

21. YÜZYILDA UZAY JEOPOLİTİĞİ

Editör
OKTAY BİNGÖL



KAPADOKYA
ÜNİVERSİTESİ
YAYINLARI

21. YÜZYILDA UZAY JEOPOLİTİĞİ

Editör
Oktay BİNGÖL



KAPADOKYA
ÜNİVERSİTESİ

2026

Kapadokya Üniversitesi Yayınları: 122
Siyaset Kitapları Serisi: 30
ISBN: 978-625-93910-8-3 (Basılı)
ISBN: 978-625-93910-9-0 (Elektronik)
DOI: <https://10.35250/kun/9786259391090>
URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12695/4097>

© Nisan 2026

21. Yüzyılda Uzay Jeopolitiği

Editör: Oktay BİNGÖL

© Copyright, 2026, KAPADOKYA ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI
Sertifika No: 43348



Bu eser Creative Commons “BY-NC-SA” (Atf-GayriTicari-AynıLisanslaPaylaş) Lisansı ile lisanslanmıştır. Bu lisans, kullanıcıların eser sahibine atf vermek koşuluyla eseri sadece ticari olmayan amaçlar için kullanmalarına ve uyarlamalarına izin verir. Buna ek olarak kullanıcıların eseri uyarlamaları hâlinde aynı veya uyumlu bir lisans kapsamında başkalarıyla paylaşmaları koşulunu getirir.

Seri Editörü: Halil Burak SAKAL

Redaktör: Berk İlke DÜNDAR

Kapak Tasarım: Leyla ÇALIŞKAN

Sayfa Tasarım: ademsenel.com

Kapadokya Üniversitesi tarafından yayımlanan basılı, elektronik veya diğer formatlardaki bilimsel yayınlar, sempozyum bildirimleri ve ders içeriklerine ait bütün haklar Kapadokya Üniversitesine aittir. Tanıtım amacıyla kaynak gösterilerek yapılacak kısa alıntılar dışında, Kapadokya Üniversitesinin yazılı izni olmaksızın yayının tümünün elektronik, mekanik veya fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.

Bu kitapta yayımlanan tüm bölümlerin içeriklerinden yazarları sorumludur. Metinler, yazarların kendi düşüncelerini yansıtmaktadır.

Bingöl, O. (Ed.). (2026). *21. Yüzyılda Uzay Jeopolitiği*. Nevşehir: Kapadokya Üniversitesi Yayınları. 314 s, 16x24 cm.

ISBN: 978-625-93910-9-0

DOI: <https://10.35250/kun/9786259391090>

Anahtar Sözcükler: 1. Uzay, 2. Jeopolitik, 3. Uzay Jeopolitiği.



KAPADOKYA
ÜNİVERSİTESİ

50420 Mustafapaşa, Ürgüp, Nevşehir

yayinevi@kapadokya.edu.tr

kapadokyayayinlari.kapadokya.edu.tr

0(384) 353 5009

www.kapadokya.edu.tr

21. YÜZYILDA UZAY JEOPOLİTİĞİ

Editör
Oktay BİNGÖL



2026

Editör Hakkında

Oktay BİNGÖL (E) Tuğgeneral, Prof. Dr.: 1981 yılında Kara Harp Okulu'ndan, 1990'da Kara Harp Akademisi'nden mezun olmuştur. Muvazzaflık döneminde Türk Silahlı Kuvvetleri'nin çeşitli birliklerinde ve karargâhlarında komutanlık ve proje subaylığı yapmış; yurt dışında muhtelif uluslararası karargâhlarda ve çok uluslu barışı koruma misyonlarında çalışmıştır. 2011 yılında tuğgeneral rütbesinde emekli olmuştur. Yüksek lisansını Kara Harp Akademisi'nde, doktorasını Gazi Üniversitesi'nde Uluslararası İlişkiler alanında tamamlamıştır. 2017 yılında aynı alanda doçentliğe hak kazanmış, 2023 yılında Uluslararası İlişkiler (İng.) Programında profesörlüğe atanmıştır. Uluslararası ilişkiler kuramları, Türk dış politikası, uluslararası güvenlik, çatışma ve barış araştırmaları, Asya-Pasifik ve Orta Doğu konularında çalışmalar yürütmüş, lisans ve lisansüstü dersleri vermiştir. Çalışma konuları kapsamında çok sayıda uluslararası ve ulusal kitap, kitap bölümü, makale, bildiri, rapor ve projeler ile kongre düzenleme faaliyetleri yer almaktadır.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR DİZİNİ.....	7
TABLOLAR DİZİNİ	9
GÖRSELLER DİZİNİ	9
ŞEKİLLER DİZİNİ	10
ÖNSÖZ	11
BÖLÜM YAZARLARI	13
GİRİŞ	15
COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ VE JEOPOLİTİK DEĞERİYLE UZAY	25
<i>Oktay Bingöl</i>	
SOĞUK SAVAŞ'TAN GÜNÜMÜZE UZAY YARIŞI	54
<i>Ali Bilgin Varlık</i>	
UZAY BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİNDEKİ GELİŞMELER.....	77
<i>Oktay Bingöl</i>	
UZAYLA İLGİLİ RİSK VE TEHDİT DEĞERLENDİRMESİ	94
<i>Ali Bilgin Varlık</i>	
UZAYIN TİCARİ VE EKONOMİK DEĞERİ	126
<i>Oktay Bingöl</i>	
AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ'NİN UZAY POLİTİKASI: JEOPOLİTİK, TEKNOLOJİ VE YÖNETİŞİM.....	144
<i>Hüseyin Fazla</i>	
RUSYA'NIN UZAY JEOPOLİTİĞİ: TEKNOLOJİK ÖZERKLİK, GÜVENLİK VE KÜRESEL GÜÇ DENGESİ.....	173
<i>Doğuş Sönmez</i>	
ÇİN HALK CUMHURİYETİ'NİN UZAY POLİTİKASI: JEOPOLİTİK, TEKNOLOJİ VE YÖNETİŞİM.....	191
<i>Hasan Yılmaz</i>	

İNGİLTERE, FRANSA, HİNDİSTAN VE JAPONYA'NIN UZAY FAALİYETLERİ	203
<i>Yunus Karaağaç</i>	
BİRLEŞMİŞ MİLLETLER VE UZAY: YASAL ÇERÇEVE, KURUMSAL YAPI VE FAALİYETLER	219
<i>Oktay Bingöl</i>	
NATO'NUN UZAY POLİTİKASI VE FAALİYETLERİ: TARİHSEL GELİŞİM, KURUMSAL ÇERÇEVE VE ZORLUKLAR	234
<i>Oktay Bingöl</i>	
AVRUPA'DA UZAY İŞ BİRLİĞİNİN GELİŞİMİ VE AVRUPA BİRLİĞİ UZAY POLİTİKASI	248
<i>Selma Şekercioğlu Bozacıoğlu</i>	
UZAY HUKUKU VE UZAYDA KÜRESEL YÖNETİMİN GELECEĞİ	259
<i>Hande Bingöl</i>	
TÜRKİYE'NİN UZAY ÇALIŞMALARI	278
<i>Ali Bilgin Varlık</i>	
SONUÇ YERİNE: UZAY JEOPOLİTİĞİNİN GELECEĞİ	295
EK-A: UZAY TERİMLERİ VE KAVRAMLARI.....	301
DİZİN.....	311

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
APSS	: NATO Uzaydan Sürekli Gözetim
ASAT	: Anti-Uydu Silahları
ASTP	: Apollo-Soyuz Test Projesi
BM	: Birleşmiş Milletler
BMGK	: Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi
CNES	: Fransa Ulusal Uzay Araştırmaları Merkezi
COPUOS	: Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi
CSA	: Kanada Uzay Ajansı
ÇHC	: Çin Halk Cumhuriyeti
ELINT	: Elektronik İstihbarat
ESA	: Avrupa Uzay Ajansı
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
GEO	: Jeostasyon Yörünge
GNNs	: Küresel Navigasyon Uydu Sistemi
GOS	: Küresel Gözlem Sistemi
HEO	: Yüksek Eksantrik Yörünge
IAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
IRNSS	: Hindistan'ın Navigasyon Uydu Sistemi
ISR	: İstihbarat, Gözetleme ve Keşif
ISRO	: Hindistan Uzay Araştırma Örgütü
ISS	: Uluslararası Uzay İstasyonu
ITU	: Uluslararası Telekomünikasyon Birliği
JAXA	: Japonya Uzay Araştırma Ajansı
KİS	: Kitle İmha Silahı
LEO	: Alçak Dünya Yörüngesi
MEO	: Orta Dünya Yörüngesi
NASA	: ABD Uzay Ajansı
NATO	: Kuzey Atlantik Antlaşma Örgütü
NGO	: Hükümete Bağlı Olmayan Kuruluş
NTP	: Nükleer Silahların Yasaklanması Antlaşması
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
OST	: Dış Uzay Antlaşması
PO	: Kutup Yörüngesi

RF	: Rusya Federasyonu
RNSS	: Bölgesel Navigasyon Uydu Sistemi
SACO	: NATO Müttelik Harekât Komutanlığı
SACT	: NATO Müttelik Dönüşüm Komutanlığı
S BSP	: Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi
SDG	: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
SETI	: Dünya Dışı Zekâ Arayışı
SIPRI	: Stockholm Uluslararası Barış Araştırması Enstitüsü
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
SSCC	: NATO Uzay Destek Koordinasyon Hücresi
SSO	: Güneşle Eşzamanlı Yörünge
TCBM	: Şeffaflık ve Güven Artırıcı Önlemler
UNDP	: BM Kalkınma Programı
UNDRR	: Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi
UNEP	: BM Çevre Programı
UNESCO	: BM Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
UNGA	: BM Genel Kurulu
UNIDIR	: BM Silahsızlanma Araştırma Enstitüsü
UNISPACE	: BM Uzay Konferansları
UNOOSA	: BM Uzay İşleri Ofisi
UNOSAT	: BM Uydu Merkezi
UN-SPIDER	: BM Uzay Tabanlı Bilgi Platformu
USSPACECOM	: ABD Uzay Komutanlığı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü
3SAS	: Stratejik Uzay Durumsal Farkındalık Sistemi

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1: Gezegenlerin Mukayesesi	31
Tablo 4.1: Uzay Komutanlığı Karargâh Yapılanmaları	109
Tablo 4.2: Devletlerin Sahip Olduğu Askerî Uydular	112
Tablo 4.3: Endişe Kaynakları ve Tehdit Çeşitleri	121
Tablo 5.1: Uzay Devlet Kuruluşları ve Şirketler (İlk Dokuz Devlet)	129
Tablo 6.1: Uzay Yetenekleri Ülkelerin Sıralaması (2024)	147
Tablo 7.1: Rusya'nın Uzay Politikası Belgelerinde Önceliklerin Dönüşümü (2015–2023) ...	180
Tablo 7.2: Rusya'nın Uzay Yönetişiminde Kurumsal Yapı	183
Tablo 10.1: BM Uzayla İlgili Kuruluşlar – İşlevsel Sınıflandırma Matrisi	228
Tablo 10.2: Fonksiyonel Gruplama Özeti	229
Tablo 13.1: Bazı Ülkelerin Ulusal Hukukunun Karşılaştırmalı Durumu	268

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 1.1: Büyük Patlama Sonrası Evrenin Genişlemesi	27
Görsel 1.2: Sloan Digital Sky Survey Verilerine Dayalı Üç Boyutlu Kozmik Ağ Görselleştirmesi	27
Görsel 1.3: Hubble Teleskobu ile Görüntülenen Bir Moleküler Bulut: Karina Bulutsusu	28
Görsel 1.4: Samanyolu'nun Yer Aldığı Galaksi Kümesi	29
Görsel 1.5: Samanyolu Galaksisinin Dünya'dan Görünüşü	30
Görsel 1.6: Galaktik Boyutlarda Gelecekteki Bir Çarpışma	31
Görsel 1.7: Güneş Sistemi'nin Genel Yapısı	32
Görsel 1.8: Dünya'nın Atmosfer Tabakaları	34
Görsel 1.9: Dünyanın Yörüngeleri	36
Görsel 1.10: Ay Yüzeyi ve Dünya	38
Görsel 1.11: Dünya Yörüngesinde Yapay Cisimler	41
Görsel 1.12: Uluslararası Uzay İstasyonu	43
Görsel 1.13: 1957'den 2023'a Uzay Çöpleri	45
Görsel 1.14: Uzay Silahı	46
Görsel 3.1: The Five Hundred Meter Aperture Spherical Telescope (FAST)	80
Görsel 3.2: Hubble Uzay Teleskopu	81

Görsel 4.1: Uyduların Uzaydaki Konumları	106
Görsel 4.2: Önemli GPS Girişim Olaylarının Konumları (Nisan 2024- Mart 2025).....	119
Görsel 4.3: Uzay Alanında Bilinen Saldırıların Hedef Kategorileri	120
Görsel 5.1: Uzay Tabanlı Güneş Enerji Üretimi.....	131
Görsel 5.2: Uzay Madenciliği	136
Görsel 5.3: Uzay Turizmi	139
Görsel 9.1: Dünya, Ay ve Mars'ı Gösteren Bir İllüstrasyon.....	204
Görsel 9.2: Askeri Haberleşme Uydusu Skynet 6	206
Görsel 9.3: 2024 Yılında Uzaya Gönderilen Ariane 6 Roketi	208
Görsel 9.4: Chandrayaan-1- Ay Keşif Misyonu	210
Görsel 9.5: Japonya'nın H2-A Roketi	212
Görsel 11.1: NATO Operasyonel Alanlar (Uzay-Siber-Hava-Kara-Deniz)	238
Görsel 11.2: NATO Uzay Mükemmeliyet Merkezi.....	242

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Devletlerin Uzay Harcamaları (Milyar Dolar)	68
Şekil 10.1: UNOOSA Teşkilat Şeması.....	224
Şekil 14.1: Türkiye Uzay Ajansı Kuruluş Şeması.....	291

ÖNSÖZ

İnsanlık, gökyüzüne bakarak merakını ve hayal gücünü beslediği ilk andan itibaren evrenle özel bir bağ kurdu. Bugün ise bu bağ, yalnızca hayallerle değil, somut stratejik, ekonomik ve teknolojik gerçeklerle şekilleniyor. 21. yüzyılda uzay, uluslararası ilişkiler, güvenlik ve ekonomi politikalarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş durumda. Artık devletler ve devlet dışı aktörler için uzay, yalnızca bilimsel keşiflerin ve sembolik başarıların sahnesi değil, aynı zamanda küresel rekabetin, iş birliğinin ve stratejik hesaplamaların merkezinde yer alan bir alandır.

Bu kitap, tam da bu bağlamda, uzayın jeopolitik değerini çok boyutlu bir bakış açısıyla incelemek amacıyla kaleme alınmıştır. Konuya ilgi duyan akademisyenlerin ve askerî deneyime sahip araştırmacıların katkılarıyla hazırlanan bu çalışma, okuyucuya derinlikli bir bakış sunmayı hedeflemektedir. Kitapta, uzayın coğrafi özelliklerinden başlayarak bilimsel ve teknolojik gelişmelere, Soğuk Savaş döneminden günümüze uzay yarısına, önde gelen devletlerin ve uluslararası örgütlerin politikalarına kadar geniş bir yelpaze incelenmektedir. Ayrıca, uzayın ticarileşmesi, güvenlik boyutları ve hukuki düzenlemeler gibi günümüzün en kritik sorunları da kapsamlı bir biçimde tartışılmaktadır.

Uzay politikaları, sadece teknolojik kapasiteler ya da askerî stratejilerle sınırlı değildir; aynı zamanda küresel yönetim, uluslararası hukuk, ekonomik rekabet ve insani değerlerin kesişiminde yer alan karmaşık bir bütünlük arz etmektedir. Bu nedenle kitabın yapısı hem çok disiplinli hem de çok aktörlü bir bakış açısını yansıtacak şekilde kurgulanmıştır. Bu kitabın yalnızca akademisyenlere değil, politika yapıcılara, askerî stratejistlere ve uzay alanına ilgi duyan geniş bir okuyucu kitlesine hitap etmesini amaçlıyoruz.

Bu eserin ortaya çıkmasında emeği geçen tüm yazar ve katkı sağlayıcılara teşekkür etmek isterim. Her bir bölüm, konunun uzmanı kalemlerden çıkmış olup kendi alanında özgün bir tartışma sunmaktadır. Ortaya konan bu kolektif çaba, uzay jeopolitiğini anlamak isteyenler için güçlü bir başvuru kaynağı niteliği taşımaktadır.

Bu kitap, Kapadokya Üniversitesi Yayınları tarafından basıma hazırlandı ve okuyucuya ulaştırılması mümkün oldu. Bu vesileyle Üniversitemizin saygıdeğer yönetimine ve yayında emeği geçen personele şükranlarını sunuyorum.

Yüzyılımızda insanlık yeni bir sınırla karşı karşıya: Dünya'nın ötesine uzanan bir jeopolitik gerçeklik. Bu sınır hem büyük fırsatlar hem de ciddi riskler barındırıyor. Uzayın barışçıl kullanımını teşvik edecek bir yönetim modeli inşa etmek, yalnızca bugünün değil, gelecek kuşakların da kaderini belirleyecek. Elinizdeki kitap, işte bu büyük sorulara yanıt ararken aynı zamanda yeni tartışmaların da kapısını aralamayı amaçlıyor.

Uzayın 21. yüzyılda ne anlama geldiğini birlikte keşfetmeye...

Prof. Dr. Oktay Bingöl

Bölüm Yazarları

- (E) Tuğgeneral, Prof. Dr. Oktay BİNGÖL, Merkez Strateji Enstitüsü (MSE) Başkanı, Bağımsız Araştırmacı
- (E) Hv. Plt. Tuğgeneral, Dr. Hüseyin FAZLA, Stratejik Araştırmalar Merkezi (STRASAM) Başkanı, Bağımsız Araştırmacı
- (E) Kurmay Albay Doç. Dr. Ali Bilgin VARLIK, Merkez Strateji Enstitüsü (MSE) Koordinatörü, Bağımsız Araştırmacı
- Dr. Öğr. Üyesi Selma ŞEKERCİOĞLU BOZACIOĞLU, İstanbul Arel Üniversitesi Uluslararası İlişkiler (İng.) Programı Öğretim Üyesi
- Dr. Yunus KARAĞAÇ, Bağımsız Araştırmacı
- Dr. Hasan YILMAZ, Bağımsız Araştırmacı
- Dr. Doğuş SÖNMEZ, Kadir Has Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Bölümü Araştırma Görevlisi
- Doktora Öğrencisi Hande BİNGÖL, İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Milletlerarası Özel Hukuk Araştırma Görevlisi

GİRİŞ

Bir zamanlar iki süper gücün ve sınırlı sayıda bilim insanının ayrıcalıklı alanı olan uzay, 21. yüzyılda hızla küresel jeopolitiğin merkezine yerleşiyor. Önümüzdeki yarım yüzyılda uzaydaki gelişmelerin insanlık tarihinde kalıcı izler bırakması ve küresel siyasetin çehresini değiştirmesi bekleniyor. Uzay, devletler başta olmak üzere uluslararası aktörler için yeni bir stratejik cephe olarak yüzyılımızda çeşitli devlet ve devlet dışı aktörlerin yer aldığı çok yönlü bir mücadele alanına dönüşmüştür. Uzay yalnızca roketler ve astronotlarla sınırlı olmayıp dünyadaki yaşamın bütün boyutlarıyla iç içe geçerek, modern iletişimin, ekonomik sistemlerin ve askeri stratejinin merkezinde yer alıyor ve uluslararası ilişkiler için giderek daha hayati önem taşıyor. Kısacası, uzay, küresel sorunların ve güzelliklerin ayrılmaz bir parçası ve 21. yüzyılda jeopolitik rekabet ve iş birliğinin kilit bir alanıdır.

Uzay Soğuk Savaş döneminde ideolojik rekabet ve ulusal prestij için önemliydi ve bu durum, insanlığın Ay'a ilk adımlarını atmasıyla sonuçlanan ABD-Sovyet uzay yarışıyla nitelenir. Uzay jeopolitiğinin bu erken dönemi, hızlı teknolojik gelişmeler ve temel yasal normların oluşturulmasına da ev sahipliği yaptı. 1967'de dünyanın büyük güçleri, uzayı tüm insanlığın varlığı ilan eden ve gök cisimlerinin ulusal olarak sahiplenilmesini yasaklayan Dış Uzay Antlaşması'nı imzaladı. Bu ve ilişkili anlaşmalar, uzay yönetimi için temel ilkeleri belirleyerek, süper güç rekabeti ortamında uluslararası iş birliği arayışını yansıtıyordu. Ancak Soğuk Savaş ortamında şekillenen kapsamı sınırlıydı; sonraki on yıllarda uzayın ticarileşmesini, birçok yeni aktörün ortaya çıkışını veya dünya dışındaki kaynaklar ve askeri kullanımlar hakkındaki yaklaşan tartışmaları tam olarak öngöremiyordu.

Soğuk Savaş'ın sona ermesinin ardından, uzayın jeopolitik bağlamı önemli ölçüde değişmeye başladı. 1990'ları takip eden çeyrek asır boyunca, ABD uzay kabiliyetleri ve inovasyonda eşsiz bir hâkimiyete sahipti. ABD'nin uydu teknolojisi, keşif ve askerî uzay sistemlerindeki liderliği, Soğuk Savaş sonrası tek kutuplu dönemde büyük ölçüde tartışmasızdı. Ancak 21. yüzyılın başlarında yeni güçler yükselişe geçti ve uzaya yönelik mücadele çok

daha karmaşık ve çok kutuplu hâle geldi, uzayda büyük güç rekabeti yeniden başladı.

Son on yıldır ABD'nin yanında, Çin de stratejik avantajlar elde etmek için sivil ve askeri uzay programlarına büyük yatırımlar yapıyor. Çin, kendi uzay istasyonunu inşa etti, Amerika'nın GPS sistemine rakip olacak küresel bir navigasyon sistemi (BeiDou) geliştirdi ve iddialı Ay keşif planlarını açıkladı. Sovyetlerin bilimsel ve teknolojik mirasına sahip Rusya ise ekonomik zorluklara rağmen güçlü bir fırlatma endüstrisini ve askeri uzay varlıklarını koruyor. Bu arada ABD, uzay alanına yönelik olarak ordusunu yeniden yapılandırdı, 2019'da özel bir Uzay Kuvvetleri kurdu ve NASA'nın insanları Ay'a geri döndürmek için yürüttüğü Artemis programı gibi yeni keşif projesini geliştirdi.

1960'ların ikili ABD-Sovyet rekabetinin aksine, günümüzün uzay jeopolitiği birden fazla güç merkezi ve katılımcı çeşitliliğini içeriyor ve gerçek anlamda çok kutuplu bir uzay çağını gösteriyor. Gelişmekte olan ekonomiler ve bölgesel güçler de dahil olmak üzere yeni devletler, uzay yolculuğu yapan devletlerin arasına katılarak jeopolitik hesaplamaları yeniden şekillendiriyor. Nitekim, 2025'te 80'den fazla ülkenin uzayda varlığı bulunuyor. Çok sayıda ülke uydu veya araştırma uzay aracı işletmektedir ve birçoğu milli fırlatma kabiliyetleri veya iddialı uzay görevleri geliştirmiştir. Hindistan, İsrail ve Birleşik Arap Emirlikleri gibi orta ölçekli güçler, ulusal prestij ve askeri güvenlikten ekonomik kalkınma ve bilimsel ilerlemeye kadar uzanan hedeflerle son yıllarda uzay programlarını geliştirdiler. Bu yeni aktörler, ortaklıklar kurarak ve bölgesel "uzay blokları" oluşturmaya başlayarak uzay jeopolitiğine çok kutuplu bir karakter kazandırmaktadır.

Bu gelişmelere, özel sektör aktörlerinin artışı ve uzayın ticarileşmesi de ekleniyor. Geleneksel olarak, uzay araştırmaları ve uydu hizmetleri yalnızca hükümetlerin alanındaydı. Ancak bugün, *SpaceX*, *Blue Origin* ve *OneWeb* gibi özel şirketler, yörüngedeki inovasyon ve faaliyetlerin başlıca itici güçleri hâline gelmektedir. Bu ticari aktörler, uzaya erişim maliyetini düşüren ve geliştirme hızını artıran çığır açıcı teknolojiler ve iş modelleri ortaya koymaktadır. Örneğin, *SpaceX* öncülüğünde yeniden kullanılabilir roketlerin ortaya çıkışı ve uyduların minyatürleştirilmesi, fırlatma maliyetlerini önemli ölçüde düşürmüştür. Uzaya yüzlerce, hatta binlerce küçük uydudan oluşan takımyıldızları konuşlandırmak artık bilimkurgu değildir. Dikkat çekici bir örnek, Alçak Dünya Yörüngesi'nden küresel geniş bant internet sağlayan *SpaceX*'in *Starlink* takımyıldızıdır. Özel kuruluşların artan rolü,

yatırımlara da yansımıştır. Muazzam kâr fırsatları gören ticari işletmeler, uzay turizmi, asteroit madencilği ve uydu mega takımyıldızları gibi girişimlerin peşinden koşmaktadır.

Uzay sektörü küresel ekonominin önemli ve hızla büyüyen bir parçası hâline gelmiştir. Uydu telekomünikasyonları, dünya gözlemi, navigasyon hizmetleri (GPS/BeiDou/Galileo gibi) ve uzay araçları üretimi artık temel sektörlerdir. Bugün yıllık geliri 400 milyar doların üzerinde olduğu tahmin edilen küresel uzay ekonomisinin, 2040 yılına kadar 1 trilyon dolar veya daha fazlasına ulaşması beklenmektedir.

Güvenlik açısından uzay, stratejistlerin “en yüksek nokta” olarak adlandırdığı bir hâle gelmiştir. Askerî ve istihbarat servisleri, iletişim, navigasyon, gözetleme ve füze erken uyarısı için yörüngedeki varlıklara güvenmektedir. Uydular hem ticaret hem de savaş için giderek daha önemli hâle geldikçe, ülkeler kendi uzay altyapılarını korumak ve bazı durumlarda başkalarının uydularını bozma veya yok etme kapasitesi geliştirme yoluna gitmektedir. Uzay artık savunma için operasyonel bir alandır. Birçok ülkede silahlı kuvvetler bünyesinde uzay komutanlıkları veya birlikleri kurulmuştur. NATO, 2019 yılında uzayı kara, deniz, hava ve siber alanlarının yanı sıra beşinci operasyonel alan olarak resmen ilan etmiş, önde gelen devletler de askeri doktrinlerinde benzer düzenlemeler yapmıştır. Bu tür girişimler uzayın askerîleşmesine kapı aralamıştır.

Uzay teknolojisinde liderlik rekabeti, roketler, uydular, robotik ve insanlı uzay uçuşlarında inovasyonu teşvik etmektedir. Uzay teknolojisindeki atılımlar genellikle inovasyon ve endüstriyel kabiliyet açısından daha geniş avantajlar sağlıyor. 20. yüzyılda uzay yarışı, mikroelektronikten yazılıma ve malzeme bilimine kadar her alanda ilerlemelere yol açmıştı; bugün ise uzay, bilim ve mühendisliğin en ileri noktasında yer almaya devam ediyor. Ülkeler, uzay teknolojisindeki başarıyı genel bilimsel güç ve gelişmişliğin bir göstergesi olarak görüyor. Bu, uzaydaki jeopolitiğin aynı zamanda yetenek, inovasyon ve teknolojik prestij için bir yarış olduğu anlamına da geliyor.

Bununla birlikte, Alçak Dünya Yörüngesi'nin uydularla aşırı dolması ve uzay çöplerinin artan sorunu gibi teknolojik trendler, hiçbir ülkenin tek başına çözemeyeceği yeni zorluklar yaratıyor. Uzay güçleri için günümüzde acil görevlerden biri yörünge ortamını güvenli bir şekilde yönetmektir. Yönetimi mümkün kılmak ve uzayın gelecek nesiller için sürdürülebilirliğini sağlamak için iş birliği ve yeni teknolojik çözümler gerekmektedir.

1960'lar ve 1970'lerde Birleşmiş Milletler antlaşmalarına dayanan uluslararası uzay hukuku çerçevesi, artık 21. yüzyılın gerçeklerinin baskısı altındadır. 1967 tarihli Uzay Antlaşması ve ilgili anlaşmalar; uzayın veya gök cisimlerinin ulusal çapta sahiplenilmemesi, herkes için keşif özgürlüğü ve uzayın barışçıl amaçlarla kullanılması gibi önemli ilkeler belirlemiştir. Ancak bu ilkeler, özel şirketlerin binlerce uydu fırlatmasını veya asteroit madenciliği planları yapmasını, uzay için askeri doktrinlerin ortaya çıkmasını veya Ay kolonileri için önerilerde bulunulmasını öngörmemiştir. Bu itibarla insanlık uzay yönetiminde giderek artan bir normatif boşlukla karşı karşıyadır. Önümüzdeki yıllarda, deniz hukukuna benzer, ancak uzayın kendine özgü alanına uyarlanmış bir "kurallara dayalı düzen" konusunda yoğun müzakerelere tanıklık edilmesi muhtemeldir.

Bu kitap, 21. yüzyılda uzay jeopolitiğinin kapsamlı bir incelemesini ele almaktadır. Kitap, her biri konunun kritik bir yönünü ele alan 14 makaleden oluşmaktadır. Müteakip paragraflarda kitabın yapısına dair genel bir çerçeve sunulmaktadır:

Uzay, evrenin tüm maddi ve enerjik unsurlarını barındıran geniş, dört boyutlu bir yapıdır. Evren ise uzayda ve zamanda var olan tüm maddeyi, enerjiyi, gezegenleri, yıldızları, galaksileri ve bunların tüm etkileşimlerini içerir. İnsanlık her zaman evreni ve içindeki kendi yerini anlamak için yukarı baktı ve meraklı oldu. Bilim, evrenin muazzamlığının çoğunu ortaya çıkardı ve dünyanın bir zamanlar düşünüldüğü gibi evrenin merkezi olmadığını, bunun yerine daha geniş Güneş Sistemi'nin bir parçası olarak Güneş'in etrafında dönen bir gezegen olduğunu ortaya koydu. Kitabın "Coğrafi Özellikleri ve Jeopolitik Değeriyle Uzay" başlıklı birinci makalesinde Oktay Bingöl; uzayın katmanlarını ve bileşenlerini tanımlayıp özelliklerini ortaya koyuyor. Uzay, uluslararası ilişkilerde hem ekonomik ve askeri özellikleriyle çatışma hem de iş birliği unsurlarını birlikte barındıran karmaşık bir jeopolitik değere sahiptir. Makalede günümüz jeopolitik ortamında büyük güçlerin mücadelesi ve uzayın barışçıl, güvenli ve sürdürülebilir kullanımı için uluslararası hukuk ve iş birliği mekanizmalarına duyulan ihtiyaç tartışma konusu yapılmaktadır.

İkinci makalede Ali Bilgin Varlık, Soğuk Savaş'tan günümüze uzay yarışını ele almaktadır. Yazar, Soğuk Savaş uzay yarışının tarihsel bir anlamını sunarak, süper güç rekabetinin *Sputnik*'in fırlatılışından ilk insan yörüngelerine ve Apollo Ay inişlerine kadar hızlı ilerlemeleri nasıl tetiklediğini ayrıntılarıyla ele almakta; bu başarıların ardındaki jeopolitik itici

güçleri, sivil çabalara paralel askerî-uzay programlarını ve uzay yarışının Soğuk Savaş'ın temel alanlarından biri haline nasıl geldiğini analiz etmektedir. Makale, Soğuk Savaş'ın sona ermesiyle birlikte, jeopolitik odak noktasının süper güç rekabetinden uydu hizmetlerinin küreselleşmesi, uluslararası iş birliği (örneğin Uluslararası Uzay İstasyonu) ve 1990'larda başlayan ticarileşme gibi konulara nasıl kaydığını inceliyor. Çalışmada 21. yüzyılın başında ABD liderliğindeki kısa süreli "uzay tek kutupluluğundan", giderek çeşitlenen çoklu güçlerin oluşturduğu bir ortama geçişin dinamikleri de tartışılmaktadır.

Üçüncü makale, "Uzay Bilimi ve Teknolojisindeki Gelişmeler" başlıklıdır. Bilimin evreni anlamaya yönelik yaklaşık 2000 yıllık yolculuğu gözlemler, teori ve modelleme vasıtasıyla kademeli olarak ilerlemiştir. Güneş Sistemi ve ötesinin gözlemi, genellikle teleskoplar ve uzay araçları kullanılarak uzaktan gerçekleştirilmiştir. Son zamanlarda, daha detaylı inceleme için dünyaya malzeme getirmek amacıyla sınırlı sayıda örnek getirme görevi de gerçekleştirilmiştir. Oktay Bingöl, bu bölümde önümüzdeki on yıllarda uzay biliminin nasıl gelişebileceğine dair yaklaşımları özetlemekte, hâlen kullanılan araçlar ve tasarım hâlindeki projeleri tartışmaktadır.

Dördüncü makalede Ali Bilgin Varlık tarafından uzayla ilgili risk ve tehdit değerlendirilmesi yapılmaktadır. Çalışma, uzay güvenliğine yönelik askeri olmayan risk ve tehlikeler ile askeri tehditler olmak üzere iki ana bölüm olarak yapılandırılmıştır. Askerî olmayan risk ve tehditler kapsamında; asteroit ve göktaşı çarpması, uzay havası ve güneş fırtınaları, süpernova patlaması, Dünya dışı virüsler, uzay yaratıkları, uzay çöpu, yörüngedeki yoğunluk, ışık ve radyo frekans kirliliği, kimyasal ve partikül kirliliği ve mikrodalga ışınlama riski hakkında bilgi verilmektedir. Çalışmanın ikinci ana bölümü, uzayın ulusal güvenlik için nasıl kritik bir alan haline geldiğini inceliyor. Bu kapsamda casus uydulardan ve GPS güdümlü silahlardan uydu karşıtı füzelere, uzay gözetleme ağlarına ve potansiyel uzay tabanlı savunma sistemleri planlarına kadar askerî uzay kabiliyetlerinin gelişimi ele alınmaktadır.

Beşinci makalede, Oktay Bingöl özel şirketler ve girişimciler tarafından yönetilen uzay ekonomisini analiz ediyor. Makalede ticari uydu endüstrisinin büyümesi, fırlatma hizmetlerinin ekonomisi ve *SpaceX*, *Blue Origin*, *OneWeb* ve diğerleri gibi şirketlerin üst düzey girişimleri ele alınıyor. Ana temalar arasında özel sektör inovasyonunun (yeniden kullanılabilir roketler, mini uydular, uzay turizmi vb.) maliyetleri nasıl düşürdüğü

ve geleneksel devlet modellerini nasıl etkilediği ile özel firmalar ve hükümetler arasındaki artan iş birliği ve gerilim yer alıyor. Makalede uzayda endüstriyel üretim, uzay tabanlı güneş enerjisi, yörüngesel veri merkezleri, yörüngede büyük ölçekli altyapı inşaatı ve robotik montaj, uzay madenciliği ve uzay turizmi kapsamlı olarak ele alınıyor.

Kitabın 6-9'uncu makalelerinde belli başlı devletlerin uzay politikaları ve yürüttükleri faaliyetler ele alınmaktadır. Bu kapsamda Hüseyin Fazla, ABD'nin; Doğuş Sönmez, Rusya Federasyonu'nun; Hasan Yılmaz, Çin Halk Cumhuriyeti'nin; Yunus Karaağaç ise İngiltere, Fransa, Hindistan ve Japonya'nın uzay politikalarını, stratejilerini ve öne çıkan faaliyetlerini inceliyor.

"Amerika Birleşik Devletleri'nin Uzay Politikası: Jeopolitik, Teknoloji ve Yönetişim" başlıklı altıncı makalede Hüseyin Fazla, "Uzay teknolojisi gelişimine liderlik eden ABD için uzay ne anlama geliyor?" sorusuna yanıt arayarak çalışmasına başlıyor. Müteakiben ABD için uzay bağlamında tehditler, zorluklar ve fırsatların neler olduğu kapsamlı bir şekilde inceleniyor. Yazar çalışmasında ABD uzay politikasının prensiplerini, siyasî, askerî ve teknolojik bağlamda ortaya koymayı müteakip uzay politikasının hedefleri ve bu hedefleri gerçekleştirmek için uygulanan stratejileri ele alıyor.

Yedinci makalede Doğuş Sönmez, Rusya'nın uzay politikasını neoklasik realist bir çerçevede inceleyerek, devletin uzaydaki stratejik davranışını sistemik baskılar ile içsel kapasite inşası arasındaki etkileşim üzerinden açıklamaktadır. Makalenin temel araştırma sorusu, "Rusya'nın uzay politikası 21. yüzyılda teknolojik özerklik, güvenlik ve çok kutupluluk ekseninde ulusal gücün hangi araçlarına dönüşmüştür?" biçiminde formüle edilmiştir. Argüman, Rusya'nın uzay stratejisinin hegemonik genişleme yerine görelî gücü koruma, teknolojik özerklik kazanma ve çok kutuplu düzen vizyonunu kurumsallaştırma hedeflerine dayandığını ileri sürmektedir. Bulgular, Rusya'nın uzay politikasının üç temel sütun üzerinde yükseldiğini göstermektedir: (1) Vostochny ve Angara projeleriyle temsil edilen teknolojik özerklik; (2) GLONASS, erken uyarı sistemleri ve ASAT testleriyle güçlendirilen askerî caydırıcılık; (3) Çin ile ILRS ortaklığı ve BRICS iş birlikleriyle şekillenen çok kutuplu dış politika. Yazar, Rusya'nın uzay jeopolitiğinin, neoklasik realizmin öngördüğü biçimde, uluslararası sistemdeki kısıtları içsel kurumsal mekanizmalar yoluyla filtreleyen ve görelî gücü koruma amacına hizmet eden çok düzeyli bir stratejik davranış modeli ortaya koyduğu sonucuna ulaşmaktadır.

Küresel aktörler arasında Çin'in uzay programı son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Kitabın sekizinci makalesinde Hasan Yılmaz, Çin'in uzay politikasını irdelemektedir. Yazar, Çin'in uzay programındaki gelişimin yalnızca teknolojik bir başarı değil; aynı zamanda onun daha geniş jeopolitik stratejisinin derinlemesine bir parçası olduğunu ve ulusal prestiji artırmak, güç yansıtmak, ekonomik avantajlar sağlamak ve uluslararası düzeni yeniden şekillendirmek için kritik bir araç olarak kullanıldığını okuyucunun dikkatine sunmaktadır. Çalışmada; Çin'in stratejik hırslarının ve uzay teknolojisinin temellerinin tarihsel kökleri ile uzay programının askerî boyutları, teknolojik yetenekler ve çift kullanım yaklaşımlarının açıklanmasını müteakip mevcut stratejik çerçeve, uluslararası duruş ve yönetim yaklaşımı ele alınmaktadır. Makale geleceğe yönelik hedeflerin ve uzay tabanlı güneş enerjisi vizyonunun tartışılmasıyla sonlandırılmaktadır.

Uzay sadece ABD, Rusya ve Çin'in rekabetinin sahnesi değildir. Çok sayıda ülkenin uzay politikaları ve faaliyetleri bulunmaktadır. Kitabın dokuzuncu makalesinde Yunus Karaağaç, dört önemli uzay gücü olan İngiltere, Fransa, Hindistan ve Japonya'nın geçmişten günümüze uzay politikalarındaki evrimi, uyguladıkları faaliyetleri ve benimsedikleri önemli stratejileri incelemektedir. İlgili bölümlerde bahsi geçen ülkelerin askeri ve siyasi hedefleri, ekonomik kaynakları ve uluslararası iş birlikleri bağlamında farklılık gösteren uzay faaliyetleri ele alınmaktadır.

Kitabın 10-12'nci makalelerinde önde gelen uluslararası örgütlerin uzay politikaları mercek altına alınıyor. Bu kapsamda Oktay Bingöl, Birleşmiş Milletler ve NATO'yu, Selma Şekercioğlu ise Avrupa Birliği'ni inceliyor.

Oktay Bingöl, "Birleşmiş Milletler ve Uzay: Yasal Çerçeve, Kurumsal Yapı ve Faaliyetler" başlıklı onuncu makalede, uzaydaki ticari, bilimsel-teknolojik ve askeri faaliyetler genişledikçe, onun barışçıl ve sürdürülebilir bir alan olarak kalmasını sağlamak için kapsamlı ve işbirlikçi bir uluslararası çerçevenin devletlerin uzlaşması ile oluşturulması, uygulanması ve sürdürülmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Çalışmada, 1950'lerin sonlarından bu yana, uzaya eşit erişim, barışçıl kullanım ve hukukun üstünlüğüne odaklanarak bir yasal çerçevenin müzakere edilmesi ve sürdürülmesi için birincil forum olan BM'nin uzay politikasının evrimi, hukuksal ve kurumsal mekanizmaları ile yaşanmakta olan zorluklar incelenmektedir.

"NATO'nun Uzay Politikası ve Faaliyetleri: Tarihsel Gelişim, Kurumsal Çerçeve ve Zorluklar" başlıklı on birinci makale, son on yılda uzaya ilgisini artırmaya başlayan NATO'nun, uzayı operasyonel bir alan olarak

görerek operasyon konsepti, eğitim planı, bilgi paylaşım çerçevesi, yetenek gereksinimleri ve doktrin gibi kapsamlı belgeler oluşturmasını merkeze alarak hazırlandı. Çalışmanın araştırma sorusunu, “Uzayın çevresel bir endişeden NATO operasyonlarının ve kolektif savunma planlamasının kritik bir alanına nasıl dönüştüğü?” oluşturmaktadır. Makalede, NATO’nun uzay politikası ve faaliyetleri, Örgütün tarihsel süreçteki evrimine, temel stratejik belgelere, kurumsal mekanizmalara ve son gelişmelere odaklanarak incelenmektedir. Yazar ayrıca NATO içindeki kurumsal mimariyi ve koordinasyon mekanizmalarını analiz ediyor, İttifak’ın diğer uzay güçlerine göre konumunu değerlendiriyor.

Avrupa Birliği (AB) uzay politikası ve araçları diğer küresel aktörler kadar gelişmiş değildir. AB üye devletleri 1960’lı yıllardan itibaren uzay konusunda iş birlikleri yürütmüş ve bu iş birliği bugün halen faaliyet gösteren 1975 yılında kurulmuş olan Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ile somutlaşmıştır. Bununla birlikte AB, kurumsal olarak uzay politikalarını oluşturacak adımları atmaya 2000’li yıllar itibarıyla başlamıştır. Kitabın on ikinci makalesinde Selma Şekercioğlu, tarihsel süreç içerisinde AB’nin uzay politikasının oluşumunu, kapsamını ve mevcut durumunu analiz etmektedir. Çalışmada ilk olarak Avrupa’daki uzay girişimlerine tarihsel perspektiften bakılarak Avrupa Uzay Ajansı’nın (ESA) gelişim süreci incelenmekte, ardından AB-ESA ilişkileri ile AB uzay politikasının oluşumu, temel dinamikleri ve yarattığı sorun alanları ile uzay teknolojilerinin ikili kullanımına değinilmektedir.

On üçüncü makale, uzay hukuku ve uzayda küresel yönetimin geleceğini kapsamaktadır. Bu çalışmada Hande Bingöl, mevcut yasal düzenin güçlü ve zayıf yönlerini aydınlatarak ve uluslararası uzay hukukunu 21. yüzyıl gerçeklerine uyarlamak için normatif yönler önererek uzay yönetişimi konusundaki literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel araştırma sorusu, “Mevcut uzay hukuku rejimi, modern uzay faaliyetlerinin ortaya çıkan zorluklarını ne kadar etkili bir şekilde ele almaktadır ve gelecekteki yasal gelişme beklentileri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu kapsamda hem doktrin hem de kurumsal belgelere dayanan antlaşma hukuku, normlar ve devlet uygulamaları analiz edilmektedir. Analizde, BM kararlarından, ulusal yasalardan ve ikili anlaşmalardan alınan vaka tabanlı örneklerden de istifade edilmektedir. Çalışmada ilk olarak, uzay hukukunun yasal ve tarihsel temelleri özetlenmekte; ardından, temel BM kararları ve bağlayıcı olmayan araçlar, ikili/çok taraflı anlaşmalar

ve ulusal yasalar incelenmekte, son olarak, yasal çerçevedeki boşluklar belirlenerek gelecekteki yönetim yolları tartışılmaktadır.

Kitabın son makalesinde Ali Bilgin Varlık tarafından Türkiye'nin uzay çalışmaları ele alınmaktadır. Makalede önce Türkiye'de uzay çalışmalarının altyapısını oluşturan idari ve hukuki düzenlemelere yer verilmiştir. Takip eden bölümde Türkiye'nin gerçekleştirdiği uydu projeleri açıklanmaktadır. Bu kapsamda halen hizmette bulunan, tamamlanan ve planlanan uydu projeleri ele alınmıştır. Makalede ayrı bir bölüm olarak, uzay çalışmalarında uydu sistemleri ile birlikte birinci öncelikli görevlerden fırlatma sistemlerindeki gelişmelere özetle değinilmiştir. Son olarak, Türkiye Uzay Araştırmaları Ajansı Başkanlığının kuruluş, görev, faaliyet ve projeleri konu edinilmiştir.

Sonuç bölümünde ise uzay jeopolitiğinin geleceği ele alınmaktadır. Bu bölüm önceki bölümlerden edinilen içgörülerini sentezliyor. 21. yüzyılın ortalarında uzay, yoğun bir büyük güç rekabeti, belki de uzayda yeni bir "Soğuk Savaş" ile mi karakterize edilecek, yoksa iş birliğine dayalı küresel çabaların bir alanı mı olacak? Bu bölüm, Uluslararası Uzay İstasyonu veya diğer gezegenlere ortak görevler gibi başarılar üzerine inşa edilen uluslararası iş birliğine dair iyimser vizyonlardan uzayın silahlandırılması veya Ay toprakları ve kaynakları üzerindeki anlaşmazlıklar gibi daha karanlık rekabet ve çatışma senaryolarına kadar çeşitli olasılıkları ele alıyor. Ayrıca, büyük miktarlarda dünya dışı kaynakların keşfedilmesi potansiyeli, daha fazla ülkenin uzaya girişi ve stratejik hesaplamaları değiştirebilecek çığır açan teknolojiler ele alınıyor. Bölüm, öngörü ve diplomasının önemini vurgulamaktadır. Uluslararası toplumun uzayda rekabet ve iş birliğini nasıl dengeleyebileceğini, daha da tartışmalı bir kozmosun risklerini nasıl yönetebileceğini ve bu yeni sınırın fırsatlarını tüm insanlığın yararına nasıl değerlendirebileceğini ele almaktadır.

