arasında uzay aracı fırlatmalarının ülkelere göre dağılımı^[76].

4.3 Çin

Uzay yarışına 1970'li yıllarda katılan ancak 2000'li yıllara kadar sınırlı ilerleme gösteren Çin, uzay çalışmalarında en hızlı yol kateden ülke hâline gelmiştir. Ülkenin çeşitli bölgelerine dağılmış yedi adet uzay aracı fırlatma merkezine sahip olan Çin, son 10 yılda kendi küresel navigasyon uydusu sistemi Beidou'yu ve kendi uzay istasyonu Taigong'u kurmuş, Ay ve Mars yüzeyine gezgin araçlarını indirmiş ve yörüngeye yüzlerce uydusu göndermiştir. Çin, 2018-2021 döneminde en çok uzay aracı fırlatan ülke olmuştur (Şekil 5).

Çin'in uzay alanındaki bu hızlı yükselişi, ülkenin stratejik planlarının parçasıdır. 2019'da yayınlanan "Yeni Dönemde Çin'in Ulusal Savunması" başlıklı raporda uzay, uluslararası stratejik rekabette kritik bir alan olarak tanımlanmakta ve uzayın güvenliğinin ülkenin ulusal ve sosyal kalkınmasına stratejik güvence sağladığı belirtilmektedir^[77]. 2021'de yayınlanan Çin Uzay Programı'nda ise uzay sanayiinin "Çin'in ulusal stratejisinde kritik öneme sahip alan" olduğu ifade edilmektedir^[78]. Çin'in nihai hedefinin, 2045 yılına kadar "ekonomik, diplomatik ve askeri olarak dünyanın baskın uzay gücü olmak" olduğu Çinli yetkililer tarafından ifade edilmektedir^[79].

Çin'in uzay çalışmaları sivil ağırlıklı olmakla birlikte, askeri amaçlı çalışmaları da içermektedir. Çin, ilk kinetik ASAT silahı denemesini 2005 yılında yapmış, 2007 yılında ilk kez yörüngedeki bir nesneyi doğrudan hedef alan bir test yapmış ve 2022 yılı sonuna kadar toplam 12 test gerçekleştirmiştir^[80]. Bu testlerin tamamı doğrudan yükselen ASAT silahları ile yapılmıştır. 2.150-2.500 km irtifaya çıkabilen SC-19 füzeleri, hâlen ana ASAT füzesi olarak bilinmektedir. Çin'in ayrıca havadan fırlatılabilen bir ASAT füzesi üzerinde çalışmalar yürüttüğü belirtilmektedir^[82].

Kinetik ASAD silahları dışında Çin'in manevra yapabilen uyduları da fiziksel ASAT silahı olarak değerlendirilebilir. Çin daha 2010 yılında yörüngede iki uydusunun kenetlenme deneyini başarıyla tamamlayarak dikkatleri çekmiştir^[82]. Çin 2022 yılı itibarıyla yörüngede "uzay rö-morkörleri"^[83], robotik kollara sahip servis uyduları^[84] ve iddialara göre "katil" veya "kamikaze" uyduları geliştirmek için çalışmalar yürütmektedir^[81]. Bazı kaynaklarda Çin'in, ABD'nin X-37B'sine benzer bir uzay uçağı geliştirme çalışmalarını gizlilikle sürdürdüğü de iddia edilmektedir^[85]. Söz konusu uzay uçağının, bir alt uydusu taşıyarak yörüngedeki uydulara müdahale edebildiği veya istihbarat amaçlı kullanıldığı da belirtilmektedir^[85]. Çin'in çok alçak yörüngede (150-300 km irtifa) bir takım uydusu konuşlandıracağını^[86] açıklaması ve ABD'nin 2023'ün Şubat ayında düşürdüğü gibi yüksek irtifa balonları veya güneş enerjili uçaklarla bir "sözde uydusu sistemi" oluşturmaya çalıştığı da ileri sürülmektedir^[87].

Çin'in ASAT silahı olarak kullanılabilecek çeşitli yönlendirilmiş enerji silahları üzerinde çalıştığı da kaydedilmektedir. Ayrıntıları açıklanmamakla birlikte Çin'in yeryüzünde beş bölgede konuşlandırılmış çeşitli güçlerde lazer silahına sahip olduğu belirtilmektedir^[88]. Daha 2005

yılında ABD, Çin'in ABD uydularını lazerle karıştırdığı iddiasında bulunmuş, bu iddia iki yıl sonra dolaylı olarak Çin tarafından doğrulanmıştır^[81]. Çin'in ayrıca bir yüksek güçlü radyo frekansı silahı geliştirdiği iddia edilmektedir. Asya medyasında Kasım 2022'de çıkan haberlere göre, Çin'in, tüm hava koşullarında çalışabilen yeni bir elektronik taramalı sıralı (AESR) radar geliştirdiği ve bununla geniş bir alanı tarayıp alçak yörüngedeki uyduları takip edebileceği ve gerektiğinde düşman uyduların sinyallerini karıştırabileceği ileri sürülmektedir^[89]. Mart 2023'te Çin medyasında çıkan haberlere göre ise, Çinli bilim insanları saniyede 10 darbe frekansına sahip 10 gigavat güç üretebilen bir mikrodalga silahı geliştirmeyi başarmıştır ve bu yeni silah İHA'larda, uçaklarda ve hatta uydularda hasara yol açabilir^[90].

Çin ayrıca bir dizi deneme gerçekleştirerek hem yeryüzünden hem de yörüngeden, uydusu sinyallerini karıştırma ve yanıltma kabiliyetlerini kanıtlamıştır. Çin'in yörüngede denediği bir dizi manevra kabiliyetine sahip uydusu üzerinde elektronik karıştırıcılar da bulunduğu ve bunlarla düşman sinyallerini uzaydan engellemeyi amaçladığı ileri sürülmektedir^[91].

Çin'in uydusavar silah olarak siber saldırılara da başvurduğu, özellikle ABD tarafından dile getirilmektedir. ABD, 2007, 2008 ve 2014 yıllarında Çin kaynaklı olduğunu ileri sürdüğü siber saldırıların ABD'nin ve NATO'nun askeri uydularını ve iletişim uydularını hedef aldığını bildirmiştir^[81].

ABD ile giriştiği stratejik rekabeti uzaya da taşıma kararı görünen Çin'in, "2045 yılında uzay alanında en ileri ulus" olma hedefine ulaşma çalışmaları kapsamında, özellikle ABD'nin büyük üstünlüğe sahip olduğu askeri uzay çalışmalarını daha da artıracığını ve ASAT silah çalışmalarını daha da yoğunlaştıracağını tahmin etmek güç değildir.

4.4 Hindistan

Hindistan da Çin gibi son yıllarda artan uzay çalışmalarıyla dikkat çeken bir ülkedir. Dünyanın en kalabalık ikinci nüfusuna sahip ülkesi olan Hindistan, son yıllarda Mars'a ve Ay'a yörünge aracı göndermesi, dünyada yörüngeye fırlatılacak küçük uydular için başvurulan ilk adreslerden biri olması, yörüngeye ülkeye ait 100'den fazla uydusu yerleştirmesi ve özellikle 2019 yılında PDV-MK II füzeleriyle yaptığı iki deneme gibi gelişmelerle ön plana çıkmıştır.

Hindistan'ın bu deneme ile sınır sorunları yaşadığı ve bölgesel rekabet içinde olduğu Çin'e bir mesaj göndermek istediği yorumları yapılmıştır. Ancak Çin, kinetik ve kinetik olmayan ASAT silahları konusunda kapsamlı bir çabaya girişirken, Hindistan'da bu girişimlerin oldukça sınırlı olduğu belirtilmektedir^[92]. Yerel medyasında çıkan haberlere göre, kinetik ASAT denemesini başarılı olarak gerçekleştiren Hindistan, bir sonraki aşama olarak, yönlendirilmiş enerji silahları, "kamikaze uydular" ve diğer ASAT silahları üzerinde çalışmalar yürütmeye başlamıştır^[93]. Ancak söz konusu çalışmaların olgunluk seviyesine ilişkin açık kaynaklara bilgi yansımamıştır.

4.5 İran

İran sivil amaçlı balistik füze fırlatma kapasitesine sahip bir ülkedir. İran, kendi üretimi uydusunu (Nour-1) uzaya göndererek sivil amaçlı uydu fırlatma kabiliyetine sahip ülkeler arasına girmiştir^[94]. Ülke, bugüne kadar kinetik ASAT silahı denemesi yapmamıştır. Ancak, Irak'taki ABD üslerine yönelik olarak 7 Ocak 2020'de gerçekleştirdiği balistik füze saldırılarının gösterdiği gibi, İran kolaylıkla ASAT silahı hâline getirilebilecek balistik füze kapasitesine sahiptir^[95]. İran'ın hipersonik balistik füze geliştirme çalışmaları yürüttüğü de iddia edilmektedir^[96].

İran'ın ASAT olarak kullanabileceği yönlendirilmiş enerji silahına sahip olduğuna dair bir rapor bulunmaktadır. İran yönetimi Mart 2022'de "hava hedeflerine karşı kullanabileceği bir lazer topu" geliştirdiğini bildirmişti^[97], ancak bu silahın ASAT olarak kullanıp kullanılmayacağı net değildir.

İran'ın özellikle ABD uydularına karşı ASAT silahı olarak daha çok elektronik harp silahları ve siber saldırılara ağırlık verdiği belirtilmektedir^[95]. İran 2011 yılında, elektronik spoofing yöntemiyle ABD'ye ait bir RQ-170 hayalet İHA'sını topraklarına indirmeyi başarmıştır^[98]. İran medyası ülkenin gelişmiş elektronik harp ve siber saldırı kabiliyetlerine sahip olduğunu ileri sürmektedir. İran'ın uydulara yönelik bir siber saldırısı kayıtlara geçmemiştir.

4.6 İsrail

İsrail de balistik füzelere ve fırlatma kabiliyetlerine sahip olmasına rağmen fiziksel kinetik ASAT denemesi gerçekleştirmemiş ülkeler arasındadır. İsrail, aralarında orta menzilli (1.500-3.500 km) Jericho-2 ve kıtalar arası menzilli (4.800-6.500 km) Jericho-3 olmak üzere bir dizi taktik ve balistik füze üretmektedir^[99]. İsrail son yıllarda bir dizi askeri amaçlı istihbarat uydusunu uzaya göndermiştir^[100]. Söz konusu uyduların gelişmiş görüntüleme sistemlerine ve sensörlere sahip olduğu belirtilmektedir^[100]. Ancak söz konusu uyduların ASAT olarak kullanılmasını sağlayacak robot kol, yönlendirilmiş enerji silahı veya elektronik harp silahları gibi görev yükleriyle donatılıp donatılmadığı belirsizdir.

İsrail ayrıca gelişmiş bir füze savunma sistemine sahiptir. Son yıllarda, özellikle İran ve Suudi Arabistan gibi bölge ülkelerinin uzaktan algılama uydu kabiliyetlerinin artmasıyla, İsrail'de ASAT silahlarının geliştirilmesine yönelik çağrılar artmıştır^[101]. İsrail Hükümeti ise, artan tehditlere karşı ülkenin füze savunma sistemini güçlendirecek lazer silahlarının geliştirilmesi için ABD ile işbirliği yürütmektedir^[102].

Ayrıca İsrail'de, ASAT olarak kullanılabilir güçlü elektronik harp silahları da bulunmaktadır ancak bunların ASAT olarak kullanılabilir menzili olup olmadığı belirsizdir. İsrail, resmen doğrulamamakla birlikte, İran'ın nükleer tesislerine yönelik saldırılarıyla, gelişmiş siber saldırı kabiliyetlerine sahip olduğunu göstermiştir^[103]. Ancak uydulara İsrail kaynaklı bir saldırı kayıtlara geçmemiştir.

4.7 Fransa

Dünyanın sayılı nükleer güçlerinden biri olan Fransa, balistik füzelere de sahiptir. Fransa uzay çalışmalarını diğer

Avrupa ülkeleri ile birlikte ESA çatısı altında yürütmektedir. Ancak Fransa, ayrıca Birleşmiş Milletlerin (BM) Ekim 2022'de aldığı Dünya yüzeyinden veya havadan fırlatılan füzelerle uyduların vurulması amacıyla test yapılmasının yasaklanmasına yönelik çalışma başlatılması kararının en büyük destekçilerinden biri olmuştur. Kasım 2022'de Fransa Silahlı Kuvvetler Bakanlığı, resmen uydusavar füze denemeleri yapmayacağını duyurmuştur^[104]. Ancak Fransa'nın 2019'da yayınlanan uzay stratejisi, "ülkenin uzay kabiliyetlerinin kuvvetlendirilmesini" öngörmektedir^[105]. Fransa'nın balistik füze programı, modernize edilmiş Ariane sınıfından olan denizden ve karadan havaya M51 balistik füzeleri^[105], dördüncü nesil havadan ve karadan ASN4G nükleer füzesi ve V/Max hipersonik süzülme aracı^[106] ile devam etmektedir. Füze denemelerinin uydusavar füze testleri ile doğrudan ilişkisi bulunmamaktadır. Ancak bu denemeler Fransa'nın uçaksavar füze üretim kabiliyetlerinin varlığını kanıtlanması açısından önem taşımaktadır.

Fransa, Temmuz 2019'da silahlı kuvvetleri bünyesinde bir Uzay Kuvvetleri Komutanlığı da ihdas etmiştir^[107]. Bu kapsamda Syracuse askeri uyduları programı geliştirilmiş ve Ekim 2019'dan bu yana yeni nesil askeri uydularını uzaya göndermeye başlamıştır^[108]. Yeni nesil uyduların sualtı dahil olmak üzere her ortamda yüksek hızlı iletişim sağlayabildiği ve uyduların kendi etrafındaki gelişmeleri izleyip anlık tepkiler vermesini sağlayacak gözetim sistemleri ve ani manevra sistemleri ile donatıldığı belirtilmektedir.

Fransa'nın aynı zamanda düşman uydularını kritik sistemlerini körleştirebilen veya yakabilen silahlar geliştirdiği de ileri sürülmektedir^[109]. Haziran 2019'da, Fransız Ulusal Havacılık Araştırma Merkezinin (Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales –ONERA) Başkanı, Fransız bilim insanlarının uydusavar lazerler geliştirmek için çalışmalar yürüttüğünü açıklamıştır^[110]. Fransa Silahlı Kuvvetler Bakanlığına bağlı olan ONERA, Mayıs 2019'da söz konusu lazerlerle çok sayıda hizmet dışı uydunun başarılı biçimde etkisiz hâle getirildiğini bildirmiştir^[111].

5. ASAT SİLAHLARINA KARŞI ÖNLEMLER

Dünyanın belli başlı askeri güçlerinin çeşitli ASAT silahı geliştirme çalışmalarını yoğunlaştırması, pek çok alanda kritik önem taşıyan sivil ve askeri uyduların olası saldırılardan korunması giderek daha fazla önemli hâle gelmektedir. Nitekim stratejik uyduların bekasının artırılması gerekliliği NATO belgelerine de aksetmiş, "uyduları tahrip olmak, lazerlere (kalkanlarla) karşı güçlendirmek ve uyduları daha manevra kabiliyetine sahip hâle getirmek" üzere çalışmaların yürütülmesi gerektiği vurgulanmıştır^[112].