Son olarak, kitap, uzayla ilişkili sık kullanılan terim ve kavramları içeren bir ekle tamamlanarak okuyucunun dikkatine sunulmaktadır.

COĞRAFI ÖZELLİKLERİ VE JEOPOLİTİK DEĞERİYLE UZAY

Oktay Bingöl*

Giriş

Binlerce yıldır insanlar, önce karada, sonra denizde, sonra da atmosferde faaliyet alanlarını giderek artan bir hızla genişletmiştir. İnsanlık her zaman evreni ve bu evrendeki yerini anlamaya dönük merakını *yukarı bakarak* sürdürmüştür. Bilimsel bulgular, Dünya'nın evrenin merkezi olmadığı; Güneş Sistemi'nin bir parçası olarak Güneş'in etrafında dolanan bir gezegen olduğu gerçeğini ortaya koymuştur. Güneş Sistemi, gözlemlenebilir evrendeki 100 milyardan fazla galaksiden biri olan Samanyolu Galaksisi'nin sarmal kollarından biriyle ilişkilidir. Diğer yıldızları çevreleyen kara delikler ve dış gezegenler gibi nesnelere ve kütleçekim dalgaları gibi fenomenler gözlemlendi. Güneş Sistemi'nin ve ötesinin keşfi her zaman ticari çıkarlardan ziyade bilimsel çabalar tarafından domine edildi ve bu nedenle önümüzdeki on yıllar boyunca büyük ölçüde devam edecek ve evrenin birçok gizemini çözme arayışında mevcut olan genişleyen araç yelpazesi nedeniyle insanlar her zamankinden daha uzağa bakmış olacaklar.

İlk uyduların fırlatılmasından ve Birleşmiş Milletler (BM) Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi'nin (1958) kurulmasından bu yana, uzay küresel yönetim gündeminde öncelik gündem maddesi olmuştur. Ulusal hava sahalarının ötesindeki uzayın yönetimi için yasal rejim oluşturmak amacıyla çeşitli antlaşmalar ve ikincil mevzuat geliştirilmiştir. Mevcut çabalara rağmen, uzay düzenlemesinin önemli gri alanları vardır. Yakın gelecekte uzay, insan faaliyetinin bir sonraki genişleme alanıdır. Bu itibarla, küresel aktörlerin uzay varlıkları ve düzenlemeleri konusunda giderek daha fazla rekabet etmesi muhtemeldir. Aktörler arasındaki sıkı rekabet ve güç mücadelesi uzayın 21. yüzyılın stratejik alanlarından biri hâline geldiğine işaret etmektedir. Uzayı stratejik alan yapan temel faktör, onun hem devletler

* (E) Tuğgeneral, Prof.Dr., fertel1999@gmail.com ORCID: 0000-0002-4794-5656

hem özel sektör aktörleri tarafından ekonomik fırsatlar, askeri avantajlar, teknolojik yenilikler ve jeopolitik güç mücadelesi açısından kritik bir saha olarak görülmektedir.

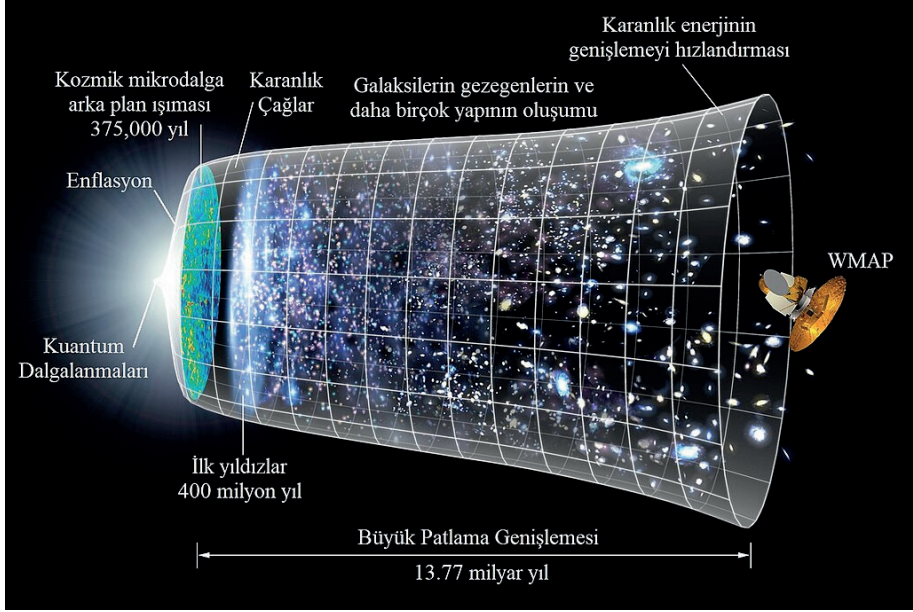
Bu çalışmada öncelikle uzay, katmanları ve bileşenleri ile tanımlanmakta; ardından askerî ve jeopolitik boyutları ile değeri incelenmektedir. Her bir boyut tartışılırken mevcut problem sahaları, gelecekteki riskler ve sorunlara yönelik uluslararası çabalar da ele alınmaktadır.

Uzayın Tanımı, Katmanları ve Bileşenleri

Uzay, evrenin tüm maddi ve enerjik unsurlarını barındıran geniş, dört boyutlu bir yapıdır. Evren ise uzayı ve zamanda var olan tüm maddeyi, enerjiyi, gezegenleri, yıldızları, galaksileri ve bunların tüm etkileşimlerini içerir (Bakırcı, 2017). Genel anlamda evren içinde boşluk olarak tanımlansa da, uzay aslında düşük yoğunlukta madde, elektromanyetik radyasyon, manyetik alanlar ve karanlık enerji gibi unsurlar içermektedir (NASA, 2023). Bilimsel açıdan uzay hem fiziksel evrenin tamamını hem de Dünya'nın atmosfer sınırlarının ötesindeki bölgeyi kapsar. Uzay-zaman kavramı, görelilik kuramı çerçevesinde üç boyutlu mekân ve bir boyutlu zamanın birleşiminden oluşan dinamik bir yapı olarak tanımlanır (Einstein, 2005). Uzay kavramını tam olarak açıklayabilmek için fiziksel evren ölçeğinde, Dünya çevresi uzay boşluğu bağlamında ve astronomik ölçekte ele alınması gereklidir. Ayrıca uzay kavramı içinde Güneş Sistemi'nin yapısı, gezegenlerin özellikleri, Dünya'nın uydusu Ay ve yıldızlararası yapıların da incelenmesi faydalıdır.

Modern kozmolojiye göre, evren yaklaşık 13,8 milyar yıl önce Büyük Patlama (*Big Bang*) ile oluşmuştur (Peebles, 2020). Büyük Patlama, tüm maddenin ve enerjinin yüksek yoğunluklu bir noktadan genişlemeye başladığı olaydır (Görsel 1). Bu olayın ardından evren sıcak ve yoğun bir plazma hâlindeydi. Yaklaşık 380.000 yıl sonra ışık serbest kaldı ve bu dönemin kalıntısı bugün kozmik mikrodalga arka plan ışınması olarak gözlemlenmektedir (Planck Collaboration, 2020).

Görsel 1.1: Büyük Patlama sonrası evrenin genişlemesi



Kaynak: NASA/WMAP

Evren, büyük ölçekte “kozmetik ağ” adı verilen bir yapıya sahiptir. Bu yapı, galaksi kümeleri, süper kümeler ve boşluklardan oluşur. Galaksiler rastgele dağılmak yerine, gravitasyonel etkilerle filament benzeri yapılar boyunca dizilirler. Süper kümeler milyonlarca ışık yılı uzunluğunda olabilir.

Görsel 1.2: Sloan Digital Sky Survey Verilerine Dayalı Üç Boyutlu Kozmik Ağ Görselleştirmesi



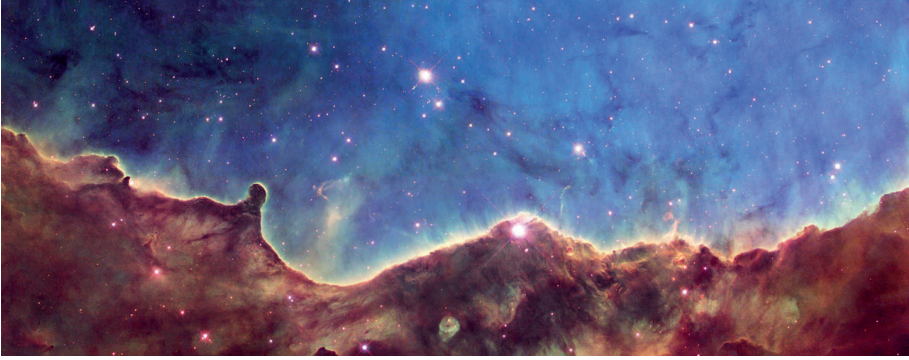
Kaynak: SDSS Collaboration

Evrenin kütle-enerji yapısı üç ana bileşenden oluşur: 1) Karanlık enerji %68'i teşkil eder ve evrenin genişlemesini hızlandıran bilinmeyen bir enerji biçimidir. 2) Karanlık madde %27'yi teşkil eder ve ışıkla etkileşmeyen ancak

kütleçekimiyle gözlemlenebilen maddedir. 3) Baryonik madde %5'tir. Yıldızlar, gezegenler ve canlılar gibi normal maddelerden oluşur (Planck Collaboration, 2020).

Astronomik ölçekte uzayın yapısı, yıldızlararası ortam ve madde, nebulalar ve galaktik bileşenlerden oluşur. Galaksiler içinde, yıldızlararası ortam (ISM) sıcaklık ve yoğunluk açısından sıcak iyonize ortam: 10^6 K sıcaklıkta, düşük yoğunluklu plazma görülür. Soğuk moleküler bulutlar yeni yıldızların doğduğu bölgeleri (örneğin Orion moleküler bulutu) içerir.

Görsel 1.3: Hubble Teleskobu İle Görüntülenen Bir Moleküler Bulut: Karina Bulutsusu



Kaynak: <https://esahubble.org/images/?search=carina+nebula>

Nebulalar üç ana grupta incelenir: 1) Emisyon nebulaları iyonize gazdan oluşur (örneğin: Orion Bulutsusu), 2) yansıma nebulaları ışık saçan toz yapılarıdır. 3) Karanlık nebulalar, arka plan ışığını soğurarak karanlık görünüm oluşturur yoğun gaz bulutlarıdır.

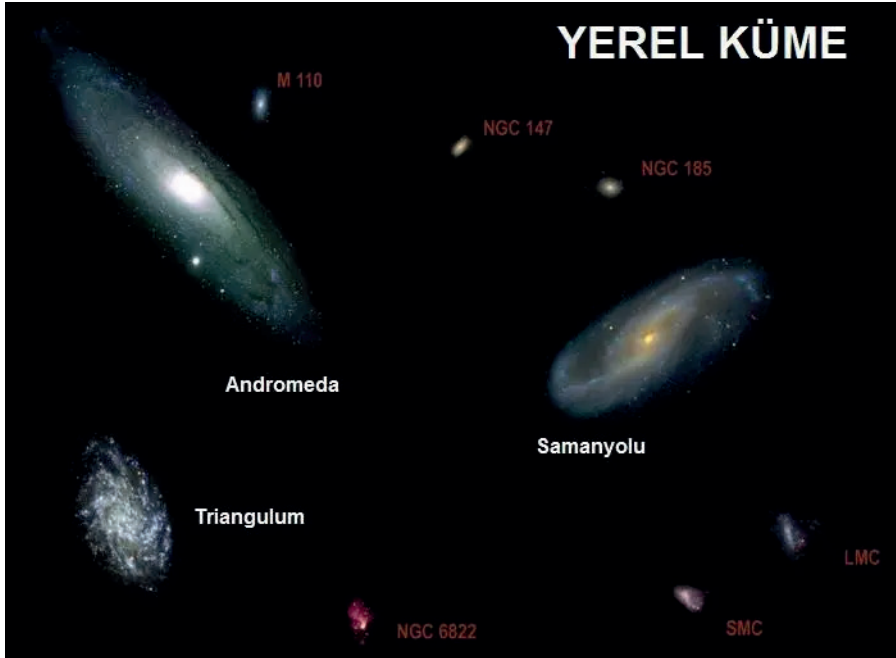
Evrende galaksiler, yıldızlar, yıldız kümeleri, yıldızlararası ortam ve merkezde yer alan süper kütleli kara deliklerden oluşur. Galaksilerin kütleçekim yapısını büyük ölçüde karanlık madde belirler (Binney & Tremaine, 2008). Büyük galaksiler üç ana yapıda sınıflandırılır: 1) Sarmal galaksiler, disk yapılı, genç yıldızlar içerir (örnek: Andromeda), 2) Eliptik galaksiler, yaşlı yıldızlardan oluşur, küresel yapılıdır, 3) Düzensiz galaksiler, parlak alanların taneli, oldukça düzensiz topluluklarından oluşur. Ne belirgin bir simetrisi ne de belirgin bir merkezi çekirdekleri vardır.

Galaksiler milyarlarca yıldızdan oluşur. Galaksiler de kütleçekimi etkisiyle kendi aralarında organize olarak galaksi gruplarını oluşturur. Galaksi grupları birkaç galaksiden oluşur ve bu galaksiler birbirleriyle etkileşimde bulunabilir, hatta bazen birleşebilirler. Galaksi grupları ise bir araya

gelerek galaksi kümelerini meydana getirirler. Tüm evrenimizde yaklaşık 25 milyar galaksi kümesi olduğu tahmin edilmektedir (Redd. N. T., 2017). Galaksi kümeleri içinde evrenin bilinen en büyük galaksi kümesi olan yaklaşık 2,5 milyon ışık yılı çağında ve 3×10^{14} kütleyle sahip El Gordo (ACT-CL J0102-4915); Samanyolu dahil 2000 galaksiden oluşan Başak Kümesi ve şu ana kadar gözlemlenen en uzak galaksi kümesi olan JKCS 041 Kümesi de yer alır. Evrende galaksileri, galaksi gruplarını, galaksi kümelerini ve diğer kozmik yapıları bir arada bulunduran devasa süperkümeler de bulunmaktadır. Süper kümelerin ortalama kütlelerinin Güneş'in kütesinin 6 milyon kere milyar katı kadar olduğu tahmin edilmektedir.

En bilinen galaksi grubu Samanyolu Galaksisi'nin de içinde bulunduğu Yerel Grup'tur. Yerel Grup içinde Samanyolu'na en yakın galaksi olan M31 (Andromeda) Galaksisi de bulunmaktadır. İlaveten M32 ve M110 olmak üzere iki uydu galaksisi vardır. Yerel Grupta ayrıca Üçgen Galaksisi (Triangulum-M33), Aslan I ve NGC 6822 gökadaları da yer alır. Bu grubun merkezi Samanyolu ile M31 arasında bir yerdedir. M31 ve Samanyolu, en büyük galaksileridir. Hem Samanyolu'nun hem de M31'in kendileriyle ilişkili cüce gökadaları bulunur. Yerel Grup, daha büyük olan Başak Kümesi'nin bir parçasıdır (Bakırcı, 2025; American Museum of Natural History, t.y).

Görsel 1.4: Samanyolu'nun Yer Aldığı Galaksi Kümesi



Kaynak: https://www.kozmikanafor.com/yerel-grup-galaksi-kumemiz/#google_vignette

Samanyolu Galaksisi birkaç yüz milyar yıldızdan oluşan büyük sarmal sistemdir ve çok geniş bir alanı kaplar. Samanyolu, gece göğünde uzanırken süt beyazı görünümünden dolayı Samanyolu olarak adlandırılır. Yunan mitolojisinde, bu sütlü bant tanrıça Hera'nın gökyüzüne süt püskürtmesi nedeniyle ortaya çıkmıştır (Bakırcı, 2025). Samanyolu, dünyanın dört bir yanında farklı isimlerle bilinir. Örneğin, Çin'de "Gümüş Nehir" olarak adlandırılır ve Güney Afrika'daki Kalahari Çölü'nde "Gecenin Omurgası" olarak adlandırılır (Dobrijevic & Pultarova, 2023). Kalın bir yıldızlararası toz tabakası, Gökada'nın çoğunu optik teleskopların incelemesinden gizler ve gökbilimciler, büyük ölçekli yapısını yalnızca, gizleyen maddeye nüfuz eden radyasyon biçimlerini tespit edebilen radyo ve kızılötesi teleskopların yardımıyla belirleyebilirler.

Görsel 1.5: Samanyolu Galaksisinin Dünya'dan Görünüşü



Kaynak: <https://www.space.com/19915-milky-way-galaxy.html>

Samanyolu, yaklaşık 100.000-120.000 ışık yılı çapında ve 1.000 ışık yılı kalınlığında disk şeklindedir. Merkezinde Sagittarius A adlı süperkütleli bir kara delik bulunmaktadır (Bland-Hawthorn & Gerhard, 2016). Galaksinin yaşı 13,6 milyar yıl olup, yaklaşık 200 milyar yıldız vardır. Bilim insanları, Güneş Sistemi'nin de içinde bulunduğu Samanyolu Galaksisi'nin genişlediğini ve komşu galaksi Andromeda'ya doğru yayıldığını tespit etti. Araştırmaya göre, çapı 100 bin ışık yılı olan Samanyolu Galaksisi saniyede 500 metre genişliyor. Ancak uzmanlar, iki galaksinin birleşmesinin ya da

çarpışmasının hemen gerçekleşmeyeceğini söylüyor ve bunun dört milyar yıl süreceğini hesaplıyor (BBC News, 2018).

Görsel 1.6: Galaktik boyutlarda gelecekteki bir çarpışma



Kaynak: <https://www.space.com/19915-milky-way-galaxy.html>

Güneş Sistemi ve Dünya

Samanyolu Galaksisi'nde yer alan Güneş Sistemi, Güneş ve onun çevresinde dönen gök cisimlerinden oluşur. Bu gök cisimleri arasında bulunan sekiz gezegen Güneş'e yakınlıklarına göre Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'dür.

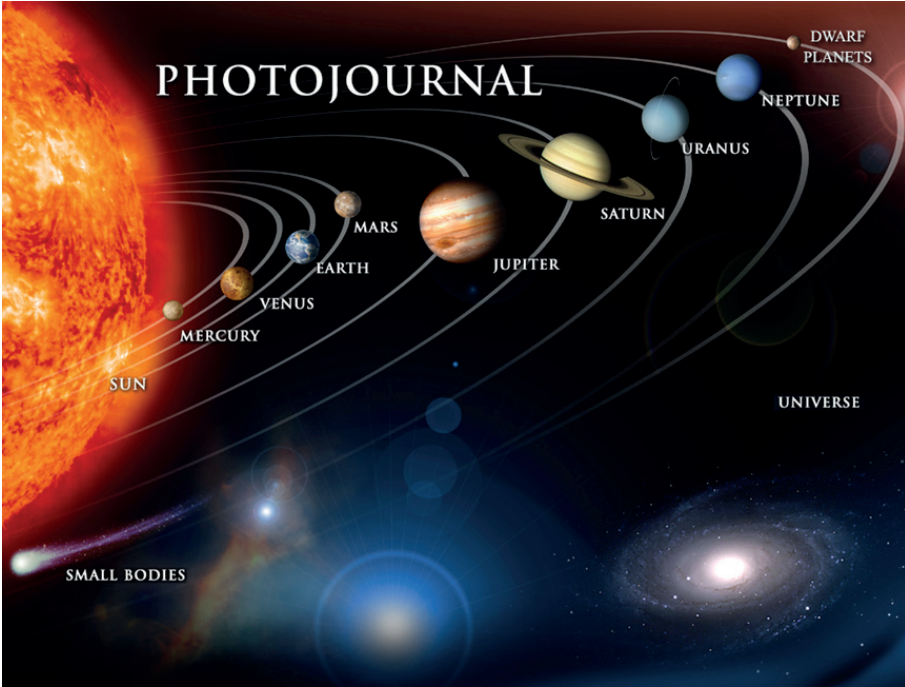
Tablo 1.1: Gezegenlerin Mukayesesi

Gezegen	Güneşe Ortalama Uzaklık (milyon km)	Dünya ile Ortalama Mesafe (milyon km)	Ortalama Yüzey Sıcaklığı (°C)	Hacim (10 ¹⁰ km ³)
Merkür	57.9	91.7	~167	6.083
Venüs	108.2	41.4	~464	92.843
Dünya	149.6	0	~15	108.321
Mars	227.9	78.3	~-65	16.318
Jüpiter	778.3	628.7	~-110	1.431,28
Satürn	1.429,0	1.279,4	~-140	827.13
Uranüs	2.870,9	2.721,3	~-195	68.334
Neptün	4.498,8	4.349,2	~-200	62.525

Kaynak: NASA, ESA ve Williams, (2023)'ten istifadeyle yazar tarafından hazırlanmıştır.

Bu gezegenlerin toplamda 100'den fazla uydusu, cüce gezegenler, asteroitler (küçük gezegenler), Kuiper Kuşağı'ndaki ve Oort Bulutu'ndaki kuyruklu yıldızlar ile göktaşları vardır. Güneş, çok büyük oranda hidrojen den oluşmuş dev bir gaz küresidir. Güneş'teki enerji, çekirdeğindeki hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında kütle enerjisi dönüşümüyle ortaya çıkar. 4,6 milyar yıl yaşında olan Güneş'in ekvatordaki dönme süresi 26,8 gün, kutuplardaki dönme süresi ise 36 gündür. Yarıçapı, 695.500 km olup Dünya yarıçapınının 109 katıdır. Güneş'in kütlesi 333.000 Dünya kütlesine eşittir. Hacmi ise dünyanın hacminin 1.300.000 katıdır. Güneş'in merkezindeki sıcaklık 15.000.000 °C, yüzey sıcaklığı ise 5504 °C'dir. Güneş'in, bileşiminde %92,1 hidrojen, %7,8 helyum bulunur (Güneş Sistemi Bilim Teknik, t.y.).

Görsel 1.7: Güneş Sistemi'nin Genel Yapısı



Kaynak: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/>

Dünya'nın Atmosferi ve Katmanları

Güneş Sistemi'ndeki sekiz gezegenden biri olan Dünya'nın atmosferi, yeryüzünden yukarıya doğru yoğunluğu azalarak devam eden boşluktur. Dünya atmosferi, dünyayı çevreleyen ve gezegeni korumak için çalışan gaz

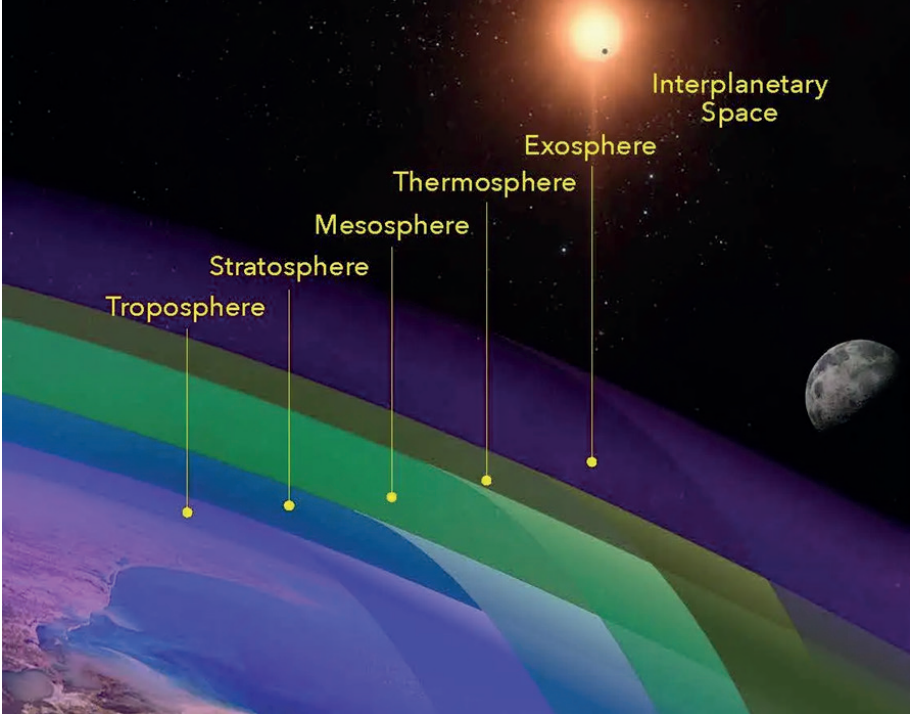
katmanlarıdır. Atmosfer, yaşamın var olmasını mümkün kılar. Atmosferi doğrudan göremesek de, soluduğumuz havayı sağlar ve bizi zararlı ultraviyole (UV) ışınlarından korur. Atmosfer ısıyı hapsedmek ve ılımlı, yaşanabilir sıcaklık aralıklarını korumak için çalışır. Atmosfer olmadan, dünyanın sıcaklığı, atmosferin olmaması nedeniyle gündüz ve gece arasında aşırı sıcaklık dalgalanmaları (-208°F ila 250°F) yaşayan Ay'inkine benzer olurdu. Atmosferi oluşturan beş ana katman vardır ve bunlar sıcaklık, kimyasal bileşim ve hava yoğunluğu gibi faktörlerle ayırt edilir (NASA, 2024).

Katmanlar sıcaklığa göre ayrılır ve atmosfer, gazlar uzayda dağılına kadar her üst katmanda inceler. Hava basıncı irtifayla birlikte azalır. Deniz seviyesinde hava basıncı inç kare başına yaklaşık 14,7 pound (santimetre kare başına 1 kilogram) olup atmosfer nispeten yoğundur. 10.000 fitte (3 km) hava basıncı inç kare başına 10 pound (cm kare başına 0,7 kg) olup, bu da atmosferi oluşturan gaz moleküllerinin daha az yoğun olduğu anlamına gelir. Bu durum, bir insanın nefes almasını ve yaşamak için yeterli oksijen almasını zorlaştırır (Dobrijevic ve Sharp, 2023).

Troposfer, en alttaki atmosfer katmanıdır (yerden yaklaşık 8-15 km). Troposfer, bitkilerin fotosentez için, hayvanların nefes almak için ihtiyaç duyduğu tüm havayı barındırır (tüm havanın %75'i). Dünya'nın hava durumu, su buharının çoğu da dahil olmak üzere atmosfer kütlelerinin çoğu burada bulunduğu için bu katmanda meydana gelir. Troposferdeki türbülans, Güneş'in Dünya yüzeyini ısıtması ve üstteki havayı ısıtmasıyla oluşur. Sıcak hava yükselir, ardından (daha düşük hava basıncı nedeniyle) genişler ve soğur. Soğuk hava ise alçalarak yüksek basınç sistemleri oluşturur (Dobrijevic ve Sharp, 2023). Helikopter ve hafif uçak troposferde uçar (World Atlas, t.y.).

Stratosfer, Dünya atmosferinin ikinci katmanıdır. Stratosfer, troposferin üzerinde başlar ve yaklaşık 50 km yüksekliğe kadar uzanır. Dünya atmosferinde bulunan ozonun çoğu stratosferdedir. Ozon, güneşten gelen zararlı UV ışınlarını emerek dünyayı korur. UV radyasyonunun emilmesi stratosferi ısıtır ve bu katmandaki sıcaklıklar yükseklikle birlikte artar. Ticari uçaklar troposferdeki hava sistemlerinden kaçınmak için genellikle alt stratosferde uçarlar (Aero Corner, t.y.).

Görsel 1.8: Dünya'nın Atmosfer Tabakaları



Kaynak: <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/05/atmospheric-layers.jpeg>

Mezosfer, Dünya atmosferinin üçüncü katmandır; stratosferin hemen üzerinde başlar ve yaklaşık 85 km yüksekliğe kadar uzanır. Mezosferin mezopoz adı verilen tepesi, Dünya atmosferinin en soğuk kısmıdır ve ortalama sıcaklık yaklaşık -130 derece Fahrenheit (-90 derece Santigrat) civarındadır. Jetler ve balonlar yeterince yükseğe çıkamadıkları ve uydular katmanı doğrudan incelemek için çok yüksekte uçtukları için mezosferin analizi zordur. Ancak çoğu meteorun bu katmanda yandığı ve gece parlayan bulutların zaman zaman mezosferde olduğu bilinmektedir. Stratosfer ve mezosfer bazen birlikte orta atmosfer olarak adlandırılır. Atmosferdeki çeşitli dalga ve gelgit türleri mezosferi etkiler. Bu dalgalar ve gelgitler, troposfer ve stratosferden gelen enerjiyi yukarıya, mezosfere taşıyarak küresel dolaşımının çoğunu yönlendirir (UCAR, t.y.).

Termosfer, mezosferin üstünde yer alan çok aktif katmandır (80-700 km). Güneş'ten gelen çeşitli güneş radyasyonu seviyelerine yanıt olarak şişer ve büzülür. termosfer 2000°C'ye (3632°F) veya daha yüksek sıcaklıklara ulaşabilir. termosfer, Dünya atmosferinin bir parçası olarak kabul edilir,

ancak hava yoğunluğu o kadar düşüktür ki, bu katmanın büyük bir kısmı normalde dış uzaya dahildir. Bu katman, Uluslararası Uzay İstasyonu'na ve diğer alçak Dünya yörüngeli uydulara ev sahipliği yapar.

Ekzosfer, çoğu uydunun yörüngede olduğu Dünya atmosferinin en dış katmanıdır (700-10.000 km). Ekzosfer, çok geniş bir alana dağılmış hidrojen ve helyum parçacıklarından oluşur ve bunlar nadiren çarpışır. Ekzosfer, atmosferimizin sonunu ve dış uzayın başlangıcını belirtir, ancak ekzosferin nerede bittiğine dair kesin bir en yüksek irtifa yoktur. Atmosferin uzaya geçiş sınırı olarak genellikle yaklaşık 100 km uzaktaki Kármán hattı kabul edilir. Bu sınır, havacılıkla uzay uçuşunu ayıran teknik eşiktir (Astrafizik, 2022).

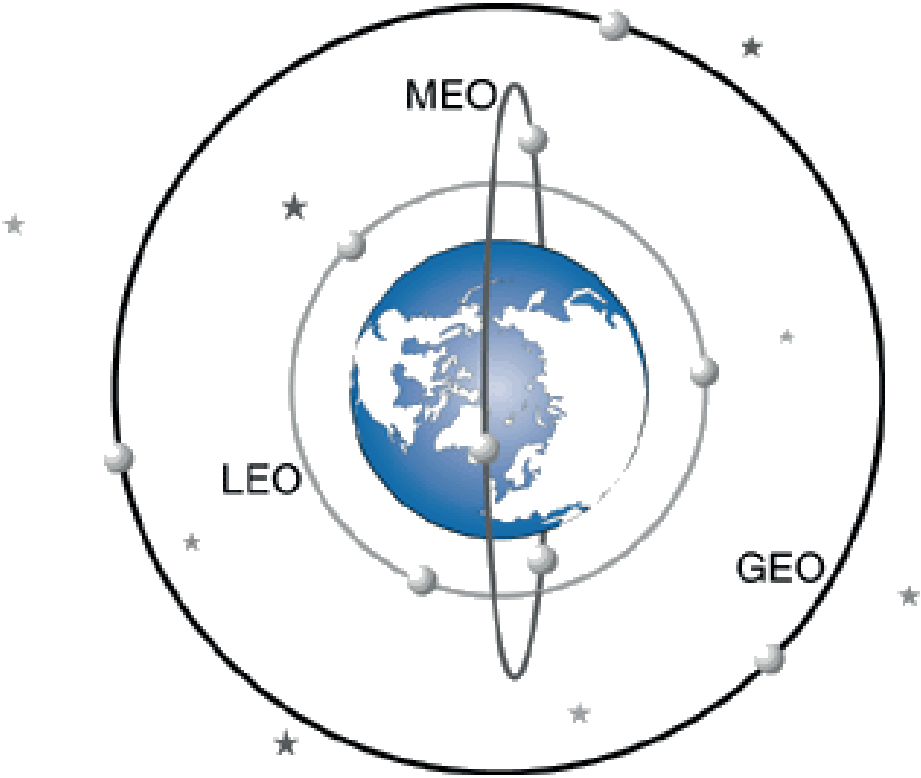
Bu katmanların dışında bir kompozit katmanın varlığı da dikkate alınmaktadır. İyonosfer, Dünya atmosferinin mezosfer, termosfer ve ekzosferini kapsayan oldukça aktif bir katmandır. Ayrı bir katman değildir ve aslında Güneş'ten ne kadar enerji emdiğine bağlı olarak büyür ve küçülür.

Yörüngeler

Yörünge, yıldız, gezegen, Ay, asteroit veya uzay aracı gibi uzaydaki bir cismin yerçekimi nedeniyle başka bir cismin etrafında izlediği kavisli yoldur. Yerçekimi, kütleli cisimleri birbirine doğru çeker. Bu çekim onları yeterli momentumla bir araya getirirse, birbirlerinin etrafında dönmeye başlayabilirler. Benzer kütleli cisimler, hiçbir cisim merkezde olmadan birbirlerinin etrafında dönerken, küçük cisimler daha büyük cisimlerin etrafında döner. Güneş Sistemi'nde Ay, Dünya'nın etrafında ve Dünya-Ay sistemi Güneş'in etrafında döner, ancak bu, daha büyük cismin tamamen hareketsiz kaldığı anlamına gelmez (What is an orbit, t.y.). Yerçekimi nedeniyle Dünya, Ay tarafından merkezinden hafifçe çekilir (bu yüzden okyanuslarımızda gelgitler oluşur) ve Güneşimiz de Dünya ve diğer gezegenler tarafından merkezinden hafifçe çekilir.

Fırlatıldıktan sonra, bir uydu veya uzay aracı genellikle Dünya etrafındaki belirli yörüngelerden birine yerleştirilir veya gezegenler arası gönderilerek Güneş'in veya başka bir gezegenin yörüngesinde döneceği anlamına gelir. Bir uzay görevi için en uygun yörüngenin seçimini etkileyen birçok faktör vardır ve hepsi görevin hedeflerine bağlıdır. Yörünge türleri ise görseldeki gibidir (Sergieieva, 2025):

Görsel 1.9: Dünyanın Yörüngeleri



Kaynak: <https://www.inetdaemon.com/tutorials/satellite/orbits/>

Jeostasyonel yörünge (GEO): Jeostatik yörüngedeki (GEO) uydular, Dünya ekvatorunun üzerinde batıdan doğuya doğru uçarlar ve Dünya'nın dönüşüne tam olarak uyum sağlar. Bir tam yörüngeyi tamamlamaları 23 saat 56 dakika 4 saniye sürer.

Alçak Dünya yörüngesi (LEO): Dünya yüzeyine nispeten yakın bir yörüngedir. LEO, 2000 km'nin altında irtifalarda kabul edilir. LEO'nun Dünya'ya yakınlığı birkaç nedenden dolayı faydalıdır. Yakınlığı daha yüksek çözünürlüklü görüntüler sağladığı için uydu görüntüleme için idealdir. Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) da burada yörüngededir çünkü mesafenin kısa olması astronotların erişimini kolaylaştırır. Alçak Dünya yörüngesindeki uydular, Dünya'ya göre saniyede yaklaşık 7,8 km hızla hareket eder ve bir yörüngeyi yaklaşık 90 dakikada tamamlar. Bu, ISS'nin Dünya'nın etrafında günde yaklaşık 16 kez döndüğü anlamına gelir.

Kutup yörüngesi (PO): Kutup yörüngeleri, genellikle 200 ila 1000 km rakımlı, Alçak Dünya Yörüngesi türüdür. Kutup yörüngelerindeki uydular

genellikle Dünya'nın etrafında batıdan doğuya doğru değil, kabaca bir kuptan diğerine doğru hareket ederler. Kutup yörüngeleri, özellikle küresel dünya kapsamı için faydalıdır. Uydular dünyanın altında dönerken zaman içinde her santimini görebilirler.

Güneşle eşzamanlı yörünge (SSO): Uyduların Güneş ile senkronize olduğu özel bir kutup yörüngesi türüdür. Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşüyle uyumlu olarak, dünyaya göre her zaman aynı konumda görünürler. Bu, her gün aynı yerel saatte dünya üzerinde aynı noktanın üzerinden geçtikleri anlamına gelir. Bu özellik, görüntüler ışık ve gölge açısından daha karşılaştırılabilir olduğundan, günler, haftalar, aylar ve hatta yıllar içindeki değişikliklerin doğru bir şekilde izlenmesini sağlar. Bilim insanları, hava modellerinin nasıl ortaya çıktığını araştırmak, aşırı hava olaylarını tahmin etmeye yardımcı olmak, orman yangınları veya sel gibi acil durumları izlemek ve ormansızlaşma veya yükselen deniz seviyeleri gibi uzun vadeli sorunlar hakkında veri toplamak için SSO'yu ve bu özelliği kullanırlar.

Orta Dünya yörüngesi (MEO): Orta Dünya yörüngesi genellikle LEO ile GEO arasında geniş bir irtifa aralığını kapsar. Bu yörüngedeki uyduların Dünya etrafında belirli yollar izlemesi gerekmez ve yörünge, çeşitli uydular tarafından birçok farklı amaç için kullanılır.

Yüksek eksantrik yörünge (HEO): HEO, Dünya'yı gözlemlemesi veya yüksek irtifalardan uzun süreler boyunca uzaya bakması gereken görevler için oldukça kullanışlıdır. HEO ayrıca gezegenler arası bir görev için transfer yörüngesi olarak veya fırlatma sahası ekvatorundan uzak olduğunda GEO'ya ulaşmak için de kullanılabilir.

Transfer yörüngeleri ve jeostasyoner transfer yörüngesi (GTO): Transfer yörüngeleri, bir yörüngeden diğerine geçmek için kullanılan özel bir yörünge türüdür. Uydular, roketlerle dünyadan fırlatıldığında, her zaman doğrudan son yörüngelerine yerleştirilmezler. Bunun yerine, genellikle yerleşik motorlardan gelen enerjiyi kullanarak uydunun veya uzay aracının bir yörüngeden diğerine hareket edebildiği bir ilk transfer yörüngesine yerleştirilir.

Güneş merkezli yörünge: Bazı görevler Dünya'nın yörüngesinde dönmeyen, bunun yerine Güneş'in etrafında Güneş merkezli bir yörüngede dönerken Dünya ve Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenlere katılır. Bu tür bir yörünge, uzay araçlarının Dünya'nın yerçekimine veya Güneş Sistemi'ndeki konumuna bağlı kalmadan büyük mesafeler kat etmesini sağladığı için dünyayı, diğer gezegenleri, uyduları, kuyruklu yıldızları, asteroitleri veya derin uzayı inceleyen görevler için uygundur. Bir uzay aracının Güneş merkezli

bir yörüngeye girebilmesi için yüksek bir hıza ulaşarak Dünya'nın yerçekiminden kurtulması gerekir. Bu hıza ulaşıldığında, uzay aracı Dünya'nın etkisinin ötesine geçebilir ve Güneş'in yerçekimi tarafından yakalanabilir. Bu geçiş genellikle güçlü fırlatma araçları kullanılarak yapılır ve ardından uzay aracının kendi motorları kullanılarak yörünge ayarlamaları yapılır.

Dünya çevresindeki uzayda doğal ve yapay çok sayıda cisim bulunmaktadır. Doğal cisimler, insan eliyle üretilmeyen ve doğal olarak dünyanın çevresinde veya yörüngesinde bulunan cisimlerdir. Dünyanın doğal uydusu olan Ay, 3.474 km çapındadır ve dünyaya ortalama 384.400 km uzaklıktadır. Yüzeyi kraterlerle dolu olan Ay, gelgit hareketlerinden sorumludur ve Dünya'nın eksen eğikliğini dengeleyerek iklim istikrarına katkı sağlar (Canup, 2004). Son dönemde Ay'ın kutup bölgelerinde su buzu izlerine rastlanmıştır. NASA'nın Artemis programı, Ay'da sürdürülebilir insan varlığını amaçlamaktadır (Li et al., 2018).

Görsel 1.10: Ay yüzeyi ve Dünya



Kaynak: <https://elements.envato.com/the-expanse-of-the-moons-surface-LGBNQ89>

Meteoroidler, uzay boşluğunda dolanan küçük taş ya da metal parçalarıdır. Dünya atmosferine girdiklerinde meteor, yere düştüklerinde meteorit adını alırlar. Uzay tozu ve mikrometeoritler de genellikle Güneş Sistemi'nden gelen ve Dünya'nın çevresinde serbestçe dolaşan mikroskobik doğal parçacıklardır.

Yapay Uydular

Günümüzde, kullanımını amaçlarına göre dört uydu türü; iletişim, gözlem, navigasyon ve astronomi olarak sınıflandırılmaktadır (Sergieieva, 2025).

İletişim uyduları, genellikle GEO'da konumlanan ve entegre radyo sinyali alıcı-vericileriyle donatılmış uzay araçlarıdır. Bu uydular dünyadan sinyaller alabilir ve bunları tekrar geri iletebilirler. Böylece daha önce büyük mesafeler veya diğer engeller nedeniyle birbirleriyle iletişim kuramayan bölgeler arasında etkileşim kanalları açılır. Farklı iletişim uydusu türleri, radyo, TV, telefon ve internet gibi çeşitli medya iletim biçimlerini sağlar.

Gözlem uyduları, gezegenimizi uzaydan izlemek ve gözlemedikleri değişiklikleri raporlamak için kullanılır. Bu tür uzay teknolojisi, doğal afetler ve silahlı çatışmalar gibi acil durumlarda tutarlı ve tekrarlanabilir çevresel izleme ve olayların hızlı analizini mümkün kılar. Gözlem uyduları sınıfında yer alan hava durumu uyduları, hava durumu eğilimlerini izlemek ve tahmin etmek ve gerçek hava durumu verileri sağlamak için kullanılır. Uzaktan algılama uydularının temel uygulamaları her türlü çevresel izleme ve coğrafi haritalamadır.

Navigasyon uyduları, dünya yüzeyinden 20.000 ila 37.000 kilometre uzaklıkta bulunur. Bu uydu türü, zamanlarını, uzaydaki konumlarını ve sağlık durumlarını gösteren sinyaller gönderir. Küresel Navigasyon Uydu Sistemi'nin (GNSS) uzay aracı, GNSS alıcılarının algılayıp coğrafi konum belirleme amacıyla kullandığı sinyalleri yayınlayarak küresel kapsama alanı sağlar. Avrupa'daki Galileo, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki GPS ve Çin'deki BeiDou Navigasyon Uydu Sistemi, GNSS örnekleridir. Bölgesel Navigasyon Uydu Sistemi (RNSS), bölgesel ölçekte kapsama alanı sağlayan otonom bir bölgesel navigasyon sistemidir. Örneğin, Hindistan'ın IRNSS projesi, Hindistan vatandaşlarına güvenilir bir konum tabanlı hizmet sunmayı amaçlamaktadır.

Astronomik uydular yörüngede bulunan dev teleskoplardır. Dünya atmosferinin müdahalesi olmadan iyi bir görüş kabiliyetine sahiptir ve kızılötesi görüntüleme teknolojisi, gezegenin yüzey sıcaklığından etkilenmeden normal şekilde çalışabilir. Astronomi için kullanılan uydu türü, dünyadaki en güçlü teleskoptan on kata kadar daha iyi bir görüşe sahiptir.

Uyduların Kısa Tarihçesi

Dünyadan uzaya uydu fırlatmanın 70 yıla yaklaşan yolculuğu ana hatlarıyla aşağıdaki gibidir (Science Learning Hub, t.y):

1957 yılında Sovyetler Birliği, dünya yörüngesine giren ilk yapay uydu olan Sputnik'i fırlattı.

1960 yılında NASA, ilk meteoroloji uydusu Tiros-1'i fırlattı.

1961 yılında Rus kozmonot Yuri Gagarin (1934–1968), Vostok uzay aracıyla Dünya yörüngesine giren ilk insan oldu.

1962 yılında ilk haberleşme uydusu fırlatıldı ve ilk canlı transatlantik yayın, alçak yörüngeli bir uydu olan Telstar-1 kullanılarak gerçekleştirildi. Daha sonra, uluslararası yayın hizmetleri sağlayan bir haberleşme uyduları takımıydızını yöneten uluslararası küresel uydu konsorsiyumu (*Intelsat*) kuruldu.

1970 yılında Çin ilk uydusu Dongfanghong 1'i fırlatarak; Sovyetler Birliği (1957), ABD (1958), Fransa (1965) ve Japonya (1970)'dan sonra bağımsız uydu fırlatma kabiliyetine ulaşan beşinci ülke oldu.

1971 yılında Sovyetler Birliği, ilk uzay istasyonu Salyut 1'i fırlattı. Tek parça halinde inşa edilip fırlatılan istasyon, yekpare bir yapıdaydı. Tüm malzeme ve ekipmanlar tükendiğinde uzayda terk edildi.

1979 yılında Avrupa Uzay Ajansı (ESA), iki telekomünikasyon uydusunu yörüngeye yerleştirmek üzere tasarlanan Ariane-1'i fırlattı. Bu, ESA'nın günümüze kadar devam eden uzay programının başlangıcıdır.

1981 yılında ilk uzay mekiği Columbia fırlatıldı. Bu fırlatma, astronotları ve uyduları Dünya yörüngesine taşıyan Amerikan Uzay Mekiği programının başlangıcı olarak kayıtlara geçti ve program 30 yıl sürdü.

1990 yılında Hubble Uzay Teleskobu, uzay mekiği tarafından yörüngeye taşındı.

1994 yılında ilk küresel konumlandırma sistemi (GPS) takımıydızı faaliyete geçti.

1998 yılında modüler Uluslararası Uzay İstasyonu'nun ilk bileşeni fırlatıldı. Mikro yerçekimi ve uzay ortamı araştırma laboratuvarı olarak hizmet vermeye başladı.