Uydular, Dünya'nın yerçekimi etkisiyle belli bir rotada, yörüngesinin uzaklığına göre değişmekle birlikte oldukça yüksek hızlarda hareket edebilen, yakıtları ve dolayısıyla manevra kabiliyetleri son derece sınırlı uzay araçlarıdır.

Bu nedenle büyük bir çoğunluğu ister fiziksel ister elektromanyetik isterse dijital olsun, dış müdahalelere karşı oldukça savunmasızdılar. Öte yandan son yıllarda uydular için ASAT saldırılarına karşı aktif ve pasif savunma yöntemleri ve kabiliyetleri geliştirilmiştir.

5.1 Pasif Savunma Kabiliyetleri

Uydular için pasif savunma, uzay sistemlerini hedef almayı zorlaştıran veya saldırılara karşı bekasını artıran kabiliyet ve yöntemleri kapsamaktadır.

Pasif savunma yöntemlerinin başında uydu sistemleri mimarisine geçiş gelmektedir. Son yıllarda küp uyduların ön plana çıkışı pasif savunma kabiliyetini artırmıştır. Günümüzde devletler ve kuruluşlar, bir otobüs büyüklüğünde hantal uydular yerine, çoğu ayakkabı kutusu boyutlarını geçmeyen küp uydu sistemlerini veya mikro takım uydularını tercih etmektedir. Yapay zekâ uygulamaları ve gelişmiş uydular arası iletişim sayesinde bu uydular geniş bir alana yayılmış olmalarına rağmen tek bir sistem içinde hareket ederek faaliyet göstermektedir. Çok sayıda minik uydudan oluşan bu takım uydular, bazıları çalışmasa, kısa sürede bozulsa veya ömrünü tamamlasa bile, yazılım güncellemeleri gibi görece basit müdahalelerle işlevlerini aksatmadan devam ettirebilmektedir.

Örneğin Rusya'nın, çatışma hâlinde olduğu Ukrayna'ya internet erişimi sağladığı, Kiev yönetimine bağlı güçlerin askeri iletişimini kolaylaştırdığı ve Rus güçlerinin manevralarına ilişkin istihbarat sağladığı gerekçesiyle ABD merkezli SpaceX firmasının Starlink takım uydusunu, "meşru hedef hâline geldiği" gerekçesiyle vurma tehdidi, Rus medyası tarafından bile gerçekçi bulunmamıştır. Rus medyasına göre 2.000'den fazla uydudan oluşan Starlink uydularını tümüyle işlevsiz bırakmak için 4.000'den fazla ASAT füzesi fırlatmak gerekecektir^[113]. Kaldı ki, "SpaceX, Rusya'nın düşürdüğünden daha hızlı uydu fırlatabilir" meydan okumasında bulunan SpaceX'in patronu Elon Musk, kısmen de olsa haklı olabilir^[114]. Daha büyük uydulardan oluşan takım uyduları farklı yörüngelere konuşlandırmak da bir pasif savunma sağlayabilir. Örneğin Çin'in küresel navigasyon uydu sistemi BeiDou'nun uyduları yer sabit yörüngedeki (GEO) ve orta yörünge (MEO) konuşlandırılmış uydulardan oluşmaktadır^[6]. Ayrıca herhangi bir uydu etkisiz hâle geldiğinde görevi, farklı yörüngelerde bile olsa diğer uydular tarafından üstlenebilmektedir. Bu durum olası saldırılara karşı caydırıcılık yaratmaktadır.

Bir başka pasif savunma taktiği, uyduları ASAT silahlarına karşı kalkanlarla donatmaktır. ABD, sahip olduğu uyduları yeryüzünden veya yörüngedeki unsurlar üzerinden lazerle körleştirmek veya kullanılmaz hâle getirmek amacıyla yapılan saldırılara karşı uyaracak ve koruyacak bir sistem üzerinde daha 2008 yılında çalışmaya başlamıştır^[115]. Çin'de ise Ocak 2023'te medyada çıkan haberlerde, ülkenin bilim insanlarının, lazer silahlarını işe yaramaz hâle getirmek için tasarlanmış bir "akıllı kalkan" icat ettiği ileri sürülmüştür^[116]. Vanadyumlu ince bir filmle kaplı olacak olan söz konusu akıllı kalkan, lazerin enerjisinin yüzde 90'ını yansıtacaktır ve keskin parlamayı küçük parlak noktalara indirgeyebilecektir.

Böylece uydu, yeryüzü gözlem faaliyetlerini aksatmadan sürdürebilecektir. Çinli bilim insanlarının uydularını yüksek güçlü mikrodalga silahlara karşı koruyabilecek yeni bir teknoloji geliştirdiği de ileri sürülmüştür^[117]. Bilim insanları, sürücüsüz araçlardan uydulara kadar otonom nesneleri elektromanyetik etkilerden koruyacak elektromanyetik kalkanlar üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir^[118]. Rusya'nın ise 2020 yılında stratejik uydularını yeryüzünden yapılacak karıştırma (uplink jamming) saldırılarından korumak için Tobol programını başlattığı duyurulmuştur. Ancak Tobol'un sunacağı elektromanyetik kalkan, uydu üzerinde değil yeryüzünde konuşlu tesislerden sağlanacaktır^[119].

Uydulara pasif savunma sağlamanın bir yolu da teknik savunma sistemleri oluşturarak uzayda durumsal farkındalığı artırmaktır. Uzay tabanlı sensörler ile yer tabanlı optik, kızılötesi ve radar cihazlarından oluşan Uzay Alanı Farkındalığı (Space Domain Awareness -SDA) sistemleri bu amaçla geliştirilmektedir. SDA sistemleri, uzay nesnelerinin kimliklerini, kabiliyetlerini, kullanım amaçlarını ve konumlarını tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Uzay ortamı hakkında bilgi arttıkça, anormal davranışlar daha erken tespit edilebilir ve olası ASAT saldırılarına karşı önlem alınabilir. ABD'nin GSSAP sistemi, ASAT kabiliyetlerine sahip olduğundan kuşkulanılsa da esasında bir SDA sistemidir. Çin'in de GEO ötesinde bir SDA oluşturmak için çalışma başlattığı kaydedilmektedir^[120]. Rusya'nın da "Samanyolu" adını verdiği bir SDA sistemi için çalışma başlattığı bildirilmiştir^[121].

Uyduları ASAT saldırılarından koruyabilecek bir başka pasif koruma yöntemi, onları sensörlerle donatıp basit manevra kabiliyetleri kazandırarak saldırıyı bertaraf etmelerini sağlamaktır. Kimyasal tahrik sistemlerine sahip uydular saldırıyı fark ettiğinde kısa süreliğine yörüngesini terk edebilir. Manevra kabiliyetine sahip olmak, uyduları uzay çöplerine karşı da koruyabilir. Son yıllarda yeni nesil uyduları, hatta küçük küp uyduları bile basit manevra kabiliyetleriyle donatmak için girişimler bulunmaktadır. Örneğin Hollandalı küp uydu üreticisi Hiber, "Hiber four" adını verdiği yeni nesil uydularını, diğer uydularla çarpışmaktan veya uzay çöplerinden korumak için "yeşil", yani kimyasal olmayan tahrik sistemleri ile donatmıştır^[122]. Japonya Uzay Ajansı JAXA bu amaçla bir Japon özel şirketiyle "RABBIT" adı verilen ortak proje yürütmektedir^[123]. SpaceX firması da Şubat 2023'te uzaya fırlatmaya başladığı ikinci nesil "V2 Mini" uyduların, gelişmiş tahrik sistemleri ile çarpışma kaçınma manevraları yapabildiğini açıklamıştır^[124].

Uydular için bir diğer pasif savunma yöntemi, beşinci nesil savaş uçaklarından kullanılan "düşük görünürlük (stealth)" teknolojisinin uygulanmasıdır. Uzay sistemleri, tespit ve takip edilmelerini zorlaştıracak şekilde çalıştırılabilir ve tasarlanabilir. Radar emici kaplamalar, radar saptırıcı şekiller, radar karıştırma ve yanıltma gibi yöntemlerle fark edilmeyecek uydular yapılabilir ve böylece ASAT silahlarına karşı etkin koruma sağlanabilir. ABD'nin istihbarat amaçlı Misty uydularını 1990'lardan bu yana kullandığı belirtilmektedir^[125]. Çinli bilim insanlarının da benzer bir teknoloji üzerinde çalıştığı bildirilmektedir^[126].

5.2 Aktif Savunma Kabiliyetleri

Pasif savunmalar uzay sistemlerini tehditlerden korumaya çalışırken aktif savunmalar, tehdidi saldırmadan önce etkisiz hâle getirmeye çalışmak için geliştirilmektedir. ABD Uzay Kuvvetleri doktrininin belirttiği üzere aktif savunmaların amacı, “dost uzay yeteneklerini risk altında tutan tehditlerin etkinliğini yok etmek, geçersiz kılmak veya azaltmaktır^[127].”

Aktif savunma sistemleri arasında ön plana çıkan yöntem, yüksek seviyede stratejik öneme sahip uydulara “koruma (bodyguard)” uydularının tahsis edilmesidir^[62]. Bu yöntemde, yörüngede anormal davranışları ve ASAT saldırılarını tespit edebilen sistemlere ve aktif savunma sistemlerine sahip uydular, stratejik uyduların yakınlarına konuşlandırılmaktadır. Karıştırma, aldatma veya maskeleye gibi elektronik harp unsurlarıyla donatılan koruma uyduları, sadece saldırıları değil, istihbarat veya bilgi sızdırma amaçlı olarak stratejik uyduların da izlenmesini önleyebilir. Elektronik harp silahları kinetik ASAT silahlarının sensörlerini de bozabilir, onların stratejik uydulara erişimini engelleyebilir. Koruma uyduları lazerler ve mikrodalga silahları gibi yönlendirilmiş enerji silahlarına da sahip olabilir ve bunlar ASAT silahlarının köreltilmesi veya tahrip edilmesi için kullanılabilir. Fransa Savunma Bakanlığı 2019 yılında kabul ettiği “Askeri Uzay Stratejisi”ne bir Uzay Alanı Farkındalığı sisteminin yanı sıra, küçük koruma uydularından bir aktif savunma sistemi oluşturmayı da eklemiştir^[128]. ABD ve İngiltere’nin de askeri uydularını ve kritik iletişim uydularını korumak için koruma uyduları geliştirmeye çalıştığı belirtilmektedir^[129].

Yörüngede ASAT olarak kullanılabilecek silahların çift kullanım özelliği de bulunmaktadır. Yörüngeye konuşlandırılacak yönlendirilmiş enerji silahları, elektronik harp unsurları, manevra kabiliyetine sahip uydular, robot kolları bulunan uzay araçları, zıpkın veya ağ atabilen araçlar aynı zamanda stratejik uyduların savunmasında da kullanılabilirler. Bunlar tehdit yaratan uyduları ve kinetik ASAT silahlarını bertaraf edebilir veya en az şekilde zarar vermesini sağlayabilirler. Bu tür aktif savunma cihazları arasında “kaçıran (kidnapper)” veya “el koyan (seizer)” uydu olarak kullanılanlar da olabilir^[130]. Bunlar tehditkâr bir uyduyu fiziksel olarak ele geçirmek veya kötü amaçlarla devre dışı bırakılmış veya kaçırılmış bir uyduyu kurtarmak için kullanılabilir. Böyle bir sistem, bir saldırıdan kaynaklanan zararlı yörüngesel kalıntıları toplamak ve ortadan kaldırmak için de kullanılabilir. Örneğin, ABD’li Northrop Grumman Görev Genişletme Aracı (MEV) uyduları, yörünge uydularına çeşitli lojistik hizmet sağlamak için geliştirilmiştir, ancak tahrik sistemleri ile bir uyduya kenetlenildikleri ve yörüngelerinden çıkarabildikleri için hem ASAT silahı hem de düşen ASAT saldırılarına karşı aktif savunma aracı olarak kullanılabilir^[131]. Çin’in elinde de yörüngede başka uydularla kenetlenen uydular olduğu bilinmektedir.

5.3 Uluslararası Hukuk ve Denetim Mekanizmaları

Uzaydaki insan yapımı nesnelere sivil ve askeri alanda artan önemi, bunlara karşı saldırıların yol açabileceği

gerginlikler ve hatta bir “uzay savaşı” ihtimalini büyük bir endişe kaynağı hâline getirmiştir. Uzay güçlerini bu tür saldırılardan caydırmanın en barışçıl yolu, ASAT silahlarının kullanımını önemli ölçüde kısıtlayacak uluslararası hukuk normlarının geliştirilmesi olabilir. Bu konuda en önemli adım Aralık 2022’de BM tarafından atılmıştır. BM Genel Kurulu bu tarihte, uzayda kinetik ASAT silahlarıyla test yapılmasının durdurulması kararını kabul etmiştir. Mayıs 2022’de tek taraflı olarak söz konusu denemeleri durdurduğunu açıklayan ABD’nin öncülüğünde alınan karar bağlayıcı değil, sadece tavsiye niteliindedir. Buna rağmen aralarında Çin ve Rusya’nın da bulunduğu bazı ülkeler karara karşı oy kullanmışlardır. BM kararının ardından, aralarında Kanada, Fransa, Almanya, İngiltere ve Avustralya’nın da bulunduğu bir dizi ülke tek taraflı durdurma kararlarını açıklamışlardır^[46]. Kinetik ASAT silah denemeleri, uzaydaki bir nesneyi hedef aldıklarında, temizlenmesi son derece güç uzay çöplerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle BM Genel Kurulu’nun kararı büyük önem taşımaktadır.

Uzay çöpleri tüm tarafları ilgilendirdiği için gelecekte ASAT denemelerine son verilmesi beklenebilir. Ancak diğer ASAT silahları ve yöntemleri konusunda herhangi bir uluslararası hukuk çalışması yoktur. Uzay tabanlı yönlendirilmiş enerji silahları, elektronik harp silahları ve manevra yapabilen uydular gerginlik yaratmaya devam edecektir. Bu yüzden bu alanda uluslararası hukukun geliştirilmesi önem kazanacaktır.

6. SONUÇ

Yeni uzay çağı tüm insanlığı ileriye götürecek çok sayıda fırsat sunarken, yeryüzündeki güç rekabetinin uzaya taşınması bu fırsatı bir kabusa çevirecek niteliktedir. Uzay varlıkları yeryüzünde durumsal farkındalığı ve orduların operasyon etkinliğini artırırken, bu kabiliyetler, uzay varlıklarını hedef hâline getirmektedir. Son yıllarda artan uydusavar silah çalışmaları tehlikeli bir tırmanışı işaret etmektedir. Gerçekleştirilen testler, uzay varlıklarına karşı ASAT füzeleriyle yapılacak saldırıların ne kadar tehlikeli olduğunu göstermiştir.

Dünyanın alçak yörüngesi yüzyıllarca yok olmayacak, kontrolsüz ve son derece hızlı biçimde uçan uzay çöpleri ile dolmuştur. ABD ve müttefiki olan bazı ülkelerin kinetik ASAT denemelerini durdurması olumlu bir gelişme olmakla birlikte, füzeler tek ASAT silahı değildir. Başkalarına ait askeri ve sivil uyduları geçici veya kalıcı olarak kullanılmaz hâle getirecek pek çok yöntem bulunmaktadır. Yakın gelecekte kinetik ASAT silah geliştirme çalışmalarının gözden düşeceğini, ancak kamikaze uydular, uydu avcıları, yönlendirilmiş enerji silahları ve elektronik harp silahlarıyla uydusavar güç elde etme yarışının hızlanacağını tahmin etmek güç değildir. Bu eğilim tüm dünya için endişe verici hâle gelmektedir. Bu nedenle büyük güçlerin uzayın silahlandırılması çalışmalarından vazgeçmesi için daha fazla çaba gösterilmesi gereklidir.