2004 yılında ESA, 2014 yılında 67P kuyruklu yıldızı ile buluşmak üzere. Philae iniş aracını taşıyan Rosetta'yı fırlattı.

2012 yılında Dünya yörüngesinde binden fazla aktif uydu bulunuyordu.

2014 yılında ESA'nın 2004'te fırlattığı Philae sondası planlandığı gibi 67P kuyruklu yıldızına indirildi.

25 Mayıs 2017 tarihinde özel şirket Rocket Lab'ın Yeni Zelanda'daki Mahia tesisi, Dünya'nın ilk özel yörünge fırlatma üssü olarak Electron roketini uzaya fırlattı.

2022 yılında NASA liderliğinde, ESA, Japonya Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) ve Kanada Uzay Ajansı (CSA) gibi uluslararası ortaklar tarafından yönetilen bir robotik ve insanlı Ay keşif programı fiilen başlatıldı.

Görsel 1.11: Dünya Yörüngesinde Yapay Cisimler Görseli



Kaynak: <https://www.spacecampturkey.com/uzay-copleri>

Yörüngedeki Uydulardan Bazıları

Sputnik 1'in 1957'de uzay çağını başlatmasından bu yana binlerce uydu yörüngeye fırlatıldı. Bunların bir kısmı geri dönerken, bir kısmı görev süresi sonunda parçalandı ve yok oldu. Aşağıdaki halen operasyonel olan uydulardan dikkat çeken bazılarına yer verilmektedir (Keep Track, 2023).

Hubble Uzay Teleskobu Alçak Dünya Yörüngesinde (LEO) olup, astronomide devrim yaratan veriler toplamakta ve derin uzay görüntüleri göndermektedir.

GPS Uyduları: Orta Dünya yörüngesindeki 31 GPS uydusu, dünya çapında milyarlarca kullanıcıya konumlandırma, navigasyon ve zamanlama verileri sağlamaktadır.

İridyum Uyduları: Alçak Dünya Yörüngesindeki İridyum takımıydır. Zınının 66 uydusu, kutuptan kutba küresel uydu telefonu bağlantısı sağlamaktadır.

Hava Durumu Uyduları: Jeostatik yörüngedeki (GEO) gelişmiş hava durumu uyduları, 1970'lerden beri Batı Yarımküre hava durumunu izlemektedir.

İzleme ve Veri Aktarma Uyduları Ağı: Jeostatik yörüngedeki izleme ve veri aktarma uydusu ağı, Dünya ile ISS gibi uzay araçları arasında sürekli iletişim bağlantıları sağlamaktadır.

Planet Labs Uyduları: Küçük gözlem uydularından oluşan bir filo işletmekte ve Dünya'nın tüm kara kütlelerini günlük olarak görüntülemektedir.

INMARSAT Uyduları: Ekvator üzerinde jeostatik yörüngede bulunan bu iletişim uyduları, gemilere, uçaklara ve taşınabilir cihazlara mobil ve acil durum hizmetleri sağlamaktadır.

Tianlian Uyduları: Çin'in jeostatik yörüngedeki altı Tianlian veri aktarma uydusu, yer ile Çin'in insanlı uzay araçları arasında komut ve veri iletmektedir.

Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS), Dünya yörüngesinde dönen en büyük yapay cisimdir. Uzay istasyonları, insan mürettebatı tarafından işletilmek ve bu mürettebatı yörüngede uzun süreler boyunca desteklemek üzere tasarlanmış özel uzay araçlarıdır. Büyük ölçüde dünyanın yerçekiminin etkilerinden bağımsız deneyler için ortam sağlarlar ve ayrıca Ay ve Mars görevlerine öncülük edecek gerekli çalışmalara ortam sunarlar.

Uzay istasyonları, eski Sovyetler Birliği ve ABD'nin kendi yörünge laboratuvarları Salyut ve Skylab'ın kurduğu 1970'lerden beri varlığını sürdürmektedir. Ancak, gerçek anlamda uluslararası iş birliğine dayalı ilk uzay istasyonu; ABD, Rusya, Avrupa Uzay Ajansı, Japonya ve Kanada arasında yapılan bir anlaşmayla ortaya çıkmıştır. Kurulan Uluslararası Uzay İstasyonu (*International Space Station-ISS*), şimdiye kadar yapılmış en pahalı insan yapımı eserdir ve toplam maliyeti 150 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir (Thornhill, 2022).

ISS projesi ABD'de başlamış ve projenin bütçesi 1984 yılında ABD Kongresi tarafından onaylanmıştır. İstasyonun bazı bölümleri 1980'lerin sonlarından itibaren ABD, Kanada, Japonya ve Avrupa genelinde inşa edilmeye başlanmıştır. 1993 yılında, İstasyon yeniden tasarlanırken Ruslar da katılmaya davet edilmiştir. Yapılan anlaşma ile iki aşamalı süreç belirlenmiştir. İlk aşamada NASA uzay mekikleri astronot ve kozmonotları 1986'dan beri

uzayda bulunan Rus Mir Yörünge İstasyonu'na taşıyacaktı. ABD ve Rusya liderliğindeki ikinci aşamada, tüm katılımcı ülkeler yeni istasyona eleman ve mürettebat sağlayacaktı. NASA-Mir olarak adlandırılan ilk aşama 1995 ve 1998 yılları arasında gerçekleşti. Mir'e 11 uzay mekiği fırlatması gerçekleşti; son 10 tanesi Mir'e kenetlendi ve astronotlar ile kozmonotlar iki araç arasında transfer edildi. İki yeni Rus modülü olan Spektr ve Priroda fırlatılarak Mir ile birleştirildi. 1998'den itibaren başlayan ikinci aşamada, yeni ISS'nin ilave üniteleri fırlatılmaya başlandı (Overview ISS, t.y.).

Görsel 1.12: Uluslararası Uzay İstasyonu



Kaynak: <https://www.nasa.gov/international-space-station/space-station-facts-and-figures/>

Ajanslarla birlikte ISS'nin 15 ortak ülkesi; ABD, Almanya, Belçika, Birleşik Krallık, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Norveç ve Rusya'dır (ISS International Cooperation, t.y.). ISS, uluslararası uçuş ekiplerini, çok sayıda fırlatma aracını, küresel olarak dağıtılmış fırlatma, operasyon, eğitim, mühendislik ve geliştirme tesislerini; iletişim ağlarını ve uluslararası bilimsel araştırma topluluğunu bir araya getirir. Uzay istasyonunun işletilmesi, uluslararası bir program olduğu için diğer uzay uçuşu girişimlerinden daha karmaşıktır. Her ortağın, sağladığı donanımı yönetme ve çalıştırma sorumluluğu vardır. Ana görev kontrol merkezleri ABD ve Rusya'da bulunsa da, Kanada, Japonya

ve Avrupa'daki birkaç yardımcı kontrol merkezi de her ülkenin unsurlarını ve mürettebat üyelerini yönetmede rol oynamaktadır.

ISS, Dünya yörüngesine giren en büyük insan yapımı nesnedir. Uzay istasyonu şu anda yaklaşık bir futbol sahası büyüklüğünde, 460 ton ağırlığında ve her 90 dakikada bir dünyanın 400 km yukarısında yörüngede dönmektedir. ISS'nin basınçlı hacmi yaklaşık 900 m³ ve kütlesi 400 ton civarındadır. ISS güneş panelleri 2.247 m² bir alanı kaplar ve yılda 735.000 kW-saat elektrik enerjisi üretebilir. ISS yapısı 109 metre ve 51 metre ölçülerindedir. ISS dünyanın yerleşim alanlarının %90'ının üzerinde uçmakta ve sürekli olarak yedi kişilik bir mürettebata ev sahipliği yapmaktadır. Lojistik, ikmal ve mürettebat değişimi, Uzay Mekiği, Rus Progress ve Soyuz, Japon H-II Transfer Aracı (HTV), Avrupa Otomatik Transfer Aracı (ATV) ve ticari Dragon, Cygnus ve Starliner araçları da dahil olmak üzere bir dizi araç tarafından sağlanmaktadır (ISS Assembly, t.y.).

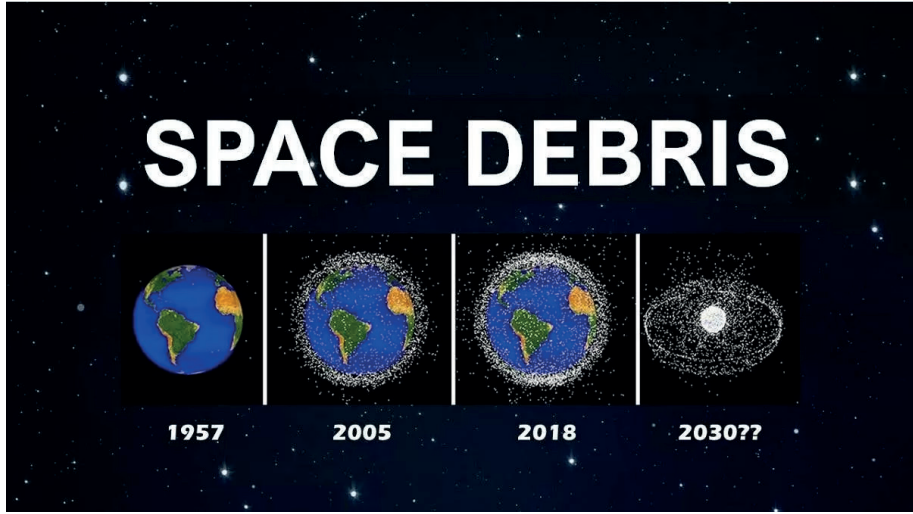
2000 yılından beri ISS'ye araştırma ve test amacıyla keşif uçuşları yapılmaktadır. Keşif gezileri altı aya kadar sürebilmekte ve iki ila yedi mürettebat üyesini içermektedir. 2025 yılına kadar 72 keşif uçuşu tamamlanmıştır. 73'üncü uçuş Nisan 2025'te başlamıştır. 74'üncü uçuş ise 2026 yılı içinde planlanmaktadır (Expedition 73, t.y.). Faaliyete başlamasıyla birlikte, günümüze kadar 26 ülkeyi ve beş uluslararası ortağı temsil eden 280'den fazla kişi istasyonu ziyaret etmiştir. Bu ziyaretçilerin 169'u ABD'li, 63'ü Rusya'lı, 11'i Japonya'lı, 9'u Kanada'lıdır. Türkiye'den bir astronot ziyaret etmiştir (ISS Station Visitors, t.y.).

ISS'nin, yapısının sınırlı ömrü nedeniyle 2030 yılına kadar hizmet dışı bırakılması planlanmaktadır. ABD, fırlatılması planlanan üç yeni ticari uzay istasyonunun geliştirilmesini desteklemektedir.

Çin, 2022'den beri faaliyette olan kendi uzay istasyonu Tiangong'un (Cennet Sarayı) montajını yakın zamanda tamamlamıştır. Çin, bu istasyon için 20 yıl hazırlık yapmıştır. 2011'de Tiangong-1 ve 2016'da Tiangong-2 olmak üzere iki öncü uzay laboratuvarı fırlatmış, her iki istasyon da Dünya atmosferine girmeden önce gelecekteki Tiangong istasyonu için kritik bilgiler sağlamıştır. Tiangong şu anda operasyonel durumdadır ve altı aylık periyotlarla aynı anda üç astronotu barındırmaktadır. Ayrıca, mürettebat devir teslimleri sırasında aynı anda altı astronot da destekleyebilmektedir. Çin, önümüzdeki yıllarda Tiangong'u ek modüllerle genişletmeyi ve istasyonun yakınında yörüngeye oturacak ve onarım için istasyona yanaşacak bir Hubble sınıfı uzay teleskobu fırlatmayı da planlamaktadır (Tiangong, t.y.).

Roket parçaları ve eski uydular kapsamında; görevini tamamlamış, kontrolsüz ve çoğu artık çalışmayan binlerce uzay enkazı Dünya yörüngesinde dolandır. Bu cisimler “uzay çöpu” (*space debris*) olarak adlandırılır (NASA Orbital Debris Program Office, 2024; ESA, 2023; What is a satellite, t.y.). Uzay çöpleri her yıl artmakta ve Dünya için tehlike yaratmaktadır.

Görsel 1.13: 1957’den 2023’e Uzay Çöpleri Görseli



Kaynak: <https://www.jagranjosh.com/general-knowledge/what-is-space-junk-1688640690-1>

Uzayın Askerî Değeri

Uzay günümüzde yüksek bir askeri-stratejik değere de sahiptir. Modern orduların iletişim, istihbarat, seyrüsefer ve hedefleme kabiliyetleri büyük ölçüde uzaydaki sistemlere dayanmaktadır. Bu nedenle uzay, beşinci operasyonel harp sahası olarak görülmeye başlanmış ve askerleşme eğilimleri hız kazanmıştır (Bowen, 2020). Uzayda üstünlük kurmak veya en azından uzay varlıklarını korumak, ülkelerin savunma stratejilerinde kritik bir yer tutmaktadır.

Askerî alanda uydular hayati öneme sahiptir. İstihbarat uyduları, yüksek çözünürlüklü kameralar ve sensörler ile hasım orduların hareketlerini veya kritik bölgeleri gözetleyebilir. İletişim uyduları, dünyanın herhangi iki noktası arasında güvenli askeri haberleşme sağlar. GPS ve benzeri konumlama uyduları askeri birliklerin ve güdümlü füzelerin hassas navigasyonunu mümkün kılar. Erken uyarı uyduları balistik füze fırlatmalarını tespit ederek konvansiyonel hava savunmasının ve nükleer caydırıcılığın parçası haline gelir (Johnson-Freese, 2017). Kısacası, uzay tabanlı altyapı, kara-deniz-hava ve siber operasyonlarının vazgeçilmez bir tamamlayıcısı olmuştur.

Uzayda askeri amaçlı çok sayıda uydu bulunmaktadır. Rakamlar kesin olarak bilinmese de 2023 itibarıyla ABD (247), Çin (157), Rusya (110), Fransa (17), İsrail (12), İtalya (10), Hindistan (9), Almanya (8), İngiltere (6) ve İspanya (4) ilk on ülkeyi oluşturmaktadır (World Population Review, 2023).

Başta ABD olmak üzere büyük devletler, uzay sistemlerine bağımlılıklarının farkında olarak bu alana ciddi bütçeler ayırmaktadır. Küresel askeri uzay harcamaları son yıllarda hızla artmaktadır. 2023 yılında dünya genelinde askerî uzay harcamalarının 57 milyar dolara ulaştığı rapor edilmiştir (Space Foundation, 2024). Bu miktar, bir önceki yıla göre %18'lik dikkate değer bir artışa işaret etmektedir (Hitchens, 2024). Söz konusu harcamaların yaklaşık %80'i ABD tarafından yapılmakta olup, Çin, Rusya, Japonya, Fransa, Hindistan gibi ülkeler de uzay odaklı savunma yatırımlarını artırmaktadır (Hitchens, 2024). Örneğin, ABD 2019 yılında Uzay Kuvvetleri (U.S. Space Force) adıyla ayrı bir askerî komutanlık kurarak uzayda operasyon yürütme kabiliyetini kurumsallaştırmıştır. Fransa, Hindistan gibi ülkeler de kendi uzay komutanlıklarını oluşturmuş veya uzayda savunma dokümanları yayınlamıştır (Bowen, 2020). Bu adımlar, uzayın askerî değerinin ülkelere açıkça tanındığını göstermektedir. Uzay tabanlı askeri sistemlerin önemine paralel olarak, bu sistemleri hedef alma veya koruma yarışı da başlamıştır.

Görsel 1.14: Uzay Silahı



Kaynak: <https://airpowerasia.com/2020/04/23/militarization-of-space-indias-imperatives/>

Uzaya ilginin artması yeni silah sistemlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Uzay silahları dünyadan uzaya, uzaydan uzaya ve uzaydan dünyaya olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Sistemler kinetik (mermi, füze, bomba, çeşitli mühimmat), kinetik olmayan (lazer, elektromanyetik veya radyoaktif dalga), elektronik ve siber etkiler üretebilmektedir. Dünyadan uzaya silahlar (Anti-uydu -ASAT- silahları) şu anda en büyük tehlikeyi oluşturur ve uydu karşıtı silahların yanı sıra yönlendirilmiş enerji lazerleri ve sinyal bozucuları içerir. Uzaydan uzaya sistemler, yörüngeye yerleştirilen ve doğrudan kinetik etki veya yönlendirilmiş enerji veya yüksek frekanslı araçların kullanımı yoluyla diğer uydulara saldıran veya onları bozan uydular veya diğer varlıklardır. Uzaydan dünyaya silahlar, karasal hedeflere saldırmak veya onları bozmak için kinetik veya kinetik olmayan araçlar kullanan yörüngedeki herhangi bir varlığı içerir (Arms Control Center, t.y.).

Anti-uydu (ASAT) silahlar, özellikle büyük güçlerin envanterine giren yeni tehdit unsurlarıdır. Anti-uydu silahları, düşman uydularını yok etmek veya etkisiz kılmak amacıyla geliştirilen füze ya da lazer gibi sistemlerdir. 2007 yılında Çin, kendi eski bir hava durumu uydusunu bir füze ile vurarak ASAT kapasitesini gösterdiğinde, dünyada bir dönüm noktası yaşanmıştır (Shubart, 2021). Bunu 2008'de ABD'nin ve 2019'da Hindistan'ın yaptığı ASAT testleri takip etmiştir. Rusya da Kasım 2021'de bir eski uydusunu vurmuş, bu test sonrasında uzayda binlerce parça enkaz oluşarak Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki astronotları tehlikeye atmıştır (ESA, 2022). Dört ülke (ABD, Rusya, Çin, Hindistan) fiilen ASAT kabiliyetini göstermiş durumdadır (Bowen, 2020). Bu gelişmeler, uzayın askeri değerinin saldırı ve savunma boyutunda da ciddiye alındığını ve bir silahlanma yarışı riskinin belirdiğini göstermektedir.

1967 tarihli Dış Uzay Antlaşması (*Outer Space Treaty*), uzayın “barışçıl amaçlarla” kullanılmasını vurgular ve kitle imha silahlarının yörüngeye yerleştirilmesini yasaklar (United Nations, 1967). Antlaşma uyarınca Ay ve gezegenler tamamen barışçıl kullanım için ayrılmış, uzayda nükleer silah konuşlandırılması veya askeri üs kurulması yasaklanmıştır. Bu sayede Soğuk Savaş döneminde nükleer silahların uzaya konuşlanması engellenebilmiştir. Bununla birlikte, antlaşma konvansiyonel silahları veya anti-uydu silahlarını açıkça yasaklamamaktadır. Bu hukukî boşluk nedeniyle, günümüzde uzayın askerileşmesi büyük ölçüde konvansiyonel askerî sistemler ve füze teknolojileri üzerinden ilerlemektedir (Johnson-Freese, 2017). Günümüz jeopolitik rekabet ortamında uzay, süper güçler arası stratejik

rekabetin yeni cephesi hâline gelmiştir. ABD, Çin ve Rusya, uzayda “yüksek irtifa hâkimiyeti” sağlayarak, gerektiğinde rakiplerinin uydu altyapısını devre dışı bırakabilme ve kendi sistemlerini koruma üzerine stratejiler geliştirmektedir (Dolman, 2002). Bu doğrultuda, uydu sinyallerinin karıştırılması, siber saldırılarla uydu kontrolünün ele geçirilmesi, lazerle uydu sensörlerinin kör edilmesi gibi hasımların uzay varlıklarını hedef alan yöntemler de askerî literatürde yerini almıştır (Weeden & Samson, 2022). Uzayın askerileşmesi sadece büyük güçlerle sınırlı değildir; orta ölçekli devletler de güvenliklerini sağlamak için uzay tabanlı erken uyarı ve haberleşme uyduları edinmeye başlamışlardır. Örneğin, Japonya ve Güney Kore, balistik füze tehdidine karşı erken uyarı uyduları ve sensörler geliştirmektedir (Hitchens, 2024).

Uzayın askeri değerini artıran unsurlar aynı zamanda küresel güvenlik riskleri doğurmaktadır. ASAT testlerinin yarattığı uzay çöpleri sorunu, bunların başında gelir. 10 cm’den büyük 36.500’den fazla enkaz parçası dünya yörüngesinde kontrolsüz şekilde dolaşmaktadır ve uydular ile uzay araçları için çarpışma tehdidi yaratmaktadır (ESA, 2022). Bu enkazın önemli bir kısmı geçmiş askeri denemelerin sonucunda oluşmuştur (örneğin 2007 Çin testi tek başına ~3.000 parça takip edilebilir çöp yaratmıştır). Uzaydaki çarpışmalar zincirleme reaksiyonla daha fazla enkaz üreterek Kessler sendromu adı verilen, yörüngelerin kullanılamaz hâle gelmesi durumuna yol açabilir (Shubart, 2021). Tehlikenin büyüklüğü nedeniyle BM bünyesinde Dış Uzayda Silahlanma Yarışının Önlenmesi (PAROS) gibi girişimler ve uzay faaliyetlerinde sorumlu davranış normlarına dair çalışma grupları oluşturulmuştur (United Nations, 1967; Johnson-Freese, 2017).

Uzayın Jeopolitik Değeri

Uzay, uluslararası ilişkiler ve jeopolitik açısından stratejik önem taşıyan bir rekabet ve iş birliği sahası hâline gelmiştir. 20. yüzyıl ortasında uzaya ilk erişen devletler ABD ve Sovyetler Birliğiydi ve Soğuk Savaş’ın uzay yarışı bu iki süper gücün prestij mücadelesinin bir parçasıydı. 1957’de Sputnik’in yörüngeye oturtulması ve 1969’da Apollo 11 ile Ay’a insan indirilmesi, uzay başarılarının jeopolitik güç gösterisi olarak görüldüğüne dair klasik örneklerdir. Günümüzde ise uzay alanındaki rekabet çok kutuplu bir nitelik kazanmıştır. ABD ve Rusya’ya ek olarak Çin, Avrupa, Hindistan, Japonya gibi aktörler; ayrıca özel şirketler ve yeni uzay ülkeleri devreye girmiştir. Uzayın jeopolitik değeri, bir ülkenin kalkınma düzeyi, teknolojik

kapasitesi ve askeri gücünün bir göstergesi olmasının yanı sıra, ülkeler arası iş birliği veya gerilimlerin de sahnelendiği bir platform olmasından kaynaklanır (Dolman, 2002).

Uzayda güç mücadelesi, son yıllarda yeniden ivmelenen bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle ABD ve Çin, 21. yüzyılın uzay yarışının başlıca rakipleri olarak görülmektedir (Goswami & Garretson, 2020). ABD, Apollo döneminden sonra insanlı derin uzay keşiflerine ara vermiş olsa da, yeni Artemis Programı ile 2020'lerde Ay'a geri dönmeyi ve kalıcı bir Ay üssü kurmayı hedeflemektedir. Bu girişime uluslararası müttefiklerini (Avrupa Uzay Ajansı ESA, Japonya, Kanada ve diğer imzacı ülkeler) de dahil ederek Artemis Anlaşmaları çerçevesinde bir koalisyon oluşturmuştur (NASA, 2020). Buna karşılık, Çin Halk Cumhuriyeti son 20 yılda uzay alanında büyük atılım yapmış; kendi uzay istasyonunu (Tiangong) inşa etmiş, Ay'ın uzak yüzüne başarıyla iniş yapan ilk ülke olmuş ve 2030'larda Ay'da Rusya ile ortak araştırma üssü kurma planlarını duyurmuştur (Goswami & Garretson, 2020). Çin'in navigasyon sistemi (BeiDou) ve Rusya'nın GLO-NASS'ı, ABD'nin GPS tekeline alternatif küresel konumlama sistemleri olarak devreye alınmıştır. Hindistan da 2014'te Mars yörüngesine uydu yerleştirerek ve 2023'te Ay'ın güney kutbuna başarılı bir iniş (Chandrayaan-3) gerçekleştirerek "uzay kulübünde" yerini sağlamlaştırmıştır. Bu başarılar, Hindistan'ı bölgesel bir güç olmaktan küresel bir uzay aktörü haline getirmekte ve jeopolitik prestijini artırmaktadır (Smith, 2023).

Bir ülkenin bağımsız olarak uzaya uydu fırlatabilme kabiliyeti ve kendi uydu sistemlerine sahip olması, stratejik özerklik göstergesi sayılmaktadır. Örneğin Avrupa Birliği, ABD'ye bağımlılığı azaltmak için Galileo konumlama uydularını geliştirmiş; benzer şekilde birçok ülke iletişim uyduları sayesinde kendi haberleşme altyapısını kontrol edebilir hâle gelmiştir. Uydu sahibi ülkelerin sayısı da giderek artmaktadır. 2020'lerde en az 60 ülke kendi yapımı veya sahipliğinde yapay uyduya sahip olmuştur (ESA, 2022). Bu durum, uzayı uzun vadede sadece süper güçlerin değil, orta ve küçük güçlerin de çıkarlarının kesiştiği bir alan hâline getirmektedir. Sonuç olarak, uzay faaliyetleri bir prestij kaynağı olduğu kadar diğer ülkelere bağımlılığı azaltan stratejik bir unsur olarak da değerlendirilmektedir (Goswami & Garretson, 2020). Jeopolitik rekabet uzayda kendini sadece teknolojik başarılarla değil, aynı zamanda ekonomik ve ideolojik etki mücadelesiyle de gösterir. Örneğin, gelişmekte olan ülkelere uydular inşa etmekte ve fırlatmakta yardımcı olma, onlarla uydu veri paylaşımı anlaşmaları yapma gibi

girişimler bir nevi “uzay diplomasisi” aracına dönüşmüştür. Çin’in Asya, Afrika ve Latin Amerika ülkelerine uzay teknolojisi transferi ve uydu yapımında destek sunması (*Asia-Pacific Space Cooperation Organization* gibi platformlar aracılığıyla) o ülkelere nüfuzunu artırmasının bir yolu olarak okunabilir (Goswami & Garretson, 2020). Benzer şekilde ABD ve Avrupa, uzay alanında uluslararası ortaklıklar (örneğin NASA’nın uydu programlarına ortak ülkeleri dâhil etmesi, Avrupa’nın Copernicus Dünya Gözlem Programı’nı tüm dünyaya veri açması) üzerinden yumuşak güç uygulamaktadır.

Sonuç

Uzay günümüzde birçok boyutuyla hızla önem kazanmaktadır. Uzayın artan ekonomik değerinin yanında askerî değeri oldukça yüksektir. Modern askerî kapasite uzay varlıklarına dayanmakta, uzaydaki üstünlük yeryüzündeki üstünlükle bağlantılı hâle gelmektedir. Bu durum, uzayda barışın ve istikrarın korunması ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Uluslararası hukuk ve anlaşmalar, uzayın tamamen askerîleşmesini sınırlamaya çalışsa da, teknolojik gelişmeler ve güç rekabeti nedeniyle uzayın silahlandırılması güncelliğini korumaktadır.

Uzay, uluslararası ilişkilerde hem çatışma hem iş birliği unsurlarını birlikte barındıran karmaşık bir jeopolitik değere sahiptir. Her geçen yıl rekabetle nitelenen uzay çalışmalarının önemli bir boyutunu küresel adalet ve erişim konusu teşkil etmektedir. Gelişmiş ülkeler uzaydan elde edilen ekonomik ve bilimsel faydaların âdil paylaşımı konusunda eşitsiz durumdadır. Afrika, Latin Amerika gibi bölgeler uzay altyapısından yeterince yararlanamamaktadır. Bu kapsamda BM bünyesinde “uzay teknolojisine erişimde kapasite geliştirme” gibi girişimler başlatılmıştır. Ancak girişimler gelişmekte olan ülkeler için gerçek bir değer yaratmadığı için sert tartışmalar devam etmektedir. Bu tür tartışmalar, uzayın jeopolitik değerinin aynı zamanda egemenlik ve paylaşım konularıyla kesiştiğini de göstermektedir.

Günümüz jeopolitik ortamında büyük güçler bir yandan uzayda üstünlük için yarışmakta, uzay başarılarını prestij unsuru ve güç projeksiyonu aracı olarak kullanmaktadır. Diğer yandan uzayın barışçıl, güvenli ve sürdürülebilir kullanımı için uluslararası hukuk ve iş birliği mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu denge, önümüzdeki yıllarda uzayda güç dağılımının ve yönetim kurallarının nasıl şekilleneceğini belirleyecektir. Uzayı etkin ve sorumlu kullanan ülkeler ekonomik ve stratejik avantajlar

elde ederken, küresel düzen de uzayın tüm insanlığın yararına hizmet etmesi ilkesi etrafında kurulmalıdır.

Kaynakça

- Aero Corner. (t.y). Why Do Airplanes Fly in the Stratosphere? <https://aerocorner.com/blog/why-do-airplanes-fly-in-the-stratosphere/>
- American Museum of Natural History. (t.y). *The Milky Way Galaxy*. <https://www.amnh.org/explore/ology/astronomy/the-milky-way-galaxy2#:~:text=The%20Milky%20Way%20gets%20its,the%20%E2%80%9CBackbone%20of%20Night.%E2%80%9D>
- Arms Control Center. (2023). Fact Sheet. Space Weapons. <https://armscontrolcenter.org/fact-sheet-space-weapons/>
- Astrafizik. (2022). *Kármán Çizgisi: Uzay nerede başlar?*. <https://astrafizik.com/tr/bilim/astronomi-ve-uzay/karman-cizgisi-uzay-nerede-baslar/>
- Baker, H. (2025). How many satellites orbit Earth?, *LiveScience*. <https://www.livescience.com/how-many-satellites-orbit-earth>
- Bakırcı, Ç.M. (2017). Evren Nedir? Evren Ne Kadar Büyük? Gözlenebilir ve Gözlenemeyen Evren'in Toplam Büyüklüğü Ne Kadar?, *Evrin Ağacı*. <https://evrimagaci.org/evren-nedir-evren-ne-kadar-buyuk-gozlenebilir-ve-gozlenemeyen-evrenin-toplam-buyuklugu-ne-kadar-5137?srsid=AfmBOorMONc8i9-H-U62sop0WObzC-LLuWHtH1p1gN08FmCjbs83G-LpC>
- Bakırcı, G. (2025). Evrenin En Büyük Yapıları: Galaksi Grupları, Kümeleri ve Süperkümeler Nelerdir?, *Evrin Ağacı*. <https://evrimagaci.org/evrenin-en-buyuk-yapilari-galaksi-gruplari-kumeleri-ve-superkumeler-nelerdir-19714>
- BBC News. (2018). "Samanyolu komşu galaksi Andromeda'ya doğru genişliyor", <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-43626858>
- Binney, J., & Tremaine, S. (2008). *Galactic Dynamics*. Princeton University Press.
- Bland-Hawthorn, J., & Gerhard, O. (2016). The Galaxy in Context: Structural, Kinematic, and Integrated Properties. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 54, 529–596.
- Bowen, B. (2020). *War in Space: Strategy, Spacepower, and Geopolitics*. Edinburgh University Press.
- Canup, R. M. (2004). Simulations of a late lunar-forming impact. *Icarus*, 168(2), 433-456.
- Dobrijevic, D.& Pultarova, T. (2023). Samanyolu galaksisi: Kozmik komşuluğumuz hakkında bilmeniz gereken her şey, *Sape.Com*. <https://www.space.com/19915-milky-way-galaxy.html>
- Dobrijevic, D. & Sharp, T. (2023). Earth's atmosphere: Facts about our planet's protective blanket, *Space.com*, <https://www.space.com/17683-earth-atmosphere.html>
- Dolman, E. (2002). *Astropolitik: Classical Geopolitics in the Space Age*. Frank Cass Publishers.

- Einstein, A. (2005). *Relativity: The Special and the General Theory* (R. W. Lawson, Trans.). Penguin.
- ESA. (2022). *Space Environment Report 2022 (Issue 6)*. ESA Space Debris Office. https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ESA_s_Space_Environment_Report_2022
- ESA. (t.y). Planetary Database, <http://pdb.estec.esa.int/>
- ESA. (2023). *Space Debris by the Numbers*. https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris
- Expedition 73. (t.y.). ISS. <https://www.nasa.gov/international-space-station/expedition-missions/>
- Goswami, N., & Garretson, P. (2020). *Scramble for the Skies: The Great Power Competition to Control the Resources of Outer Space*. Lexington Books.
- Hitchens, T. (2024). *Annual global military space spending jumps 18% to \$57B in 2023* Space Foundation.
- ISS-Assembly. (t.y). <https://www.nasa.gov/reference/international-space-station/>
- ISS-International Cooperation. (t.y). <https://www.nasa.gov/international-space-station/space-station-international-cooperation/>
- ISS-Station Visitors, (t.y). <https://www.nasa.gov/international-space-station/space-station-visitors-by-country/>
- Johnson-Freese, J. (2017). *Space Warfare in the 21st Century: Arming the Heavens*. Routledge.
- Keep Track (2023). *The 10 Most Iconic Satellites Still in Space*, <https://keeptrack.space/deep-dive/10-most-iconic-satellites/>
- Li, S., et al. (2018). Direct evidence of surface-exposed water ice in the lunar polar regions. *PNAS*, 115(36), 8907-8912.
- NASA. (2023). *What is Space?*. https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/what-is-space
- NASA. (2024). *What is Earth's Atmosphere?* <https://www.nasa.gov/general/what-is-earths-atmosphere/>
- NASA Orbital Debris Program Office. (2024). *Orbital Debris. Quarterly News*. <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov>
- NASA Solar System Exploration. (t.y). <https://solarsystem.nasa.gov>
- O'Dell, C. R. (2001). The Orion Nebula and its Associated Population. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 39: 99–136.
- Overview, ISS. (t.y). <https://www.nasa.gov/reference/international-space-station/>
- Peebles, P. J. E. (2020). *Cosmology's Century: An Inside History of Our Modern Understanding of the Universe*. Princeton University Press.
- Planck Collaboration. (2020). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6.

- Redd, N. T. (2017). Astronomers Track Dwarf Galaxies To Better Understand The Milky Way's Make-Up And Evolution. *PNAS*. 115 (51), 12836-12838. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1817136115>
- Science Learning Hub.(t.y). History of satellites – timeline. <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1905-history-of-satellites-timeline>
- SDSS Collaboration. (2023). *Sloan Digital Sky Survey Visualizations*. <https://www.sdss.org>
- Sergieieva, K. (2025). Types of Satellites: Different Orbits & Real-World Uses, *EOS Data Analytics*, <https://eos.com/blog/types-of-satellites/>
- Shubart, T. (2021, 5 Ekim). Space debris is a problem nations need to tackle now. *News Decoder*. <https://news-decoder.com/space-debris-is-a-problem-nations-need-to-tackle-now/>
- Thornhill, J. (2022). Robots in rockets outperform ‘spam in a can’ astronauts. *Financial Times*. <https://www.ft.com/content/2bd25591-0fb6-437c-a3ee-ced1bd0cd461>
- Tiangong. (t.y). China's space station, The Planetary Society, <https://www.planetary.org/space-missions/chinese-space-station>
- Türkiye Uzay Ajansı (t.y). <https://tua.gov.tr/tr/blog/gunes-sistemi/asteroit-nedir-1>
- UCAR. (t.y). Centre For Science Education. *The Mesosphere*. <https://scied.ucar.edu/learning-zone/atmosphere/mesosphere>
- United Nations. (1967). *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty)*. [https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/What Is a Satellite?.](https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/What%20Is%20a%20Satellite%20?)
- UNOOSA. (2025). Online Index of Objects Launched into Outer Space. <https://www.unoosa.org/oosa/osoindex/>
- What is an orbit. (t.y). NASA. <https://spaceplace.nasa.gov/orbits/en/>
- Williams, D. R. (2023). *NASA Planetary Fact Sheet –* <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>
- World Atlas. (t.y). Which Layer Of The Atmosphere Do Airplanes Fly In?. <https://www.worldatlas.com/articles/in-which-layer-of-the-atmosphere-do-airplanes-fly.html>
- World Population Review. (2023). *Military Satellites by Country*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/military-satellite-by-country#top-10-countries-with-the-most-military-satellites>

SOĞUK SAVAŞ'TAN GÜNÜMÜZE UZAY YARIŞI

Ali Bilgin Varlık*

Giriş

Soğuk Savaş'ın küresel rekabet ortamında başlayıp tırmanışa geçen uzay yarışı, süreç içerisinde mahiyet değiştirmekle beraber, yarattığı teknolojik, politik, ekonomik, askerî ve psikososyal etkilerle birlikte günümüzün güvenlik ortamını şekillendirmeye devam etmektedir. Bu süreçte uzay yarışı, uluslararası ortamın dinamiklerinden kaynaklanan değişimlerden etkilenmiştir. Soğuk Savaş'ın başlangıcında uzay yarışı, yalnızca teknolojik üstünlük için değil, aynı zamanda kapitalizm ile komünizm arasındaki küresel ideolojik ve politik hâkimiyet mücadelesinin psikolojik harp vasıtası olan ve nükleer silahların atma vasıtaları olan balistik füzeler ile olan ilişkisi nedeniyle öne çıkmıştır. Soğuk Savaş'ın ilerleyen evrelerinde ise askerî amaçlı uyduların kullanımı ile uzayın askerîleştirilmesi (*militarization*) boyutu dikkat çekmiştir (Tripathi, 2013). Diğer taraftan Soğuk Savaş döneminde uzay yarışı iki süper güç ile sınırlı kalmamış, Çin, Hindistan ve Avrupa Birliği bir şekilde bu yarışa dâhil olmuştur. Özetle, Soğuk Savaş boyunca uzay, güvenlik ağırlıklı bir jeopolitik konu olarak öne çıkmıştır.

Soğuk Savaş'ın sonlarına doğru, uluslararası politik ortamda yaşanan yakınlaşmalar uzay çalışmalarında iş birliği ortamını hazırlamış, bu kapsamda ortak projeler gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde uzay yarışı önceki iki kutuplu mahiyetinden ayrılarak çok kutuplu bir hâl almıştır. Bu kapsamda, Çin, Hindistan, Japonya, Kanada, Fransa ve Birleşik Krallık başta olmak üzere 70'den fazla devlet uzay çalışmalarına dahil olmuştur. Özellikle 2000'li yıllarda *SpaceX*, *Blue Origin* ve *Virgin Galactic* gibi şirketler uzay yarışını devletlerin dışına; şirketleşme boyutuna taşımıştır. Bu dönemde, AB, NATO, BM gibi uluslararası örgütlerin uzay politikalarında da önemli aşamalar kaydedilmiştir.

* Doç. Dr., bilginvarlik@gmail.com, ORCID NO:0000-0002-5265-2321

Soğuk Savaş sonrasında uzay çalışmaları çeşitlenerek beş eksende gelişme kaydetmiştir. Bu kapsamda önceki dönemden devam eden geleneksel güvenlik boyutu ve –Soğuk Savaş döneminde ilk adımları atılan– uzay hukuku boyutu ilk iki eksen oluşturmuştur. Bu dönemde güvenlik boyutunda –önceki dönemden devam eden– uzayın askersizleştirilmesi yönündeki faaliyetlere olduğu kadar uzayda silah konuşlandırılmasına (*weaponization*) da tanık olunmuştur (Stares, 1985). Üçüncü eksen, iletişim, gözlem ve keşif uydularının yaygınlaşması; bununla ilişkili olarak dördüncü eksen, bir kısmı çok uluslu olarak gerçekleştirilen uzay araştırma projeleri; beşinci eksen, ticari maksatlı mürettebat yolculukları da dahil olmak üzere uzay turizmi ve –henüz çok erken aşamada olan– uzay madenciliği gibi konuları kapsayan ticarî boyut oluşturmuştur.

Özetle, başlangıcından günümüze kadar uzay yarışının, uluslararası ortamdaki siyasi, ekonomik ve askeri gelişmelerin etkisiyle şekillenmiş olduğunu ve aynı zamanda onu şekillendiren bu alanları da etkilediğini söylemek mümkündür. Bu nedenle Soğuk Savaş’tan günümüze uzay yarışını analiz eden bu bölümde, ağırlıklı olarak uzay yarışının dönüm noktalarına değinilmekle birlikte bu sürecin küresel politik gelişmeleri ile birlikte karşılaştırmalı analizine ana hatlarıyla yer verilmiştir.

Soğuk Savaş Dönemi’nde Uzay Yarışını Etkileyen Politik ve Askerî Gelişmeler

II. Dünya Savaşı Avrupa’da müttefiklerin konvansiyonel askerî zafiriyle Almanya’nın yenilmesini sağlamış olsa da Pasifik’te Japonya’ya atılan ve muhtemel III. Dünya Savaşı’nın silahı olan nükleer silahların Hiroşima ve Nagazaki’de kullanılmasıyla son buldu. SSCB’nin 29 Ağustos 1949’da Kazakistan’daki ilk atom bombası denemesinin nükleer silahlanma yarışını “Dehşet Dengesi”ne taşımasıyla muhtemel üçüncü “Büyük Savaş”ı soğuk savaş ortamına taşıdı.

Bu savaşın ilk habercisi ABD’nin Soğuk Savaş boyunca –ve hatta sonrasında da– yoğun bir şekilde uyguladığı “Çevreleme” (*containment*) stratejisinin kurucusu, ABD’li diplomat ve tarihçi George F. Kennan’ın 22 Şubat 1946 tarihli “Uzun Telgraf” (*The Long Telegram*)¹ olsa da kısa bir süre sonra 6 Mart 1946’da Winston Churchill’in Fulton Missouri’de Westminster Üniversitesi’nde yaptığı konuşmada ifadesini buldu. ABD ve SSCB

1 Bu rapor 1947 yılında Bay X mahlasıyla *Foreign Affairs* dergisinde yayınlanmıştır.

arasındaki küresel güç mücadelesinin Dünya'yı iki kutba bölerek kapitalizm-komünizm ideolojileri üzerinden cereyan eden bu gerilim, farklı evreler geçirerek, 26 Aralık 1991'de SSCB'nin resmen dağılmasıyla 45 yılın ardından son buldu.

Soğuk Savaş beş büyük dönüşüme tanıklık etti: 1) 1945-1947 yıllarındaki başlangıç evresi, 2) 1947-1953 döneminde ilk gerilimlerin yaşandığı I. Soğuk Savaş yılları, 3) 1953-1962 yılları arasında "barış içinde bir arada yaşama" fikri ile birlikte krizlerin tırmanışa geçtiği dönem, 4) 1962-1979 *Détente* (Yumuşama) dönemi, 5) 1979-1991 II. Soğuk Savaş ve savaşın sonu. Bu süreçte, yukarıda değinildiği üzere, uzayı kullanan balistik füzelerin önemi nedeniyle nükleer silahlanma ile uzay yarışı arasında doğrudan bir ilişki olduğunun altını çizmek gerekmektedir.

Soğuk Savaş Öncesinde Uzay ile İlgili Gelişmeler

İnsanlığın uzaya olan ilgisi tarihin ilk çağlarından itibaren süregelmiştir. Ancak bugünkü kapsamıyla uzay yarışının kökenleri çok daha yakın zamanlara dayanır. Bu kapsamda uzay yarışının kökenini, sıvı yakıt kullanarak uzaya gidilebileceğini matematiksel olarak ispat eden Rus bilim insanı Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky'nin (1857-1935) çalışmalarına dayandırmak yanlış olmayacaktır. Ukraynalı matematikçi ve mühendis Yuri Vasilyevich Kondratyuk'un (1897-1942) bu konudaki görüşlerini dört kitapta toplaması ve Ay'a gidiş ve dönüşü sağlayan kendi adıyla anılan (Kondratyuk) döngüyü tasarlaması ilk uzay çalışmaları arasında sayılır (Harvey, 2007). 1920'li ve 30'lu yıllarda bilimsel bir temele oturan ilk uzaya çalışmalarının temelini, roket ve füze teknolojilerinin geliştirilmesi yönündeki araştırmalar oluşturur. Bu kapsamdaki öncüler arasında; daha sonra SSCB'nin uzay projelerinin başına geçecek olan Sergey Pavlovich Korolev (1907-1966), Alman Hermann Oberth (1894-1998) ve ABD'li Robert Goddard (1882-1945) yer alır (Siddiqi, 2000: 1; Tetik, 2023).

Bu kapsamda eyleme geçen ilk girişim; II. Dünya Savaşı esnasında, 3 Ekim 1942'de dünyanın ilk uzun menzilli güdümlü füzesi olan V2 (Vergeltungswaffe 2/İntikam silahı, resmî adı: Aggregat 4/A4)'yi geliştiren Werner von Braun'un (1912-1977), bu projeden 20 yıl önce 1930'larda Ay'a gitmenin mümkün olduğunu iddia eden çalışmalarına istinaden dünyanın ilk füze üssünün inşa edildiği 1935 yılında gerçekleşmiştir.

Soğuk Savaş Dönemi'nde ABD ve SSCB Arasındaki Uzay Yarışı

II. Dünya Savaşı'nın hemen ardından, 1945'te ABD Almanya'da V2 programında çalışan 525 bilim insanını ve bu konudaki çalışmaların tamamını ülkesine taşımıştı. Truman döneminde (1945-1953) ABD'nin uzay yarışındaki çabaları yukarıda değinilen çevreleme stratejisinin ana fikri çerçevesinde şekillendi (Office of the Historian, 2017). Bu kapsamda ABD, NATO çerçevesinde, harekât alanı Batı Avrupa ve 1952'den sonra Türkiye olmak üzere, ülkesi dışındaki topraklarda konuşlandığı nükleer silahların sağladığı savunma şemsiyesi ile SSCB'yi caydırmayı ve kuşatmayı amaçlamıştı. Bu stratejinin ABD'ye sağladığı emniyet, barışçıl uzay programına olan ilginin Truman'ın döneminde görece sınırlı kalmasına neden olmuştur (Hays, 1994: 20-22).