KAYNAKÇA

- [1] STM ThinkTech, (2020), “YENİ UZAY ÇAĞI: 21’İNCİ YÜZYILDA KOZMİK REKABET I - Uzay Teknolojilerinin Geleceği”, (4 Haziran 2020), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/yeni-uzay-cagi-21inci-yuzyilda-kozmik-rekabet-i-uzay-teknolojilerinin-gelecegi>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [2] Davenport, Christian; (2022), “Russia threatens commercial satellites that Pentagon sees as its future”, *Washington Post*, (28 Ekim 2022), <https://www.washingtonpost.com/technology/2022/10/28/space-war-ukraine-pentagon-russia/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [3] Vatan, (2007), “Çin füzeyle uydu vurdu!”, (19 Ocak 2007), <https://www.gazetevatan.com/dunya/cin-fuzeyle-uydu-vurdu-104518>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [4] Grego, Laura; (2012), “A History of Anti-Satellite Programs”, *Union of Concerned Scientists*, (Ocak 2012), https://www.ucsusa.org/sites/default/files/2019-09/a-history-of-ASAT-programs_lores.pdf. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [5] Alaca, İnci Sökmen; (2022), “Önümüzdeki Dönemde Uzayda Savaş Nasıl Olacak?”, *Kriter*, (Şubat 2022), <https://kriterdergi.com/dosya-teknoloji/onumuzdeki-donemde-uzayda-savas-nasil-olacak>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [6] STM ThinkTech, (2021), “Navigasyon Savaşları”, (30 Eylül 2021), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/navigasyon-savaslari>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [7] Aerospace, “A BRIEF HISTORY OF GPS”, <https://aerospace.org/article/brief-history-gps>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [8] U.S. Centennial of Flight Commission, “Missile Early Warning Satellites”, <https://www.centennialofflight.net/essay/SPACEFLIGHT/warning/SP37.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [9] KENNEDY, LESLEY; (2019), “Why Reagan’s ‘Star Wars’ Defense Plan Remained Science Fiction”, *History*, (22 Ocak 2019), <https://www.history.com/news/reagan-star-wars-sdi-missile-defense#:~:text=BY%3A-,LESLEY%20KENNEDY,-UPDATE-D%3A%20JANUARY>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [10] U.S. Department of State, (1983), “Strategic Defense Initiative (SDI)”, <https://2001-2009.state.gov/r/pa/ho/time/rd/104253.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [11] Görgen, İdil; “USSRs downfall ; behind of the collapse of the Cold War system. The associated reasons for the downfall of USSR was seen Reagen’s SDI plan or he Soviet Union had been suffering from internal bleeding since the late détente period”, *Academia*, <https://bit.ly/43SKVFz>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [12] Congressional Research Service, (2023), “Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress”, (13 Şubat 2023), <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R45811.pdf>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [13] USNI NEWS, (2023), “Report to Congress on Hypersonic Missile Defense”, (27 Ocak 2023), <https://news.usni.org/2023/01/27/report-to-congress-on-hypersonic-missile-defense-2>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [14] Tiwari, Sakshi; (2022), “US Achieves ‘Key Milestone’ To Intercept ‘Russian, Chinese’ Hypersonic Missiles; GPI Program To Enter Next Big Stage”, *Euroasian Times*, (23 Eylül 2022), <https://eurasianimes.com/us-achieves-key-milestone-to-intercept-hypersonic-missiles/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [15] Altman, Howard; (2022), “How The New Hypersonic Weapons Tracking Constellation Will Work”, *The Drive*, (19 Temmuz 2022), <https://www.thedrive.com/the-war-zone/how-the-new-hypersonic-weapons-tracking-constellation-will-work>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [16] GRUSH, LOREN; (2020), “SpaceX receives contract to build missile tracking satellites for the Defense Department”, *The Verge*, (6 Ekim 2020), <https://www.theverge.com/2020/10/6/21503165/spacex-space-development-agency-contract-missile-warning-satellites-starlink>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [17] Clark, Stephen; (2023), “Falcon 9 deploys 56 Starlink satellites on SpaceX’s 20th launch of the year”, *Spaceflightnow*, (24 Mart 2023), <https://spaceflightnow.com/2023/03/24/falcon-9-rocket-deploys-56-more-starlink-satellites-on-spacexs-20th-launch-of-the-year/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [18] Crist, Ry; (2023), “Starlink Explained: What to Know About Elon Musk’s Satellite Internet Service”, *CNET*, (15 Nisan 2023), <https://www.cnet.com/home/internet/starlink-satellite-internet-explained/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [19] Orbit.ing-now, <https://orbit.ing-now.com/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [20] Statista, “Number of active satellites from 1957 to 2022”, <https://www.statista.com/statistics/897719/number-of-active-satellites-by-year/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [21] Klotz, Irene; (2021), “Burgeoning Satellite Industry Paving Way To \$1 Trillion Space Economy”, *Aviation Week Network*, (24 Ağustos 2021), <https://aviationweek.com/aerospace/program-management/burgeoning-satellite-industry-paving-way-1-trillion-space-economy>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [22] ESA, (2023), “Space debris by the numbers”, (27 Mart 2023), https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [23] Astroscale, (2022), “Astroscale’s ELSA-d Mission Successfully Completes Complex Rendezvous Operation”, (4 Mayıs 2022), <https://astroscale.com/astroscales-elsa-d-mission-successfully-completes-complex-rendezvous-operation/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [24] Star Ale, “Technology”, <https://star-ale.com/en/technology/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [25] *Engineering And Technology*, (2021), “Robot prototype sent into orbit to catch and grill space debris”, (27 Nisan 2021), <https://eandt.theiet.org/content/articles/2021/04/robot-prototype-sent-into-orbit-to-catch-and-grill-space-debris/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [26] Thomson, Jess; (2022), “China Uses Drag Sail to Clear Up Space Junk Successfully”, *Newsweek*, (7 Temmuz 2022), <https://www.newsweek.com/chinese-space-sail-removes-space-junk-orbit-1722670>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [27] ESA, (2021), “Deploying a drag sail”, (28 Nisan 2021), https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2021/04/Deploying_a_drag_sail. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [28] University of Surrey, “SPACE MISSIONS”, <https://www.surrey.ac.uk/surrey-space-centre/missions/removedebris>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [29] Clearspace, <https://clearspace.today/about-clearspace/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [30] STM ThinkTech, (2020), “2050: Bir Uzay Destanı – Uzay Çalışmalarında Gelecek Öngörüler”, (31 Mayıs 2020), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/2050-bir-uzay-destani-uzay-calismalarinda-gelecek-ongoruleri>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [31] *China Daily*, (2023), “New photos from China’s lunar rover released with New Year blessings”, (22 Ocak 2023), <https://www.chinadaily.com.cn/a/202301/22/WS63cce93fa31057c47ebab0b4.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)

- [32] *Union of Concerned Scientists*, (2005), “UCS Satellite Database”, (8 Aralık 2005), <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [33] Wolfe, Frank; (2022), “China and Russia Increased Number of Satellites 70 Percent Between 2019 and 2021, DIA Says”, (4 Aralık 2022), <https://www.defensedaily.com/china-and-russia-increased-number-of-satellites-70-percent-between-2019-and-2021-dia-says/space/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [34] *TRT Haber*, (2019), “Türkiye'nin uzaydaki gözleri: Rasat, Gökürk-1 ve Gökürk-2”, (11 Nisan 2019), <https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/turkiyenin-uzaydaki-gozleri-rasat-gokturk-1-ve-gokturk-2-411599.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [35] A. Bingen, Kari; (2022), “Russia Threatens to Target Commercial Satellites”, Center for Strategic & International Studies, (10 Kasım 2022), <https://www.csis.org/analysis/russia-threatens-target-commercial-satellites>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [36] *Visual Capitalist*, “Anti-Satellite Weapons”, <https://www.visualcapitalist.com/wp-content/uploads/2022/06/anti-satellite-weapons-high-res.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [37] Weeden, Brian; (2023), “History of Anti-Satellite Tests in Space”, *Secure World Foundation*, (22 Şubat 2023), https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e5GtZEzdo6xk41i2_ei3c8jRZ-DjvP4Xwz3BVsUHwi48/edit#gid=1252618705. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [38] Bugos, Shannon; (2021), “Russian ASAT Test Creates Massive Debris”, Arms Control Association, (Aralık 2021), <https://www.armscontrol.org/act/2021-12/news/russian-asat-test-creates-massive-debris>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [39] *Global Security*, “SC-19 ASAT”, <https://www.globalsecurity.org/space/world/china/sc-19-asat.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [40] Mazeaud, Louison; (2023), “History of Anti-Satellite Tests in Space”, *Secure World Foundation*, (22 Şubat 2023), https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e5GtZEzdo6xk41i2_ei3c8jRZ-DjvP4Xwz3BVsUHwi48/edit#gid=1252618705
- [41] *Global Security*, “14Ts033 Nudol PL-19 Anti-Satellite”, <https://www.globalsecurity.org/wmd/world/russia/a-235-asat.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [42] *Union of Concerned Scientists*, (2008), “Space Debris from Anti-Satellite Weapons”, (Nisan 2008), <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/2019-09/debris-in-brief-factsheet.pdf>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [43] Sarıgül, Tuba; (2018), “Uzaydaki Çöplerimizi Toplama Zamanı”, *TÜBİTAK Bilim Genç*, (23 Ocak 2018), <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/uzaydaki-coplerimizi-toplama-zamani>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [44] *STM ThinkTech*, (2019), “YÖNLENDİRİLMİŞ ENERJİ SİLAHLARI: TEKNOLOJİLER, UYGULAMALAR VE BEKLENTİLER”, (Eylül 2019), https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1608994680_stm-yonlendirilmis-enerji-silahlari.pdf?v=1680157805956. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [45] *STM ThinkTech*, (2019), “Elektronik Harbin Yeniden Yükselişi ve Geleceği”, (5 Ağustos 2019), <https://thinktech.stm.com.tr/tr/elektronik-harbin-yeniden-yukselisi-ve-gelecegi>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [46] HARRISON, TODD; (2022), “Space Threat Assessment 2022”, *Center for Strategic and International Studies*, http://aerospace.csis.org/wp-content/uploads/2022/05/Harrison_SpaceThreatAssessment2022_WEB_v3-compressed.pdf. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [47] *Global Security*, “Bold Orion Weapons System 199 (WS-199B)”, <https://www.globalsecurity.org/space/systems/bold-orion.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [48] Mazeaud, Louison; (2023), “History of Anti-Satellite Tests in Space”, *Secure World Foundation*, (22 Şubat 2023), https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e5GtZEzdo6xk41i2_ei3c8jRZ-DjvP4Xwz3BVsUHwi48/edit#gid=0. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [49] Paul George, Justin; (2019), “History of anti-satellite weapons: US tested 1st ASAT missile 60 years ago”, <https://www.theweek.in/news/sci-tech/2019/03/27/history-anti-satellite-weapon-us-asat-missile.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [50] C. Cleary, Mark; “Medium and Light Military Space Operations”, *FAS*, <https://spp.fas.org/military/program/cape/cape3-5.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [51] *Arms Control Association*, (2022), “Seven Countries Join ASAT Test Ban”, (Kasım 2022), <https://bit.ly/3N5keYk>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [52] *Boeing*, “X-37B”, <https://www.boeing.com/space/x37b/index.page>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [53] VINCENT, BRANDI; (2022), “What we know about the Pentagon’s mysterious X-37B spaceplane and its record-setting mission”, *Defensescoop*, (15 Kasım 2022), <https://defensescoop.com/2022/11/15/what-we-know-about-the-pentagons-mysterious-x-37b-spaceplane-and-its-record-setting-mission/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [54] *Gunter’s Space Page*, “XSS 11”, https://space.skyrocket.de/doc_sdat/xss-11.htm. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [55] *Global Security*, “Counter Communications System”, <https://www.globalsecurity.org/space/systems/ccs.htm>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [56] Tegler, Eric; (2016), “How the ‘Space Fence’ Will Help Keep Orbital Junk from Killing Satellites”, *Popular Mechanics*, (6 Nisan 2016), <https://www.popularmechanics.com/space/satellites/a20285/air-force-space-fence-telescope-2018/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [57] HITCHENS, THERESA; (2021), “What Satellite Attack Weapon Might The US Reveal Soon?”, *Breaking News*, (24 Ağustos 2021), <https://breakingdefense.com/2021/08/what-satellite-attack-weapon-might-the-us-reveal-soon/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [58] *eoPortal*, (2015), “GSSAP (Geosynchronous Space Situational Awareness Program)”, (9 Ekim 2015), <https://www.eoportal.org/satellite-missions/gssap#sensor-complement>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [59] Jackson, Jack; (1996), “An Operational Analysis for Air Force 2025: An Application of Value-Focused Thinking to Future Air and Space Capabilities”, (Mayıs 1996), <https://bit.ly/3An3mok>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [60] Congressional Research Service, (2022), “Department of Defense Directed Energy Weapons: Background and Issues for Congress”, (13 Eylül 2022), <https://sgp.fas.org/crs/weapons/R46925.pdf>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [61] Sankaran, Jaganath; (2022), “Russia’s Anti-Satellite Weapons: An Asymmetric Response to U.S. Aerospace Superiority”, Arms Control Association, (Mart 2022), <https://www.armscontrol.org/act/2022-03/features/russias-anti-satellite-weapons-asymmetric-response-us-aerospace-superiority>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [62] Mowthorpe, Matthew; (2022), “The Russian space threat and a defense against it with guardian satellites”, *The Space Review*, (13 Haziran 2022), <https://www.thespacereview.com/article/4401/1>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)