ABD'nin Manhattan Projesi ile (1942-46) geliştirdiği atom bombasını 1945'te Japonya'da kullanması SSCB'nin füze teknolojisini geliştirme ve atom bombası yapma çabalarının başlıca motivasyonunu oluşturdu. 1948 yılına gelindiğinde SSCB atom bombası yapmada önemli bir aşama kaydetmiş (SSCB bu kapasiteye 1955'te ulaşmıştır). 27 Ağustos 1957'de ise Rus haber ajansı Tass kıtalararası balistik füze (*Intercontinental Ballistic Missile*–ICBM) imalatını gerçekleştirdiğini bildirmişti (Van ve Bruno, 1976). 29 Kasım 1957'de SSCB'nin Sputnik-1 uydusunu uzaya göndermesi uzay yarışındaki dengenin ABD aleyhine dramatik bir şekilde değişmesine yol açmıştı. SSCB'nin Dünya yörüngesine bir uydu oturtması; sadece teknolojik bir üstünlüğe değil, aynı zamanda uzayı kullanarak nükleer silahlarıyla ABD'yi vurabilme kapasitesine ulaştığına işaret ediyordu. Bu yıllarda SSCB, Sputnik-1'e ilâve olarak; Object K uzay aracı, askeri keşif uydusu çalışması ve Ay araştırma programı olmak üzere üç projeyi başlattı. SSCB 3 Kasım 1957'de ilk hayvanı, köpek Laika'yı Sputnik-2 ile uzaya gönderdi.

Bu nedenle Eisenhower döneminde (1953-1961) uzay programına özel bir önem verildi. Bu dönemde uzay çalışmalarında; nükleer başlıklı balistik füzeler ile askerî ve istihbarî uyduların geliştirilmesine, uzayın kullanımına dair uluslararası hukuk kurallarının oluşturulmasına ve bilimsel araştırmalara ağırlık verildi (Mowthorpe, 2002: 16). Sputnik'in yarattığı etki neticesinde, ABD kara, deniz, hava kuvvetlerinde ve CIA'da uydulara karşı (*Anti-Satellite*–ASAT) kapasite kazanmaya yönelik konseptler geliştirildi (Mowthorpe, 2002: 17; Garwin, 2012; Sagdeev, 2007). Bu konseptler, askerî maksatlı olup; keşif, haberleşme ve hava tahmin uydularının kullanılmasını öngörmekte, ancak uzayın silahlandırılmasını kapsamamaktaydı.

ABD'nin uzay araştırmalarına sivil boyut kazandıran Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (*National Aeronautics and Space Administration-NASA*) bu dönemde; 1 Ekim 1958'de, kuruldu. Böylece ABD askerî ve sivil uzay araştırmalarını birbirinden ayırdı. 1 Şubat 1958'de, ilk ABD uydusu Explorer-1'i fırlattı (Mowthorpe, 2002: 71). Aynı yıl SSCB uzay programının başındaki Pavlovich Korolev'in bilimsel araştırmaya yönelik bütçe taleplerini uzun menzilli füze üretimine kaydırđı (Siddiqi, 2000). Bu dönemde Politbüro'nun kontrolünde yürütölen uzay araştırmaları askerî kuramcı Vasily Sokolovsky'nin (1897-1968) fikirleriyle şekillendi (Mowthorpe, 2002: 71).

SSCB'nin 12 Mayıs 1961'de uzaya ilk defa Dünya yörüngesine bir insanlı uyduyu oturtmuştu. Yuri Gagarin'in (1934-1968) uzaya çıkartılan ilk insan olması dünya kamuoyunda uzay yarışında ABD'nin Sovyetler'in gerisinde kaldığı algısını yaratmıştı (Riely, 2025). 16 Haziran'da Vostok 6'daki Valentina Tereshkova, uzaya çıkan ilk kadın oldu (Riely, 2025). Bu gelişmenin de etkisiyle Kennedy döneminde (1961-1963) uzay çalışmalarını ulusal bir öncelik olarak göröldü. Bu dönemde ABD, uzay çalışmalarının yönünü askerî uydulardan Ay'a insan göndermeye kaydırđı (Hays, 1996: 63). Başkan Eylül 1962'de Houston'daki Rice Üniversitesi'ndeki konuşmasında ABD'nin "on yıl içinde Ay'a ayak basılıp emniyetli bir şekilde dönüleceği" yönündeki kararını ilân etti. Aynı konuşmada Kennedy "Uzayın kitle imha silahlarıyla değil, bilgi ve anlayış araçlarıyla dolu olduğunu göreceğimize yemin ettik" sözleri uzay yarışını askerî alandan sivil alana doğru yönlendiriyordu (Kennedy, 1962). 20 Şubat 1962'de, Mercury-Atlas-6'daki John Glenn, yörüngeye giren ilk Amerikalı oldu.

Détente'nin başlangıcına karşılıklı gelen bu yıllarda, Küba Krizi'nden (1962) sonra gerilimi azaltmaya yönelik olarak alınan önlemler arasında ilk nükleer silah denemelerinin yasaklanması antlaşması 1963'te imzalandı (Lightbody, 1999: 65). Uzayda KİS (Kitle İmha Silahları) konuşlandırmayı yasaklayan 17 Ekim 1963 tarihli ve 1884 (XVIII) sayılı BM Genel Kurulu Kararı kabul edildi.

Bu karar Johnson döneminde (1963-1969) imzalanacak olan 1967 tarihli Dış Uzay Antlaşması'nın (*Outer Space Treaty*) temelini oluşturdu (Hays, 1994: 20; Johnson, 1967). 12 Ekim 1964'te SSCB, kozmonotlar Vladimir Komarov, Konstantin Feoktistov ve Boris Yegorov ile ilk çok kişilik uzay aracı Voskhod-1'i fırlattı. 18 Mart 1965'te, Aleksei Leonov tarafından Voskhod-2'de ilk uzay yürüyüşü gerçekleştirildi. 23 Mart 1965'te, ABD, Virgil Grissom ve John Young ile birlikte ilk çok kişilik ABD uzay

aracı Gemini-3'ü fırlattı. 3 Haziran 1965'te, Ed White tarafından Gemini-4'te ilk Amerikan uzay yürüyüşü tamamlandı. 15 Aralık 1965'te ABD, Gemini-6 ve Gemini-7 ile ilk yörünge buluşmasını gerçekleştirdi. 16 Mart 1966'da ABD, Gemini-8 görevi ile yörüngede iki uzay aracının ilk kez kenetlenmesi gerçekleştirildi. 27 Ocak 1967'de fırlatma rampası testi sırasında çıkan yangında üç astronot hayatını kaybetmesinin ardından Apollo programı bir buçuk yıl ertelendi. 23 Nisan 1967'de Soyuz-1'deki kozmonot Vladimir Komarov uzay uçuşunda hayatını kaybeden ilk kişi oldu. 14-21 Eylül 1968 tarihleri arasında mürettebatsız Sovyet uzay aracı Zond-5, Ay'ın etrafında uçan ve Dünya'ya dönen ilk uzay aracı oldu. 11 Ekim 1968'de ABD, ilk başarısız denemenin ardından Apollo-7 ile ikinci mürettebatlı uçuşu başlattı. 24 Aralık 1968'de, ABD, Apollo 8 ile Ay'ın yörüngesinde ilk mürettebatlı uçuş gerçekleştirdi.

Bu dönemde ABD, SSCB'nin uydu tehdidini karşılamaya yönelik olarak Kennedy döneminde başlatılan karşı uydu projelerine devam etti. Bundan bir yıl sonra, Sovyetlerin Çekoslovakya'ya müdahalesi ve Vietnam üzerindeki anlaşmazlıklar nedeniyle gecikmeli olarak, 1968'de 41 devletin katılımıyla Nükleer Silahların Yasaklanması Antlaşması (*Nuclear Non-Proliferations Treaty*-NTP) imzalandı (Tertrais, 2005: 1). Bu antlaşmanın temelinde Başkan Johnson ile Leonid Brezhnev arasındaki yakınlaşma kadar Çin'in 1964'de atom ve 1967'de hidrojen bombası denemeleri yapmış olmasının SSCB'ya yarattığı tehdidin de etkisi olmuştu (Miles, 2016: 729).

Nixon döneminde (1969-1974) ABD uzay yarışında SSCB'nin önüne geçti. II. Dünya Savaşı'nda Almanya'nın teslim olmasından sonra savaş suçları yargulamalarından muaf tutularak ABD'nin uzay programının başına getirilen Wernher von Braun, Saturn V roketini tasarlayıp 20 Temmuz 1969'da Apollo 11 programı ile Ay'a gidilmesini gerçekleştirdi. Ay'da yürüyen ilk insanlar Neil Armstrong ve onu takip eden Buzz Aldrin oldu. Neil Armstrong'un "İnsan için küçük bir adım, insanlık için çok büyük bir adım" sözleriyle özetlediği bu başarı ABD'nin uzay yarışında SSCB'yi geçtiğinin de altını çiziyordu.

Bu olaydan 17 gün önce (3 Temmuz 1969), Sovyet N1 Ay roketi parçalanmıştı. SSCB cephesindeki başlıca gelişme ise 1970'te Salyut serisi uzay istasyonunun kurulması oldu. Sovyetler Birliği'nin uzayda uzun vadeli insan varlığına yönelik bu ilk proje 1986'da yerini Mir uzay istasyonuna bırakana kadar 16 yıl boyunca sürdürüldü. Diğer taraftan SSCB'nin, 1971'de sivil maksatlı diğer uydu denemelerini durdurarak ABD'nin karada ve

denizaltılarda konuşlu nükleer silahlarını takip eden gözlem uydularına yönelmesi uzay yarışında geride kalmasına neden oldu (Mowthorpe, 2002: 76).

Bu dönemde, ABD'nin gelecekteki uzay programlarını oluşturmak amacıyla Uzay Görev Grubu (*Space Task Group*-STG) kuruldu. Bu kurumun 1969'da yayınladığı "Amerika'nın Uzaydaki Gelecek On Yılı (*America's Next Decade in Space*)" başlıklı raporda ilk kez uzay mekiği kullanma ve Mars'a önce robotik sistemlerle ulaşma, daha sonra da insan gönderme fikri öneriliyordu (Uri, 2019). Bununla beraber, Başkan Nixon devam eden Vietnam Savaşı'nın getirdiği mali yükün de etkisiyle NASA bütçesinde kısıntıya gidince sadece 1972'de Apollo 16 ve 17 projeleri gerçekleştirilebildi. Ayrıca, insanlı uydusu istasyonu/laboratuvarı inşası projesi ertelendi (Uri, 2019). Bu bütçe kısıntıları nedeniyle Apollo 19 ve 20 programları askıya alındı.

Détente döneminde, önceki dönemde yaşanan yoğun rekabetten işbirlikçi projelere doğru bir değişim yaşanmıştır. Bu iş birliğinin altında yatan motivasyon çok yönlüydü: kontrolsüz rekabetin muazzam maliyetleri ve risklerinin karşılıklı olarak kabul edilmesi, gerilimleri azaltma arzusu ve bazı bilimsel çabaların tek bir ulusun üstlenemeyeceği kadar geniş ve karmaşık olduğunun farkına varılması (Holloway, 2002: 7). Bu iş birliği 1972'de Amerikan ve Sovyet uzay araçlarının yörüngeye yerleştiği Apollo-Soyuz Test Projesi'nde (ASTP) zirveye ulaştı. Bu tarihi görevde, bir Amerikan Apollo uzay aracı Dünya yörüngesinde bir Sovyet Soyuz kapsülüyle kenetlendi (Logsdon, 1999). Bu gelecekteki uluslararası uzay çalışmalarına teknik bir emsal teşkil etti. Bilimsel değişimin diğer örnekleri arasında, meteoroloji uydularından elde edilen verilerin paylaşılması ve uzay tıbbi ile biyolojisi üzerine tartışmalar yer alıyordu; bu da siyasi ayrımları aşan gelişen bir bilimsel diplomasiyi vurguluyordu (Siddiqi, 2000: 280). Uzay Yarışı rekabetçi niteliğini hiçbir zaman tamamen kaybetmese de, detant dönemi ideolojik rakiplerin bile uzayın enginliğinde ortak çıkarlar bulabileceğini kanıtladı. Bu dönemde, özellikle ASTP aracılığıyla atılan temeller, Soğuk Savaş sonrası uluslararası uzay araştırmalarının manzarasını doğrudan etkileyerek, Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) ve diğer çok uluslu projelere zemin hazırladı (Launius ve Howard, 2001).

Avrupa'dan başlayan *Détente*'a ABD ve SSCB'nin daha etkin olarak katıldığı bu dönemde; 26 Mayıs 1972'de, Anti-balistik Füze Sistemlerinin Sınırlandırılmasına Dair Antlaşma (*Anti-Ballistic Missile-ABM Treaty*) (U.S. DoS., 1972)² ve Stratejik Silahların Sınırlandırılmasına Dair Geçici Antlaşma

2 ABD 13 Aralık 2001'de bu antlaşmadan çekilme kararı almış ve altı ay sonra bu kararını hayata geçirmiştir.

(*Strategic Arms Limitation Treaty*–SALT I) imzalandı (Pifer, 2017: 2). Başkan Gerald R. Ford’un (1974-1977) 1974’te önerdiği; nükleer başlık taşıyıcı sistemlerini 2.250 ile sınırlandıran, SALT II antlaşması ise iki süper devletin Üçüncü dünya ülkeleri üzerinden devam eden güç mücadelesi yüzünden ancak 17 Temmuz 1979’da Başkan Carter (1977-1981) ve Brezhnev (1964-1982) arasında imzalandıysa da ABD Senatosu tarafından SSCB’ye duyulan güvensizlik ve SSCB’nin Afganistan’a girmesi nedeniyle onaylanmadı (U.S. DoS., 2018; Ball, 2009: 202). Ancak Détente’nin zirve yaptığı Helsinki Antlaşması (1975) çerçevesinde kabul edilen Avrupa Güvenlik ve İş Birliği Konferansı (AGİK/ *Conference on Security and Cooperation in Europe*–CSCE)’nin Nihai Senedi her iki blok arasında güvenlik, ekonomi, teknoloji, çevre ve kültür alanlarında iş birliğini öngören yönüyle uzay araştırmalarında ortak projelerin önünü açtı (Best, 2014: 594). Carter dönemi uzayın uydulara karşı silah kontrol antlaşmalarını önceledi.

STG’nin 1972’de Nixon’a önerdiği Uzay mekiği projesi 12 yıl, uzay istasyonu projesi ise 14 yıl sonra çok uluslu olarak Reagan (1981-1989) döneminde gerçekleştirildi (Uri, 2019).

II. Soğuk Savaş’ın yaşandığı 80’li yıllarda SSCB bir diplomatik alanda ABD’yi uzayda uydu karşı sistemlerini (ASAT) sınırlandırmaya ikna etmeye çalışırken, diğer taraftan KİS’leri çok kısa sürede fırlatma kabiliyeti kazandıran Parçalı Yörünge Bombardıman Sistemi’ni (*Fractional Orbital Bombardment System*–FOBS) ve ASAT yeteneğini geliştirilmeye devam etti (Mowthorpe, 2002: 77).

Carter’in ASAT stratejisinin aksine, Reagan belirli bir anlaşmaya bağlı kalmadan uzayın silahlarla kontrolü stratejisini benimsedi. Bu dönemde; Yıldız Savaşları olarak adlandırılan ABD’nin Stratejik Savunma İnisiyatifi (*Strategic Defense Initiative*–SDI)’ni 23 Mart 1983’te deklare edilmesi, SSCB’nin balistik füzelerini uzayda konuşlu füzesavar sistemiyle imha kapasitesini kazanması, dolayısıyla iki ülke arasındaki askerî dengeyi belirgin bir şekilde ABD lehine değiştirmesi anlamına geliyordu. Bu ortamda SSCB 1983’te ABD’nin Avrupa’ya orta menzilli nükleer füzeler konuşlandırmasını gerekçe göstererek nükleer silahlarda radikal azaltmaları öngören Stratejik Silahların Sınırlandırılması Görüşmelerinden (*Strategic Arms Limitation Talks*–START) çekildi (Dockrill ve Hopkins, 2006: 141). 1985’te tekrar başlatılan görüşmeler 1991’de antlaşmayla sonuçlandıysa da, aynı yıl SSCB’nin yıkılması nedeniyle bağımsız devlet hâline gelen Belarus, Ukrayna,

Kazakistan ve Rusya 1992’de imzalanan Lizbon Protokolü’ne taraf oldu (Johnson, 1988).³ 1986’da Challenger felaketi yaşandı.

Reagan döneminin bir diğer belirleyici özelliği, uzay araştırmaları bütçesinde kısıntıya gidilirken bu alanın özelleştirilmesine yönelik adımların atılmasıydı (Henry, 2018: 36). Uzayın ticarileştirilmesi ilk kez 1991 NASA Yetkilendirme tasarısı ile yürürlüğe girdi (U.S. Congress, Senate, 1990). Soğuk Savaş’ın sona ermesiyle uzayda liderliği tek başına ele geçiren ABD 1998 Ticari Uzay Yasası (*Commercial Space Act of 1998*) ile, Uluslararası Uzay İstasyonu’nu bir pazara dönüştürmeyi ve böylece maliyeti düşürürken kâr elde etmeyi amaçladı (Reagan, 1984).

SSCB 1986-2001 yılları arasında modüler yapılı Mir uzay istasyonunu işletti. Bu istasyon kuruluşundan itibaren on yıl içinde muhtelif modüllerin eklenmesiyle geliştirildi. 2001’den sonra Rusya Federasyonu uzay araştırmalarını NASA (ABD) liderliğinde oluşturulan çokuluslu Uluslararası Uzay İstasyonu (*International Space Station–ISS*) vasıtasıyla yürütmeye devam etti.

Soğuk Savaş Dönemi’nde Çin, Hindistan ve Avrupa Birliği’nin Uzay Faaliyetleri

Özellikle 1960’lardan itibaren başta Çin, Hindistan ve Avrupa devletleri olmak üzere teknolojik gelişme, sanayileşme ve ekonomik büyümenin uzay araştırmaları ile olan ilgisini kavrayan ülkelerin uzay yarışına dahil oldukları görülmüştür. Bu dönemde uzay, öncelikli olarak SSCB-ABD rekabetinde olduğu üzere güvenlik temelli ihtiyaçlar için yeni bir operasyon sahası olarak görülmüştür.

Soğuk Savaş Dönemi’nde Çin’in Uzay Faaliyetleri

Çin’de uzay çalışmaları 1956’da Beşinci Millî Savunma Bakanlığı Araştırma Akademisi’nde başlamıştı. 1968’de bu görevi Yedinci Makine İmalat Sanayi Bakanlığı, 1982’de Uzay Sanayi Bakanlığı, 1988’de Havacılık ve Uzay Sanayi Bakanlığı üstlendi. 1999’da kurulan Çin Havacılık ve Uzay Şirketi (*China Aerospace Science and Technology Corporation–CASC*) uzay araştırmalarının merkezi oldu (China Aerospace Science and Technology Corporation, t.y.).

3 SSCB’nin yıkılmasıyla uzay teknolojileri altyapısının %80’i Rusya’da, %5’i Ukrayna’da %15’i Kazakistan’da kaldı.

Çin'in uzay araştırmaları başlangıçta füze geliştirmeye yoğunlaşmıştı. SSCB ile 1957'de yapılan Ar-Ge iş birliği antlaşması iki ülke arasındaki politik gerilim nedeniyle üç yıl sürdü; bu dönemde uydu projesinin ilk adımları atıldı. Çin ilk orta menzilli balistik füzesini 1966'da gerçekleştirdi. 24 Nisan 1970'te Çin, Dongfanghong 1 (Uzu Yol 1) roketi ile uzaya ilk uydusunu yerleştirdi (Chen, 1991). CASC, günümüze kadar Çin'in 200'den fazla uyduyu uzaya gönderdiğini deklare etmiştir (China Aerospace Science and Technology Corporation, t.y.). Bu kapsamda Çin nce Almanya ve Fransa'nın uydularını uzaya gönderdi (Chunyuan, 1996: 5). Daha sonra, 1986 yılında yaşanan Challenger, Titan ve Delta başarısız denemelerinin ardından ABD, uydularını Çin roketleriyle fırlatma kararı aldı (Elaine, 1986).

Soğuk Savaş Dönemi'nde Hindistan'da Uzay Faaliyetleri

1962'de INCOSPAR'ın kuruluşunu, 1972'de Uzay Komisyonu ve Uzay Dairesi'nin (*Space Commission and Department of Space*) kurulması takip etti. Bağlantısız lkeler hareketinin liderlerinden olan Hindistan'ın uzay politikası Süper Glerin amaçlarından farklı olarak askerî/güvenlik tabanlı hedeflerden ayrı olarak kalkınma ve refahın artırılmasına yönelik amaçlara yönelik olarak oluşturulmuştu (Aliberti, 2018: 10). On yıllık kuruluş aşamasının ardından 1980'lerde Hindistan'ın uzay çalışmaları uzaya gönderilen ilk uydu ile meyvesini verdi. Bu kapsamda; iletişim, yayıncılık ve meteoroloji amaçlı Hindistan Ulusal Uydu Sistemi (*Indian National Satellite System–INSAT*) ve uzay teknolojilerinin insanlığın yararına ve ülkenin kalkınması için uygulanması fikrine dayanan Dünya gözlem amaçları için tasarlanmış olan Hindistan Uzaktan Algılama Programı (*Indian Remote Sensing Programme–IRS*) geliştirildi. Bu programların hayata geçirilmesi, *Polar Satellite Launch Vehicle* (PSLV) ve *Geosynchronous Satellite Launch Vehicle* (GSLV) ile sağlandı. Soğuk Savaş'ın son bulduğu 1990'lardan sonra Hindistan, nükleer kapasitesinin yarattığı endişe ve uzay araştırmalarını giderek askerî alana kaydırması nedeniyle ABD ve Avrupalı devletlerden önceki dönemlerde aldığı desteği alamadı (Aliberti, 2018: 10).

Soğuk Savaş Dönemi'nde Avrupa Devletlerinde Uzay Faaliyetleri

Soğuk Savaş Dönemi'nde Avrupa'da uzay faaliyetleri İngiltere ve Fransa ile sınırlı olmak üzere ancak 1950'li yıllarda başladı (Krige ve Arturo, 2000: 9). 1949'da Fransa, uzun menzilli füze geliştirmek maksadıyla, II. Dünya Savaş'ından sonra Almanya'dan getirdiği 40 bilim insanı ile Balistik ve

Aerodinamik Araştırma Laboratuvarı'nı (*Laboratoire de Recherches Ballistiques et Aérodynamiques*) kurdu ve 1954'te *Véronique* füzesini geliştirdi. 26 Kasım 1965'te Fransa, *Diamant* roketi, ilk Fransız uydusu *Astérix*'i yörüngeye başarıyla yerleştirerek üçüncü uzay gücü olarak ortaya çıkmış oldu (Krige ve Arturo, 2000: 10).

Birleşik Krallık, 1946'da Kraliyet Hava Kuvvetleri Kurumu bünyesinde Kontrollü Siyahlar Dairesini kurdu (*Controlled Weapons Department*). Birleşik Krallık, 1955 yılında *Blue Streak* isimli ilk orta menzilli balistik füzesini ürettiyse de (*Intermediate-Range Ballistic Missile-IRBM*) (Krige ve Arturo, 2000: 9), malî nedenler ve muhtemel nükleer bir harpte hedef olmaktan sakınmak için bu programı 1960'ta uzay çalışmalarına kaydırıldı. Bir taraftan Fransa Devlet Başkanı General Charles de Gaulle'ün olumsuz tutumu, diğer taraftan İngiliz politikacıların kararsızlığı nedeniyle 1957'de Avrupa Ekonomik Topluluğu'nun (AET) dışında kalan Birleşik Krallık AET'ye girebilmek için Avrupa devletleri ile uzay teknolojilerinde iş birliği teklifleri geliştirdi. II. Dünya Savaşı'ndan sonra askerî bütün alanlarda yasaklı olan Almanya, bu girişimi olumlu karşıladı.

ABD'li bilim insanlarının da desteğiyle Birleşik Krallık 1957'de *Sky-lark* roketini geliştirdi. 1958'de kurulan İngiliz Ulusal Uzay Araştırmaları Komitesi, NASA ile yıllık aralıklarla üç uydunun uzaya gönderilmesi anlaşmasını imzaladı ve Ariel serisi uyduları, 1962, 1964 ve 1967 yıllarında yörüngeye oturttu.

1959'da yürürlüğe konan Avrupa Uzay Programı, Birleşik Krallık'ı AET'ye yakınlaştırdığı gibi Almanya'nın ulusal uzay programının önünü açan yönüyle önem taşıyordu (Sheehan, 2007). 1961'de Avrupa'da uzay araştırmalarını desteklemek amacıyla Eurospace organizasyonu kuruldu. Halen 17 devletten 3000 şirketin üyesi olduğu Eurospace, 2004'te Avrupa Havacılık ve Savunma Sanayii Derneği'ne (*AeroSpace and Defence Industries Association of Europe-AECMA*) adını aldı (ASD-Eurospace, 2025). 1962'de Avrupa devletleri uzay programlarını iki kuruluş üzerinden gerçekleştirme kararı aldılar. Bunlardan Avrupa Fırlatıcı Geliştirme Örgütü (*European Launcher Development Organisation-ELDO*) 1962 yılında; Avrupa Uzay Araştırmaları Kurumu (*European Space Research Organisation-ESRO*) ise 1964 yılında kuruldu. (ESA, t.y.). 1966'da İtalya-Frascati'de tesis edilen ve dünya gözlem uydularını takip eden Avrupa Uzay Araştırmaları Enstitüsü (*European Space Research Institute-ESRIN*) ESRO bünyesinde

yer aldı (ESA, 2018). 1967’de Almanya-Darmstadt’ta Avrupa Uzay Harekât Merkezi (*European Space Operations Centre–ESOC*) kuruldu.

1962’de İngiltere, Fransa, Almanya, İtalya, Belçika, Hollanda’nın üye ve Avustralya’nın gözlemci olarak oluşturduğu ELDO, Birleşik Krallığın 1960’da sonlandırdığı *Blue Streak* roketi projesinin yerini aldıysa da birkaç başarısız denemeden sonra 1964’te kurulmuş olan ve on Avrupa devletinin üye olduğu telekomünikasyon kuruluşu olan ESRO ile birleşerek 1975’te Avrupa Uzay Ajansı’nı (*European Space Agency–ESA*) oluşturdu (Krige ve Russo, 2000). Bu yeniden yapılanmadan sonra ESA, 1980’den itibaren Fransız *Arianespace* şirketinin geliştirdiği *Ariane* modeli taşıyıcı roketleriyle Dünya’daki iletişim uydularının yarısına yakınını uzaya yerleştirmiştir. 1978’de ESA, NASA, Birleşik Krallık’ın IUE fırlatma sistemi ve Kanada’nın iş birliği ile ilk yüksek yörünge teleskobunu uzaya gönderdi. 1983’te Almanya’dan Ulf Merbold, STS-9 Spacelab görevi sırasında ABD Uzay Mekiği’nde uçan ilk ESA astronotu oldu. 1986’da ESA, Giotto, Halley ve Grigg-Skejlerup kuyruklu yıldızlarını hedef alan ilk derin uzay görevini başlattı (ESA, t.y.).

2003’te ESA, yirmi yılı kapsayan uluslararası bir keşif programı için ilk tamamen Avrupa misyonu olan *Mars Express* yörünge aracı ve *Beagle 2* iniş aracını fırlattı. 2005 yılında, ESA’nın *Huygens* uzay aracı, Satürn’ün en büyük uydusu olan Titan’ın yüzeyine indi. Bu, Güneş Sistemi’nin dış kesimlerindeki bir gezegene inen ilk araç oldu. 2008’de ESA’nın *Columbus* laboratuvarı, uzay mekiği *Atlantis* ile Uluslararası Uzay İstasyonu’na (*International Space Station–ISS*) fırlatıldı. ESA artık ISS’nin operasyonları ve kullanımından tam sorumlu bir ortak haline geldi (ESA, t.y.).

Soğuk Savaş Sonrasında Uzay Yarışını Etkileyen Politik ve Askerî Gelişmeler

Sovyetler Birliği’nin 1991’de yıkılmasını takip eden ilk on yıl içinde ABD’nin askerî ve ekonomik başatlığında tek kutuplu bir dünya düzeni oluşmuştur. Bu dönemde üye devletlerin toprakları ve kuruluş antlaşmasında belirlenen alanlardaki geleneksel güvenlik anlayışına ilave olarak NATO 5. Madde Ötesi alanlarda güvenlik sağlamaya yönelmiş ve Soğuk Savaş’ın sonlarında 13 olan üye sayısını 2025 yılı itibarıyla 32’ye yükseltmiştir. 2000 yılından itibaren ise Rusya Federasyonu’nun yeniden toparlanması ve Çin’in ekonomik gücünün artmasının da etkisiyle dünya düzeni çok kutuplu bir nitelik kazanmıştır. Soğuk Savaş sonrası süreci, 1991-2000

arası ve 2001 sonrası olarak iki bölümde incelemek mümkündür. Bu dönemde kaydedilen askeri ve politik bölgesel gelişmelerin uzay yarışına dolaylı bir etkisi olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

1991-2000 yılları arasındaki dönemde NASA ve Ruscosmos gibi devlete bağlı uzay kuruluşlarının bütçelerinde kısıntıya gidilirken, ABD, Rusya, Avrupa, Japonya ve Kanada arasında iş birliğinin sonucu olarak Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) projesine olan ilgi artmıştır. 1990-91'deki Körfez Savaşı'nda, NATO'nun Sırbistan'a (1994), Afganistan'a (2001), ABD ve koalisyon ortaklarının Irak'a (2003), BM kararı ile Libya'ya (2011) müdahalesinde uzay konulu askerî maksatlı iletişim ve gözlem uydularının kullanılmış olması, Çin ve Hindistan başta olmak üzere diğer devletlerin bu alandaki ulusal girişimlerini teşvik etmiştir.

2001'den günümüze kadar olan dönemde uzay yarışını birbiriyle ilişkili dört dinamik şekillendirmiştir. Bunlardan birincisi, uzay komutanlıklarının kurulmasıdır. Bu alanda ABD, Rusya ve Çin'in faaliyetleri belirleyici olmuştur. İkincisi; uzay faaliyetlerinin ticarileşmesi, özel sektörün katılımının artmış olması ve sektörün büyümesidir. Üçüncüsü, devletlerin uzaya olan ilgilerinde kaydedilen artıştır. Dördüncüsü, geleneksel güvenlik amaçlı programlara ilave olarak, uzay araştırmalarının; Ay'ın keşfini, dış uzay araştırmalarını, çevre ve iklim çalışmalarını da kapsayacak şekilde iş birliği imkânlarının genişlemesidir.

Uzay Komutanlıklarının Kurulması

ABD, başlangıçta uzay ile ilgili askeri faaliyetlerini, Eylül 1985'te Hava Kuvvetleri Uzay Komutanlığı adıyla teşkil etmiştir. Daha sonra 1985'te ABD bu yapıyı Uzay Komutanlığı (*U.S. Space Command*-USSPACECOM) adıyla müşterek bir muharip komutanlık haline getirerek yeniden teşkilatlandırmıştır. Bir süre dağıldıktan sonra, USSPACECOM, ABD Savunma Bakanlığı'nın bir parçası olarak askeri uzay operasyonlarını denetlemek üzere 29 Ağustos 2019'da yeniden faaliyete geçirildi (*U.S. Space Command*, 2023). ABD ayrıca, 20 Aralık 2019'da Silahlı Kuvvetlerin uzay operasyonlarına özel olarak görevlendirilmiş olan ABD Uzay Kuvvetleri'ni kurdu. Bu, uzaya bir savaş alanı olarak stratejik bir odaklanma anlamına geliyordu (*U.S. Space Force*, 2023).

Rusya'nın uzay askeri kuvvetleri, Sovyetler Birliği'nin dağılmasından bu yana önemli örgütsel değişikliklere uğradı. Rus Uzay Kuvvetleri (VKS), başlangıçta 1 Şubat 1992'de Rus Silahlı Kuvvetleri'nin uzay kolu olarak

kuruldu. Ancak, 31 Aralık 2011’de dağıtıldı ve Rus Havacılık ve Uzay Kuvvetleri’ne entegre edildi. VKS, 1 Aralık 2019’da ayrı bir yapı olarak yeniden kuruldu (Russian Ministry of Defense, 2019).

Çin’in askeri uzay faaliyetleri, Aralık 2015’te kurulan Çin Halk Kurtuluş Ordusu Stratejik Destek Gücü (*People’s Liberation Army Strategic Support Force*–PLASSF) aracılığıyla yürütülmektedir. PLASSF, uzay, siber ve elektronik savaş yeteneklerini bir araya getirerek Çin’in uzayı askeri operasyonlar için stratejik bir alan olarak vurgulamasını yansıtmaktadır.

Avrupa Birliği ülkeleri ise uzay operasyonlarını 1975 yılında kurulan Avrupa Uzay Ajansı (ESA) aracılığıyla koordine etmektedirler. Ancak ABD veya Rusya ile kıyaslanabilir birleşik bir askeri uzay komutanlığına sahip değildirler.

Devletlerin Uzaya Olan İlgisinin Artması

Soğuk Savaş sonrası dönemde devletlerin uzaya olan ilgisinde önemli artış kaydedilmiştir. Devletlerin uzay çalışmalarına olan ilgisi, biri salt ulusal, diğeri ise uluslararası iş birliği boyutunda olmak üzere iki alanda gelişmiştir. Salt ulusal boyutlu uzay çalışmaları daha ziyade ulusal güvenlik ihtiyaçlarını karşılamaya yöneliktir. Bu ilgi, uzay programı olan devletlerin bütçelerinde kaydedilen artışlara ve uzay ile ilgilenen devletlerin sayılarındaki artışa yansımıştır. Uzay çalışmalarına tahsis edilen devlet bütçeleri hakkında muhtelif araştırmalar mevcut olmakla birlikte, bu araştırmalar birbirlerinden büyük farklılıklar göstermemektedir. Aşağıda bu araştırmalardan ikisine örnek olarak yer verilmiştir.

Space Foundation’un devletlerin uzay bütçelerine dair araştırması

Space Foundation’ın araştırmasına göre; devletlerin uzay programlarına yaptıkları harcamalar 2022 yılına göre %11’lik artış ile 125 milyar dolara ulaşmıştır. İncelemeye konu olan 54 devletten 42’si (%78) 2023 yılında bütçe artışına gitmiş olup, bu kapsamda önde gelen dokuz ülkenin (ABD, Çin, Japonya, Rusya, Avrupa Birliği, Fransa, Almanya, İtalya ve Güney Kore) bütçelerinde bir önceki yıla göre iki haneli artışlar kaydedilmiştir (Space Foundation Editorial Team, 2024). Bunlar arasında Japonya, Fransa ve Polonya uzay savunma harcamalarındaki radikal artışla dikkat

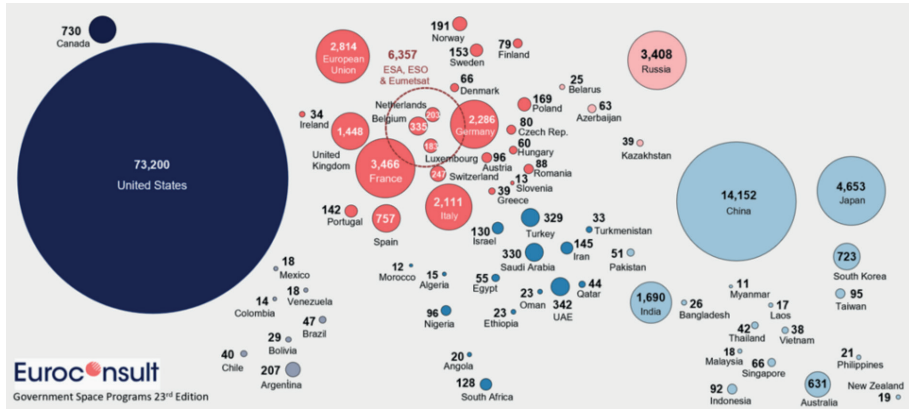
çekmekte olup, bütün devletlerin ortalama bütçe artışı %35 olarak kaydedilmiştir (Space Foundation Editorial Team, 2024).

Küresel ölçekte askerî/savunma maksatlı uzay bütçeleri 2023 yılında %18 artarak 57 milyar dolara ulaşmıştır. Bu oran hükümetlerin uzay harcamalarının toplamının %46'sına karşılık gelmektedir. Savunma harcamalarının %80'i ABD tarafından gerçekleştirilmiştir (Space Foundation Editorial Team, 2024).

Nocaspace'in devletlerin uzay bütçelerine dair araştırması

Pazar istihbaratı merkezi Nocaspace'in 90 devleti kapsayan araştırmasına göre ise 2023 yılı itibarıyla uzay yatırımlarının toplamı 117 milyar dolar olup bunun devletlere göre dağılımı aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 2.1 Devletlerin Uzay Harcamaları (milyar dolar)



Kaynak: (Novaspace, 2023).

Buna göre; 2023 yılında devletlerin uzay bütçeleri, bir önceki yıla kıyasla %15'in üzerinde bir artış kaydederek 117 milyar dolara ulaşmıştır. Yaklaşık 59 milyar dolarlık bir değerle (Space Foundation bu miktarı 57 milyar dolar olarak saptamıştır), savunma harcamaları sivil programlara yapılan yatırımları geride bırakmıştır. Bu kapsamda, telekomünikasyon, navigasyon ve dünya gözlemi gibi geleneksel uygulamalara yönelik fonlama son yıllarda istikrarlı bir şekilde artarken, en dikkat çekici artış güvenlik ve erken uyarı ile ilgili yatırımlarda kaydedilmiştir (Novaspace, 2023).

Öte yandan, sivil bütçelerdeki büyüme esas olarak mürettebatlı ve mürettebatsız bilimsel ve keşif programlarından kaynaklanmıştır. Bu kapsamdaki harcamaların büyük çoğunluğu ABD liderliğindeki Artemis programı

ve Çin'in IRLS girişiminden kaynaklanmaktadır. Bununla beraber, bu alanın sağladığı sosyo-ekonomik faydalar nedeniyle diğer devletlerin bu alana giderek daha fazla kaynak tahsis ettikleri saptanmıştır (Novaspace, 2023).

Uzay Araştırmalarının ve İş Birliği İmkanlarının Genişlemesi

Soğuk Savaş Dönemi'nde uluslararası rekabet ortamında gelişen uzay araştırmaları siyasi konjonktürdeki yumuşama ve yakınlaşmalara, uzay araştırmalarının yüksek maliyetinin birlikte yüklenilmesine ve bilgi paylaşımına olan ihtiyaca bağlı olarak süreç içerisinde iş birliği ortamına taşınmıştır. Bu kapsamdaki faaliyetler Ay'ın ve dış uzayın keşfi, çevre ve iklim araştırmaları alanlarında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ABD kaynaklı Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station-ISS) ve Artemis Programı öne çıkmaktadır.

Ay'ın keşfi

Ay'ın keşfine yönelik ilk girişimler 1950'li yılların sonlarında başlamıştır. SSCB, ilk dört fırlatmadaki başarısızlığın ardından 1959 yılında Luna 1 ile bu alanda öncü olmuştur. Her ne kadar Luna 1 Ay'a ulaşamamış ve gezegenin yakınından geçip gitmiş olsa da, Dünya'nın yerçekiminden kurtulan ilk uzay aracı olmuştur. Aynı yıl içinde Luna 2, Ay yüzeyine çarparak parçalanmıştır (Harvey, 2007). ABD'nin Ranger programının ilk denemeleri de teknik aksaklıklarla başarısız olmuştur. Nihayetinde Ranger 7, 1964'te Ay yüzeyinin yakın çekim görüntülerini başarıyla ileterek görevi tamamlamıştır (Dick ve Launius 2007).

Ay keşfinin ilk başarılı girişimi Apollo 11'dir. 20 Temmuz 1969 tarihinde NASA'nın Apollo programı kapsamında Neil Armstrong ve Buzz Aldrin, Ay yüzeyine ayak basarak insanlık tarihinde bir ilki gerçekleştirmiştir. Bu başarı, yörünge mekaniği, uzay aracı kenetlenmesi ve iniş prosedürleri gibi unsurların test edildiği birçok insanlı ve insansız görevle mümkün olmuştur (Chaikin, 1994). Apollo 11'i beş başarılı Ay inişi daha takip etmiş, ancak Apollo 13'te yaşanan patlama nedeniyle görev iptal edilmiş ve mürettebat zorlu koşullarda Dünya'ya geri dönmüştür (Lovell ve Kluger 1994).

SSCB her ne kadar insanlı Ay inişi gerçekleştirememişse de robotik keşiflerde önemli başarılar elde etmiştir. 1970 ile 1976 yılları arasında gerçekleştirilen Luna 16, 20 ve 24 görevleri, Ay yüzeyinden alınan toprak örneklerini Dünya'ya başarıyla getirmiştir (Siddiqi, 2000). Uzun bir duraklamanın

ardından, 21. yüzyılda Çin, Hindistan ve bazı özel girişimler Ay'a olan ilgiyi yeniden canlandırmıştır. Çin'in Chang'e programı, 2019 yılında Ay'ın karanlık yüzüne ilk yumuşak inişi gerçekleştirmiştir (Goswami ve Annadurai 2016). Her ne kadar Hindistan'ın 2019'da düşen Vikram aracı gibi başarısızlıklar yaşanmış olsa da, bu süreçte önemli ölçüde bilgi birikimi elde edilmiştir.

Sonuç

Soğuk Savaş'ın başlangıç evresinde uzay yarışı siyasi, ideolojik kampanyasının ABD ve SSCB arasında cereyan eden küresel hâkimiyet rekabetinin bir vasıtası olarak uygulamaya konmuştur. Bu evrede nükleer silahlanma ile uzay yarışı arasında sıkı bir etkileşim oluşmuştur. 1957 yılında Sputnik uydusunun fırlatılması, uzay yarışında Sovyetler lehinde ilk kırılma noktasını oluşturmuştur. ABD'nin Apollo 11 ile Ay'a insan indirmesiyle ise bu yarıştaki denge ABD lehine dönmüştür. Süreç içerisinde siyasi kutuplar arasında gerçekleştirilen yakınlaşma uzay yarışını iş birliği ortamına taşımıştır. 1972'de Amerikan ve Sovyet uzay araçlarının yörüngeye yerleştiği Apollo-Soyuz Test Projesi (ASTP) ile iş birliğinde bir dönüm noktası yaşanmıştır. Bu yakınlaşmaya rağmen uzay çalışmaları rekabetçi niteliğini bir şekilde muhafaza etmiştir. Bunun bir sonucu olarak ABD, 1983'te deklare ettiği Stratejik Savunma İnisiyatifi projesi ile askerî alanda durum üstünlüğünü ele geçirmiştir. Bu dönemde, Çin, Hindistan, İngiltere ve Fransa uzay çalışmalarına dahil olmuştur.

Soğuk Savaş sonrasında uzay yarışı, rekabet ortamında iş birliği çabalarına dönüşmüştür. Bu dönemde kaydedilen başlıca eğilimler; uzay kormutanlıklarının kurulması, uzay faaliyetlerinin ticarileşmesi, özel sektörün katılımının artmış olması ve sektörün büyümesi, devletlerin uzaya olan ilgilerinde kaydedilen artış ve uzay araştırmalarının çeşitlenmesi ve iş birliği imkânlarının genişlemesidir.

Kaynakça

- Aliberti, M. (2018). *India in Space: Between Utility and Geopolitics*. Chamridg: Springer International Publishing.
- ASD-Eurospace: Organisation, activities & added-value at your service. (2025). https://eurospace.org/wp-content/uploads/2025/01/january-2025_presentation-eurospace.pdf

- Australian Space Agency. (2023). *Australia's role in Artemis: Trailblazer lunar rover mission*. <https://www.space.gov.au/>
- Ball, S. J. (2009). *The Cold War: An International History, 1947-1991*, London: Bloomsbury Publishing.
- Berger, E. (2021). NASA selects SpaceX to land humans on the Moon. *Ars Technica*. <https://arstechnica.com/science/2021/04/nasa-selects-spacex-to-land-humans-on-the-moon/>
- Best, A., Hanhimaki, J., Maiolo, J. A., and Schulze, K. E. (2014). *International History of the Twentieth Century and Beyond*, 3rd Edition. New York: Routledge.
- Blue Origin. (2021). *New Shepard First Human Flight*. [https://www.blueorigin.com/](https://www.blueorigin.com;)
- Chaikin, A. (1994). *A man on the Moon: The voyages of the Apollo astronauts*. Viking.
- Chen, Y. (1991). China's Space Policy: A Historical Review. *Space Policy*. 7 (2).
- China Aerospace Science and Technology Corporation. (n.d.). History. <https://english.spacechina.com/n17138/n382513/index.html>
- Chunyuan, W. (July 1996). China's Space Industry and Its Strategy of International Cooperation. Stanford University Center for International Security and Arms Control. <https://fsi-live.s3.us-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/img-3261431-00012.pdf>
- Churchill, W. (1946). Churchill's Iron Curtain Speech. Westminster University. <https://www.wcmo.edu/about/history/iron-curtain-speech.html>
- CIA World Factbook. (2025). Field Listing Space agency/agencies. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/space-agency/agencies/>
- Colaprete, A., Schultz, P., Heldmann, J., Wooden, D., Shirley, M., Ennico, K., & Goldstein, D. (2010). Detection of water in the LCROSS ejecta plume. *Science*, 330(6003), 463–468. <https://doi.org/10.1126/science.1186986>
- Commercial Space Act of 1998 “Text - H.R.1702 - 105th Congress (1997-1998): Commercial Space Act of 1998.” October 28, 1998. <https://www.congress.gov/bill/105th-congress/house-bill/1702/text>
- CSA (Canadian Space Agency). (2022). *Canada's contribution to the Gateway: Canadarm3*. <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/>
- Dick, S. J., & Launius, R. D. (2007). *Societal impact of spaceflight*. NASA History Division. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/03/sp-4801.pdf>
- Dockrill, M. L. & Hopkins, M. F. (2006). *The Cold War, 1945-1991*, New York: Palgrave Macmillan, 2nd Edition.
- Elvis, M. (2014). How many ore-bearing asteroids? *Planetary and Space Science*, 91, 20–26.
- ESA (European Space Agency). (2018). 50 Years of ESRIN. https://www.esa.int/About_Us/ESRIN
- ESA (European Space Agency). (2023). *ESA's role in Artemis: Service Module and Gateway*. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Orion/ESA_supports_NASA_s_Artemis_Moon_missions

- ESA (European Space Agency). (t.y.) History of Europe in space. https://www.esa.int/About_Us/50_years_of_ESA/History_of_Europe_in_space
- European Space Agency. (2021). *International Space Station Facts and Figures*. ESA. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station
- European Space Agency. (2023). *International Space Station overview*. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station
- Federal Law on Commercial Space Activity (1997) https://www.jaxa.jp/library/space_law/chapter_4/4-1-1-5/index_e.html
- Garber, S. (2007). *Space Tourism: A Timeline*. NASA History Division. <https://history.nasa.gov>; NASA. (2006, 2006, 2009). *Human Spaceflight Missions*. <https://www.nasa.gov>
- Garwin, Richard L. “Purcell”s Work in Helping the Government”, (March meeting of the American Physical Society: Boston, MA, February 29, 2012) https://rlg.fas.org/Purcell_p1.pdf ;
- Goswami, J. N., & Annadurai, M. (2009). India’s Chandrayaan mission: Science objectives and instrumentation. *Current Science*, 96(4), 486–491.
- Handberg, R. (2006). *International Space Commerce: Building from Scratch*. Florida: University Press of Florida.
- Harvey, B. (2007). *Russian Planetary Exploration: History, Development, Legacy and Prospects*. Springer
- Hays, P. L. (1994). Struggling Towards Space Doctrine: U.S. Military Space Plans, Programs, and Perspectives during the Cold War, (Ph.D thesis: Fletcher School of Law and Diplomacy.
- Hein, A. M., Matheson, R., Reed, A., & Fries, D. (2020). Market analysis of space resources utilization. *Acta Astronautica*, 170, 156–170.
- Henry, E. C. (2018). *The United States of Sol: Privatization as a Tool of American Hegemony in the Solar System*. Master’s Thesis. University of Massachusetts. https://scholarworks.umb.edu/masters_theses/510
- Holloway, D. (2002). *Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy, 1939-1956*. New Haven: Yale University Press.
- JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). (2023). *JAXA’s participation in the Artemis program*. https://global.jaxa.jp/projects/iss_human/artemis/
- JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). (2023). *JAXA’s participation in the Artemis program*. <https://global.jaxa.jp/>
- Johnson, D. J. (1988). “The Impact of International Law and Treaty Obligations on United States Military in Space”, *High Technology Law Journal*, vol. 3:1 (1988).
- Johnson, L. B. (1967). “Remarks at the Signing of the Treaty on Outer Space.” Speech. Washington, DC, January 27, The American Presidency Project, <http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=28205>.