- [63] HONRADA, GABRIEL; (2022), "Russia moves ahead in the race to dominate space", (16 Şubat 2022), *Asia Times*, <https://asiatimes.com/2022/02/russia-moves-ahead-in-the-race-to-dominate-space/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [64] Hendrickx, Bart; (2020), "Burevestnik: a Russian air-launched anti-satellite system", *The Space Review*, (27 Nisan 2020), <https://www.thespaceview.com/article/3931/1>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [65] Wikipedia, "Kosmos 2499", https://en.wikipedia.org/wiki/Kosmos_2499. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [66] Sciutto, Jim; Rizzo, Jennifer; (2016), "War in space: Kamikazes, kidnapper satellites and lasers", (29 Kasım 2016), <https://edition.cnn.com/2016/11/29/politics/space-war-lasers-satellites-russia-china/index.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [67] MIZOKAMI, KYLE; (2018), "Is Russia's Mysterious New Satellite a Space Weapon?", (16 Ağustos 2018), <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a22739471/is-russias-mysterious-new-satellite-a-space-weapon/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [68] Hendrickx, Bart; (2022), "Kalina: a Russian ground-based laser to dazzle imaging satellites", *The Space Review*, (5 Temmuz 2022), <https://www.thespaceview.com/article/4416/1>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [69] Boyd, Iain; (2022), "Russians reportedly building a satellite-blinding laser – an expert explains the technology", *The Conversation*, (26 Temmuz 2022), <https://theconversation.com/russians-reportedly-building-a-satellite-blinding-laser-an-expert-explains-the-technology-186890>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [70] Palavenis, Donatas; (2022), "#SpaceWatchGL Share: Moscow develops military space tech: should we take note? – analysis", <https://spacewatch.global/2022/01/spacewatchgl-share-moscow-develops-military-space-tech-should-we-take-note-analysis/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [71] Deagel, "Tirada-2S", <https://www.deagel.com/Protection%20Systems/Tirada-2S/a003722>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [72] *Ledevor*, (2018), "La Finlande accuse la Russie de brouiller les signaux GPS dans l'Arctique", (13 Kasım 2018), <https://www.ledevor.com/monde/europe/541181/la-finlande-accuse-la-russie-de-brouiller-les-signaux-gps-dans-l-arctique>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [73] BACK, EDWARD; (2022), "La Finlande accuse la Russie de brouiller les signaux GPS dans l'Arctique", *Futura-Sciences*, (15 Nisan 2022), <https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/cyberguerre-guerre-ukraine-russie-brouille-signal-gps-97991/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [74] Spacewatch asia pacific, (2018), "Space Silk Road: Pakistan And China Enhance Space, Science And Technology Cooperation", (Kasım 2018), <https://spacewatch.global/2022/01/spacewatchgl-share-moscow-develops-military-space-tech-should-we-take-note-analysis/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [75] Pearson, James; (2022), "Russia downed satellite internet in Ukraine –Western officials", *Reuters*, (15 Şubat 2022), <https://reut.rs/3N3rjZx>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [76] Gilson, Peter; (2023), "2022 Orbital Launches, by Country", *Payload*, (10 Ocak 2023), <https://payloadspace.com/2022-orbital-launches/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [77] *The State Council Information Office of the People's Republic of China*, (2019), "China's National Defense in the New Era", *China Daily*, (Temmuz 2019), <http://www.chinadaily.com.cn/specials/whitepaperonnationaldefenseinnewera.pdf>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [78] *The State Council Information Office of the People's Republic of China*, (2022), "Full Text: China's Space Program: A 2021 Perspective", (28 Ocak 2022), https://english.www.gov.cn/archive/whitepaper/202201/28/content_WS61f35b3dc6d09c94e-48a467a.html. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [79] Feldscher, Jacqueline; (2022), "China Could Overtake US in Space Without 'Urgent Action,' Warns New Pentagon Report", (24 Ağustos 2022), <https://www.defenseone.com/technology/2022/08/china-could-overtake-us-space-without-urgent-action-report/376261/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [80] Weeden, Brian; (2023), "History of ASAT Tests in Space", (22 Şubat 2023), https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e-5GtZEzdo6xk41i2_ei3c8jRZDjvP4Xwz3BVsUHwi48/edit#gid=105080782. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [81] *Center for Land Warfare Studies*, (2021), "China's Counter Space Capabilities", (Eylül 2021), https://www.claws.in/static/IB-303_China%E2%80%99s-Counter-Space-Capabilities-2.pdf. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [82] *Spacenews*, (2010), "Data Point to Chinese Orbital Rendezvous", (30 Ağustos 2020), <https://spacenews.com/data-point-chinese-orbital-rendezvous/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [83] TINGLEY, BRETT, (2022), "A Chinese Satellite Just Grappled Another And Pulled It Out Of Orbit" *The Drive*, (27 Ocak 2022), <https://www.thedrive.com/the-war-zone/44054/a-chinese-satellite-just-grappled-another-and-pulled-it-out-of-orbit>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [84] MORIYASU, KEN; (2021), "China can 'grapple' US satellites with robotic arm, commander says", *Asia Nikkei*, (21 Nisan 2021), <https://asia.nikkei.com/Politics/International-relations/US-China-tensions/China-can-grapple-US-satellites-with-robotic-arm-commander-says>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [85] Wall, Mike; (2022), "Is China's mysterious space plane about to return to Earth?", *Space*, (2 Kasım 2022), <https://www.space.com/china-space-plane-possible-landing-november-2022>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [86] *Global Times*, (2023), "China to build constellation of very-low Earth orbit satellites", (2 Mart 2023), <https://www.globaltimes.cn/page/202303/1286489.shtml>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [87] Chen, Stephen; (2023), "China launches first satellite with high-power electric drive", *South China Morning Post*, (13 Ocak 2023), <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3206732/china-launches-first-satellite-high-power-electric-drive>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [88] Glaese, Oskar; (2022), "China's Directed Energy Weapons and Counterspace Applications", *The Diplomat*, (29 Haziran 2022), <https://thediplomat.com/2022/06/chinas-directed-energy-weapons-and-counterspace-applications/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [89] HONRADA, GABRIEL; (2022), "China's new satellite-hunting radar aims to blind US", *Asia Times*, (14 Kasım 2022), <https://asiatimes.com/2022/11/chinas-new-satellite-hunting-radar-aims-to-blind-us/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [90] Dangwal, Ashish; (2023), "China Develops New 'Starlink Killer' Anti-Satellite Microwave Weapon That Can Cut Taiwan From US During War", *The Eurasian Times*, (31 Mart 2023), <https://eurasianimes.com/china-develops-new-starlink-killer-anti-satellite-microwave-weapon/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [91] Mowthorpe, Matthew; Trichas, Markos; (2022), "A review of Chinese counterspace activities", *The Space Review*, (1 Ağustos 2022), <https://www.thespaceview.com/article/4431/1>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [92] J. TELLIS, ASHLEY; (2019), "India's ASAT Test: An Incomplete Success", *Carnegie Endowment for International Peace*, (15