- Kennan, G. F. (February 22, 1946). 511 Sayılı Rapor (The Long Telegram). http://www.trumanlibrary.org/whistlestop/study_collections/coldwar/documents/pdf/6-6.pdf
- Kennedy, J. F. (1962). "Moon Speech – Rice Stadium," Houston, TX, September 12, 1962, NASA, <https://er.jsc.nasa.gov/sseh/ricetalk.htm>.
- Krige, J. & A. Russo (2000). "A History of the European Space Agency 1958–1987, Volume I: The story of ESRO and ELDO (1958–1973). European Space Agency. Retrieved August 20, 2015. <https://www.esa.int/esapub/sp/sp1235/sp1235v1web.pdf>
- Krikalev, S. (2019). *The International Space Station: Assembly, Operations, and Benefits*. *Acta Astronautica*, 159: 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.03.028>
- Launius, R. D., & Howard E. McCurdy. (2001). *Spaceflight and the Myth of Presidential Leadership*. Urbana: University of Illinois Press.
- Lightbody, B. (1999). *The Cold War*, New York: Routledge.
- Logsdon, J. M. (1999). *The Decision to Go to the Moon: Project Apollo and the National Interest*. Chicago: University of Chicago Press.
- Louts, I. V. (2004). "Space Cooperation Under Anarchy: Commercialization of Outer Space and Space Security in the Post-Cold War Era." PhD Thesis, Old Dominion University.
- Lovell, J., & Kluger, J. (1994). *Lost moon: The perilous voyage of Apollo 13*. Houghton Mifflin.
- Metzger, P. T., Muscatello, A. C., Mueller, R. P., & Mantovani, J. G. (2016). Affordable, rapid bootstrapping of the space industry and solar system civilization. *Journal of Aerospace Engineering*, 29(3).
- Miles, S. (2016). Envisioning Détente: The Johnson Administration and the October 1964 Khrushchev Ouster, *Diplomatic History*, 40 (4): 722-749.
- Mowthorpe, M. J. (2002). *The Militarisation and Weaponisation of Space*. PhD Thesis: University of Hull.
- NASA. (2001). *Human Spaceflight Missions*. <https://www.nasa.gov>
- NASA. (2020). *Artemis Accords: Principles for a Safe, Peaceful, and Prosperous Future in Space*. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords>
- NASA. (2022). *Artemis I mission overview*. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-i/>
- NASA. (2022). *Human Spaceflight Missions*. <https://www.nasa.gov>
- NASA. (2022). *International Space Station Overview*. NASA. https://www.nasa.gov/mission_pages/station/main/index.html;
- NASA. (2023). *The International Space Station: Facts and figures*. https://www.nasa.gov/mission_pages/station/overview/index.html
- NASA. (2023a). *Artemis Accords*. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/>
- NASA. (2023b). *Artemis partnerships with industry*. https://www.nasa.gov/exploration/artemis/industry_partnerships.html
- NASA. (2025). *Artemis Accords signatories*. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/>

- Novaspace. (2023). New historic high for government space spending mostly driven by defense expenditures. https://nova.space/press-release/new-historic-high-for-government-space-spending-mostly-driven-by-defense-expenditures/?utm_source=chatgpt.com
- Office of the Historian. (2017). “North Atlantic Treaty Organization (NATO), 1949”, National Aeronautics and Space Administration, <https://history.state.gov/milestones/1945-1952/nato> (Accessed on 10.07.2023).
- Peck, M. (2016). How much does the International Space Station cost? Space.com. <https://www.space.com/33648-international-space-station-cost.html>
- Pifer, S. (2017). *The future of US- Russia Nuclear Arms Control*, AIP Conference Proceedings 1898.
- Reagan, R. (1984) “Address before a Joint Session of Congress on the State of the Union,” Speech, Washington DC, January 25, 1984, The American Presidency Project, <http://www.presidency.ucsb.edu/ws>.
- Reuters. (2021). *Japanese Billionaire Returns from ISS*. <https://www.reuters.com>
- Riely, P. (2025). Timeline of the Space Race, 1957–69. Britannica. <https://www.britannica.com/story/timeline-of-the-space-race>
- Sagdeev, R. (2007). “Sputnik and the Soviets”. *Science*. 318 (5847): 51-52. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1149240?doi=10.1126%2Fscience.1149240>
- Russian Ministry of Defense. (2019). Announcement of re-establishment of the Russian Space Forces.”
- Sciolino, E. (1986). Satellite Sales Split Agencies. (August 31, 1988, Section D, Page 1). *New York Times*. <https://www.nytimes.com/1988/08/31/business/satellite-sales-split-agencies.html>
- Sheehan, M. (2007). *The International Politics of Space*. New York: Routledge.
- Sheetz, M. (March 2, 2023). “SpaceX launches Crew-6 mission for NASA, sending four more astronauts to the space station”. *CNBC*. <https://www.cnn.com/2023/03/02/spacex-launches-nasa-crew-6-mission.html> (Accessed on 22.07.2023)
- Siddiqi, A. A. (2000). “Chapter One: Presage”, *Challenge to Apollo: The Soviet Union and the Space Race, 1945–1974*, (Washington D.C: National Aeronautics and Space Administration, 2000).
- Sierra Space (August 22, 2022). “Sierra Space and Blue Origin Successfully Complete Orbital Reef System Definition Review”, *Sierra Space*. <https://www.sierraspace.com/newsroom/press-releases/sierra-space-and-blue-origin-successfully-complete-orbital-reef-system-definition-review/> (Accessed on 22.07.2023).
- Smith, M. (2020). NASA’s Artemis program: Landing the first woman and the next man on the Moon. *NASA Watch*. <https://www.nasawatch.com/archives/2020/10/nasa-artemis-first-woman.html>
- Space Capital, (June 20, 2019). “US Government Support of the Entrepreneurial Space Age”, *Space Angels*. <https://www.spacecapital.com/publications/us-government-support-of-entrepreneurial-space-age-nasa-jpl>

- Space Foundation Editorial Team. (2024, 18 July). "Space Foundation Announces \$570B Space Economy in 2023, Driven by Steady Private and Public Sector Growth" Space Foundation Press Releases. https://www.spacefoundation.org/2024/07/18/the-space-report-2024-q2/?utm_source=chatgpt.com
- Space Perspective. (2023). *A Journey to the Edge of Space*. <https://spaceperspective.com>
- SpaceX. (2021). *Inspiration4 Mission Overview*. <https://www.spacex.com>
- Stares, P. B. (1985). The Reagan Presidency: Towards an Arms Race in Space, 1981–1984. *Space Weapons and U.S. Strategy Origins and Development* (220-250). London: Routledge.
- Tertrais, B. (2005). Saving the NPT: Past and Future Non-Proliferation Bargains, *IEIA*: 1-13.
- Tetik, B. (2023). The Outer Space as a Domain of Competition and Cooperation from the Cold War to Today. Master Of Science in International Relations, The Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University.
- Treaty Between the United States of America and The Union of Soviet Socialist Republics on The Limitation of Anti-Ballistic Missile Systems (ABM Treaty). (t.y.) <https://2009-2017.state.gov/t/avc/trty/101888.htm#text>
- Tripathi, P. N. (Winter 2013). "Weaponisation and Militarisation of outer space". *CLAWS Journal* <https://indianarmy.nic.in/WriteReadData/Documents/Weaponisation.pdf>
- U.S. Congress (1998). Commercial Space Act of 1998, Public Law 105-303, 105th Congress. <https://www.congress.gov/105/plaws/publ303/PLAW-105publ303.pdf>
- U.S. Congress, Senate. (1990). National Aeronautics and Space Administration Authorization Act, Fiscal Year 1991, 101st Congress, introduced into Senate March 9, 1990, <http://www.congress.gov/bill.101st-congress/senate-bill/2287>.
- U.S. DoS (United States Department of State). (2018). Milestones in the History of U.S. Foreign Relations, Milestones: 1969–1976, Strategic Arms Limitations Talks/Treaty (SALT) I and II. Office of the Historian, Foreign Service Institute. <https://history.state.gov/milestones/1969-1976/salt>
- U.S. Government Accountability Office. (2020). *NASA: Assessments of major projects*. GAO-20-405. <https://www.gao.gov/products/gao-20-405>
- U.S. Space Command. "History and Mission." (2023). <https://www.spacecom.mil/About-Us/History/>.
- U.S. Space Force. (2023). About the U.S. Space Force. <https://www.spaceforce.mil/About-Us/>.
- United Nations. (1967). Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>
- Urban, T. (2024). List of countries with space programs. STARLUST. <https://starlust.org/list-of-countries-with-space-programs/>

- Uri, J. (2019). 50 Years Ago: After Apollo, What? Space Task Group Report to President Nixon. National Aeronautics and Space Administration, (September 18, 2019). <https://www.nasa.gov/feature/50-years-ago-after-apollo-what-space-task-group-report-to-president-nixon>
- Van Nimmen, J., and Leonard C. Bruno, with Robert L. Rosholt (1976). *NASA Historical Data Book 1958–1968*. Vol. I: (rev. ed. 1988) NASA Resources, p.3. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/04/sp-4012v1.pdf?emrc=8c55eb>
- Virgin Galactic. (2021). *Unity 22 Mission*. <https://www.virgingalactic.com>

UZAY BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİNDEKİ GELİŞMELER

Oktay Bingöl*

Giriş

Bilim, insanlığın evreni anlama uğraşında yüzyıllardır önemli rol oynamış, evrenin bilinmezliklerinin bir kısmını ortaya çıkarmış ve Dünya'nın Aristo'nun M.Ö. 4. yüzyılda öne sürdüğü gibi evrenin merkezi olmadığını, Güneş Sistemi'nin bir parçası olarak onun etrafında dönen bir gezegen olduğunu kanıtlamıştır.

Uzay çalışmaları, insanlığın teknolojik bilgi birikimini ve yenilik kapasitesini artıran en önemli itici güçlerden biridir. Uzayın keşfi ve kullanımı için gerekli olan zorlayıcı koşullar, ileri Ar-Ge faaliyetlerini teşvik etmiş ve birçok yeni teknolojinin doğuşuna neden olmuştur. Soğuk Savaş döneminin uzay yarışı, roket tasarımından bilgisayar mühendisliğine, malzeme biliminden iletişim teknolojilerine kadar pek çok alanda atılım sağlamıştır (Johnson-Freese, 2017). Günümüzde de uzay endüstrisi, yüksek teknolojinin sınırlarını zorlamaya devam etmekte ve geliştirdiği çözümler sivil sektöre yayılmaktadır.

Uzay projeleri, yüksek risk ve yüksek maliyetli girişimler olduğundan, bu alanda başarılı olabilmek için sürekli araştırma ve geliştirme gereklidir. Örneğin, derin uzaya gidecek bir uzay aracı için hafif ama dayanıklı yeni alaşımların, mikrogravitede çalışacak hassas cihazların veya otonom navigasyon sistemlerinin geliştirilmesi gereklidir. Bu ihtiyaçlar aslında malzeme bilimi, elektronik, yapay zekâ, robotik ve daha birçok teknolojik disiplinde ilerlemelere yol açmaktadır. NASA ve ESA gibi kurumların yürüttüğü projeler sayesinde yeni nesil sensörler, güçlü bilgisayar sistemleri, verimli itki motorları ve enerji sistemleri geliştirilmektedir. Örneğin, Mars keşif araçları için geliştirilen yapay zekâ algoritmaları ve robotik teknolojileri, dünyada sürücüsüz araç çalışmalarına ve endüstriyel otomasyona katkıda bulunmuştur (NASA, 2025). Benzer şekilde, uzay ortamında çalışmak üzere

* (E) Tuğgeneral Prof. Dr., fertel1999@gmail.com ORCID: 0000-0002-4794-5656

geliştirilen hafif güneş panelleri veya piller, dünyada temiz enerji teknolojilerinde kullanılmaktadır (NASA, 2025).

Diğer taraftan, bilimin evreni anlamaya yönelik yaklaşık 2000 yıllık yolculuğu gözlemler, teori ve modelleme vasıtasıyla kademeli olarak ilerlemiştir. Güneş Sistemi ve ötesinin gözlemi, genellikle teleskoplar ve uzay araçları kullanılarak uzaktan gerçekleştirilmiştir. Son zamanlarda, daha detaylı inceleme için Dünya'ya malzeme getirmek amacıyla sınırlı sayıda örnek getirme görevi de gerçekleştirilmiştir. Önümüzdeki on yıllarda uzay biliminin nasıl gelişebileceğine dair bir fikir edinmek için hâlen kullanılan araçlar ve tasarım sürecinde projelere göz atmak yararlı olacaktır.

Uzay Biliminde Sıçrama: Özel Sektörün Uzay Alanında Girişi

Özel sektörün uzay alanına girişi, teknolojik inovasyonu daha da hızlandırmıştır. SpaceX'in yeniden kullanılabilir roket geliştirme çabası, klasik roket mühendisliği anlayışını değiştirmiş ve fırlatma endüstrisinde devrim yaratmıştır. Günümüzde tekrar kullanılabilen roket motorları ve dikey iniş teknolojileri üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Roket teknolojisindeki bu atılım, uzaya erişimi kolaylaştırdığı için sadece ekonomik açıdan değil, teknolojik öğrenme açısından da değerlidir (Bowen, 2020). Uzay alanındaki Ar-Ge faaliyetleri ulusal teknolojik yetkinliğin bir vitrini olarak da görülmeye başlanmıştır. Büyük devletlerin yanında gelişmekte olan devletler de uzay programlarına yatırım yaparak yüksek teknoloji sektörlerini canlandırmayı ve uluslararası arenada prestij kazanmayı amaçlamaktadır (Goswami & Garretson, 2020).

Uzay araştırmalarının belki de en somut getirilerinden biri, geliştirilen teknolojilerin sivil hayata uyarlanması yoluyla ortaya çıkmaktadır. Bu tür teknolojik yan ürünlere literatürde "spin-off" denmektedir. NASA'nın Teknoloji Transfer programı kapsamında yayınladığı verilere göre, NASA tarafından uzay görevleri için geliştirilmiş 2000'den fazla teknoloji, daha sonra özel sektör tarafından kullanılarak günlük hayatı iyileştiren ürün ve hizmetlere dönüştürülmüştür (NASA, t.y.). Bu spin-off örnekleri oldukça çeşitlidir:

Malzeme ve sağlık: Astronotların kemik kaybını önlemek için geliştirilen yöntemler osteoporoz tedavisinde kullanılmış, uzay giysileri için tasarlanan güçlü esnek malzemeler yangın söndürme kıyafetlerine uyarlanmıştır.

Tüketici ürünleri: Konforlu ama dayanıklı köpük malzeme ihtiyacından doğan *memory foam* (hafızalı sünger) teknolojisi bugün yatak ve koltuklarda

yaygındır. Gıda saklama ve su filtrasyonu konusunda uzay görevlerinden elde edilen teknikler, evlerimizdeki su arıtma cihazlarından ambalaj teknolojilerine kadar girmiştir.

Dijital ve iletişim teknolojileri: İlk iletişim uyduları ve Apollo bilgisayarları için geliştirilen mikroelektronik teknolojiler, modern bilgisayarların ve cep telefonu bileşenlerinin temellerini atmıştır. CCD sensör¹ gibi dijital kamera teknolojileri Hubble Teleskopu'ndan akıllı telefon kameralarına kadar uzanan bir etkiye sahiptir (NASA, 2025).

Havacılık ve ulaşım: Uçaklarda ve otomobillerde kullanılan gelişmiş yalıtım malzemeleri ve lastik bileşikler, Ay modülü ve uzay mekiği projelerinin bir yan ürünüdür. GPS uydu sistemi başlangıçta askerî bir uzay teknolojisiyken, bugün bütün dünyada araç navigasyonundan lojistik takibe, akıllı telefon uygulamalarına kadar pek çok sivil kullanıma temel oluşturmuştur (Johnson-Freese, 2017). Bu örnekler, uzay çalışmalarının geniş bir inovasyon ekosistemi yarattığını göstermektedir. Uzay ajansları her yıl “spin-off” raporları yayımlayarak, uzay teknolojilerinin toplum yararına nasıl dönüştüğünü vurgulamaktadır (NASA, 2025).

Ayrıca uzay sektöründe gelişen teknolojiler, diğer yüksek teknoloji sektörlerinde çarpan etkisi yaratır. Örneğin, bir ülkede aktif bir uzay lansman sektörü varsa, bu sektör yan sanayi olarak malzeme, yazılım, yapay zekâ, telekomünikasyon gibi alanlarda da sipariş ve AR-GE talebi oluşturur. OECD'nin uzay ekonomisi raporları, uzay yatırımlarının verimlilik artışı ve yenilik kapasitesi açısından ekonomiye olumlu yansımaları olduğunu belirtmektedir (OECD, 2023). Bu yüzden uzayı bir teknoloji ve inovasyon motoru olarak gören ülkeler, uzay faaliyetlerine stratejik yatırım kalemi olarak yaklaşır.

Uzayı Keşfetme Araçlarında Gelişim

Teleskoplar

Teleskoplar, insanların uzayı keşfetmek için kullandığı ilk araçları oluşturur ve yer tabanlı ve uzay tabanlı olmak üzere iki ana kategoride toplanır. Yer tabanlı teleskopların yapımı çok daha ucuz ve onarımı daha

1 CCD (Charge-Coupled Device - Yük Bağlantılı Cihaz) sensör, dijital fotoğraf makineleri, kameralar ve tarayıcılarda ışığı (fotonları) algılayıp elektrik sinyallerine (elektronlara) dönüştürerek görüntü oluşturmaya yarayan silikon tabanlı, yüksek hassasiyetli bir entegre devre teknolojisidir.

kolaydır. Ancak, spektrumun belirli kısımları, yani gama ışınları, X ışınları, kısa dalga boylu morötesi, uzun radyo dalgaları ve kızılötesi, dünya atmosferi tarafından engellenir ve bu da bu yer tabanlı teleskopların görebileceklerini sınırlar. Uzay tabanlı teleskoplar, elektromanyetik spektrumun bu alanlarını açarak, daha geniş uzay bölgelerinin gözlemlenmesine olanak tanır. Ayrıca uzaydaki düşük yerçekimi, büyük ve hassas teleskopik yapıların konuşlandırılmasına olanak tanır.

Dünyanın en büyük yer tabanlı teleskobu, Çin'in Guizhou kentinde bulunan ve kozmik radyo dalgalarını da tespit eden Beş Yüz Metrelik Açıklıklı Küresel Radyo Teleskobu'dur (FAST).

Görsel 3.1: The Five hundred meter Aperture Spherical Telescope (FAST)



Kaynak: <https://earthsky.org/todays-image/china-five-hundred-meter-aperture-spherical-telescope/>

Uzay tabanlı teleskoplar, Dünya'nın atmosferik müdahalesinden bağımsız olarak gök cisimlerinin ve olgularının gözlemlenmesini sağlayan yörüngeye yerleştirilmiş astronomik araçlardır. Bu teleskoplar, uzak yıldızlar, galaksiler ve diğer kozmik varlıklar hakkında veri toplamak için görünür ışık, morötesi, X-ışını ve kızılötesi dahil olmak üzere çeşitli elektromanyetik radyasyon biçimlerini kullanır. Işığın sınırlı hızı nedeniyle, gözlemler evrenin geçmişine dair bilgiler de sağlayabilir ve milyarlarca yıl önce uzak

cisimlerin nasıl görüldüğünü ortaya çıkaran bir zaman makinesi görevi görebilir. Tarihsel olarak, uzay tabanlı teleskopların gelişimi, 1990 yılında fırlatılan Hubble Uzay Teleskobu'nu da içeren NASA'nın Büyük Gözlemevleri Programı gibi projelerle 20. yüzyılın ortalarında başlamıştır (Hubble Uzay Teleskobu, NASA Science, t.y.).

Görsel 3.2: Hubble Uzay Teleskobu



Kaynak: <https://enerjikaynagim.com/hubble-uzay-teleskobu-nedir/>

Hubble ve Chandra X-ışını Gözlemevi (Chandra X-ışını Gözlemevi, NASA Science, t.y.) ve Spitzer Uzay Teleskobu (Spitzer Uzay Teleskobu, NASA Science, t.y.) gibi diğer gözlemevleri, çığır açan keşiflerde bulunarak evren ve evrimi hakkındaki anlayışı genişletmiştir. Bu teleskopların katkıları, yalnızca bilimsel araştırmaları geliştirmekle kalmamış, aynı zamanda dünyada pratik uygulamaları olan yeniliklere de yol açmış, kozmos anlayışını önemli ölçüde şekillendirmiş ve dünya çapında farklı kitleler arasında astronomiye olan ilgiyi artırmıştır.

Önümüzdeki on yıllarda uzay tabanlı teleskopların gelişmeye devam edeceği, bu kapsamda; Gezegen Geçişleri ve Yıldız Salınımları (PLATO), Nancy Grace Roman Uzay Teleskobu, Spektr UV, NewAthena, Yaşanabilir Dünyalar Gözlemevi (Habitable Worlds Observatory) ile Uzak Kızılötesi Büyük Gözlemevi (Far-Infrared Great Observatory) gibi teleskopların ve gözlemevlerinin kullanıma alınacağı değerlendirilmektedir (Space 2075: 26-27).

İnsansız uzay araçları (sondalar)

İnsansız (mürettebatsız) uzay aracı, içinde insan bulunmayan uzay araçlarıdır. Bu araçlar, uzaktan kumanda veya uzaktan rehberlik gibi insan müdahalesinden bağımsız olarak değişen seviyelerde özerkliğe sahip olabilir. Ayrıca, önceden programlanmış bir işlem listesine sahip olduklarında özerk hareket edebilirler. İnsansız uzay araçları, Güneş Sistemi'ndeki nesnelere inceler ve Voyager 1 ve Voyager 2 örneğinde olduğu gibi, Güneş Sistemi'nin ötesine, yıldızlararası uzaya seyahat ederler. Yapacakları görevler için çeşitli bilimsel cihazlarla donatılarak radyasyon seviyeleri, manyetik alanlar ve atmosfer bileşimi gibi çok çeşitli değişkenler hakkında veri toplayabilmeleri mümkündür.

İnsansız uzay araçları işlevlerine göre farklı türler oluşturur. *Flyby* (Gezinti sondası), bir astronomik cismin yanından geçer, ancak yörüngesine oturmaz özelliğe sahiptir. *Orbiter* (Yörünge aracı), bir astronomik cismin yörüngesinde dönen bir sondanın parçasıdır. İniş aracı (*Lander*), bir astronomik cismin yüzeyine inen bir sondanın parçasıdır. Gezici (*Rover*), astronomik cismin katı yüzeyinde hareket etmek için araç görevi görecektir şekilde tasarlanmıştır. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve NASA'nın 2026'dan itibaren farklı periyotlarla hizmete alacağı *JUICE*, *EnVision*, *Psyche*, *Comet Interceptor*, *Dragonfly* isimli insansız araçların bu alandaki çalışmalarına derinlik kazandıracığı kıymetlendirilmektedir (Space 2015: 29-30).

Örnek Getirme Görevleri

Örnek getirme görevleri, gezegenler, uydular, asteroitler ve kuyruklu yıldızlar gibi Dünya dışı cisimlerden örnek toplamak ve bunları kapsamlı analiz için dünyaya getirmek üzere robotik uzay araçları göndermeyi içerir. Örnekleri uzaydan dünyadaki laboratuvarlara getirmek, yerinde analize göre bazı önemli avantajlar sağlar.

İlk örnek getirme görevleri, Ay'dan elle örnek toplayan insanlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Zamanla bu görevler örnek alma mekanizmaları taşıyan uzay araçlarına devredilmiştir. Uzaktan kumandalı robotik sistemler, Güneş ve Ay'dan asteroitlere ve gezegenlere kadar çeşitli gök cisimlerinin jeolojik ve kimyasal geçmişleri hakkında uzun süredir devam eden soruları yanıtlamamızı sağlayan örneklerle doğrudan erişim sağlarlar. Dünya dışı örnekler ayrıca gezegensel cisimlerin yaşanabilirliği hakkında da fikir verir ve Dünya'nın Güneş Sistemi'ndeki tek görünür yaşam destekleyici

gök cisimi hâline nasıl geldiğini anlamamıza yardımcı olur. Ayrıca, dünyaya yakın kozmik nesnelere kaynaklanabilecek potansiyel tehditleri tahmin etmeye ve azaltmaya yardımcı olurlar (Davidson & Barnes, 2024).

1969'dan beri, Ay'dan, iki asteroitten, Wild 2 kuyruklu yıldızından ve Güneş rüzgarından kozmik materyaller robotik uzay araçları veya astro-notlar tarafından toplanarak dünyaya getirilmiştir. NASA ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) arasında 2020'de fırlatılan Perseverance gezgini tarafından toplanan örneklerin Mars'tan Dünya'ya geri getirilmesi için yapılan bir iş birliği, mali zorluklara karşın devam etmektedir. Bu görev, Mars'ın jeolojisi, iklimi ve geçmiş yaşam potansiyeli hakkındaki kritik soruları yanıtlamayı amaçlamaktadır (Mars Sample Return. ESA, t.y.). NASA tarafından fırlatılan OSIRIS-REx uzay aracı, Bennu asteroidinden geri dönerek dünyada yaşamın nasıl ortaya çıkmış olabileceğine dair veriler sağlamıştır. Çin, Ay'ın karanlık yüzünden ilk örneği toplayarak, dünyanın en yakın komşusunun nasıl oluştuğuna dair bilgilerin ortaya konmasını sağlamıştır (Space 2075: 29-30).

Örnek getirme görevleri kapsamında bir seçenek, örnekleri daha zayıf yerçekimine sahip Ay gibi daha uygun yerlere taşımaktır. Ancak araştırma laboratuvarlarını diğer gezegensel cisimlerde kurmanın maliyeti mevcut durumda yüksektir. İlerleyen dönemlerde uluslararası iş birliği ve koordinasyonla, Güneş Sistemi genelinde farklı koşullar ve konumlarda laboratuvarlar inşa edilerek yeni uzay araştırma merkezleri ağı oluşturulması mümkündür. Bu tür araştırma merkezleri, robotların ve insanların birlikte çalıştığı yörünge tesislerini içerebilir. Ay, Mars ve bilimsel açıdan yüksek ilgi gören diğer gök cisimleri, çeşitli türlerde laboratuvarlara ve teleskoplara ev sahipliği de yapabilir. İlerleyen yıllarda uzayda yaygınlaşacak sistemler arasında Güneş Sistemi genelinde çeşitli iletişim ağlarının teşkil edilmesi ve bilgi paylaşımı da mümkün olabilecektir. Bu yeni araştırma kabiliyeti, mevcut veri kümelerini genişletecek ve çeşitli bilimsel alanlarda daha sağlam sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

Fırlatma Teknolojileri ve Uzay Araçlarında Gelişim ve Gelecek

Uzay sektöründeki hızlı değişimler, fırlatma teknolojilerinde ve uzay araçlarında önemli gelişmelere yol açmaktadır. Uzay araçlarının fırlatılarak yörüngelerine ulaştırılması yüksek maliyetlerine ilaveten yüksek teknoloji gerektirmesi nedeniyle uzay biliminin evriminde belirleyici rol oynamıştır.

Dünya'nın güçlü bir kütleçekim kuvveti vardır; bu da bir uzay aracının yörüngesinden çıkıp Güneş Sistemi'ne doğru hareket etmesi için muazzam miktarda enerjiye ihtiyaç duyduğu anlamına gelir. Dünya'nın yerçekim kuvvetinden kurtulmak için gereken hız olan kaçış hızı saatte 40.000 km'dir (Davis, 2003). Uzaya fırlatılan bir cisim bu hıza ulaşamazsa, Dünya'nın çekiminden kurtulmak için yeterli enerjiye sahip olmayacak ve ne kadar hızlı hareket ettiğine bağlı olarak, Dünya'nın etrafında bir yörüngeye girecek veya yüzeye geri düşecektir. Çeşitli yüksek enerjili itici yakıtlar kullanan roketler zaman içinde önemli ölçüde gelişmiştir. Roketler, çeşitli amaçlar için uzaya kargo taşır. Yük ne kadar ağırsa, onu Dünya yüzeyinden kaldırmak için o kadar fazla enerji ve daha büyük fırlatma roketleri gerekir. Buna karşılık, daha büyük roketler yolculuk boyunca daha fazla yakıt taşımak zorundadır ve bu da daha fazla itme gücü gerektirir. Yani yakıt taşımak için yakıta ihtiyaç vardır. Bu nedenle, yükün kütlesini en aza indirmek ve roketlerin gerekli yörüngeye ulaşmak için yakıt verimliliğini ve kapasitesini optimize etmek için yoğun araştırmalar yapılmıştır.

Uzaya bir roket fırlatmanın maliyeti, uzun zamandır uzay araştırmaları ve Alçak Dünya Yörüngesi (LEO) ve ötesinde ticari kullanım için en büyük engellerden biri olmuştur. On yıllar boyunca teknolojik gelişmeler, artan rekabet ve yeniden kullanılabilir fırlatma sistemleri, uzay erişiminin fiyat yapısını önemli ölçüde değiştirmiştir.

Uzay yarışının erken dönemlerinde, roket fırlatmaları devlet destekli ve son derece maliyetliydi. Örneğin, Apollo görevlerini Ay'a taşıyan Saturn V, 1969 yılında fırlatma başına yaklaşık 185 milyon dolara mal olmuştur. Bu, enflasyona göre ayarlandığında bugün 1,5 milyar doların üzerine denk gelmektedir (NASA, 2014). Bu maliyetler özel mühendisliğin, tek seferlik üretimin ve yeniden kullanılabilir teknolojinin eksikliğinden kaynaklanıyordu.

1980'ler ve 1990'larda, uzay mekiği gibi kısmen yeniden kullanılabilir sistemlerin ortaya çıkmasıyla fırlatma maliyetleri düşmeye başladı. Yeniden kullanılabilir olmasına rağmen, mekiğin ortalama maliyeti, yenileme ve bakım ihtiyaçları nedeniyle fırlatma başına yaklaşık 450 milyon dolar gibi yüksek bir seviyede kaldı (Logsdon, 2011). Bu dönemde LEO'ya fırlatma maliyetleri kilogram başına ortalama 10.000 ila 18.000 dolar arasındaydı (Wertz, Everett ve Puschell, 2011).

Günümüzde fırlatma pazarı, devlet kurumları, ticari sağlayıcılar ve özel uzay şirketleri de dahil olmak üzere önemli ölçüde daha çeşitlidir. En çarpıcı gelişmelerden biri, kısmen ve tamamen yeniden kullanılabilir roketlerin

kullanımı olmuştur. Örneğin, *SpaceX*'in Falcon 9'u, LEO fırlatma maliyetlerini yirmi yıl önce kilogram başına 10.000 doların üzerinden günümüzde 2.600 dolara kadar düşürmüştür (SpaceX, 2023).

Roket boyutu ve türü, genel olarak küçük kaldırma kuvveti (<2.000 kg LEO), orta kaldırma kuvveti (2.000-20.000 kg) ve ağır kaldırma kuvveti (>20.000 kg) olarak tanımlanır ve maliyeti doğrudan etkiler. *Rocket Lab*'ın Electron (~300 kg LEO) gibi küçük kaldırma kuvveti fırlatıcılarının fırlatma başına maliyeti yaklaşık 7 milyon dolar olup, bu da kg başına yaklaşık 23.000 dolara denk gelmektedir (Rocket Lab, 2023). *SpaceX*'in Falcon 9 (~22.800 kg LEO) gibi orta kaldırma kuvveti fırlatıcılarının fırlatma başına maliyeti 67 milyon dolar veya kg başına yaklaşık 2.600 dolardır (SpaceX, 2023). *Falcon Heavy* ve ULA'nın *Delta IV Heavy*'si de dahil olmak üzere ağır kaldırma kuvveti fırlatıcılarının maliyeti 90 milyon dolardan 400 milyon doların üzerine kadar değişmektedir ve kg başına maliyetler yük kütlesine ve yeniden kullanılabilirliğe bağlı olarak değişmektedir. *Falcon Heavy*, tüm elemanlar kurtarıldığında LEO'ya kg başına yaklaşık 1.500 dolar fiyat belirtmektedir (SpaceX, 2023; ULA, 2022).

Yörünge varış noktası da maliyeti önemli ölçüde etkilemektedir. LEO'nun (200-2.000 km irtifa) en uygun fiyatlısı, örneğin Falcon 9 için, kg başına 2.600 dolardır. Jeostasyonel Transfer Yörüngesi'nin (GTO) artan enerji ihtiyaçları nedeniyle maliyetleri daha yüksektir ve ticari yükler için genellikle kg başına 6.000-10.000 dolardır (BryceTech, 2023). Ay ve gezegenlerarası görevler çok daha pahalıdır. NASA'nın Uzay Fırlatma Sistemi (SLS) ile gerçekleştirdiği Artemis-I Ay görevinin tahmini maliyeti fırlatma başına 4,1 milyar dolar veya kg başına yaklaşık 58.000 dolardır (GAO, 2023). Mars görevleri genellikle görev başına yüz milyonlarca ila milyarlarca dolara mâl olsa da *SpaceX*, *Starship* ile bu maliyeti düşürmeyi hedeflemekte ve gelecekte fırlatma başına 10 milyon doların altında bir maliyet öngörmektedir (Musk, 2022).

Özellikle yeniden kullanılabilir roketler nedeniyle fırlatma fiyatlarındaki keskin düşüş, uydu takımı yıldızları, uzay turizmi ve Ay görevlerinde büyümeyi hızlandırmıştır. *SpaceX*, *Rocket Lab* gibi şirketler ve *Relativity Space* ve *Firefly Aerospace* gibi yeni sağlayıcılar daha fazla inovasyona öncülük etmekte; NASA ve ESA, maliyetleri düşürmek için giderek daha fazla ticari fırlatma sağlayıcısıyla sözleşme imzalamaktadır. Geleceğe bakıldığında, *SpaceX*'in *Starship*'i (geliştirme aşamasında) gibi tamamen yeniden kullanılabilir sistemler, fırlatma maliyetlerini kg başına 500 doların altına

düşürmeyi ve böylece uzayda Mars'ı kolonileştirme ve endüstriyel faaliyetlere olanak sağlamayı hedeflemektedir (Musk, 2022). Bu, tüm sistemlerde ve anlayışlarda büyük bir değişim anlamına gelmektedir.

Alternatif Fırlatma Yöntemleri

Son on yılda, uydu fırlatma teknolojileri, uygun maliyetli, verimli ve çevre dostu yöntemlere duyulan ihtiyaç nedeniyle önemli ölçüde gelişmiştir. Roketler için kimyasal itici güce ihtiyaç duymayan alternatif fırlatma yöntemleri araştırılmaktadır. *SpinLaunch* şirketi, geleneksel roketlere alternatif olarak elektrikle çalışan vakumlu, santrifüjlü kinetik fırlatıcı üzerinde araştırmalar yürütmüştür (Shavit, 2025). Ancak kimyasal roket kullanılmadan Alçak Dünya Yörüngesi'ne giriş için gereken 7 km/s hıza ulaşmak henüz mümkün olmamıştır.

SpaceX ve *Blue Origin* şirketleri yeniden kullanılabilir roketler geliştirmektedir. *SpaceX*'in Falcon 9'u, roketin ilk aşamasının fırlatıldıktan sonra dünyaya geri inmesini ve sonraki fırlatmalarda yeniden kullanılmasını sağlayarak uydu fırlatma endüstrisinde devrim yaratmıştır (Falcon 9-SpaceX, 2025). Benzer şekilde, *Blue Origin* şirketi yeniden kullanılabilir yörünge altı roketleri geliştirmiştir. Şirketin New Shepard'ı ayrıca yükleri uzayın sınırına taşıma ve yeniden kullanılabilir roket aşamalarını gelecekteki uçuşlar için indirme becerisini de kanıtlamıştır (New Shepard-Blue Origin, 2025). Yeni Zelanda merkezli *Rocket Lab* şirketi ise küçük uydu fırlatmaları için özel olarak tasarlanmış Electron roketini geliştirmiştir. Bu roket, daha küçük yükler için uzaya hızlı ve düşük maliyetli erişime odaklanmaktadır. *Rocket Lab* ayrıca, roketin ilk aşamasını havada helikopterle kurtarmaya çalıştıkları kısmi bir yeniden kullanılabilirlik programı üzerinde çalışmaktadır (Rocket Lab-Electron Rocket, 2025).

Relativity Space isimli firma, 3D baskısıyla Terran 1 roketini yaparak roket üretiminde farklı bir teknolojik gelişmeye öncülük etmiştir. Şirket, motorları da dahil olmak üzere roketin neredeyse tamamının 3D baskı ile üretildiğini iddia etmektedir (The First 3D Printed Rocket, t.y.). Bu yaklaşım, daha hızlı ve daha esnek üretime olanak tanırken geleneksel üretimle ilişkili maliyetleri de düşürmektedir.

Roketlerde katı ve sıvı yakıtların çeşitli yönlerini birleştirerek daha kontrol edilebilir ve verimli bir fırlatma sistemi oluşturan hibrit roket tahrikine

artan bir ilgi vardır. Örneğin, *Virgin Galactic*'in SpaceShip2 roketi hibrit motor kullanmaktadır (Virgin Galactic, t.y.).

Araştırmacılar, henüz deneysel aşamalarda olsalar da lazer tahrik ve mikrodalga tahrik teknolojileri üzerinde çalışmaktadır. Bu sistemler, uzay aracını itmek için yer tabanlı lazerler veya mikrodalga ışınları kullanacak, böylece yerleşik yakıt ihtiyacını azaltacak ve potansiyel olarak yörüngeye ulaşmak için daha sürdürülebilir ve verimli bir yol sunacaktır.

Momentus Space ve benzer şirketler uyduları ilk dağıtım yerlerinden son yörüngelerine taşımak üzere tasarlanmış uzay araçları olan uzay römorkörleri geliştirmektedir (Missions-Momentus Space, t.y.). Bu römorkörler, uyduların taşınması gereken yakıt miktarını azaltarak fırlatmaları daha verimli ve esnek hale getirebilir.

Uzay Asansörleri

Bilimkurgu yazarı Arthur C. Clarke tarafından 1970'lerde kaleme alınan, ancak kökleri 19. yüzyılın sonlarındaki bilimsel düşünceye dayanan bir uzay asansörü, Dünya yüzeyinden uzaya bir kablo hattı üzerinden malzeme taşımak için tasarlanmış elemandır. Temel fikir, uzay asansörünü uydular veya kargo gibi yükleri, geleneksel roket fırlatmalarına gerek kalmadan uzaya taşımak için kullanmaktır. Çoğu uzay asansörü konseptinin merkezinde, ekvatordaki bir noktaya sabitlenen ve jeostatik yörüngeye veya ötesine kadar uzanan ultra güçlü, hafif bir bağlantı kablosu bulunur (Wright, vd., 2023). Kablo, bir uzay istasyonu gibi yörüngedeki bir karşı ağırlık tarafından tutulur ve bir "tırmanıcı", yüküyle birlikte kabloya tırmanır. Uzay asansörlerinin NASA ve diğer kuruluşlar tarafından bir dizi teknik çalışmanın konusu yapılsa da, öngörülebilir gelecekte bilimkurgu alanında kalacağı kıymetlendirilmektedir. Şu anda gerekli çekme mukavemeti/ağırlık oranına sahip pratik bir malzeme üretilmesi mümkün görülmemektedir. Malzeme konusunda radikal dönüşümler gerçekleştirilebilirse asansörlerin ilk etapta uzaydaki nesnelere arasında nispeten kısa mesafelerde kullanılması muhtemeldir (Wright vd., 2023; Nixon vd., 2023).

Malzeme üretimi ve mühendislik zorluklarının yanı sıra, bu büyüklükteki bir altyapı projesinin maliyeti de aynı derecede yüksek olacak ve büyük olasılıkla birçok ülke, kuruluş ve şirketten ortak yatırım gerektirecektir. Yer terminalinin nerede, muhtemelen uluslararası sularda bulunacağına karar vermek için diplomatik çabalar gerekecektir. Risklerin,

sorumlulukların ve yükümlülüklerin yönetimi konusunda fikir birliğine varmak zorlu olacaktır. Örneğin, halat, uçaklar ve uydular için tehlikeli bir engel haline gelebilir ve küresel hava ve uzay sektörü operasyonları üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilir ve böylece herhangi bir çarpışmaya karşı dayanıklı olmasını sağlayabilir.

Uzay Uçakları

Dikey fırlatmalı roketler, şimdiye kadar uzaya yük göndermenin temel yöntemi olmuştur. Ancak, önümüzdeki yıllarda, yeniden kullanılabilir uzay uçaklarının geliştirilip operasyonel hâle getirilmesi muhtemeldir. Bu uçaklar uzatılmış pist tesislerinde yatay kalkış ve iniş yapabilecektir. Uzay uçakları, fırlatmalar arasında daha hızlı dönüşler ve kalkış sırasında geleneksel çok aşamalı roketlerde olduğu gibi aracın hiçbir parçasının atılmamasıyla uzay enkazının azaltılması gibi avantajlar sağlayacaktır. Uzay uçaklarının bu itibarla daha düşük işletme maliyetleri ve daha yüksek kapasiteyle öne çıkabileceği de değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, uzayın asgari 100 km yüksekliğinde uçabilmeleri için uzay uçaklarının motorlarında ve yakıt türlerinde önemli değişim ve ilerlemeler sağlanması gerekmektedir. Uzay uçakları konusunda bazı örnekler de oluşmuştur. *Virgin Orbit* isimli şirketin *Cosmic Girl* isimli aracı bir Boeing 747 uçağından modifiye edilmiştir (DeSisto, 2022). *Sierra Nevada Corporation* isimli şirketin *Dream Chaser* isimli aracı Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) kargo teslim etmek için geliştirilmiş bir uzay uçağıdır. Geleneksel pistlere inebilir ve yörünge taşımacılığı için yeniden kullanılabilir ve esnek bir çözüm sunar (Howell, 2023).

Biyolojik Bilimlerin Uzaydaki Geleceği

Uzay biliminde geleneksel olarak fizik ve kimya öncelikli olmuştur. Uzay teleskopları gibi teknolojiler aracılığıyla evrensel bilimler olarak ortaya çıkmış ve Büyük Patlama'dan kısa bir süre sonrasına ve evrenin gözlemlenebilir uzamsal ölçeklerine kadar evrenin fiziği ve kimyasına dair içgörüler sunmuştur. Biyolojik bilimler (yaşam olarak bilinen maddenin incelenmesi), gözlemlenebilir evrendeki tek bir gezegenle (Dünya ile) sınırlı gibi görünmektedir. Bu noktada akla gelen ve yanıt aranan soru şudur. Yaşam gerçekten tek bir gezegenle sınırlı mı yoksa Dünya dışında yaşam örnekleri bulunabilir mi?

Gelecekte evreni keşfetmeye yönelik yeni bilimsel araştırmaların odak noktasının Dünya dışında mevcut ve soyu tükenmiş yaşam arayışı olması muhtemeldir. Günümüze kadar uzay araçları, Mars ve Satürn'ün en büyük uydusu Titan'ı ziyaret etmiş; Jüpiter'in uyduları *Europa* ve *Ganymede* ile Satürn'ün uydusu *Enceladus*'un yakınından geçmiştir. Bu gök cisimlerinin büyük yeraltı su kütlelerine sahip olduğuna ve yaşam örneklerinin test edilebileceğine inanan önemli bir araştırmacı grubu vardır (An Astrobiology Strategy for the Search for Life in the Universe, t.y.). Bu kapsamda çalışmalar Güneş Sistemi'nin ötesindeki gezegenlere odaklanarak (NASA Exoplanet Archive, t.y.) biyolojik hayata dair emareleri yüksek güvenilirlikle tespit etmeye yönelmektedir.