- Nisan 2019), <https://carnegieendowment.org/2019/04/15/india-s-asat-test-incomplete-success-pub-78884>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [93] Pandit, Rajat; (2019), "Satellite-killer not a one-off, India working on star wars armoury", *Times of India*, (7 Nisan 2019), <https://timesofindia.indiatimes.com/india/satellite-killer-not-a-one-off-india-working-on-star-wars-armoury/articleshow/68758674.cms>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [94] Nadimi, Farzin; (2020), "The IRGC Lifts off Implications of Iran's Satellite Launch", *The Washington Institute For Near East Policy*, (Ağustos 2020), <https://www.washingtoninstitute.org/media/377>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [95] Strout, Nathan; (2020), "What we know about Iran's counter-space weapons", (9 Ocak 2020), <https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2020/01/08/what-we-know-about-irans-counter-space-weapons/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [96] İlkha, (2022), "What we know about Iran's counter-space weapons", (11 Ekim 2022), <https://ilkha.com/english/science-technology/iran-develops-hypersonic-ballistic-missile--ircg-298428>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [97] SABALLA, JOE; (2022), "Iran Claims Development of Laser Cannon for Aerial Targets", *TheDefensePost*, (14 Mart 2022), <https://www.thedefensepost.com/2022/03/14/iran-laser-aerial-targets/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [98] C4ISRNET, (2014), "Iran Claims Development of Laser Cannon for Aerial Targets", <https://www.c4isrnet.com/unmanned/uas/2014/11/20/iran-heralds-uav-copied-from-us-model/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [99] *Missile Threat*, (2021), "Missiles of Israel", (10 Ağustos 2021), <https://missilethreat.csis.org/country/israel/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [100] Eshel, Tamir; (2022), "Israel Becomes a Spy-Sat Superpower", (6 Temmuz 2022), https://defense-update.com/20220606_ofek16-spysat.html#.ZC6IMnaUfIU. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [101] *Spacenews*, (2005), "Israeli Experts Urge Development of ASAT Weapons", (1 Şubat 2005), <https://spacenews.com/israeli-experts-urge-development-asat-weapons/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [102] *optics*, (2022), "Lockheed, Rafael join forces on laser weapons", (7 Aralık 2022), <https://optics.org/news/13/12/11>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [103] Zetter, Kim; (2021), "ISRAEL MAY HAVE DESTROYED IRANIAN CENTRIFUGES SIMPLY BY CUTTING POWER", *The Intercept*, (13 Nisan 2021), <https://theintercept.com/2021/04/13/iran-nuclear-natanz-israel/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [104] *Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères*, (2022), "Space - France's commitment not to conduct destructive direct-ascent anti-satellite missile tests (29 Kasım 2022)", <https://www.diplomatie.gouv.fr/en/french-foreign-policy/security-disarmament-and-non-proliferation/news/2022/article/space-france-s-commitment-not-to-conduct-destructive-direct-ascent-anti>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [105] *THE FRENCH MINISTRY FOR THE ARMED FORCES*, (2019), "SPACE DEFENCE STRATEGY", https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/locale/piece-jointe/2020/08/france_-_space_defence_strategy_2019.pdf. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [106] Meddah, Hassan; (2022), "Où en est la France dans la bataille des armes hypersoniques et des missiles de nouvelle génération?", *L'Usine Nouvelle*, (28 Mart 2022), <https://www.usinenouvelle.com/article/ou-en-est-la-france-dans-la-bataille-des-armes-hypersoniques-et-des-missiles-de-nouvelle-generation>. N1799472. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [107] *France 24*, (2019), "Macron announces creation of French space force", (13 Temmuz 2019), <https://www.france24.com/en/20190713-macron-france-space-force>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [108] *France 24*, (2021), "France successfully launches cutting-edge military communications satellite", (24 Ekim 2021), <https://www.france24.com/en/europe/20211024-france-successfully-launches-cutting-edge-military-communications-satellite>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [109] G. Chevalier, Thomas; (2023), "Star Wars: France pledges not to conduct anti-satellite missile tests but leaves other options open", *The Conversation*, (3 Şubat 2023), <https://theconversation.com/star-wars-france-pledges-not-to-conduct-anti-satellite-missile-tests-but-leaves-other-options-open-197744>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [110] Lamigeon, Vincent; (2019), "La France travaille sur une arme laser anti-satellites", *Challenges*, (9 Haziran 2019), https://www.challenges.fr/entreprise/defense/la-france-travaille-sur-une-arme-laser-anti-satellites_657432. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [111] *Onera*, (2019), "La France travaille sur une arme laser anti-satellites", <https://www.onera.fr/en/node/3503>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [112] RETTMAN, ANDREW; (2022), "Kosmos-2558: Russia's killer satellite that could trigger Article 5", *euobserver*, (2 Kasım 2022), <https://euobserver.com/world/156370>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [113] Tiwari, Sakshi; (2022), "Killing Starlink! Russian Media Says Over 4000 Missiles Required To Destroy Starlink Service; Experts Say 'Mission Impossible'", *Eurasian Times*, (17 Ekim 2022), <https://eurasianimes.com/russia-planning-to-obliterate-starlink-media-reports-say-over-4000/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [114] HOOD, LONNIE LEE; (2022), "ELON MUSK: SPACEX CAN LAUNCH SATELLITES FASTER THAN RUSSIA CAN SHOOT THEM DOWN", *Futurism*, (27 Mart 2022), <https://futurism.com/the-byte/elon-musk-spacex-satellites-russia>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [115] Marks, Paul; (2008), "Pentagon wants laser attack warnings for satellites", *NewScientist*, (28 Mayıs 2008), <https://www.newscientist.com/article/dn14002-pentagon-wants-laser-attack-warnings-for-satellites/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [116] Chen, Stephen; (2023), "Chinese military invents smart shield designed to make laser weapons useless", *South China Morning Post*, (12 Ocak 2023), <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3206540/chinese-military-invents-smart-shield-designed-make-laser-weapons-useless>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [117] Tiwari, Sakshi; (2022), "China Asserts Dominance In ASAT Capability; Researchers Claim Success In Blocking Laser Attacks On Space Assets", *EurAsian Times*, (27 Şubat 2022), <https://eurasianimes.com/china-asserts-asat-capability-researchers-laser-attacks/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [118] Wallace, Will; (2022), "What Does EMI Shielding Prevent?", *Sat Plating*, (10 Ocak 2022), <https://www.satplating.com/education/what-does-emi-shielding-prevent/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [119] Palavenis, Donatas; (2021), "Moscow develops military space tech: should we take note? – analysis", *LRT*, (30 Aralık 2021), <https://www.lrt.lt/en/news-in-english/19/1570739/moscow-develops-military-space-tech-should-we-take-note-analysis>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [120] Jones, Andrew; (2022), "China looked at putting a monitoring satellite in retrograde geostationary orbit via the moon", *Spacenews*, (20 Ekim 2022), <https://spacenews.com/china-looked-at-putting-a-monitoring-satellite-in-retrograde-geostationary-orbit-via-the-moon/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)

- [121] *Spacewatch.global*, (2020), “China looked at putting a monitoring satellite in retrograde geostationary orbit via the moon”, (Haziran 2020), <https://spacewatch.global/2020/06/russia-to-develop-space-surveillance-satellite-to-monitor-space-debris-as-part-of-milky-way-ssa-network/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [122] *Dawn Aerospace*, “Hiber Four Satellite in Space With Green CubeSat Propulsion Launched on SpaceX Rocket”, <https://www.dawnaerospace.com/latest-news/hiber-four-launches-with-green-propulsion-on-spacex>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [123] Yuki, AKIYAMA; Arimi, UEMOTO; (2021), “RABBIT Provides Specialist-Quality Technical Analysis for Satellite-Debris Collision Avoidance”, JAXA, <https://global.jaxa.jp/activity/pr/jaxas/no084/06.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [124] Sheetz, Michael; (2023), “SpaceX begins launching second-generation Starlink satellites with four times the network capacity”, *CNBC*, (28 Şubat 2023), <https://www.cnn.com/2023/02/28/spacex-launches-v2-mini-starlink-satellites.html>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [125] *Gunter's Space Page*, “Misty 1, 2, 3 (AFP-731)”, https://space.skyrocket.de/doc_sdat/misty-1.htm. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [126] Chen, Stephen; (2021), “Chinese researchers look at how to keep satellites under the radar”, *South China Morning Post*, (29 Temmuz 2021), <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3142902/chinese-researchers-look-how-keep-satellites-under-radar>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [127] Johnson, Harrison; (2021), “Defense Against The Dark Arts in Space”, *Center for Strategic & International Studies*, (23 Mart 2021), https://aerospace.csis.org/wp-content/uploads/2021/03/032321_HarrisonJohnsonYoung_DefenseAgainstDarkArtsInSpace_Report_Update-compressed.pdf. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [128] *Satellite Observation*, (2020), “French military space strategy”, (18 Mart 2020), <https://satelliteobservation.net/2020/03/18/french-military-space-strategy>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [129] Harding, Thomas; (2023), “‘Satellite bodyguards’ prepared for space protection”, *National News*, (25 Ocak 2023), <https://www.thenationalnews.com/world/uk-news/2023/01/25/satellite-bodyguards-prepared-for-space-protection/>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [130] Mayfield, Mandy; (2021), “JUST IN: Seizure of Satellites Presented as Option to Defend U.S. Spacecraft”, *National Defense Magazine*, (15 Nisan 2021), <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2021/4/15/seizure-of-satellites-could-serve-as-option-to-defend-us-spacecraft>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)
- [131] Gohd, Chelsea; (2021), “A Northrop Grumman robot successfully docked to a satellite to extend its life”, *Space*, (13 Nisan 2021), <https://www.space.com/northrop-grumman-mev-2-docks-intel-sat-satellite>. (Erişim Tarihi: 24 Nisan 2023)



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