Dünya Dışı Zekâ Arayışı (*The Search for Extraterrestrial Intelligence-SETI*)

İnsanlığın evrende yalnız olup olmadığı sorusuna yanıt arayışında SETI önemli bir araçtır. Dünya Dışı Zekâ Arayışı (*The Search for Extraterrestrial Intelligence-SETI*), Dünya dışında akıllı yaşam belirtilerini veya sinyallerini tespit etmek için sistematik girişimlerden oluşan bilimsel bir çabayı temsil etmektedir (The Planetary Society, 2025). İlk çalışmalardan günümüzün gelişmiş radyo ve optik gözlemlerine kadar SETI, astronomi, bilgisayar bilimi ve mühendisliği bir araya getiren çok disiplinli bir alana dönüşmüştür.

SETI'nin kökleri 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmakla birlikte, resmi olarak 1960'larda başlamıştır. 1960 yılında, *Project Ozma* adlı ilk modern SETI deneyi gerçekleştirilmiştir. Deneyde, bir radyo teleskopu kullanılarak Güneş benzeri iki yıldız olan Tau Ceti ve Epsilon Eridani'de yapay radyo sinyalleri aranmıştır (Tarter, 2001). Bu deney gelecekteki araştırmalar için zemin hazırlamıştır. Deneyi yürüten araştırmacı Frank Drake daha sonra Samanyolu'ndaki aktif, iletişim kurabilen dünya dışı uygarlıkların sayısını tahmin etmek için Drake Denklemi geliştirmiştir.² Bu denklem,

2 Drake Denklemi, (N: R. fpnefl.fi.fc.L) şeklinde ifade edilir. Formüldeki; N: Samanyolu galaksisinde elektromanyetik emisyonları tespit edilebilen uygarlık sayısı, R: Akıllı yaşamın gelişmesine uygun yıldızların oluşum hızı (yıldı sayısı), f p: Bu yıldızların gezegen sistemine sahip olanların oranı, ne : Güneş sistemi başına, yaşama elverişli bir ortama sahip gezegen sayısı, fl: Yaşamın gerçekten ortaya çıkabileceği uygun gezegenlerin oranı, fi: Akıllı yaşamın ortaya çıktığı yaşam barındıran gezegenlerin oranı, fc: Varoluşlarının saptanabilir işaretlerini üreten bir teknoloji geliştiren medeniyetlerin oranı, L: Bu medeniyetlerin bu işaretleri üretme süreleri ortalama kaç yıldır (yıl). Bu denklem Samanyolu Galaksisindeki, insanlar tarafından tespit edilebilen teknolojiye sahip dünya dışı uygarlıkların sayısını tahmin etmek için kullanılan olasılıksal bir denklemdir. Samanyolu Galaksisindeki iletim yapan toplumların sayısı olan N'yi tahmin eder. (Kaynak: Drake Equation - SETI Institute, <https://www.seti.org/research/seti-101/drake-equation/>)

SETI araştırmaları için referans haline gelmiş ve sonraki araştırmalara ilham kaynağı olmuştur (Drake ve Sobel, 1992). 1970 ve 1980'lerde SETI, ABD hükümetinin desteğiyle ivme kazanmış, NASA SETI ile ilgili çeşitli girişimleri finanse etmiştir. Ancak siyasi endişeler, NASA'nın resmi SETI programınının 1993'te iptal edilmesine yol açmıştır (Garber, 1999). Bununla birlikte, özel kuruluşlar ve akademik kurumlar, özellikle 1984 yılında kurulan ve bu alandaki en önde gelen kuruluşlardan biri haline gelen SETI Enstitüsü, bu alanda öncü rol oynamıştır.

Modern SETI araştırmaları ise hesaplama gücü, sinyal işleme ve uluslararası iş birliği alanlarındaki gelişmeler sayesinde çok daha fazla gelişmiştir. Mevcut alışmalar radyo SETI ve optik SETI olarak iki geniş kategoriye ayrılmaktadır.

Radyo SETI kapsamında "ığır Açan Dinleme Girişimi", Rus girişimci Yuri Milner tarafından fizikçi Stephen Hawking'in desteğiyle 2015 yılında başlatılmıştır. Proje 100 milyon dolarlık fona sahiptir. ABD'deki Green Bank Teleskobu ve Avustralya'daki Parkes Gözlemevi de dahil olmak üzere dünyanın en güçlü teleskoplarından bazıları projede kullanılmaktadır (Worden vd., 2017). Proje, uzak yıldız sistemlerindeki yapay yayınların belirtilerini analiz etmek için büyük miktarda radyo verisi toplamaktadır.

Diğer bir girişim, Allen Teleskop Dizisi'dir (ATA). SETI Enstitüsü tarafından işletilen Kaliforniya'daki Allen Teleskop Dizisi, aynı anda birden fazla nesneyi ve frekansını gözlemleyebilmektedir (Harp vd., 2016).

SETI araştırmacıları, radyo dalgalarına ek olarak, gelişmiş medeniyetlerin iletişim kurmak için lazer darbeleri veya optik işaretler kullanabileceğini düşünmektedir. Optik SETI projeleri, uzak yıldızlardan gelen kısa ve yoğun ışık parlamalarını aramaktadır. Örneğin, Lick Gözlemevi merkezli NIROSETI (Yakın Kızılötesi Optik SETI) projesi, yıldızlararası iletişim için nispeten keşfedilmemiş bir bölge olan yakın kızılötesi spektrumda nanosaniye ölçeğinde darbeler aramaktadır (Wright vd., 2014).

Onlarca yıllık çabalara rağmen SETI, henüz Dünya dışı yaşama dair kesin kanıtlar bulamamıştır. Karşılaşılan zorluklar arasında uzayın enginliği, mevcut teknolojinin sınırlamaları ve uzaylı medeniyetlerin henüz hayal edemediğimiz iletişim yöntemlerini kullanma olasılığı bulunmaktadır (Tarter, 2001). Bununla birlikte, alan sürekli gelişmektedir. Makine öğrenimi ve yapay zekâ, sinyal analizine entegre edilerek gürültülü verilerdeki ince veya karmaşık örüntüleri belirleme şansı artmaktadır. Uluslararası iş birlikleri ve açık bilim platformları da SETI'yi daha kapsayıcı ve kaynak açısından daha verimli hale getirmektedir. SETI çok disiplinli yapısıyla felsefe, etik ve astrobiyoloji gibi çeşitli alanların ilgisini çekmektedir.

Kaynakça

- An Astrobiology Strategy for the Search for Life in the Universe.* (t.y.) National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/25252/an-astrobiology-strategy-for-the-search-for-life-in-the-universe>
- Bowen, B. (2020). *War in Space: Strategy, Spacepower, and Geopolitics.* Edinburgh University Press.
- BryceTech. (2023). Small launch vehicles: A 10-year outlook. Retrieved from <https://brycetechnology.com>
- Chandra X-ışını Gözlemevi - NASA Science. (t.y.) <https://www.nasa.gov/mission/chandra-x-ray-observatory/>
- Davidson, J., Barnes, J. (2024). The Past, Present, and Future of Extraterrestrial Sample Return, *EOS*, <https://eos.org/features/the-past-present-and-future-of-extraterrestrial-sample-return>
- Davis, AD. (2003). Mechanics, Classical. İçinde Meyers, RA. (ed). *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, Academic Press, 251–258 , <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00414-2>
- DeSisto, A. (2022). Straight Up | LauncherOne. Everyday Astronaut, <https://everydayastronaut.com/straight-up-launcherone/>
- Drake Equation - SETI Institute. (t.y.). <https://www.seti.org/research/seti-101/drake-equation/>
- Drake, F., & Sobel, D. (1992). Is Anyone Out There. *Delacorte Press*. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1992iaot.book.....D/abstract>
- Falcon 9-SpaceX. (2025). <https://www.spacex.com/vehicles/falcon-9>
- Garber, S. J. (1999). Searching for Good Science: The Cancellation of NASA's SETI Program. *Journal of the British Interplanetary Society*, 52: 3–12.
- GAO. (2023). NASA Artemis Program: Management of Space Launch System Costs and Contracts. U.S. Government Accountability Office. <https://www.gao.gov>
- Goswami, N., Garretson, P. (2020). *Scramble for the Skies: The Great Power Competition to Control the Resources of Outer Space.* Lexington Books.
- Harp, G. R., Richards, J., Shostak, S., Tarter, J., Vakoch, D., & Munson, C. (2016). A New Look at the Allen Telescope Array. *Astrobiology*, 16(9): 703–714. <https://doi.org/10.1089/ast.2015.1373>
- Howell, E. (2023). Dream Chaser: Sierra Space'in uzay uçuşları için tasarımı.
- Hubble Uzay Teleskobu-NASA Science. (t.y.). <https://science.nasa.gov/mission/hubble/>
- Johnson-Freese, J. (2017). *Space Warfare in the 21st Century: Arming the Heavens.* Routledge.
- Logsdon, J. M. (2011). *John F. Kennedy and the Race to the Moon.* Palgrave Macmillan.
- Mars sample return-ESA. (t.y.) https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Mars_sample_return;

- Missions-Momentum Space. (t.y.). <https://momentus.space/services/>
- Mars Sample Return, NASA. (t.y.). <https://science.nasa.gov/mission/mars-sample-return/>
- Musk, E. (2022). Making life multiplanetary. SpaceX Starship Update Presentation. Retrieved from <https://www.spacex.com>
- NASA. (2014). Saturn V Launch Vehicle: Flight Evaluation Report. Retrieved from <https://www.nasa.gov>
- NASA. (2025). *Spinoff 2025: NASA Technology Transfer Program*. Washington, DC: National Aeronautics and Space Administration. https://technology.nasa.gov/Spinoff_2025_Release
- NASA Exoplanet Archive. https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/docs/exonews_archive.html
- New Shepard-Blue Origin (2025). <https://www.blueorigin.com/new-shepard>
- Nixon, A., Knapman, J., Wright, DH. (2023). Space elevator tether materials: An overview of the current candidates, *Acta Astronautica*, 210: 483–487, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.04.008>
- OECD. (2023). *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*. Paris: OECD Publishing.
- Rocket Lab. (2023). Electron: Launch Pricing. Retrieved from <https://www.rocketlabusa.com>
- Rocket Lab-Electron Rocket. (2025). Rocket Lab Adds Two New Missions to 2025 Electron Launch Manifest, Schedules First Launch in Four Days' Time. <https://rocketlabcorp.com/updates/rocket-lab-adds-two-new-missions-to-2025-electron-launch-manifest-schedules-first-launch-in-four-days-time/>
- Shavit, J. (2025). SpinLaunch catapults satellites into orbit without using a drop of fuel. *The Brighterside*, <https://www.thebrighterside.news/space/spinlaunch-catapults-satellites-into-orbit-without-using-a-drop-of-fuel/>
- Space 2075-The Royal Society. (t.y.). <https://royalsociety.org/news-resources/projects/space2075/>
- SpaceX. (2023). Falcon 9 and Falcon Heavy Launch Services User's Guide. Retrieved from <https://www.spacex.com>
- Spitzer Uzay Teleskobu-NASA Science. (t.y.). <https://science.nasa.gov/mission/spitzer/>
- Tarter, J. (2001). The Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI). *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 39: 511–548. <https://doi.org/10.1146/annurev.astro.39.1.511>
- The Planetary Society. (2025). SETI-the Search for Extraterrestrial Intelligence, <https://www.planetary.org/sci-tech/seti>
- The First 3D Printed Rocket. (t.y.). <https://www.relativityspace.com/glhf>
- ULA. (2022). Delta IV Heavy Launch Services. United Launch Alliance. <https://www.ulalaunch.com>

-
- Virgin Galactic. (t.y.). <https://www.virgingalactic.com/>
- Wertz, J. R., Everett, D. F., & Puschell, J. J. (2011). *Space Mission Engineering: The New SMAD*. Microcosm Press.
- Worden, P., Drew, J., Siemion, A., Werthimer, D., & Kaltenegger, L. (2017). Breakthrough Listen—A New Search for Life in the Universe. *Acta Astronautica* 139: 98–101. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.06.010>
- Wright, D.H., vd. (2023). Conditions at the interface between the space elevator tether and its climber, *Acta Astronautica*, 211: 631–649, (<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.06.047>);
- Wright, S. A., Werthimer, D., Treffers, R., Price, R., & Siemion, A. (2014). The NIRO-SETI Instrument: Design and Development. *Proceedings of SPIE*, 9147, 91470J. <https://doi.org/10.1117/12.2056836>

UZAYLA İLGİLİ RİSK VE TEHDİT DEĞERLENDİRMESİ

Ali Bilgin Varlık*

Giriş

Uzayla ilgili risk ve tehditlere gelmeden önce, tehdit terimi ile neyin kast edildiği ve bu kavramın nasıl sınıflandırıldığını incelemek gerekmektedir. Tehdit, bir aktörün güvenliğine, istikrarına, çıkarlarına, varlığına ya da sistemsel işleyişine zarar verme potansiyeli taşıyan bir olgu, niyet ya da kapasite olarak tanımlanır. Bu tanımda, bir hususun tehdit oluşturabilmesi için zarar verme kapasitesinin ya da niyetinin ya da ihtimalinin bulunması gerektiği dikkat çekmektedir. Genel olarak “tehdit” başlığı altında topladığımız hususlar, yalnızca mevcut bir zararı değil, aynı zamanda gelecekte gerçekleşebilecek potansiyel bir zarar ihtimalini de kapsadığını belirtmek gerekmektedir. Bu yönüyle tehdit kavramı, hem nesnel (mevcut kapasite, silah, teknoloji vb.) hem de öznel (algı, niyet, stratejik yorumlama) boyutları olan çok katmanlı bir olgudur (Buzan, Wæver & de Wilde, 1998). Uluslararası güvenlik literatüründe, Barry Buzan’ın da içinde yer aldığı Kopenhag Okulu, tehdidi “önemli bir referans nesnesine [*referent object*] yönelik, varlığını veya bütünlüğünü ortadan kaldırma potansiyeli taşıyan bir durum” olarak tanımlar (Buzan, Wæver & de Wilde, 1998). Bu tanım, tehdidin sadece askeri değil, çevresel, ekonomik, toplumsal ve siyasi boyutları olduğunu da vurgular.

Tehdit kavramı genellikle şu unsurlarla tanımlanır:

- Bir hedef veya değer: Tehdit, ancak belirli bir aktörün ya da sistemin korunmaya değer olarak tanımladığı bir unsur varsa anlam kazanır (örneğin: egemenlik, toprak bütünlüğü, siyasi istikrar, kritik altyapı, fiziki bütünlük, sürdürülebilirlik, beka, toplumsal düzen).

* Doç. Dr., bilginvarlik@gmail.com, ORCID NO:0000-0002-5265-2321

- Zarar verme potansiyeli: Bu potansiyel, doğrudan fiziksel bir zarar olabileceği gibi, dolaylı ve yapısal nitelikte (ekonomik, psikolojik, bilgi temelli, hukuki, çevresel) de olabilir.
- Bir aktör veya kaynak: Tehditler genellikle belirli bir kaynakla ilişkilendirilir; devlet, devlet dışı aktör, doğa, teknoloji veya sistemsel krizler gibi.
- Zaman ve belirsizlik boyutu: Tehdit geleceğe yöneliktir. Kesinlik taşımadığı gibi, dereceleri ve ihtimalleri bağlama göre değişir. Bu nedenle tehdit değerlendirmesi, risk analizi ile birlikte ele alınır. Bu noktada risk, potansiyel tehdit, tehdit ve tehlike kavramlarının tanımlanması güvenlik değerlendirmesinin yapılabilmesi için kritik önem taşır. Bu kavramlar birbirlerine geçişken karakterde olup temel özellikleri dışındaki karakteristiklerinde benzeşimler bulunmaktadır. Bu kapsamda:
 - Risk: Zamanca ve zarar verme kapasitesi bakımından potansiyel tehdiye henüz dönüşmemiş olgulardır. Riskler kapasite, olasılık ya da niyet itibarıyla potansiyel tehdit şartını karşılamazlar.
 - Potansiyel tehdit: Zamanca ve zarar verme kapasitesi bakımından tehdiye henüz dönüşmemiş olgulardır. Potansiyel tehditler kapasite, olasılık ya da niyet itibarıyla tehdit şartını karşılamazlar.
 - Tehdit: Zaman bakımından tehlike yaratmamakla beraber, zarar verme kapasitesi bakımından olasılık ve niyetin mevcut olduğu durumdur.
 - Tehlike: Tehdit koşullarının oluştuğu, zaman bakımından gerçekleşmek üzere olan ya da gerçekleşen zarar durumudur.

Uzayla ilgili riskler ve tehditler uzay güvenliğinin konusudur. Uzay güvenliği, konusu olan nesnenin olduğu kadar öznesini de kapsayan çok katmanlı ve çeşitli riskleri, potansiyel tehditleri ve tehlikeleri bünyesinde barındırır. Uzayla ilgili risk ve tehdit değerlendirmesi iki aşamalı bir süreçtir. Birinci aşama genel olarak tehdit oluşturan unsurların neler olduğunun saptanmasına dairdir. Bu aşamada ayrıca tehdit oluşturan unsurlar sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada genel olarak kaynağın niteliği esas alınmıştır. İkinci aşama, tehdit kavramı bünyesinde yer alan kategorilerinden hangisine maruz kalındığına dair saptama ve değerlendirmeyi içermektedir.

Bu kapsamda tehdit oluşturan ana hususlar; 1) Uzaydan dünyaya yönelik tehditler, 2) Uzayın ekosistemine yönelik tehditler ve 3) Uzay tesislerine

ve çalışmalarına yönelik tehditler olmak üzere üç ana kategoride tanımlanmıştır. Bu kategoriler altında yer alan endişe alanlarının bir bölümü münferiden ele alınabilirken bir bölümü ise birbiriyle örtüşmekte ya da bir şekilde etkileşim içerisinde bulunmaktadır.

- Uzaydan dünyaya yönelik tehditler: Uzaydan gelebilecek tehdit ve riskler hem doğal hem de insan kaynaklı unsurlardan kaynaklanmakta olup, yalnızca uzay araştırmaları veya güvenliği açısından değil, aynı zamanda ulusal güvenlik, küresel istikrar, ekonomi ve altyapılar açısından da kritik önem taşımaktadır. Bu tehditleri sınıflandırmak ve sistematik bir biçimde analiz etmek, uzay güvenliği hakkında sağlıklı bir değerlendirme için elzemdir.
- Uzayın ekosistemine yönelik tehditler: Uzayın ekosistemine yönelik tehditler, son yıllarda artan insan faaliyetleri ve teknolojik gelişmelerle birlikte uluslararası güvenlik ve çevre politikalarının önemli bir boyutu haline gelmiştir. Bu bağlamda, uzay yalnızca askerî ve ekonomik rekabetin bir sahası değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik sorunlarının da öne çıktığı bir ekosistem olarak değerlendirilmektedir. Uzay ekolojisinin bozulması, yalnızca yörüngedeki faaliyetleri değil, uzun vadede Dünya'daki yaşamı da doğrudan etkilemektedir.
- Uzay tesislerine ve çalışmalarına yönelik tehditler: Uzay tesislerine ve çalışmalarına yönelik tehditler hem yeryüzündeki altyapıları hem de yörüngedeki sistemleri kapsayan çok boyutlu bir güvenlik alanı olarak değerlendirilmektedir. Uzay alanında artan bağımlılık, devletlerin ve özel sektörün yürüttüğü faaliyetleri stratejik bir kırılganlığa maruz bırakmakta; bu nedenle uzay tesisleri ulusal güvenliğin kritik unsurları arasında yer almaktadır.

Uzay Güvenliğine Yönelik, Askeri Olmayan Risk ve Tehlikeler

Asteroit ve Gökteşi Çarpması

Bir gökteşi veya asteroit çarpmasının Dünya için oluşturduğu tehdit, çarpmanın mekanik enerjisinin açığa çıkması ve bunun atmosfer, hidrosfer ve biyosfer üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri üzerinden anlaşılabilir. Çarpışma anında açığa çıkan enerji, ani hava patlamaları (*blast*), yangınlar, şok dalgaları, termal ışınım, tsunami üretimi (denize isabet ederse), yüzeyde krater oluşturma ve atmosfere saçılan toz/ezilme ürünleri aracılığıyla

uzun süreli iklimsel etkiler (ör. “*impact winter*”) meydana getirir; bu süreçler hem doğrudan insan zararına hem de tarımsal üretim ve ekosistem hizmetlerinde çöküşe yol açabilir (Melosh 1989; Toon vd. 1997). Bu etkilerin süresi ve yaygınlığı, çarpmanın verdiği enerji büyüklüğüne ve bunun atmosferik partikül yükünü ne ölçüde artırdığına bağlıdır; kısa vadede patlama ve yangınlar, orta ve uzun vadede ise güneş ışınımının zayıflaması, gıda üretiminde çökme ve ekosistem çöküşü ön plana çıkar (Toon vd. 1997).

Boyut eşiklerine dair pratik değerlendirmeler şunlardır: 10–20 metre çapındaki nesnelere atmosferde havada patlayarak lokal hasara yol açabilir. Daha büyük ve özgül ağırlığı daha fazla olan gök cisimleri ise dramatik etkiler yaratabilmektedir. Bu konuda saptanabilen ilk örnek, yaklaşık 66 milyon yıl önce gerçekleştiği doğrudan kanıtlar ve jeokimyasal kayıtlarla belgelenmiş olan Kretase–Paleojen sınırındaki ~10 km çapındaki bir asteroid çarpması sonucunda oluşan Chicxulub krateridir. Bu çarpma Dünya iklimini dramatik biçimde değiştirerek geniş ölçekli tür yok oluşuna ve dinozorların sona ermesine yol açmıştır (Alvarez vd. 1980; Schulte vd. 2010).

30 Haziran 1908’de ise Sibirya’nın Podkamennaya Tunguska Nehri yakınlarında meydana gelmiştir. 50–60 metre çapında olduğu tahmin edilen bir gök cismi, atmosferde 5–10 kilometre yükseklikte parçalanarak patlamıştır (Vasilyev, 1998). Patlama gücü 10–15 megaton TNT’ye eşdeğer olup yaklaşık 2.000 km²lik orman alanını düzleştirmiştir. Olay uzak ve ulaşılması zor bir bölgede gerçekleştiğinden, bilim insanları bölgeye ancak 1927’de ulaşabilmiş ve krater yerine devasa ağaç yıkım alanı ile karşılaşmışlardır (Melosh, 1989; Pierazzo & Melosh, 2000; Longo vd. 2007).

Bu konuda son örnek 15 Şubat 2013’te Rusya’nın Chelyabinsk bölgesinde gerçekleşen olaydır. Yaklaşık 17–20 metre çapında ve 13.000 ton kütleye sahip bir meteorit, atmosferde yaklaşık 19 kilometre yükseklikte patlamıştır (Brown vd., 2013). Patlama gücü yaklaşık 400–500 kiloton TNT eşdeğerinde olup Hiroşima atom bombasından yaklaşık 30 kat daha güçlüdür. Patlama sonucu oluşan şok dalgası geniş bir alanda camların kırılmasına, binaların hasar görmesine ve yaklaşık 1.500 kişinin yaralanmasına neden olmuştur.

Birkaç on yıllık gözlem ve istatistikler, çarpma olasılıkları hakkında nicel tahminler sunmaktadır; galaksimizdeki yakın-yer asteroid nüfusunun dağılımı ve çarpma frekansları üzerinde yapılan çalışmalar, büyük (≥ 1 km) çarpışmaların ortalama tekrarlanma periyotlarının milyonlarca ila on milyonlarca yıl ölçeğinde olduğunu; orta ölçekli (100 m civarı) çarpışmaların

ise on binler ila yüz binlerce yılda bir küresel, daha kısa aralıklarla ise bölgesel etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Bottke vd. 2002; Chapman & Morrison 1994). Günümüz kollama programları (NEO survey'leri) büyük cisimlerin çoğunu tespit etmiş durumdadır; bu nedenle kısa vadede (yüzyıl düzeyinde) büyük bir çarpma ihtimali çok düşüktür, fakat 20-100 metre aralığında sayıca çok daha fazla bilinmeyen cisim bulunduğu için, bölgesel zarara yol açabilecek sürpriz olaylar hâlen mümkündür (Harris & D'Abramo 2015).

Özetle, doğal kozmik cisimlerin (asteroitler, göktaşları, kuyruklu yıldızlar) Dünya'ya çarpma ihtimali, düşük görülmektedir (NASA, 2013). NASA'nın Jet Propulsion Laboratuvarı'ndan alınan bilgilere göre, "1 km'den büyük olup Dünya'ya yakın olan asteroidlerin yaklaşık %95'i tespit edilmiş olup, bunlardan hiçbiri tehdit oluşturmamaktadır. Laboratuvar yetkililerine göre, kalan %5 içinde tehdit oluşturabilecek bir cisim olması mümkün olsa da yıllar öncesinden fark edilmeden böyle bir asteroidin Dünya'ya yaklaşması çok olası görülmemektedir (Gater, 2025). NASA, önümüzdeki 100 yıl içinde Dünya'ya çarpma ihtimali olan yaklaşık 300 asteroidin yörüngelerini takip etmektedir. 140 metreden büyük nesnelere %90'ını keşfetme hedefiyle gözlemler devam etmektedir.

Bu bilgiler ışığında, asteroid veya göktaşı çarpmasının meydana gelme olasılığının düşük olmasına istinaden bu durumun yüksek etkili risk kategorisinde olduğu değerlendirilmektedir. Diğer taraftan, küresel ölçekte büyük hasar riski nedeniyle önleyici tedbirlerin geliştirilmekte olması (Brown et al., 2013; National Research Council, 2010; Bottke vd., 2002) bu değerlendirmeyi teyit etmektedir.

Uzay Havası ve Güneş Fırtınaları

Güneş fırtınaları (*space weather*) Dünya için teknolojik ve biyolojik açıdan çok boyutlu bir tehdit oluşturur; bu tehdit Güneş'in aktif olayı –güneş patlamaları, koronal kütle atımları (*Coronal Mass Ejection–CME*)¹ ve yüksek enerjili parçacık akımları– ile yayılan elektromanyetik radyasyon ve yüklü parçacıkların Dünya manyetosferi ve üst atmosferiyle etkileşiminden kaynaklanır. Koronal kütle atımları manyetik alan bağlanması ve hızlı plazma akışı aracılığıyla Dünya manyetosferine çarpınca jeomanyetik fırtınalar tetiklenir; bu süreçte manyetik indüksiyon yoluyla yer yüzeyindeki

1 Bu terim, Güneş'in korona tabakasından uzaya doğru büyük miktarda plazma ve manyetik alanın fırlatılması olayını ifade eder.

iletken yapılarda jeomanyetik akımlar oluşur, iyonosferik karışım HF/üst frekans iletişim ve Küresel Konumlandırma Uydu Sistem (*Global Navigation Satellite System–GNSS*) (*Global Positioning Systems–GPS*) sinyallerini bozar, yörüngedeki uydular hasar görebilir ve astronomların radyasyona maruziyeti artar (Baker vd., 2013).

Kayda geçmiş birkaç olay, Güneş fırtınalarının gerçek sistemik etkilerini göstermektedir: 1859 Carrington olayı telekomünikasyon teçhizatında yangın ve kıvılcım gibi etkiler yaşanmasına yol açmış; 13 Mart 1989’da ise Kuzey Amerika’yı vuran yoğun bir jeomanyetik fırtına Hydro-Québec şebekesinin çökmesine ve dokuz saatlik geniş ölçekli kesintiye neden olmuştur; ayrıca 2003 “Halloween” fırtınaları uydularda arızalar ve havacılık/komünikasyon sorunları üretmiştir (Cliver & Svalgaard; NERC report; Boteler, 2019). Daha yakın süreli fakat şans eseri Dünya’dan uzak geçen bir olay olan 23 Temmuz 2012 koronal kütle atımı, eğer Dünya’ya gelmiş olsaydı, bu atımın Carrington seviyesinde veya ona yakın etkiler yaratabileceği, küresel ekonomik kaybın 2 ila 3 trilyon dolar arasında olacağı simülasyonlarla saptanmıştır (Baker vd., 2013; NASA, 2013). Bu tarihsel örnekler, Güneş fırtınalarının sadece bilimsel olgu olmadığını, ekonomik, ulaştırma ve ulusal güvenlik açısından somut riskler barındırdığını kanıtlamaktadır (Boteler, 2019; Baker vd., 2013).

Ekstrem solar olayların tekrarlanma aralığı konusunda nicel belirsizlikler olmakla birlikte, istatistiksel çalışmalar ve güç-yasa dağılım analizleri Carrington düzeyinde bir olayın on yıllık periyotta birkaç onlu yüzdesel olasılığa işaret edebileceğini (ör. Riley’in tahmini ~%12 on yıllık olasılık) göstermiştir; bununla birlikte, bu tür olasılık tahminleri veri sınırlılığı ve parametrik varsayımlara duyarlı olduğu için kesinlikten uzaktır (Riley, 2012).

Bu mekanik zincirin gerçekleşme olasılığındaki görece düşüklük dikate alındığında, bununla beraber elektrik, iletişim, navigasyon ve uzay tabanlı hizmetlere yüksek bağımlılık göz önünde bulundurulduğunda, Güneş fırtınaları, yüksek etkili bir sistemik risk olarak konumlandırılır (Baker vd., 2013; Riley, 2012).

Süpernova Patlaması

Bir süpernova patlaması, büyük kütleli bir yıldızın yaşam döngüsünün sonunda meydana gelen son derece enerjik bir olaydır. Bu tür patlamalar, hem elektromanyetik radyasyon (özellikle gama ışınları ve X-ışınları) hem de yüksek enerjili parçacık akışları (kozmetik ışınlar) yoluyla Dünya’ya etki

edebilir. Etki derecesi, patlamanın gerçekleştiği yıldızın Dünya'ya olan uzaklığı ile doğrudan ilişkilidir. Bir süpernova patlaması, çok kısa sürede Güneş'in tüm yaşamı boyunca yayacağı enerjinin milyonlarca katını açığa çıkarır (Woosley & Bloom, 2006). Eğer böyle bir patlama Dünya'ya yaklaşık 30 ışık yılı (yaklaşık 10 parsek) veya daha yakın mesafede gerçekleşirse, ortaya çıkan yoğun gama ışınları ve kozmik ışınlar, atmosferin üst katmanlarında ciddi iyonizasyon yaratarak ozon tabakasının önemli ölçüde tahrip olmasına yol açabilir (Gehrels vd., 2003). Ozon tabakasındaki bu incelleme, zararlı ultraviyole (UV-B) radyasyonunun yüzeye daha yoğun ulaşmasına, kara ve deniz ekosistemlerinde kitlesel yok oluşlara ve gıda zincirinde bozulmalara neden olabilir. Ayrıca patlama sonrası birkaç bin yıl sürecek kozmik ışın akışı, iklim sistemini soğutucu yönde etkileyebilir.

Jeolojik ve izotopik kanıtlar, geçmişte Dünya'ya yakın süpernova patlamalarının gerçekleştiğini göstermektedir. Özellikle okyanus tabanındaki demir-60 (^{60}Fe) izotopları, yaklaşık 2,6 milyon yıl önce 65-100 parsek (210-330 ışık yılı) uzaklıkta bir veya birden fazla süpernova patlamasının yaşandığına işaret etmektedir (Wallner vd., 2016). Bu olayların, Pliyosen döneminin sonunda görülen iklim değişiklikleri ve bazı türlerin yok oluşlarıyla ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür. Ancak bu patlamalar Dünya'ya yeterince yakın olmadığı için küresel ölçekte ozon tabakasını tamamen yok etmemiş, fakat uzun vadeli ekolojik baskılar yaratmış olabilir. 1054 yılında, Çinli (ve muhtemelen Kuzey Amerikalı) gökbilimciler gece gökyüzünde olağanüstü bir olay gözlemlemişlerdir: Zeta Tauri yıldızının yakınlarında, Güneş'ten dört kat parlak bir 'yıldız' günlerce gökyüzünde kalmıştır. Bu, bir yıldızın dev patlaması olan süpernovaydı – bugün Yengeç Bulutsusu olarak bildiğimiz yapının doğuşu böyle gerçekleşmiştir. Bu yıldızın yaklaşık 6.500 ışık yılı uzakta olması, Dünya'nın bu patlamadan etkilenmesinin önüne geçmiştir (Gater, 2025).

Süpernova patlamalarının galaksimizde gerçekleşme sıklığı, yaklaşık olarak yüzyılda 2-3 kezdir (Li et al., 2011). Bilim insanı Michael Richmond, 33 ışık yılı içinde oluşacak bir Tip II süpernovanın Dünya için tehlikeli olabileceğini ifade etmiştir (Gater, 2025). Ancak bunların Dünya'ya 30 ışık yılı veya daha yakın mesafede meydana gelme olasılığı, istatistiksel olarak çok düşüktür; tahminler milyonlarca yılda bir gerçekleşecek seviyededir. Günümüzde gökbilimciler, Dünya'ya tehlikeli derecede yakın olabilecek potansiyel süpernova adaylarını –örneğin Betelgeuse (yaklaşık 642 ışık yılı) veya Antares (yaklaşık 550 ışık yılı)– izlemektedir. Mevcut

gözlemler, yakın gelecekte (en azından on binlerce yıl içinde) Dünya'yı ciddi biçimde tehdit edecek mesafede bir süpernova patlaması beklenmediğini göstermektedir (Smartt, 2009). Bununla beraber bu konuda aksi görüşler de mevcuttur. Örneğin, Tip Ia süpernovaların daha uzakta olup yine de tehlike yaratabileceği öne sürülmektedir. Yine bu kapsamda, T Pyxidis adlı değişken yıldızın patlaması hâlinde 1.000 Güneş patlamasına eşdeğer gama ışını Dünya'ya ulaşabileceği iddia edilmektedir. Bu konudaki karşı görüş ise T Pyxidis'in 3.260 ışık yılı uzakta olması nedeniyle gerçek bir tehdit oluşturmadığı yönündedir (Gater, 2025). Meydana gelmesi şimdilik zayıf ve ihmal edilebilir risk düzeyindedir; çünkü süpernova patlamaları çok nadir gerçekleşir ve genellikle Dünya'dan büyük uzaklıktadır, bu nedenle doğrudan zarar verme olasılığı düşüktür.

Sonuç olarak, astrofiziksel veriler süpernova patlamalarının, mesafeye bağlı olarak Dünya için potansiyel bir varoluşsal tehdit oluşturabilecek olmalarına karşın gerçekleşme olasılığının oldukça düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle süpernova patlamaları, yüksek etkili risk olarak değerlendirilmektedir.

Dünya Dışı Virüsler

Dünya dışı virüsler, astrobiyoloji ve uzay tıbbi literatüründe tartışılan ancak henüz doğrudan gözlemlenmemiş bir olgudur. Bu virüsler, teorik olarak başka gezegen, uydusu, asteroid veya kuyruklu yıldızlardan Dünya'ya taşınabilecek mikroorganizmalardır. Bu durum genellikle Panspermia hipotezi çerçevesinde ele alınır; bu hipoteze göre yaşam, yıldızlararası toz, göktaşları ya da kuyruklu yıldızlar aracılığıyla gezegenler arasında taşınabilir (Wickramasinghe & Wickramasinghe, 2003). Eğer bu mikroorganizmalar Dünya biyosferine uyum sağlayabilirse, biyolojik çeşitlilik üzerinde dramatik değişimler, yeni hastalıkların ortaya çıkışı ve potansiyel ekolojik felaketler yaratabilirler.

Dünya dışı virüslerin yaratacağı etkinin büyüklüğü, iki ana faktöre bağlıdır. Virüsün biyokimyasal yapısının Dünya'daki yaşam formlarıyla uyumluluğu ve bulaşma kapasitesi. Eğer söz konusu virüsler, Dünya'daki nükleik asit temelli yaşamla etkileşime girebilecek biyokimyasal özelliklere sahipse, bağışıklık sistemimiz tarafından tanınmayacağından yıkıcı pandemilere yol açabilir (Race & Randolph, 2002). Bununla birlikte, Dünya'daki yaşamın evrimi süresince oluşan biyokimyasal farklılıklar nedeniyle, bu tür patojenlerin çoğunun Dünya canlıları üzerinde etkisiz kalması da olasıdır.

Tarihsel olarak, doğrudan Dünya dışı bir virüsün neden olduğu doğrulanmış bir biyolojik felaket yaşanmamıştır. Ancak bilimsel ve kültürel bağlamda, bu olasılık üzerine tartışmalar sürmektedir. Örneğin, 1970'lerdeki Apollo görevleri sırasında Ay'dan getirilen örnekler biyolojik tehlike ihtimaline karşı karantina altında incelenmiştir (NASA, 1973). Benzer şekilde, 2019'da NASA ve ESA'nın Mars örnek toplama misyonlarında Dünya'ya taşınacak numunelerin karantina protokollerine tabi tutulması, bu riskin ciddiye alındığını göstermektedir.

Bu tehdidin oluşma olasılığı, güncel bilimsel değerlendirmelerde oldukça düşük olarak görülmektedir. Bilimsel olarak evrende bilinmeyen veya Dünya'ya ulaşan biyolojik ajanların zararlı etkisi konusunda henüz somut kanıtlar yoktur ve olası bulaşma mekanizmaları büyük belirsizlik taşır. Dünya'ya ulaşabilecek uzay kaynaklı organik moleküller ve mikroorganizmalar, kozmik radyasyon, vakum ve aşırı sıcaklık değişimleri gibi sert uzay koşullarında çoğunlukla tahrip olmaktadır (Horneck vd., 2010). Bununla birlikte, bazı bakteri sporlarının (örneğin, *Deinococcus radiodurans*) yüksek radyasyona ve kuraklığa karşı dirençli olması, mikroorganizma transferinin teorik olarak mümkün olabileceğini göstermektedir.

Gezegenler arası keşifler ve numune dönüş görevleri arttıkça, Mars, Ay gibi cisimlerden Dünya'ya getirilen materyallerde biyolojik kontaminasyon riski gündeme gelmektedir. Bu risk Dünya'daki yaşama yönelik tehdidi ve Dünya'nın biyosferinin zarar görmesini, ayrıca keşfedilen yeni yaşam formlarının bilinçsizce yayılmasını içermektedir (NASA, 1971). Olası yabancı mikroorganizmaların Dünya ekosistemine bulaşması, yukarıda değinildiği üzere, yeni hastalıklar ve ekolojik dengesizliklere yol açabilir. Ayrıca, Dünya'dan başka gezegenlere insan kaynaklı biyolojik bulaşma, o gezegenlerin bilimsel araştırmalarını ve ekosistemlerini bozabilir. Bu durum, Dünya dışı virüslerin biyolojik kontaminasyon ve geri taşınma (*Back Contamination*) yoluyla uzayın ekolojik sistemine yönelik olarak risk ile potansiyel tehdit arasında yer alan bir endişe alanı oluşturmaktadır.

Sonuç itibarıyla risk sıfır değildir; ancak hem biyolojik uyumluluk hem de transfer olasılığı açısından düşük bir ihtimal söz konusudur. Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü, Dünya dışı virüslerin şimdilik risk ile potansiyel tehdit arasındaki bir konumda olduğu değerlendirilmektedir.

Uzayda Yaşam Bilinmezliği

Uzaydan gelebilecek tehditler arasında uzaylı yaşam formlarının potansiyel varlığı, bilimsel ve stratejik açıdan üzerinde en çok spekülasyon

yapılan konulardan biridir. Astrobiyoloji, kozmoloji ve SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) araştırmaları, evrende yaşamın oluşma ihtimalini istatistiksel olarak değerlendirmektedir. Drake Denklemi, Samanyolu Galaksisi'nde iletişim kurabilecek medeniyetlerin sayısını tahmin etmek için kullanılan önemli bir modeldir (Drake, 1965). Bu denklemde yıldız oluşum oranı, gezegen sayısı, yaşanabilir bölgelerdeki gezegenlerin oranı ve yaşamın gelişme olasılığı gibi değişkenler dikkate alınır. Mevcut hesaplamalar, evrende yaşamın istatistiksel olarak mümkün olduğunu gösterse de, bugüne kadar Dünya dışı yaşamın varlığına dair kesin kanıt bulunmamıştır (Wright et al., 2018).

Uzaylı yaşam formlarının Dünya'ya potansiyel tehdidi, biyolojik, teknolojik ve stratejik boyutlarda değerlendirilebilir. Biyolojik açıdan, Dünya ekosistemine yabancı patojenler veya toksinler, küresel ölçekte biyogüvenlik riski oluşturabilir (Cockell, 2008). Teknolojik açıdan, ileri uygarlıkların sahip olabileceği enerji silahları, elektromanyetik müdahale kapasitesi veya yapay zekâ tabanlı saldırı sistemleri, mevcut savunma mekanizmalarını açabilecek güçte olabilir. Stratejik boyutta ise, temas hâlinde oluşabilecek kültürel, sosyal ve politik istikrarsızlıklar, devletlerin iç ve dış güvenlik dengelerini sarsabilir (Vakoch, 2014).

Tarihsel olarak, "uzaylılarla temas" iddiaları daha çok popüler kültür, folklor ve gözlem raporları düzeyinde kalmıştır. 1947 Roswell Olayı, modern UFO mitolojisinin merkezinde yer alırken, ABD Hava Kuvvetleri'nin Project Blue Book araştırması (1952–1969) binlerce UFO gözlemini kayıt altına almış, ancak çoğu doğal veya insan yapımı fenomen olarak açıklanmıştır (Peebles, 1994). 1977'de kaydedilen "Wow! sinyali", kısa süreli bir radyo sinyali olarak kayda geçse de tekrarlanmadığı için bilimsel olarak doğrulanmamıştır (Ehman, 1977).

Bu tehdidin gerçekte işme ihtimali hakkında öngörüler hem astronomik veriler hem de olasılık teorisi üzerinden yapılmaktadır. Astrobiyolojik açıdan, yaşanabilir bölgelerde yer alan binlerce ötegezegenin keşfi (Petigura vd., 2013), yaşam olasılığını artırmaktadır. Ancak, Dünya ile iletişim kurabilecek mesafede ve teknolojik düzeyde bir uygarlık bulunma ihtimali, Fermi Paradoksu çerçevesinde hâlâ belirsizdir. Uzay canlılarının varlığı ve tehdit yaratma kapasitesi şimdilik spekülatif bir niteliktedir. Mevcut teknolojilerle bu tür bir temasın yakın vadede gerçekte işme olasılığı düşük görünmektedir. Yine de olası bir temas senaryosu, NASA ve Birleşmiş Milletler Uzay İşleri Ofisi (UNOOSA) gibi kuruluşların hazırladığı protokollerde

dikkate alınmaktadır. Bu bilgiler ışığında, bilimsel kanıt eksikliği ve böyle canlıların varlığına dair somut gözlemler olmaması nedeniyle düşük olasılıklı risk kategorisinde değerlendirilmektedir.

Yörüngesel Enkaz (Uzay Çöprü)

Uzay altyapısına yönelen tehditler çok boyutludur ve özellikle en büyük tehlike olarak uzay enkazı (*space debris*) öne çıkmaktadır. 2021 yılı itibarıyla 34.000 olan 10 cm ve üzerindeki parça sayısı 2023'te 36.500'e, 900.000 olan 1-10 cm arası parçacık sayısı 1 milyona çıkmış, benzer şekilde 2021 yılında 128 milyon olan 1 mm-1 cm arası parçacık sayısında da artış kaydedilmiştir (ESA, 2021; ESA, 2023). Bu enkazlar, aktif uydular, roket parçaları, görev ekipmanları ve uzay çarpışmalarından, parçalanmış araç geçerten ve karşı uydu (Anti-Satellite-ASAT) testleri sonucu oluşan enkazlardan kaynaklanan kalıntılardan oluşmaktadır.

Yüksek hızda hareket eden enkaz parçaları, aktif uydular ve insanlı uzay araçları için ölümcül çarpışma riski taşımaktadır. Bu durum yörüngede daha fazla enkaz oluşumuna neden olarak zincirleme çarpışma etkisi (Kessler Sendromu) yaratabilmektedir (Kessler & Cour-Palais, 1978). Ayrıca, iletişim, navigasyon ve gözlem uydularının işlevselliğini bozarak, ekonomik ve güvenlik açısından ciddi kayıplara yol açmaktadır.

Tarihsel örnekler baktığımızda, bu tehditlerin ciddiyeti açıkça ortaya çıkmaktadır. 1979'da Skylab uzay istasyonu parçalanarak Dünya'ya düşmüş, yörüngede kontrolsüz büyük cisimlerin riskini ortaya koymuştur. 2007 yılında Çin tarafından yapılan ASAT testi, Fengyun-1C uydusunu parçalayarak 3.000'den fazla izlenebilir enkaz ve yaklaşık 150.000 civarında daha küçük parçaya yol açmıştır (Parliament UK, 2023). Ayrıca, 2009'da Rus Cosmos-2251 ile ABD Iridium-33 uydusu çarpışmış ve 2.000'den fazla parçalanmış enkaz ortaya çıkmıştır (ESA, 2021). 2021'de ise Rusya'nın Kosmos-1408 uydusunu ASAT testiyle tahrip etmesi 1.500'den fazla takip edilebilir enkaz üretmiş, bu durum Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) için ciddi risk yaratmıştır (Spacedefense Analytics, 2022). Uluslararası Uzay İstasyonu ISS'in bir pencere camı, mikrobeyutlu bir parçacık tarafından delinmiş, Copernicus Sentinel-1A'nın solar panelinde ise birkaç milimetrelik bir enkaz oyuğu oluşmuştur (Terapi y Rehabilitación Física, 2024). Bu olaylar, yörüngesel enkaz riskinin somut bir göstergesini oluşturmaktadır (Kelso, 2009). Ayrıca, uzay istasyonları düzenli olarak çarpışma önleyici manevralar gerçekleştirmektedir. ESA uyduları ortalama üç ayda bir bu

tür manevra yapmakta, Sentinel-2 uydusu 2015–2017 arasında 8.000'den fazla çarpışma uyarısı almıştır (Interconnected Risks, 2023). Bu tür manevralar operasyonel kesintilere, ek maliyetlere ve küresel iş birliğinin gerekliliğine işaret etmektedir.

Özetle, enkazın yörüngede birikmesi, uyduların işlevselliğini baltalayan riskler oluşturmakta olup, çeşitli kazalar ve testlerle bu tehditler somutlaşmıştır. Geleceğe yönelik olarak, bu soruna karşı uzaydaki sürdürülebilirlik bağlamında çok aktörlü iş birliği, uluslararası normlar ve teknopolitik düzenlemelerin oluşturulması elzemdir.

Yörüngesel enkaz uzayın ekosistemini bozarken aynı zamanda uzay tesislerini ve çalışmalarını da aksatmaktadır. Yukarıda açıklanan nedenlerden ötürü yörüngesel enkaz tehlike kategorisindedir. Uzaydaki trafik yoğunluğu ve uydu sayısındaki artış eğilimi, mevcut enkaz yoğunluğu ve çarpışma olaylarının geçmişte defalarca yaşanmış olması birlikte değerlendirildiğinde, tehlikenin sürekli ve artış gösteren bir güvenlik sorunu haline geldiğini göstermektedir (Kessler & Cour-Palais, 1978).

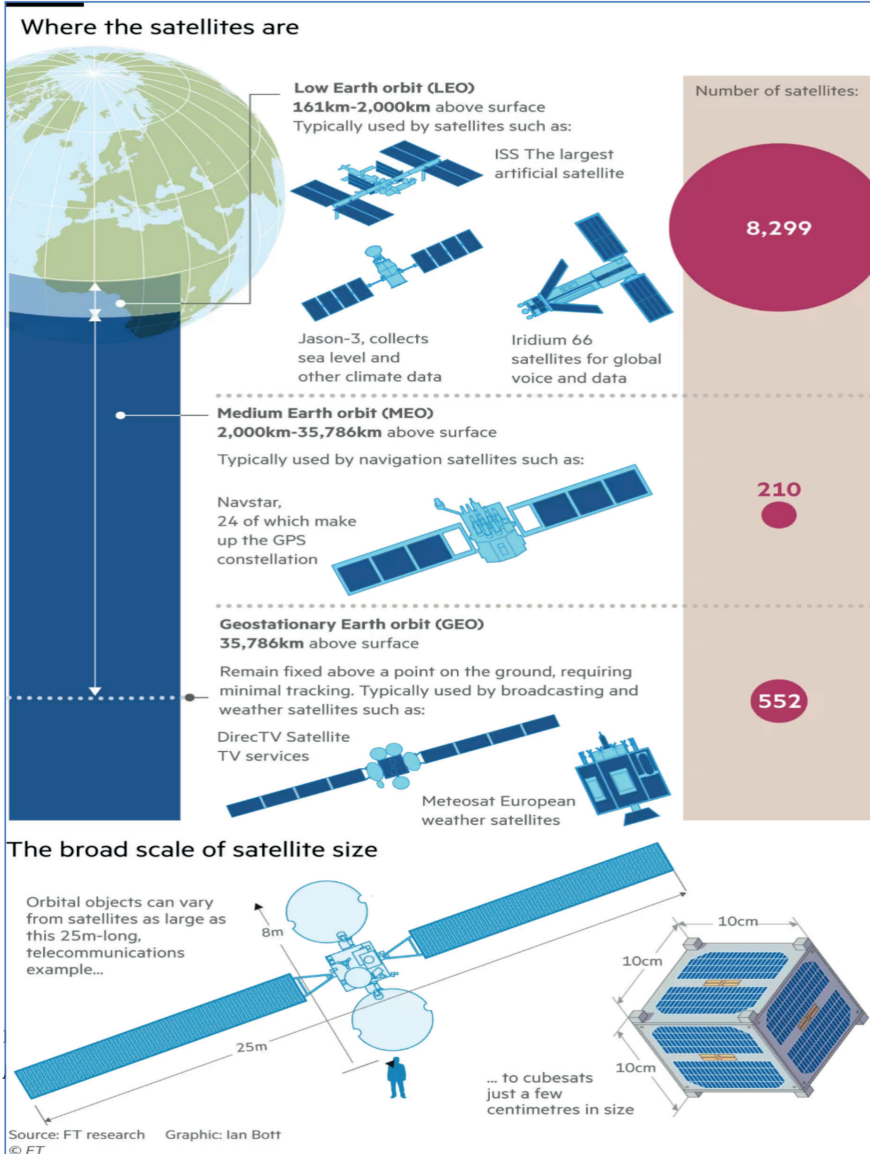
Dünya Yörüngesi Kapasitesinin Aşırı Kullanımı

Dünya yüzeyine yaklaşık 161 ila 2.000 kilometre mesafede bulunan ve genellikle gözlem, iletişim ve keşif uydularının konumlandığı alçak yörüngede bulunan (*Low Earth Orbit*–LEO) 8.299 uydu, Dünya yüzeyinden 2.000–35.786 kilometre mesafede bulunan ve genellikle yer konumlama uydularının konumlandığı orta yörüngede bulunan (*Medium Earth Orbit*–MEO) 210 uydu ve Dünya'dan yaklaşık 35.786 kilometre ve daha yukarı irtifada bulunan, Dünya'nın dönüş hızıyla senkronize şekilde hareket eden ve belirli bir noktaya sürekli olarak hizmet verebilen jeosenkron yörüngede (*Geostationary Orbit*–GEO) konumlandırılan 552 uydu yörüngede yoğun bir trafik oluşturmaktadır.

Bu trafik yoğunluğu jeosenkron yörüngede (GEO) sınırlı sayıda kullanılabilir yörünge yuvası (*slot*) bulunmasından ve alçak yörüngede (LEO) artan ticari ve askeri uydu sayısı nedeniyle oluşan tıkanıklıktan kaynaklanmaktadır (ESA, 2023). Yörüngede artan yoğunluk, çarpışma riskini yükseltmekte, yeni uydu yerleşimini güçleştirmekte ve görev planlamalarında karmaşa yaratmaktadır. Devletlerin yörünge değiştirme ve sonlandırma protokollerini uygulamamaları bu sorunu daha da derinleştirmektedir.

Özetle, alçak yörüngede (LEO), orta yörüngede (MEO) ve jeosenkron yörüngede (GEO) *slot* ve yörünge haklarının yoğun başvuru ve tahsislerle sınırlarına yaklaşması, operasyonel planlamalarda ciddi kısıtlar yaratmaktadır. Bu durum, yörüngede terk edilen uyduların neden olduğu karmaşa ile birlikte değerlendirildiğinde, uzayın ekosistemi için tehdit oluşturmaktadır; uzay görevleri için ise tehlike oluşturmaktadır.

Görsel 4.1: Uyduların Uzaydaki Konumları



Kaynak: Peel, Cookson & Rathbone, 2024.

Işık ve Radyo Frekans Kirliliği

Son yıllarda *SpaceX* şirketine ait *Starlink* ve Birleşik Krallık menşeli *OneWeb* gibi mega uydu takımıyıldızları yüzlerce hatta binlerce uyduyu Dünya yörüngesine yerleştirmiştir. *Starlink*'in 2023 itibarıyla 4.000'den fazla uydusu yörüngededir. Bu uyduların parlaklığı ve sinyal yoğunluğu, optik astronomi ve radyoastronomi gözlemlerinde ciddi parazit ve bozulmalara neden olmaktadır. Bu durum, evrenin yapısının anlaşılması için kritik olan bilimsel verilerin hassasiyet ve doğruluğunu tehdit etmektedir. Bu yönüyle ışık ve radyofrekans kirliliği uzayın ekosistemine olduğu kadar, uzay tesislerine ve çalışmalarına karşı da tehlike oluşturmaktadır. Astronomlar, özellikle *Starlink* uydularının yaygınlaşması sonrası gökyüzünde parlak izlerin gözlemlerini bozduğunu raporlamış, gözlem süreleri uzamış ve bazı çalışmalar ertelenmiştir (McDowell, 2020).

Işık ve radyo frekans kirliliği uzayın ekosistemine yönelik olarak yarattığı tehlikeye ilâve olarak uzay tesis ve çalışmalarını da kısıtlayan yönüyle öne çıkmaktadır. Işık ve radyo frekans kirliliği hâlihazırda yaşanan tehlike niteliğindedir. Zira mega uydu takımıyıldızlarının (örn. *Starlink*) artışı optik astronomiyi olumsuz etkilemekte, radyo frekans spektrumunun yoğun kullanımı ise bilimsel gözlemleri ve bazı iletişim hizmetlerini aksatmaktadır.

Asteroit ve Gezegen Madenciliği Etkileri

Uzay madenciliği girişimleri Ay, Mars ve asteroidlerden mineraller ve diğer kaynakların çıkarılmasını hedeflemektedir. Bu faaliyetler halen deneysel aşamadadır, ancak önümüzdeki 10-20 yıl içinde artması beklenmektedir (Elvis, 2014). Doğal gök cisimlerinin yüzey yapısının bozulması, volatillerin dengesinin değişmesi ve gezegen yüzeylerinin ekolojik ve bilimsel olarak zarar görmesi olasılığı vardır.

Bu hem uzay araştırmalarını hem de gezegen ekosistemlerini tehdit eder. Şimdilik doğrudan bir etkisi olmamasına karşın, bilim insanları bu faaliyetlerin sürdürülebilirliği için düzenlemelerin yapılması gerektiği konusunda hemfikirdirler. Asteroit ve gezegen madenciliği şimdilik zayıf, ancak orta vadede potansiyel tehdit düzeyindedir; çünkü henüz büyük ölçekli ticarî madencilik faaliyeti başlamamış olsa da gelecekteki uygulamaların yörüngedeki çalışmaları tehdit etme ve uzayın ekosistemi üzerinde geri dönüşü olmayan etkiler yaratma potansiyeli bulunmaktadır.

Kimyasal ve Partikül Kirliliği

Roket fırlatmaları sırasında atmosfere salınan kimyasallar (örn. klor bileşikleri), ozon tabakasına zarar verebilmektedir. Roket egzozu ve küçük metal partiküller atmosferin üst tabakalarında kalıcı kirlilik yaratabilmektedir (Ross & Sheaffer, 2014). Ozon tabakasındaki inceltme, yeryüzüne daha fazla ultraviyole ışınımının ulaşmasına neden olarak canlıların sağlığını ve dünyanın ekolojik sistemini tehdit eder. Atmosferdeki partikül kirliliği ayrıca iklim değişikliğinde etkenlerden biridir. Yapılan çalışmalar, yoğun roket fırlatma faaliyetlerinin lokal ve global çevresel etkilerini ortaya koymuştur. Özellikle 1980'lerden itibaren artan uzay faaliyetleri çevre politikalarının gündemine girmiştir.

Bu durum meydana gelmesi olası olan potansiyel tehdit oluşturmaktadır; zira roket fırlatmaları, uyduların operasyonel süreçleri ve yeniden girişleri atmosfere çeşitli kimyasallar ve partiküller salmakta, ancak bu etkilerin küresel ölçekte yıkıcı sonuçlar doğurması henüz beklenmemektedir (Ross & Sheaffer, 2014). Bu nedenlerden ötürü kimyasal ve partikül kirliliğinin dünyaya yönelik ve uzay ekosistemi bağlamında uzay güvenliği için potansiyel tehdit oluşturduğu değerlendirilmektedir.

Güneş Enerjisi Uyduları ve Mikrodalga Işınım Riski

Gelecekte geliştirilecek güneş enerjisi uyduları, Dünya'ya enerji iletiminde yüksek güçlü mikrodalga ve lazer sistemleri kullanacaktır. Henüz tam ölçekli sistemler faaliyette değildir, ancak çeşitli prototipler test edilmektedir (Mankins, 2014). Yanlış hizalanma veya teknik arızalar sonucu oluşacak yoğun mikrodalga ışını hem yörüngedeki ekipmanlara zarar verebilir hem de yeryüzündeki canlıların sağlığını riske edebilir. Böyle bir olay henüz gerçekleşmemiştir, ancak risk analizleri ve güvenlik protokolleri şimdiden geliştirilmektedir.

Şimdilik dünya güvenliği, uzay ekosistemi ve uzay çalışmaları için zayıf ve ihmal edilebilir risk düzeyindedir; çünkü mikrodalga ile enerji iletimi üzerine deneysel çalışmalar olsa da operasyonel ölçekli projeler henüz devreye alınmamış ve riskin somutlaşması uzak geleceğe yöneliktir.

Askeri Tehditler

Uzayın Askerileştirilmesi

Uzayın askerileştirilmesi, devletlerin veya diğer aktörlerin uzay alanında askeri sistemler geliştirmesi, konuşlandırması ya da operasyonel olarak

kullanıma sokması sürecini ifade etmektedir. Askerileştirme, yalnızca askeri istihbarat, gözetleme, hedef tespiti, iletişim ve konumlama gibi stratejik kabiliyetlerin geliştirilmesini değil, aynı zamanda askeri doktrinlerin, kuvvet yapılarının ve harekât konseptlerinin uzay ortamına uyarlanmasını da kapsamaktadır. Bu bağlamda, uzay kara, deniz, hava ve siber alanlarla birlikte ayrı bir harekât alanı olarak tanımlanmaktadır.

Uzay Komutanlıkları

Uzayın askerileştirilmesi, tarihsel olarak ulusal güvenlikle ilişkili uzay faaliyetlerini yönetmekle görevli askerî örgütlerin ve komutanlıkların kurulmasıyla paralel bir gelişim göstermiştir. Bu yapılar, uzayın stratejik bir harekât alanı olarak tanındığını ve kontrol ile dirençlilik unsurlarının giderek jeopolitik etki ve caydırıcılık kapasitesiyle daha yakından ilişkilendirildiğini göstermektedir. Devletlerin uzay komutanlığı kapsamındaki kuruluşları aşağıda belirtilmiştir (Tablo 1).

Tablo 4.1: Uzay Komutanlığı Karargâh Yapılanmaları

Ülke	Kurumsal Yapı	Kuruluş Yılı	Bağlı Olduğu Kurum
ABD	ABD Uzay Komutanlığı (USSPACECOM); ABD Uzay Kuvvetleri (USSF)	USSPACECOM: 1985 (yeniden kuruldu 2019); USSF: 2019	USSPACECOM: Birleşik Muharip Komutanlık; USSF: Bağımsız askerî kuvvet
Rusya	Rusya Uzay Kuvvetleri (Hava-Uzay Kuvvetleri'ne entegre)	2001 (2015'te birleşti)	Hava-Uzay Kuvvetleri (VKS) bünyesinde
Çin	Çin Halk Kurtuluş Ordusu Stratejik Destek Gücü (PLASSF)	2015	Çin Halk Kurtuluş Ordusu'na bağlı bağımsız kuvvet
Birleşik Krallık	Birleşik Krallık Uzay Komutanlığı	2021	Savunma Bakanlığı'na bağlı (Kara, Deniz, Hava Kuvvetleri ortak)

Ülke	Kurumsal Yapı	Kuruluş Yılı	Bağlı Olduğu Kurum
Fransa	Uzay Komutanlığı (Commandement de l'Espace - CDE) / Fransız Uzay Komutanlığı	2019	Hava ve Uzay Kuvvetleri'ne bağlı bağımsız komuta
Almanya	Uzay Komutanlığı (Weltraumkommando)	2021	Hava Kuvvetleri (Luftwaffe) bünyesinde
Hindistan	Savunma Uzay Ajansı (DSA) ve Savunma Uzay Araştırma Kurumu (DSRO)	2019	Ortak ajans
Kanada	Kanada Uzay Operasyonları Merkezi (CANSpOC); Kanada Uzay Dairesi (Space Division)	CANSpOC: 2014; Daire: 2022	Kanada Kraliyet Hava Kuvvetleri'ne bağlı
Japonya	Uzay Operasyon Filosu	2020	Japonya Hava Öz Savunma Kuvvetleri'ne bağlı
Avustralya	Savunma Uzay Komutanlığı	2022	Avustralya Kraliyet Hava Kuvvetleri bünyesinde

Askerî Amaçlı Uydular

Dış uzayın askerileştirilmesi Küresel Konumlandırma Uydu Sistemi (GNSS) teknolojisinin ötesine geçmekte ve askerî ile çift kullanımlı (*dual-use*) uygulamalardaki gelişmelere paralel olarak sürekli evrimleşmektedir. Soğuk Savaş'ın erken dönemlerinden günümüze kadar uzay sistemleri ulusal savunma stratejilerinin ayrılmaz bir parçası olmuştur.

Askerileştirmenin en erken biçimlerinden biri keşif ve gözetleme uydularının konuşlandırılmasıdır. 1960'larda yürütülen ABD CORONA programı, Sovyet askerî tesislerine ait yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlamış ve uzayı istihbarat toplama açısından kritik bir alan hâline getirmiştir (Day, Logsdon & Latell, 1998). Sovyetler Birliği de kendi keşif uydusu programlarını geliştirmiş ve uzay sistemlerinin nükleer caydırıcılık ile küresel güvenlik rekabetindeki rolünü ortaya koymuştur (Johnson-Freese, 2017).

Bir diğer önemli boyut ise uydu iletişim sistemleridir (SATCOM). Bunlar, askerî operasyonlar için hayati öneme sahip güvenli ve uzun menzilli iletişimi mümkün kılmaktadır. ABD ve müttefik güçler, Irak ve Afganistan'daki çatışmalar sırasında kara ve hava operasyonlarını koordine etmek için SATCOM'dan yoğun biçimde faydalanmıştır (Harrison, 2021). NATO da 2019'dan itibaren uzayı resmî olarak bir harekât alanı olarak tanımış, uzaya dayalı iletişim ve gözetlemeyi kolektif savunma stratejisine entegre etmiştir (NATO, 2020).

Bir diğer köklü askerî uygulama, füze erken uyarı uydularıdır. ABD Savunma Destek Programı (DSP) ve onun halefi olan Uzay Tabanlı Kızıllötesi Sistem (SBIRS), balistik füze fırlatmalarına yönelik küresel kapsama sağlamaktadır. Rusya ise Oko ve EKS (Tundra) sistemlerini işletmektedir (Wright & Grego, 2007). Çin de kapsamlı askerî modernizasyonunun bir parçası olarak füze erken uyarı kabiliyetlerine yatırım yapmıştır (Weeden & Samson, 2022).

Modern askerîleştirme aynı zamanda Dünya gözlemi ve uzaktan algılama uydularını da kapsamaktadır. Bu uydular hem sivil hem de askerî amaçlarla kullanılan gerçek zamanlı istihbarat sağlamaktadır. Kanada'nın RADARSAT sistemi ve Avrupa Birliği'nin Copernicus programı gibi girişimler, her ne kadar çift kullanımlı olsalar da askerî planlama ve durum farkındalığı açısından kritik bir rol oynamaktadır (Moltz, 2019). Çin'in Yaogan uydu takımıyıldızı ve Hindistan'ın Cartosat serisi de çift kullanımlı teknolojinin savunma kabiliyetlerinin merkezine yerleştiğini göstermektedir.

Günümüzde navigasyon ve konumlandırma sistemleri, silahlandırma olmaksızın askerîleştirmeye örnek teşkil etmektedir. Çin'in BeiDou sistemi, tıpkı ABD GPS'i gibi, hassas güdümlü mühimmatlar ve operasyonel koordinasyon için askerî sinyaller sağlamaktadır (Harrison, 2021). Benzer şekilde, Avrupa Galileo sistemi hükümet ve savunma amaçlı kullanım için ayrılmış şifrelenmiş hizmetler sunmaktadır (European Union Agency for the Space Programme, 2021).

Avrupa'da ise son dönemde yalnızca iki ülke –Fransa ve Almanya– karşı-uzay (*counterspace*) girişimleriyle gündeme gelmiştir. Bu girişimler, uyduların denetim ve uzay alan farkındalığı (SDA) görevlerini icra edebilecek, ayrıca diğer uyduları saldırılardan korumak için lazer veya başka kinetik olmayan silahlar kullanabilecek uyduların konuşlandırılmasını içermektedir. Fransa'nın yeni programı *Toutatis*, ikisi alçak yörüngede (LEO) olmak üzere iki uyduyu kapsayacaktır: SDA görevi icra edecek Lisa-1 ve

düşman uydularını takip edebilecek, gerektiğinde düşman uydu ile hedef uydu arasına konumlanabilecek yüksek manevra kabiliyetine sahip Splinter LEO (Ruitenber, 2024). Almanya ise *German Inspector Satellite for Multiple Operations* (Gitton) isimli uydusunu 2024'te kamuya açıklamış ve bu uydunun robotik kollara sahip olarak diğer uyduları inceleme kapasitesine sahip olacağını duyurmuştur (Gitton, 2024). Devletlerin sahip olduğu askerî uyduların sayıları aşağıda gösterilmiştir (Tablo 2)

Tablo 4.2: Devletlerin Sahip Olduğu Askerî Uydular

Devlet	Askerî	Devlet/ Askerî	Askerî/ Ticari	Sivil/Askerî	Toplam
ABD	204	0	36	6	246
Çin	107	50	0	0	157
Rusya	77	0	34	0	111
Fransa	14	0	1	0	15
İsrail	8	0	4	0	12
İtalya	2	5	1	1	9
Hindistan	8	0	0	0	8
Almanya	8	0	0	0	8
Birleşik Krallık	6	0	0	0	6
İspanya	1	1	2	0	4
Avustralya	0	0	1	3	4
Meksika	2	1	0	0	3
Birleşik Arap Emirlikleri	1	0	2	0	3
Norveç	3	0	0	0	3
Türkiye	2	0	0	0	2
Japonya	1	0	1	0	2
Kolombiya	2	0	0	0	2
Fransa/İtalya	1	1	0	0	2
Fransa/İtalya/Belçika/ İspanya/Yunanistan	2	0	0	0	2
Güney Kore	1	0	1	0	2
İran	2	0	0	0	2
Tayland	2	0	0	0	2
Brezilya	0	0	1	0	1
Kanada	1	0	0	0	1
Şili	0	1	0	0	

Hâlihazırda, toplam 30 devlete ait askeri amaçlı uydular operasyonel durumdadır. ABD, Rusya ve Çin, uzayı askeri stratejilerine öylesine entegre etmişlerdir ki bu onlara bu alanda üstünlük sağlamaktadırlar. Fransa, İsrail, İtalya ve Hindistan bu devletleri yakından takip etmektedir. Bunlara ek olarak, 22 farklı ülke de çeşitli sayılarda askeri uyduya sahiptir (UCS, 2023). NATO ise 2019 yılında uzayı resmen bir harekât alanı olarak tanımıştır (NATO, 2020; U.S. DoD, 2015).

Özetle, dış uzayın askerileştirilmesi keşiften iletişim, navigasyon ve füze erken uyarı sistemlerine kadar geniş bir kabiliyet yelpazesini kapsar. Bu kullanımlar çoğunlukla sivil amaçlı uygulamalara sahip olsa da ABD, Rusya ve Çin gibi büyük güçlerin bunları askeri doktrinlerine entegre etmeleri, uzayın modern savaşta vazgeçilmez bir araç hâline geldiğini göstermektedir.

Sonuç olarak uzayın askerileştirilmesi süreci gerek bu konudaki doktrin, strateji ve komutanlıkların oluşturulması gerekse askeri maksatlı uyduların faaliyete geçirilmiş olması nedeniyle tamamlanmıştır. Bu kapsamdaki oluşum uzay güvenliğinin uzaydan Dünya'ya, uzayın ekosistemine ve uzay tesis ve çalışmalarına olan etkileri nedeniyle tehdit yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

Uzayın Silahlandırılması

Uzayın silahlandırılması süreci, yalnızca doğrudan uzay temelli saldırı sistemlerini (kinetik enerjili silahlar, yönlendirilmiş enerjili silahlar, karşı uydu (ASAT) sistemleri vb.) değil, aynı zamanda bunları destekleyen kabiliyetleri de kapsamaktadır (Moltz, 2019). Bu kapsamda kullanılan silah sistemlerini ve stratejilerini; 1) Kinetik silahlar, 2) Kinetik olmayan silahlar, 3) Elektronik silahlar ve 4) Siber operasyonlar olmak üzere dört kategoride sınıflandırmak mümkündür.

Kinetik silahlar

Uzaya kinetik enerji silahı yerleştirme

Uzayda kinetik enerji silahlarının konuşlandırılması uzun süredir stratejik bir endişe konusu olmuştur, ancak tam anlamıyla operasyonel bir düzeye ulaşmamıştır. Soğuk Savaş döneminde, ABD ve Sovyetler Birliği, yö-rüngesel silah sistemlerinin uygulanabilirliğini test etmeyi amaçlayan iddialı girişimler yürütmüştür. Bunların en dikkat çekenini, 1983'te Başkan Ronald

Reagan tarafından ilân edilen ABD Stratejik Savunma Girişimi (*Strategic Defense Initiative*–SDI) idi. Bu girişim, lazer gibi uzay tabanlı yönlendirilmiş enerji silahlarını ve gelen balistik füzeleri etkisiz hâle getirecek kinetik önleme sistemlerini içeren çok katmanlı bir füze savunma sistemi öngörüyordu (Mallory, 2018). SDI, teknik, finansal ve stratejik sınırlamalar nedeniyle ciddi şüphelerle karşılaşsa da, Washington’un uzayı Moskova ile nükleer rekabette belirleyici bir stratejik alan olarak gördüğünü ortaya koydu (Stares, 1987).

Buna karşılık, Sovyetler Birliği Polyus (ya da Skif-D) projesi gibi kendi karşı önlemlerini geliştirdi. Yörüngede yönlendirilmiş enerji silahları ve diğer karşı-uzay teknolojilerini taşıyabilecek bir platform olarak tasarlanan proje, Moskova’nın ABD’nin uzay silahlandırma ilerlemelerine eşit kalma kararlılığını gösterdi (Weeden & Samson, 2022). Ancak Polyus uzay aracı, 1987’deki fırlatmada başarısız oldu ve operasyonel hâle gelemedi. Bu başarısızlık, dönemin teknolojik sınırlamalarını ve uzayın silahlandırılmasının yol açtığı yüksek maliyet ile siyasi riskleri gözler önüne serdi (Podvig, 2002).

Bu erken çabalar, operasyonel uzay tabanlı silah sistemlerini başaramamış olsa da önemli emsaller oluşturdu. Uzayı kontrol etmenin, özellikle füze savunması, caydırıcılık ve ulusal varlıkların korunması açısından stratejik gerekçelerini ortaya koyarken, silahlandırmaya yönelik teknolojik, siyasi ve ekonomik engellerin büyüklüğünü de vurguladı. SDI ve Polyus’un deneysel aşamaların ötesine geçememesi, bugün hâlâ uzay güvenliğinin geleceği üzerine yapılan tartışmalarda belirleyici olan “hedef ile uygulanabilirlik arasındaki fark”ı göstermektedir (Weeden & Samson, 2022). Bu itibarla, uzaya kinetik enerji silahı yerleştirmenin uzaydan dünyaya, uzayın ekosistemine ve uzay tesis ve çalışmalarına karşı potansiyel tehdit niteliği taşıdığı değerlendirilmektedir.

Doğrudan yükselen karşı uydu silahları

ABD, Çin, Rusya ve muhtemelen Fransa, yerden yükselen karşı uydu silah kapasitesine sahiptir. Çin’in muhtemel, Rusya’nın olası ve ABD’nin daha olası yörüngesel karşı uydu (ASAT) kapasitesine sahip olduğu kıymetlendirilmektedir (Swope vd., 2025: 4).

Çift kullanımlı karşı uydu kabiliyetleri

Soğuk Savaş sonrası dönemde, büyük güçlerin karşı uydu (ASAT) kabiliyetlerini gösteren faaliyetleri, uzayın silahlandırılmasının yalnızca teorik

bir olasılık olmadığını, somut ve devam eden bir endişe olduğunu ortaya koymuştur. Bu göstergeler, devletlerin yörüngede kalıcı silah konuşlandırmadan bir rakibin uzay sistemlerine bağımlılığını zayıflatacak araçlar geliştirmeye çalıştığını göstermektedir.

En dikkat çekici örneklerden biri, Çin'in 11 Ocak 2007'de gerçekleştirdiği doğrudan yükseliş karşı uydu (ASAT) testi olup, bir balistik füze Fengyun-1C hava uydusunu imha etmiştir (Garino & Gibson, 2009: 277). Bu test binlerce uzun ömürlü yörüngesel enkaz oluşturmuş ve uydular ile insanlı uzay faaliyetleri için tehdit teşkil etmiştir (Weeden & Samson, 2022). Benzer şekilde ABD, 2008'de arızalı USA-193 keşif uydusunu yok etmek amacıyla bir operasyon gerçekleştirmiştir. Ancak, Çin'in testinden farklı olarak, ABD bu operasyonu daha düşük bir irtifada yapmış, çoğu enkazın hızla atmosfere girmesi sağlanmış ve uzun vadeli riskleri en aza indirmiştir (Wright, 2008). Hindistan'ın 2019'daki Mission Shakti testi ile kendi uydularından birini alçak yörüngede (LEO) imha ederek, ASAT operasyonları gerçekleştirebilecek az sayıda devlet arasına katılma niyetini göstermiştir (Goswami, 2019). İsrail, özellikle uydu tespit ve izleme bilgisinin birleşimi ile latent bir karşı uydu kabiliyetine sahiptir. İsrail'in Kasım 2024'te Husilere ait balistik bir füzeyi düşürdüğü sırada atmosfer dışı füze önlemesi gerçekleştirdiği muhtemeldir (Swope vd., 2025: 1).

2024 yılı, ayrıca, karşı-uzay amacıyla uyarlanabilecek ticari ve askerî çift kullanımlı teknolojilerin artışı da göstermiştir. Uzay servisleri ve enkaz temizleme alanındaki şirketler, buluşma, yakınlık ve kenetlenme operasyonlarını gerçekleştirebilecek yetkinliklerini kanıtlamışlardır; bu teknikler karşı uydu silahlarında kullanılabilir (Swope vd., 2025: 1).

Yer tesislerine saldırılar

Yer tesisleri, telemetri, izleme, komuta ve fırlatma işlevlerinden sorumlu olmaları nedeniyle kritik, fakat oldukça savunmasız bileşenlerdir. Küresel Konumlama Sistemleri (GPS) alıcıları gibi Uydu İletişim (*Satellite Communication*–SATCOM) cihazları, uyduların işlevselliğinin kesintiye uğramasında merkezi bir rol oynar. Fiziksel, elektronik veya siber saldırılara açık olmalarının yanı sıra, çoğu tesisin uzak bölgelerde zayıf bir şekilde korunuyor olması, yer istasyonlarını en kolay hedef haline getirmektedir. Başarılı saldırılar; veri iletimini durdurabilir, altyapıyı tahrip edebilir ve kilit personeli devre dışı bırakabilir (Wilson, 2009). Uzay teknolojilerine sahip olmayan devlet ya da devlet dışı aktörler yer tesislerine saldırı kapasitesine

sahiptir. Bu nedenle, yer tesislerine saldırılar tehdit kategorisinde değerlendirilmektedir.

Kinetik olmayan silahlar

Yönlendirilmiş Enerji Silahları

Lazerler, radyo frekansları ve parçacık ışın sistemleri gibi yönlendirilmiş enerji silahları, uzaktan (*standoff*) etki sağlar. Çok hedefe hızlı şekilde angaje olabilirler ve saldırıyı yapan aktöre savunma imkânı tanıyabilirler (Wilson, 2009).

- Lazer silahları: Hedef yüzeyine enerji yoğunlaştırarak çalışır.
- Radyo frekanslı silahları: Yüksek güçlü mikrodalga (*High Power Microwave*-HPM) ve ultra geniş bant (*Ultra-Wide Band*-UWB) sistemleriyle elektronik bileşenleri devre dışı bırakır.
- Parçacık ışın silahları: Negatif hidrojen veya döteryum iyonlarını yüksek hızda ateşleyerek uyduların elektroniklerini kalıcı olarak bozar. Bu silahların atmosferi geçememesi nedeniyle uzay tabanlı konuşlandırılmaları gerekir (Garino & Gibson, 2009, s. 278).

Bu zamana kadar herhangi bir ülkenin yönlendirilmiş enerji silahları gibi karşı uzay silahlarını test ettiği veya kullandığına dair kamuya açık bir gösterge bulunmamaktadır. Bununla birlikte, ABD, Çin ve Rusya, yönlendirilmiş enerji silahları üretme kapasitesine sahiptir (Swope vd., 2025: 4). İsrail, füze savunmasında kullanmak üzere *Iron Beam* gibi yönlendirilmiş enerji silahlarını geliştirmeye ve iyileştirmeye devam etmektedir (Swope vd., 2025: 1).

Nükleer Tehdit

Bir nükleer patlama, kara, iletişim ve uzay olmak üzere, uzay mimarisinin üç segmentini de aynı anda etkiler. Elektromanyetik darbe (*Electromagnetic Pulse*-EMP), geçici nükleer radyasyon ve ısı radyasyon gibi etkileri vardır. EMP özellikle yıkıcıdır çünkü geniş alanları aynı anda etkileyebilir ve elektronik sistemlerde onarılamaz hasarlar oluşturabilir (Wilson, 2009; Peel, Cookson & Rathbone, 2024).

Dokuz nükleer silah üreticisi ülkenin tamamı (ABD, Rusya, Çin, Fransa, Birleşik Krallık, Hindistan, Pakistan, Kuzey Kore ve muhtemelen İsrail), uzay için potansiyel nükleer tehdit oluşturmaktadır (Swope vd., 2025: 4).

Rusya'nın yeni bir uzay tabanlı karşı uydu nükleer silahı geliştirdiğine dair bazı endişeler bulunmaktadır. Mevcut bilgiler sınırlı olduğundan, gerçek bir tehdidin ne kadar ciddi olabileceğini değerlendirmek zordur (Peel, Cookson & Rathbone, 2024).

Nükleer bir silahın stratejik çekiciliği, aynı anda birçok uyduyu yok etme yetisine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Böyle bir cihazın varlığı bile, kullanılsa da caydırıcılık sağlamaktadır (Peel, Cookson & Rathbone, 2024). Herhangi bir atomik patlama, müttefik ülkeler ve kendi uydularını da etkileyeceğinden, nükleer silahı kullanmayı düşünen bir devlet önemli pratik dezavantajları göz önünde bulundurmak zorundadır (Peel, Cookson & Rathbone, 2024).

Elektronik ve siber silahlar

Elektronik silahlar uzay güvenlik mimarisinin iletişim segmentine yöneliktir. Bu silahlar, yer ve uzay segmentleri arasındaki uyduların yönlendirilmesi ve operasyonel veri iletimi gibi kontrol bağlantılarını tehdit eder.

Elektronik karıştırma (*jamming*) ve sinyal bozma (*spoofing*), uzay tabanlı sistemlerin iletişim ve konumlandırma kabiliyetlerini hedef alan elektromanyetik müdahale yöntemleridir. Elektronik silahlar; karıştırma, gürültü benzeri sinyallerle iletimleri bozarak veya engelleyerek hem askerî hem de ticari sistemleri etkileyebilir. Bu tür saldırılar, hedef sistemin kullandığı radyo bandında faaliyet göstermeyi gerektirir (Wilson, 2009). Elektronik saldırı, elektromanyetik veya yönlendirilmiş enerjinin kullanılarak spektrumun kontrol edilmesi veya düşmanın faaliyetlerinin engellenmesi anlamına gelir. Bu tür saldırılar, uzay sistemlerini karıştırma ve aldatma (*spoofing*) gibi tehditler yaratır (Wilson, 2009).

Elektronik karıştırma, belirli bir frekans aralığında yüksek güçlü parazit sinyalleri göndererek hedef sistemin iletişimini kesintiye uğratmayı amaçlar. Sinyal bozma ise, sahte sinyaller üreterek hedef sistemin yanlış bilgi almasını veya yanlış konumlandırma yapmasını sağlar. Bu tür saldırılar, hem uydu-yer hem de uydu-uydu iletişimde ciddi kesintilere yol açabilir ve özellikle navigasyon, askerî harekât kontrolü, hava ve deniz taşımacılığı, finansal işlemler gibi kritik hizmetleri etkileyebilir.

Tehdidin boyutu değerlendirildiğinde, bu durum meydana gelmesi kuvvetle muhtemel olan tehdit kategorisinde yer alır. Bunun nedeni, elektronik karıştırma ve sinyal bozma teknolojilerinin görece düşük maliyetli

olması ve hem devlet aktörleri hem de devlet dışı gruplar tarafından kolaylıkla uygulanabilmesidir. Ticari olarak temin edilebilen parazit cihazlarının (*GPS jammer*) bile belirli alanlarda ciddi etki yaratabildiği bilinmektedir (Weeden & Samson, 2022).

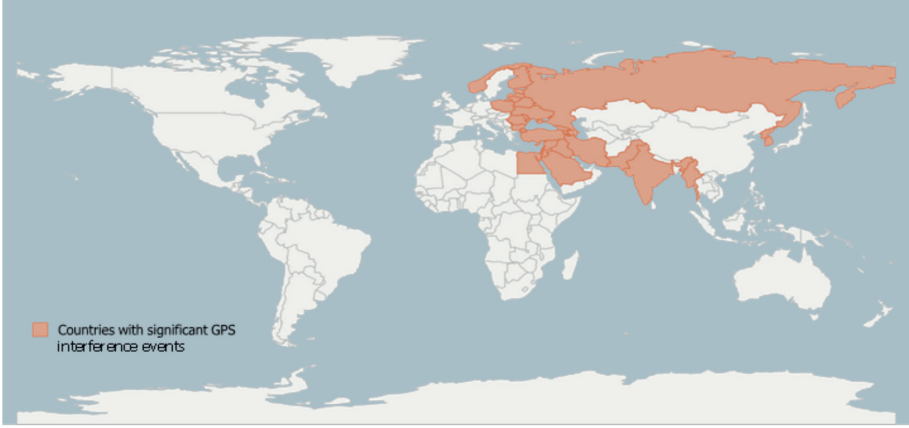
Yapay uydu ve uzay sistemlerine yönelik siber saldırılar, yörüngedeki veya yer istasyonlarındaki uzay varlıklarının kontrolünü ele geçirme, işlevlerini bozma, veri akışını manipüle etme veya tamamen devre dışı bırakma amacıyla gerçekleştirilen kötü niyetli dijital müdahalelerdir. Bu tür saldırılar, hem yörüngedeki uydu platformlarına doğrudan erişim sağlayarak hem de bu uydularla iletişim kuran yer tabanlı kontrol altyapısına sızarak gerçekleştirilebilir. Siber saldırılar; hizmet kesintisi (*denial-of-service*), veri manipülasyonu, komuta kontrol sistemine izinsiz erişim, konum bilgilerini değiştirme (*spoofing*) ve sinyal bastırma gibi çeşitli tekniklerle uygulanabilir.

Bu tehdidin boyutu değerlendirildiğinde, modern uzay sistemlerinin giderek artan oranda yazılım tabanlı kontrol sistemlerine ve ticari iletişim ağlarına bağımlı olduğu görülmektedir. Bu durum, saldırganların geniş bir saldırı yüzeyine erişmesine imkân tanımaktadır. Mevcut veriler ve geçmiş örnekler dikkate alındığında, bu durumun meydana gelmesi kuvvetle muhtemel olan tehdit kategorisinde değerlendirilebilir. Bunun nedeni hem devlet aktörleri hem de devlet dışı unsurlar tarafından siber uzay alanının aktif olarak istismar edilmesi ve siber saldırı yeteneklerinin görece düşük maliyetle elde edilebilmesidir (Weeden & Samson, 2022).

Geçmişte bu tür saldırılara ilişkin somut vakalar yaşanmıştır. Örneğin, 1998 yılında ABD-Çin arasında artan gerilim döneminde ABD'ye ait Terra EOS AM-1 ve Landsat 7 uydularının kontrol bağlantılarında yetkisiz erişim girişimleri tespit edilmiştir. 2007 ve 2008'de ise Norveç'in Svalbard uydu yer istasyonu üzerinden NASA'nın Landsat 7 ve Terra uydularına Çin kaynaklı olduğu iddia edilen siber müdahaleler rapor edilmiştir. Daha yakın dönemde, 2022'de Ukrayna savaşının başlamasından hemen önce Viasat'a yönelik geniş ölçekli bir siber saldırı gerçekleştirilmiş ve bu saldırı sonucunda hem Avrupa'daki askeri iletişimler hem de binlerce sivil modem hizmet dışı kalmıştır.

Son yıllarda Dünya'nın birçok bölgesi; Kuzey Kutbu'ndan Doğu Avrupa'ya, Orta Doğu'dan Güney Asya'nın bazı bölgelerine kadar, neredeyse her gün GPS karıştırmasından ve yanıltmasından etkilenmiştir (Görsel 2) (De Luce, 2024).

Görsel 4.2: Önemli GPS Girişim Olaylarının Konumları (Nisan 2024 - Mart 2025)

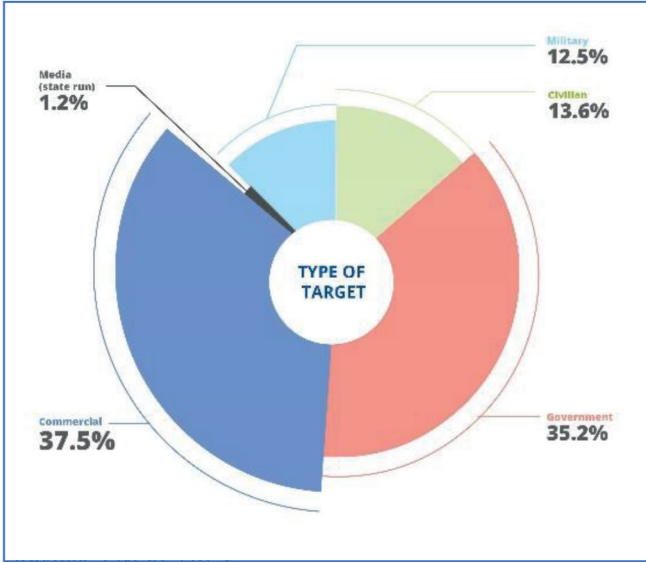


Kaynak: CSIS Aerospace Security Project Research and Analysis

Geçen yıl GPS karıştırma ve yanıltma faaliyetleri, özellikle aktif askeri çatışma bölgelerinde artış kaydetmiştir. İsrail, Ukrayna ve Kore’de çok sayıda GPS karıştırması ve yanıltma faaliyeti saptanmıştır (Weeden & Samson, 2022). Gelişmiş elektronik harp kapasitesine sahip devletler, alıcıların yanıltılmış sinyalleri algılayamaması nedeniyle yanıltmayı karıştırmaya göre daha fazla kullanmıştır. Diğer taraftan, küresel ölçekte, ticari uçuş raporlarında GPS yanıltması, 2024 başında günde 500’ün altında iken Nisan 2024’te yaklaşık 3.000’e yükselmiş, ardından başta Orta Doğu, Karadeniz ve Rusya olmak üzere günlük 1.000-1.500 aralığında sabitlenmiştir (Weeden & Samson, 2022). Bu eğilim, modern askeri operasyonlarda GPS girişiminin artan taktiksel önemini vurgulamaktadır.

Space Attacks Open Database Project, 1977–2019 döneminde uyduya yönelik kamuya açık bilinen saldırıların ayrıntılı bir derlemesini sunmaktadır (Space Security Community, t.y.). Bu veri tabanı bulguları ve uzay alanındaki bireysel siber güvenlik olaylarına ilişkin kamuya açık ek raporlar, uzay tabanlı saldırıların çoğunun ticari ve devlet hedeflerine yönelik gerçekleştiğini göstermektedir (Görsel 3). Bunları, sırasıyla; sivil ve askerî sektörler ve devlet tarafından işletilen medya kuruluşlarına yönelik saldırılar takip etmektedir (ENISA, 2025: 29).

Görsel 4.3: Uzay alanında bilinen saldırıların hedef kategorileri



Kaynak: ENISA, 2025

Bu karşı uydur (ASAT) göstergeleri, güncel uzay silahlandırmasının büyük ölçüde çift kullanımlı teknolojilerin, yer tabanlı sistemlerin ve uyduları devre dışı bırakmayı veya yok etmeyi amaçlayan karşı uzay kabiliyetlerinin geliştirilmesine dayandığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, uzayın silahlandırılması için teknolojik potansiyel gelişmeye devam etse de güncel gerçeklik, uzay tabanlı silah sistemlerinin fiilen konuşlandırılmasından ziyade test ve uygulamalarla şekillenmektedir (Weeden & Samson, 2022).

Sonuç ve Değerlendirme

Yukarıda sunulan veriler ışığında uzaydan dünyaya, uzayın ekosistemine ve uzay tesisleri ile uzay çalışmalarına yönelik endişe yaratan olayların hangi tehdit kategorisine/kategorilerine karşılık geldiği aşağıda gösterilmiştir (Tablo 3).

Tablo 4.3: Endişe Kaynakları ve Tehdit Çeşitleri

S. Nu.	Endişe Kaynağı	Uzaydan Dünyaya Yönelik Tehditler	Uzayın Ekolojik Sistemine Yönelik Tehditler	Uzay Tesislerine ve Çalışmalarına Yönelik Tehditler
1	Asteroit ve göktaşı çarpması	Yüksek Etkili Risk	Yüksek Etkili Risk	Yüksek Etkili Risk
2	Uzay havası ve güneş fırtınaları	Yüksek Etkili Risk	Yüksek Etkili Risk	Yüksek Etkili Risk
3	Süpernova patlaması	Yüksek Etkili Risk	Yüksek Etkili Risk	Yüksek Etkili Risk
4	Dünya dışı virüsler	Risk-Potansiyel Tehdit	Risk-Potansiyel Tehdit	Risk-Potansiyel Tehdit
5	Uzay yaratıkları	Düşük Olasılıklı Risk	Düşük Olasılıklı Risk	Düşük Olasılıklı Risk
6	Yörüngesel enkaz (Uzay çöpu)		Tehlike	Tehlike
7	Dünya yörüngesi kapasitesinin aşırı kullanımı		Tehdit	Tehlike
8	Işık ve radyo frekans kirliliği		Tehlike	Tehlike
9	Asteroit ve gezegen madenciliği		Potansiyel Tehdit	Potansiyel Tehdit
10	Kimyasal ve partikül kirliliği	Potansiyel Tehdit	Potansiyel Tehdit	
11	Güneş enerjisi uyduları ve mikrodalga ışınlam	Düşük Olasılıklı Risk	Düşük Olasılıklı Risk	Düşük Olasılıklı Risk
12	Uzayın askerileştirilmesi	Tehdit	Tehdit	
13	Uzayın Silahlandırılması	Tehdit	Tehdit	Tehdit
Tehdit Kategorisi				
	Risk	Potansiyel Tehdit	Tehdit	Tehlike

Buna göre uzaydan dünyaya yönelik tehditler –uzayın askerleştirilmesi ve silahlandırılması hariç olmak üzere– daha ziyade risk ve potansiyel tehdit kategorisinde gerçekleşmektedir. Buna mukabil, uzayın ekosistemine yönelik tehditler ile uzay tesis ve çalışmalarına yönelik tehditler her dört tehdit kategorisi arasında dağılım göstermektedir. Uzayın askerleştirilmesi ve silahlandırılması tehdit olarak, yörüngesel enkaz, dünya yörüngesi kapasitesinin aşırı kullanımı, ışık ve radyo frekans kirliliği tehlike boyutunda kıymetlendirilmiştir.

Kaynakça

- Alvarez, Luis W., Walter Alvarez, Frank Asaro, and Helen V. Michel. (1980). “Extraterrestrial Cause for the Cretaceous–Tertiary Extinction.” *Science* 208 (4448): 1095–1108.
- Baker, D. N., Li, X., Pulkkinen, A., Ngwira, C. M., Mays, M. L., Galvin, A. B., & Simunac, K. D. C. (2013). A major solar eruptive event in July 2012: Defining extreme space weather scenarios. *Space Weather*, 11(9), 585–591.
- Boteler, D. H. (2019). A 21st century view of the March 1989 magnetic storm. *Space Weather*, 17(10), 1427–1441.
- Bottke, William F., David Vokrouhlický, David Nesvorný, & Raymond Greenberg. (2002). “Debiased Orbital and Absolute Magnitude Distribution of the Near-Earth Objects.” *Icarus* 156 (2): 399–433.
- Brown, P. G., Assink, J. D., Astiz, L., et al. (2013). A 500-kiloton airburst over Chelyabinsk and an enhanced hazard from small impactors. *Nature*, 503(7475), 238–241.
- Buzan, Barry, Ole Wæver, and Jaap de Wilde. (1998). *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers.
- Chapman, Clark R., & David Morrison. (1994). “Impacts on the Earth by Asteroids and Comets: Assessing the Hazard.” *Nature* 367 (6466): 33-40.
- Cliver, E. W., & Svalgaard, L. (2004). The 1859 solar–terrestrial disturbance and the current limits of extreme activity. *Solar Physics*, 224(1–2), 407-422.
- Cockell, C. S. (2008). The interplanetary exchange of photosynthesis. *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 38(2), 87-104.
- Day, D., Logsdon, J. M., & Latell, B. (1998). *Eye in the sky: The story of the Corona spy satellites*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- De Luce, D. (2024, May 1). *Pentagon official warns Russian anti-satellite nuclear weapon could be devastating*. NBC News. <https://www.nbcnews.com/news/world/pentagon-official-warns-russian-an-fft-satellite-nuclear-weapon-devastat-rcna150314>
- Drake, F. (1965). The radio search for intelligent extraterrestrial life. In G. Mamikunian & M. H. Briggs (Ed.), *Current aspects of exobiology* (ss. 323–345). Pergamon Press.

- Ehman, J. R. (1977). The Big Ear Wow! signal. *Ohio State University Radio Observatory Records*.
- Elvis, M. (2014). How many ore-bearing asteroids? *Planetary and Space Science*, 91, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2013.10.009>
- ENISA [European Union Agency for Cybersecurity] (2025). *Space Threat Landscape (March 2025)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- ESA (European Space Agency). (2021). *Space debris by the numbers*. <https://www.esa.int>
- ESA (European Space Agency). (2023). *Space debris by the numbers*. European Space Agency. <https://www.esa.int>
- European Union Agency for the Space Programme. (2021). *Galileo services*. Brussels: EU Publications.
- Garino, B., & Gibson, J. (2009). Space system threats. In B. C. Tichenor (Ed.), *AU-18: Space primer* (ss. 273–282). Maxwell AFB, AL: Air University Press.
- Gater, W. (2025). The biggest threats to Earth from space. *BBC Sky at Night Magazine*. <https://www.skyatnightmagazine.com/space-science/threats-earth-space>
- Gehrels, N., Laird, C. M., Jackman, C. H., Cannizzo, J. K., Mattson, B. J., & Chen, W. (2003). Ozone depletion from nearby supernovae. *The Astrophysical Journal*, 585(2), 1169-1176.
- Gitton, M. (2024). France intensifies its space defense strategy: New challenges and opportunities [LinkedIn post]. <https://www.linkedin.com/pulse/france-intensifies-its-space-defense-strategy-new-mathieu-gitton-bxsce/>
- Harris, A. W., D'Abramo, G. (2015). "The Population of Near-Earth Asteroids." *Icarus* 257: 302–312.
- Harrison, T. (2021). *Space threat assessment 2021*. Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies (CSIS).
- Horneck, G., Klaus, D. M., & Mancinelli, R. L. (2010). Space microbiology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74(1), 121-156.
- Interconnected Risks. (2023). *Space debris tipping points*. <https://interconnectedrisks.org>
- Johnson-Freese, J. (2017). *Space warfare in the 21st century: Arming the heavens*. New York: Routledge.
- Kelso, T. S. (2009). Analysis of the 2009 Iridium 33–Cosmos 2251 Collision. *Center for Space Standards and Innovation*.
- Kessler, D. J., & Cour-Palais, B. G. (1978). Collision frequency of artificial satellites: The creation of a debris belt. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 83(A6), 2637-2646.
- Longo, G., Duldig, A. C. (2007). "The Tunguska Event: An Overview of the Possible Explanations." *Planetary and Space Science* 55 (9): 1408-1414.
- Mallory, K. L. (2018). New challenges in the strategic defence initiative. RAND Corporation.
- Mankins, J. C. (2014). Space solar power: The first 30 years. *Space Policy*, 30(4), 181-186.

- McDowell, J. C. (2020). The Low Earth Orbit Satellite Population and Impacts of the Starlink Constellation. *The Astrophysical Journal Letters*, 892(2).
- Melosh, H. J. (1989). *Impact cratering: A geologic process*. Oxford University Press.
- Moltz, J. C. (2019). *The politics of space security: Strategic restraint and the pursuit of national interests*. Stanford: Stanford University Press.
- NASA (2013). "Chelyabinsk Meteor Event: Summary." NASA. <https://www.nasa.gov>
- NASA. (1971). *Apollo Lunar Quarantine Program*. NASA History Office.
- NASA. (1973). *Apollo 11 lunar sample quarantine and examination*. Washington, DC: NASA Special Publication.
- National Research Council. (2010). *Defending Planet Earth: Near-Earth-Object Surveys and Hazard Mitigation Strategies*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NATO. (2020). *NATO's approach to space*. Brussels: NATO Public Diplomacy Division.
- NERC (National Electric Reliability Corporation). (1990). *Analysis of March 13, 1989 geomagnetic disturbance (Hydro-Québec blackout)* [Technical report]. Princeton, NJ: NERC.
- Parliament UK. (2023). *Written evidence on space debris*. <https://committees.parliament.uk/writtenevidence/140526/html>
- Peebles, C. (1994). *Watch the skies!: A chronicle of the flying saucer myth*. Smithsonian Institution Press.
- Peel M., Cookson C. & Rathbone J. P. (25 February 2024). How could nuclear weapons be used in space? *Financial Times*
- Petigura, E. A., Howard, A. W., & Marcy, G. W. (2013). Prevalence of Earth-size planets orbiting Sun-like stars. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(48), 19273–19278. [h](#)
- Pierazzo, E., Melosh, H.J. (2000). "Understanding Oblique Impacts from Experiments, Observations, and Modeling." *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 28: 141–167.
- Podvig, P. (2002). History and the current status of the Russian early-warning system. *Science & Global Security*, 10(1), 21–60.
- Race, M. S., & Randolph, R. O. (2002). The need for operating guidelines and a decision making framework applicable to the return of extraterrestrial samples to Earth. *Advances in Space Research*, 30 (6), 1573–1581.
- Riley, P. (2012). On the probability of occurrence of extreme space weather events. *Space Weather*, 10 (2), S02012.
- Ross, M. N., & Sheaffer, C. (2014). Environmental Impacts of Rocket Propellants. *Environmental Science & Technology*, 48 (2), 724-730.
- Ruitenbergh, R. (2024, September 17). France plans low-orbit demonstrator that can target other satellites. *Defense News*. Retrieved from <https://www.defensenews.com/global/europe/2024/09/17/france-plans-low-orbit-demonstrator-that-can-target-other-satellites/>

- Schulte, P., Alegret, A., Arenillas, A. (2010). “The Chicxulub Asteroid Impact and Mass Extinction at the Cretaceous–Paleogene Boundary.” *Science* 327 (5970): 1214–1218.
- Smartt, S. J. (2009). Progenitors of core-collapse supernovae. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 47, 63–106.
- Space Security Community. (t.y.). *Space Attacks Open Database Project*. Retrieved September 29, 2025, from <https://www.spacesecurity.info/en/space-attacks-open-database/>
- Spacedefense Analytics. (2022). *Space threats analysis*. <https://spacedefenseanalytics.com>
- Stares, P. B. (1987). *The militarization of space: U.S. policy, 1945–1984*. Cornell University Press.
- Swope, C., Bingen Kari A., Y. M., & Kendra, L. (2025). *Space Threat Assessment 2025*. Washington: CSIS.
- Terapi y Rehabilitación Física. (2024). *The growing menace of space junk*. <https://terapiayrehabilitacionfisica.com>
- Toon, O. B., Turco B. S., Turco R. P. (1997). “Environmental Perturbations Caused by the Impact of Asteroids and Comets.” *Reviews of Geophysics* 35 (1): 41–78.
- U.S. DoD (Department of Defense). (2015). *Joint intelligence* (Joint Publication 2-0). Joint Chiefs of Staff. https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp2_0.pdf
- UCS (Union of Concerned Scientists). (2023). UCS Satellite Database, https://www.ucs.org/resources/satellite-database?utm_source=chatgpt.com
- Vakoch, D. A. (2014). *Extraterrestrial altruism: Evolution and ethics in the cosmos*. Springer.
- Vasilyev, N. V. (1998). The Tunguska Meteorite Problem Today. *Planetary and Space Science*, 46(2-3), 129–150.
- Wallner, A., Feige, J., Kinoshita, N., Paul, M., Fifield, L. K., Golser, R., & Winkler, S. R. (2016). Recent near-Earth supernovae probed by global deposition of interstellar radioactive ^{60}Fe . *Nature*, 532(7597), 69–72.
- Weeden, B., & Samson, V. (2022). *Global counterspace capabilities: An open source assessment*. Secure World Foundation.
- Wickramasinghe, C., & Wickramasinghe, J. T. (2003). *Panspermia: The seeds of life*. New York, NY: Springer.
- Wilson, T. (2009). *Threats to United States space capabilities*. Prepared for the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization. <http://www.fas.org/spp/eprint/article05.html#10>
- Woodsley, S. E., & Bloom, J. S. (2006). The supernova–gamma-ray burst connection. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 44, 507–556.
- Wright, D. (2008). A closer look at the US interception of the USA 193 satellite. Union of Concerned Scientists. Retrieved from <https://allthingsnuclear.org>
- Wright, D., & Grego, L. (2007). *The physics of space security: A reference manual*. Cambridge, MA: American Academy of Arts and Sciences.

UZAYIN TİCARİ VE EKONOMİK DEĞERİ

Oktay Bingöl*

Giriş

Uzayın ticarileşmesi her ne kadar 1980’li yıllardan sonra başlamış olsa da bu sürecin seyrini Soğuk Savaş Dönemi’nden itibaren ele almak bu alandaki gelişimin daha doğru bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Bu kapsamda uzayın ticarileşme sürecinin: 1) Başlangıç Dönemi (1946-1966), 2) Yarı Ticari Dönem (1966-1986), 3) Ticari Dönem (1986-...) olmak üzere üç safhayı takip ettiğini söylemek mümkündür (Handberg, 2006). Başlangıç döneminde, sivil sektör uzay çalışmalarına dahil edilmemiştir. Bu safhada uzay çalışmaları devlet tarafından ve devlet kontrolündeki şirketler eliyle gerçekleşmiştir. Yarı ticari dönemde uzaya dair üretimlerde devlet, devlet iştirakli şirketler ve özel şirketler arasında görev bölümüne gidilmiştir. Bu kapsamda, özel şirketler, yatırım masrafları yüksek olan fırlatma sistemleri dışındaki iletişim, gözetleme, bilişim sistemleri gibi askerî olduğu kadar sivil hayatta da kullanım imkânı bulunan alanlarda görev almışlardır. Örneğin, bugün mutfak eşyalarında kullanılan teflon ilk kez uzay modüllerinin nemden korunması amacıyla üretilmiştir. Bu dönemde devletler, yararlı ve kontrol edilebilir buldukları alanlarda ticari uzay faaliyetlerini Ar-Ge fonları ve ekonomik teşviklerle desteklemiştir. Tam ticarileşme döneminde bir önceki dönemdeki sektörel görevlendirmeye son verilmiş, devlet iştirakleri dışında da özel şirketler uzayın hemen hemen bütün sivil alanlarında faaliyet göstermeye başlamıştır.

Bu makalede uzay ekonomisi kapsamında genel çerçevenin çizilmesini müteakip zorlukları ve fırsatları ile uzayda endüstriyel üretim, uzay madenciliği ve uzay turizmi ele alınmaktadır.

Uzayın Ekonomik ve Ticari Değerine Genel Bakış

Uzay girişimi sermaye şirketi *Space Capital*’in (2019) yapmış olduğu tasnife göre uzayda ticari faaliyetler; 1) Fırlatma, 2) Uydular, 3) Endüstri,

* (E) Tuğgeneral, Prof. Dr., fertel1999@gmail.com ORCID: 0000-0002-4794-5656

4) Lojistik, 5) Biyosferler, 6) Gezegenler Arası, 7) Bilgi ve Araştırma ve 8) Medya ve Eğitim olmak üzere sekiz ana başlık ve 28 alt başlıkta toplanmıştır. Dünyada 70'ten fazla uzay şirketi olup bunlardan 16'sı fırlatma kapasitesine sahiptir. Şirketler, iletişim, medya, konumlama sistemleri başta olmak üzere daha ziyade ikili kullanım imkânı veren ürünlere yönelmektedir (Urban, 2024).

Roket fırlatmalarından, uzay turizmi ve olası maden çıkarımına dek uzanan faaliyetler sonucunda uzay ekonomisinin hacmi yüz milyarlarca doları bulmaktadır. *Space Foundation* (2024) verilerine göre 2020'lerde küresel uzay ekonomisi istikrarlı biçimde büyüyerek 2023 itibarıyla yaklaşık 570 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. Bu değer, on yıl öncesinin neredeyse iki katı olup uzay faaliyetlerinin ekonomik önemini göstermektedir. Uzay sektöründeki bu büyümede hem geleneksel uydu endüstrisinin hem de yeni ticari girişimlerin payı vardır (OECD, 2023).

Uydu endüstrisi, uzay ekonomisinin belkemiğini oluşturur. İletişim, yayıncılık, konumlama ve gözlem uyduları sayesinde dünya çapında sayısız hizmet sunulmaktadır. Günümüzde telekomünikasyon, GPS navigasyonu, uydu televizyonu, hava durumu tahminleri ve küresel finansal işlemler gibi kritik alanlar, yörüngedeki uydulara dayanmaktadır (Shubart, 2021). Özellikle düşük Dünya yörüngesine yerleştirilen mega-uydu takımıyıldızları, geniş bant internet hizmetlerini küresel olarak erişilebilir kılmaktadır.

Son yıllarda uydu sayısında patlama yaşanmıştır. İlk insan yapımı uydu *Sputnik*'in 1957'de yörüngeye girmesinden bu yana, her yıl 50 ila 100 uydu uzaya fırlatılmıştır. Bu artış hızı, *SpaceX* gibi özel uzay şirketlerinin ortaya çıkmasıyla fırlatma sayısındaki artışa yol açan 2010'lara kadar devam etmiş ve bu tarihten sonra fırlatma sayıları hızla artmaya başlamış. 2024'te, ortalama her 34 saatte bir roket fırlatılarak yörüngeye 2.800'den fazla uydu yerleştirilmiştir (Baker, 2025).

Dünya yörüngesinde yaklaşık 11.700 aktif uydu bulunduğunu ve bunların çoğunun gezegenimizin yüzeyinden 2.000 kilometre aşağıda, yani alçak Dünya yörüngesinde bulunduğu ifade edilmektedir. Birleşmiş Milletler Uzay İşleri Ofisi'nin verilerine göre, çalışmayı bırakmış ve yörüngeden çıkarılmayı bekleyen, yörüngeden çıkarılmış olanlar da dâhil olmak üzere toplam 20.000 civarında uydu bulunmaktadır (UNOOSA, 2025; Baker, 2025). Ülkeler arasında ise ABD (12000), Rusya (1690), Çin (1245),

İngiltere (761), Japonya (232), Fransa (183), Hindistan (118), AB (107) ve Kanada (81) ilk on sırayı almaktadır. Türkiye'nin 35 uydusu bulunmaktadır. Uydu sayısı her gün farklılaştığı için sağlıklı olarak takip edilememektedir.

Bu artış, başta ticari şirketlerin fırlattığı iletişim uyduları (örneğin *SpaceX*'in *Starlink* takımyıldızı) olmak üzere özel sektör yatırımlarının hızlandığını göstermektedir. Uyduların sağladığı hizmetlerin toplam ekonomik değeri, dünya ekonomisinin pek çok sektörü için vazgeçilmez bir altyapı oluşturur (OECD, 2023). Örneğin, uydu tabanlı konumlama ve zamanlama sinyalleri (GPS gibi) ulaşımdan bankacılığa sayısız sektörde kullanılmakta ve bu hizmetlerin kesintisizliği milli ekonomiler için kritik görülmektedir (Goswami & Garretson, 2020). Uydu endüstrisinin ekonomik katkısı yalnızca doğrudan uydu üretimi veya fırlatmasından ibaret değildir. Uyduların sağladığı veriler ve iletişim kapasitesi, sektörlerde yeni iş modelleri ve hizmetler ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, uydu görüntüleriyle tarımda verimlilik analizi, afet yönetimi, gemi ve uçak takibi, küresel internet erişimi gibi uygulamalar milyarlarca dolarlık piyasalar yaratmıştır (OECD, 2023). Bu nedenle, uzayın ekonomik değeri değerlendirilirken uydu altyapısının diğer sektörlerle sağladığı katma değer de dikkate alınmaktadır.

Ticari uzay taşımacılığı alanında yenilikçi gelişmeler dikkat çekicidir. Özellikle roket fırlatma ve uzay taşımacılığı sektörüne giriş yapan *SpaceX*, *Blue Origin*, *Virgin Galactic* gibi firmalar, yeniden kullanılabilir roket teknolojilerinin gelişimine katkı sağlamıştır. Bu sayede uzaya yük ve insan taşıma maliyetleri dramatik biçimde düşmüştür. Örneğin, *SpaceX* şirketinin geliştirdiği Falcon 9 roketlerinin yeniden kullanılabilmesi, kg başına uzaya ulaşım maliyetini on yıl öncesine kıyasla önemli oranda azaltmıştır (Bowen, 2020). Düşen fırlatma maliyetleri, daha fazla uydu projesinin hayata geçmesini ve daha küçük bütçeli aktörlerin de uzayda faaliyet göstermesini mümkün kılmaktadır (OECD, 2023). Bu durum uzay ekonomisinin büyümesini hızlandıran önemli bir teknolojik itici faktördür.

Uzay yarışında önde gelen dokuz ülke bazında şirketler ve kuruluş yılları aşağıda gösterilmiştir (Tablo 1).

Tablo 5.1: Uzay Devlet Kuruluşları ve Şirketler (İlk Dokuz Devlet)

S. Nu.	Devlet	Şirket (Kuruluş Yılı)
1	ABD	Devlet Kurumu: NASA (1958) Şirketler: SpaceX (2002), Blue Origin (2000), Boeing (Space Division) (2010), Sierra Space (2021), Intuitive Machines (2013), Astrobotic Technology (2007), Firefly Aerospace (2017), Rocket Lab (U.S.) (2006), Virgin Galactic (2004)
2	Çin	Devlet Kurumu: CNSA (1993) Şirketler: iSpace (2016), LandSpace (2015), Galactic Energy (2018), Deep Blue Aerospace (2017), Origin Space (2017)
3	Rusya	Devlet Kurumu: Roscosmos (1992) Şirketler: S7 Space (2016), CosmoCourse (2014), Lin Industrial (2014)
4	Hindistan	Devlet Kurumu: ISRO (1969) Şirketler: Skyroot Aerospace (2018), Agnikul Cosmos (2017), Pixxel (2019), Dhruva Space (2012), Bellatrix Aerospace (2015)
5	Japonya	Devlet Kurumu: JAXA (2003) Şirketler: ispace (2010), Interstellar Technologies (2003), Space One (2018)
6	Birleşik Krallık	Devlet Kurumu: UKSA (2010) Şirketler: Skyrora (2017), Orbex (2015), Reaction Engines (1989), OneWeb (2012), Space Forge (2018)
7	Almanya	Devlet Kurumu: DLR (1969) Şirketler: Isar Aerospace (2018), Rocket Factory Augsburg (RFA) (2018), HyImpulse (2018)
8	Fransa	Devlet Kurumu: CNES (1961) Şirketler: ArianeGroup (2015 (Airbus ve Safran ortak yatırımı), Thales Alenia Space (2007) (Thales ve Alenia Spazio birleşmesi), Airbus Defence and Space (2014 (Airbus Gurubu yeniden yapılanma)
9	Avustralya	Devlet Kurumu: Australian Space Agency (2018) Şirketler: Gilmour Space Technologies (2013), Fleet Space Technologies (2015), Equatorial Launch Australia (2015)

Kaynak: World Factbook. (2025). Field Listing Space agency/agencies. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/space-agency-agencies/>

Uzayda Endüstriyel Üretim

On yıl önce bilimkurgu olarak kabul edilen uzayda endüstriyel üretim fikri, gerçeğe dönüşmek üzeredir. Günümüzde gelişen fırlatma teknolojileri, robotik ve malzeme bilimindeki ilerlemelerle desteklenen uzay tabanlı üretim, mikro yerçekimi ortamlarında yüksek hassasiyetli üretim, bol miktarda dünya dışı kaynağa erişim ve dünya kaynaklı çevresel etkileri azaltma potansiyeli vaat etmektedir. Bununla birlikte, uzay üretimi önemli teknik, lojistik ve ekonomik engellerle karşı karşıyadır.

Uzay tabanlı üretimin en önemli avantajlarından biri, dünyada üretimi zor veya imkânsız olan malzemelerin üretimini kolaylaştıran mikro yerçekimi ortamıdır. Yerçekimi, dünyadan daha düşük kütleli gezegensel cisimlerde, örneğin Ay ve Mars'ta azalır. Uzayın daha içlerinde, dünyanın veya diğer gezegensel cisimlerin etkisi azaldıkça gerçek ağırlıksızlık elde edilebilir. Farklı mikro yerçekimi ortamları bilim için benzersiz fırsatlar sunabilir.

Son birkaç on yılda mikro yerçekimi deneylerinin çoğu ISS'de gerçekleştirilmiştir. ISS, mikro yerçekimi deneyleri için şimdiye kadar mükemmel bir konum olmuştur; bu amaçla bilimsel laboratuvarlarla donatılmış ve sürekli bir astronot ve yük akışı sağlamıştır. Uzay ortamı, biyoloji ve tıp gibi alanlarda dünyaya doğrudan faydaları olan benzersiz temel araştırma alanlarını ve uygulamalı araştırmaları desteklemektedir. Örneğin, bazı mikroorganizmalar uzayda daha hızlı çoğalarak araştırma ve test sürecini hızlandırır ve bu da aşı gibi tedavilerin geliştirilmesini hızlandırabilir. Mikro yerçekimi ayrıca, kristal büyümesi, sıvı karıştırma, ısı transferi, katılma ve yanma gibi süreçleri değiştirdiği için malzeme bilimi için yeni fırsatlar sunmaktadır. Yerçekiminin olmadığı durumlarda birçok fiziksel ve kimyasal süreç de değişir ve bu da kaynama, erime ve sıvı-gaz karışımını dünyada imkânsız olan şekillerde inceleme şansı sağlar. Uzayda sıcak hava yükselmez ve alevler küresel hâle gelir. Bu farklılıklar, bilim insanlarının dünyada yerçekiminden güçlü bir şekilde etkilenen süreçleri araştırmalarına ve böylece yerçekiminin temel bilimsel süreçler üzerindeki etkisini belirlemelerine olanak tanır. Mikro yerçekiminde üretilen fiber optiklerin, karasal olarak üretilenlere kıyasla daha az kusur ve daha yüksek iletim kalitesi sergilediği kanıtlanmıştır (Levine vd., 2020). Benzer şekilde, yerçekimi bozulmalarının olmadığı durumlarda yarı iletken kristallerin daha saf oluşumu mümkündür.

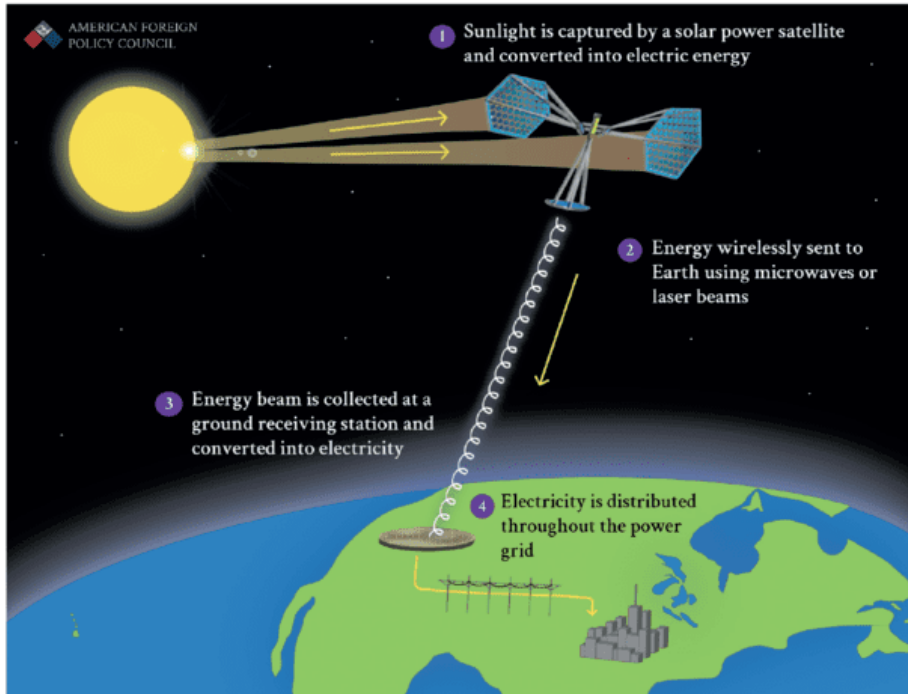
Bir diğer avantaj ise uzaydaki bol miktarda kaynağa erişimdir. Ay, asteroitler ve Mars, demir, nikel ve platin gibi metallerin yanı sıra su gibi maddeler açısından da zengindir ve bu maddeler roket yakıtı için hidrojen ve oksijene ayrıştırılabilir (Lewis, 1996). Bu durum, yerinde kaynak kullanımına imkân sağlayarak dünyadan malzeme taşıma ihtiyacını azaltır

ve uzay operasyonlarının genel maliyetini düşürür. Çevresel sürdürülebilirlik de önemli bir etkidir. Bazı tehlikeli maddelerin uzayda üretilmesinin dünyada kirliliği azaltacağı ve dünyadaki ekosistemlerin korunmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca, enerji yoğun üretim için yörüngede güneş enerjisi toplanmasının (uzay tabanlı güneş enerjisi) daha verimli olabileceği öne sürülmektedir (Johnson ve Holbrow, 2006). Bu da uzay tabanlı güneş enerjisi üretimini gündeme getirmektedir.

Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi Üretimi

Uzay tabanlı güneş enerjisi (Space-Based Solar Power, SBSP), jeostasyon yörüngesinde büyük uydular kullanarak uzayda güneş enerjisi üretmeyi amaçlayan bir girişimdir. Büyüklüğü kilometreye ulaşan uyduların kesintisiz bir şekilde güneş ışığını toplayarak dünyaya gece gündüz ve her türlü hava koşulunda güç sağlayabileceği öne sürülmektedir. Konseptte göre SBSP uyduları, güneş enerjisini mikrodalgalara veya lazerlere dönüştürecek ve tekrar elektriğe dönüştürülebileceği dünya tabanlı alıcılara iletecektir (Berryessa vd., 2024).

Görsel 5.1: Uzay Tabanlı Güneş Enerji Üretimi



Kaynak: <https://www.powermag.com/space-based-solar-power-for-u-s-energy-independence/>

Bu teknolojinin savunucuları, uzaydan gelen elektrik enerjisinin, düşük güneş ışığı ve rüzgâr seviyeleri yaşayan yerlere enerji sağlayarak karasal yenilenebilir enerji çabalarına destek olacağını ve doğal veya insan kaynaklı afetler durumunda doğrudan ihtiyaç noktasına enerji ileterek enerji dayanıklılığı sağlayabileceğini öne sürmektedirler. Yapılan araştırmalar, uzay tabanlı güneş enerjisinin enerji maliyetlerinde düşümlere yol açabileceği de öne sürülmektedir (Strbac, 2024). Uzay tabanlı güneş enerjisi, gelecekteki ay üsleri ve madencilik operasyonları için enerji sağlamak gibi uzaydan uzaya uygulamalarda da kullanılabilir. Ayrıca, radar sistemleri ve uzay istasyonları gibi uydulara elektrik iletmek için yörüngede de kullanılabilir.

Dünyada net sıfır enerji üretimi sağlamanın aciliyeti ve enerjiyi güvenilir ve uygun fiyatlı tutma çabaları SBSP'ye olan ilgiyi artırmaktadır. Yürütülen bir çalışmada; sağlanan her birim elektrik için karasal güneş enerjisinin yarısı kadar karbon ayak izinin tahmin edildiği, buna altyapının fırlatılması sırasında salınan karbonun da dâhil olduğunu göstermektedir (Wilson vd., 2022). NASA, SBSP'nin 2050'den itibaren devreye girebileceğini tahmin etmektedir (NASA, 2024). Bu alanda ticari girişimlere bir örnek, Birleşik Krallık merkezli *Space Solar* şirkettir. *Space Solar*, Ekim 2024'te İzlanda merkezli *Reykjavik Energy and Transition Labs* şirketleri ile 2030 yılına kadar 3.000 eve enerji sağlayabilecek bir gösteri uydusu uçurmak için bir ortaklık kurmuştur (*Space Solar and Transition Labs*, t.y.).

Uzay tabanlı bir güneş enerjisi sisteminin uygulanabilir olması için önemli zorlukların çözülmesi gerekmektedir. Öncelikle uzayda büyük altyapı inşa etmek gereklidir. Güneş panellerinin büyüklük ve dayanıklılık açısından üretilme zorlukları da önemli bir faktördür. Toplayıcı uydunun geniş alanının aynı zamanda hangi oranda ışık kirliliğine yol açacağı ve bunun dünya merkezli uzay bilimini olumsuz etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca, dünyaya güç ışınlamanın insan sağlığına olası zararlarını da içerecek şekilde kapsamlı risklerin hesaplanması, çalışmalara dâhil edilmesi gereken diğer bir konudur. Diğer taraftan lazer formundaki ışın teknolojisinin uzay tabanlı bir silah olarak kullanılma olasılığı da araştırılması gereken ciddi bir risktir. Bu itibarla uluslararası anlaşmalar, kötüye kullanım risklerini azaltmak için kilit öneme sahiptir. SBSP'nin güç arzı ve talebi açısından yer tabanlı alternatiflere benzer zorluklarla karşılaşması olasıdır. Kullanım fazlası gücün güvenli bir şekilde depolanması veya dağıtılması üzerinde çalışılması gereken bir husustur.

Yörüngesel Veri Merkezleri

Uzayda elektrik üretme kapasitesi, büyük veri işleme ve kripto para madenciliği gibi enerji açısından yoğun dijital operasyonların yörüngeye taşınmasına yol açabileceği ve yörüngesel veri merkezlerinin kurulmasına evrilebileceği kıymetlendirilmektedir.

Dünya genelindeki veri merkezleri çok fazla enerji tüketmektedir. Dijital veri depolama, en büyük karbon ayak izinden sorumlu sektörler listesinde hızla yükselmektedir. Hatta veri depolama artık ticari havayolu endüstrisinden daha fazla karbon emisyonuna neden olmakta ve tek bir veri merkezi, 50.000 eve elektrik sağlayabilecek miktarda elektrik tüketmektedir (Safdie, 2024). Dünya genelinde 8.000'den fazla veri merkezi bulunmaktadır. Veri depolama ihtiyacı ve isteği artmaya devam ettikçe, dünya genelinde elektrik tüketen veri merkezi sayısı da artmaktadır. Yörüngesel veri işleme ve depolama tesisleri bu sorunun çözümüne yardımcı olabilir. Yörünge veri merkezleri, Nesnelerin İnternetinden (IoT) blok zincirine kadar diğer dijital faaliyetleri desteklemek için de kullanılabilir.

Uzay tabanlı veri merkezlerine özel sektör ilgi göstermeye ve projeler üretmeye başlamıştır. Florida merkezli *OrbitsEdge*, daha düşük yörüngelerdeki büyük uydu gruplarından gönderilen ve bazıları verileri dünyaya geri iletecek olan büyük miktardaki verileri depolamak için yörüngeye az sayıda veri merkezi yerleştirmeyi planlamaktadır ve dahası, yörüngesel veri merkezi bilişim ve analitiği konusunda ortaklıklar kurmuştur (Etherington, 2019). Japonya'nın NTT ve SKY Perfect JSAT şirketleri, 2025 yılında verileri depolamak ve işlemek için bir yörünge merkezi fırlatmayı planlamaktadır (NTT and SKY Perfect JSAT Agree, t.y.). Bu merkez, daha az güç tüketen bilgileri aktarmak için elektronik yerine ışık kullanan fotonik çiplerden faydalanacaktır.

Yörüngesel veri merkezleri için çözülmesi gereken önemli bir sorun güneş radyasyonudur. Dünyadaki veri merkezleri, dünyanın jeomanyetik alanı sayesinde güneş radyasyonundan korunmaktadır. Veri merkezlerini yörüngeye veya Ay'a yerleştirmek, özellikle büyük uzay hava olayları söz konusu olduğunda, radyasyona karşı çözümleri gerektirecektir.

Yörüngede Büyük Ölçekli Altyapı İnşaatı ve Robotik Montaj

Uzayda üretimi destekleyecek diğer bir alan, yörüngede büyük ölçekli altyapı inşaatı ve robotik montaj konusunda kaydedilen ilerlemelerdir. Uzay

araçlarının fırlatma maliyetlerinin göreceli olarak azalması ve büyük, tamamen yeniden kullanılabilir ticari roketlerin ortaya çıkışı, uzay istasyonları için modüllerin fırlatılma sıklığını ve büyük uzay tabanlı teleskopların inşasını olumlu etkileyeceği kıymetlendirilmektedir. Bu gelişmeler, uzaya gönderilen sistem, araç, yedek parça ve cihazların uzayda 3D baskıyla üretilme ihtimaliyle birleştiğinde, uzayda büyük ölçekli altyapı inşaatının uygulanabilirliği artmaktadır. Bu itibarla, mikro yerçekiminde üretim, güneş enerjisi üretimi ve diğer uzay tabanlı ticari girişimlerin ortaya çıkmasıyla, uzay istasyonlarının yalnızca özel bilimsel araştırma yapılan tesislerden çok daha fazlasına, uzay fabrikalarına dönüşmesi olasıdır.

Gerçekleştirilen gelişmelerle uzayda büyük yapıların robotik montajının potansiyeli de artmıştır. Uzun vadede, uzay istasyonu montaj sürecinin tamamının, fırlatılan uzay kaynaklarının ham veya kısmen işlenmiş malzemeler olarak kullanılması ve bunların yörünge fabrikalarında işlenip inşa edilmeden önce artık kullanılmayan uydulardan geri dönüştürülmesi veya Ay'dan çıkarılması yoluyla Dünya dışına taşınması mümkündür. NASA'nın Yörüngede Bakım, Montaj ve Üretim 2 (OSAM-2) projesi, uzay benzeri bir ortamda büyük yapıların inşasını başarıyla test etmiştir. Benzer projelerin önümüzdeki 50 yıl boyunca takip edilmesi muhtemeldir. Yörüngede inşa edilen ilk büyük yapı örneklerinin ticari uzay istasyonları olması muhtemeldir. *Blue Origin*, *Starlab*, *Voyager Space* ve *Axiom Space* gibi şirketlerin uzay bilimi ve elit uzay turizmi için uzayda yaşam alanları geliştirme konusunda iddialı planları bulunmaktadır. Çin, yörüngede monte edilmiş bir mil uzunluğundaki uzay gemisi için iddialı bir plan önerirken, Hindistan 2035 yılında bir uzay istasyonu inşa etmeyi planlamaktadır. Bu tür yapılar, uzayda üretim ve servis için test platformları olarak hizmet verebilir. Bunlardan ilkinin 2030 yılına kadar faaliyete geçmesi beklenmektedir. Bu, Uluslararası Uzay İstasyonu'na ticari alternatifler sunarak mikro yerçekimi biliminin maliyetini düşürebilir ve farklı grupların uzayda bilim ve malzeme geliştirme için ticari hizmetler geliştirmesini sağlayabilir.

Ay'ın ve daha sonra Mars'ın sürekli insan keşfi, önemli yaşam alanlarının robotik olarak inşa edilmesini gerektirecektir. Başlangıçta bunlar dünyada üretilen modüller olacak, ancak daha sonra Ay'a veya Mars'a yörüngelere aktarmak için gereken enerjinin çok daha az olduğu yörüngede üretilip monte edilebilecektir. Uzak gelecekte Güneş Sistemi'nin daha derinlerine ve ötesine seyahat etmek için çok daha büyük uzay araçları monte etmek mümkün olabilir. Bu araçların yörüngede büyük ölçekli 3D baskı

teknolojileri kullanılarak üretilmesi, dünyadan büyük ve tamamlanmış bileşenlerin fırlatılmasına kıyasla verimlilik sağlayabilir.

Uzayda endüstriyel üretim, avantajlarına karşın önemli zorlukları da bünyesinde barındırmaktadır. Bu kapsamda fırlatma ve taşıma maliyetleri önemli bir faktördür. Son yıllarda geliştirilen yeni roket tipleri fırlatma maliyetlerini önemli ölçüde düşürmüştür. Ancak hammadde, ekipman ve personel taşıma maliyetleri hâlâ yüksektir (NASA, 2023). Radyasyon, vakum ve sıcaklık dalgalanmaları gibi uzayın zorlu koşulları nedeniyle, makinelerin son derece dayanıklı ve otonom olması gerekmektedir. Yerinde bakım genellikle mümkün olmadığından, altyapıyı insan müdahalesi olmadan izlemek ve onarmak için gelişmiş robotik ve yapay zekâ sistemlerine ihtiyaç duyulacağı kıymetlendirilmektedir (Danko vd., 2019). Dünya'nın aksine, uzayda tedarik zinciri, altyapı ve inşaat altyapısı yoktur. Bu durum, uzay yaşam alanlarının, enerji üretiminin, iletişim sistemlerinin ve depolama tesislerinin sıfırdan inşa edilmesini gerektirmektedir. Bu maliyet ve zaman gerektiren zorlu bir süreçtir. Uzay çalışmalarıyla ilgili uluslararası düzenleyici ortamın istikrarsızlığı ayrı bir zorluktur. Özel şirketler yörüngeye ve ötesine doğru ilerlerken, egemenlik, kaynak sahipliği ve sorumluluk konularında hâlâ ilerleme sağlanmamış ve norm oluşmamıştır. Dış Uzay Antlaşması (1967), ülkelerin gök cisimleri üzerinde hak iddia etmesini yasaklasa da özel girişim hakları konusunda muğlaktır ve bu da yatırımı engelleyebilecek belirsizlik yaratmaktadır (Birleşmiş Milletler Dış Uzay İşleri Ofisi, 1967).

Avantajları ve zorluklarını dikkate alan birçok özel ve kamu girişimi halihazırda uzay üretimini araştırmakta ve testler yapmaktadır. Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS), fiber optik, 3D baskı ve biyoteknoloji alanlarında deneylere ev sahipliği yapmış ve *Made In Space* (şimdiki adıyla *Redwire Space*) gibi şirketler uzayda üretilen ürünlerin erken prototiplerini üretmiştir (Made In Space, 2020). Diğer taraftan, NASA ve ESA, Ay yüzeyini kaplayan toz tabanlı 3D baskı tekniklerini kullanarak araştırma yapmaktadır. Geleceğe bakıldığında, ticari uzay istasyonlarının ve Ay üslerinin geliştirilmesi, endüstriyel operasyonların ölçeklendirilmesi için gereken altyapıyı sağlayabileceği öngörülmektedir. NASA'nın Artemis programının ve Çin'in Ay planlarının, uzay tabanlı üretimde daha geniş uluslararası ve ticari iş birliği imkânları yaratacağı değerlendirilmektedir.

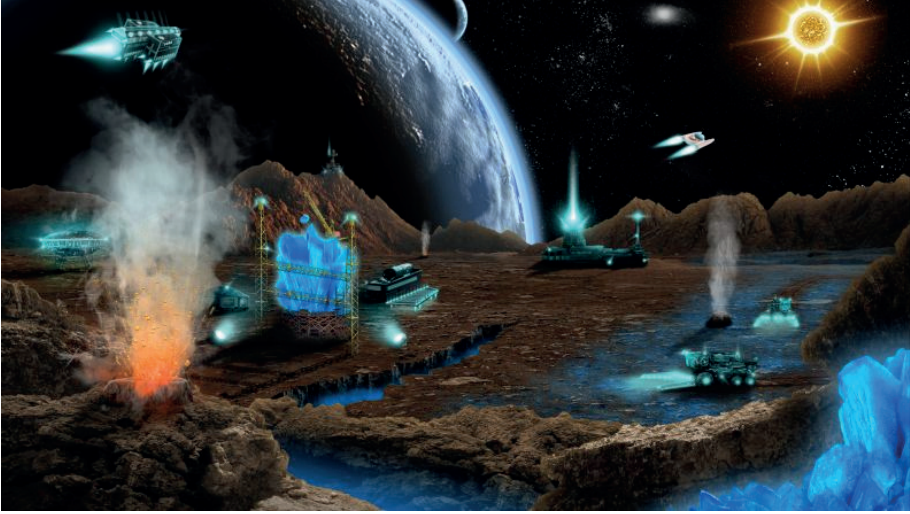
Sonuç olarak, uzayda endüstriyel üretim, bilimsel ilerleme, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme açısından büyük bir potansiyel

taşımakla birlikte, süreçte çözülmesi gereken teknik, finansal ve yasal zorluklar söz konusudur. Uzayda endüstriyel üretimin hayata geçirilmesi, hükümetler, özel şirketler ve uluslararası kuruluşlar arasında koordineli bir çaba gerektirmektedir. Fırlatma maliyetleri düştükçe ve uzay altyapısı büyüdükçe, sürdürülebilir ve büyük ölçekli uzay üretimi olasılığı artmaktadır.

Uzay Madenciliği

Uzayın ticarileşmesi konusunda henüz başlangıç aşamasında olan ancak uzun vadede dünya ekonomisinde, enerji güvenliğinde ve uzay endüstrisinin sürdürülebilirliğinde kritik bir rol oynama potansiyeline sahip diğer bir konu ise uzay madenciliğidir.

Görsel 5.2: Uzay Madenciliği



Kaynak: <https://www.deutschland.de/en/topic/business/space-mining-germany-wants-to-mine-raw-materials-in-space>

Dünya’da madencilik faaliyetlerinin genişletilmesi, eskisinden daha derin kazmayı veya derin deniz yataklarında tesisler kurmayı gerektirmekte, maliyetleri yükseltmekte ve önemli çevresel etkilere yol açmaktadır. Bu nedenle Ay ve asteroit kaynaklarının kullanılmasının, Dünya’nın değerli mineral kaynaklarının ve bunların bulunduğu ortamların (biyotik topluluklar dâhil) korunmasına yardımcı olabileceği değerlendirilmektedir. Uzay kaynaklarının kullanımı, yerçekimi olmadığından büyük miktarda enerjinin harcanması ihtiyacını azaltarak uzay tabanlı üretimi destekleyecektir.

Ekonomik durum hâlâ belirsiz olsa da, bilim insanları değerli kaynaklar içeren asteroitler tespit ettiler. Dünyaya yakın asteroitlerin, Mars'ın ötesine, asteroit kuşağına seyahat etmeye gerek kalmadan büyük mineral kaynakları sunabileceği kıymetlendirilmektedir.

Uzay madenciliği, gelecekte uzayın ekonomik değerini katlayabilecek bir alan olarak görülmektedir. Asteroitlerden¹ veya Ay yüzeyinden maden çıkarma fikri, henüz gerçekleşmemiş olsa da, hem ülkelerin hem özel şirketlerin ilgisini çekmektedir. Uzay madenciliğine duyulan ilginin temelinde, gök cisimlerinde yüksek ekonomik değere sahip olan platin, rod-yum, iridyum gibi metaller, neodimyum ve disprosyum gibi nadir toprak elementleri ve su buzunun varlığına ilişkin bilimsel bulgular yatmaktadır (Hein vd., 2020). Örneğin, metal açısından zengin bir asteroid olan 16 Psyche'nin içerdiği demir ve nikelin değerinin trilyonlarca dolar olabileceği öne sürülmüştür (Elkins-Tanton, 2020). Bu tür potansiyel getiriler, asteroit madenciliğini teorik olarak son derece kârlı kılmaktadır.

Uzay madenciliği, birçok farklı bilim ve mühendislik disiplininden yararlanan bir alandır. Örneğin, mikroorganizmalar kayalardan faydalı elementleri çıkarmak için “biyomadencilik” sürecinde kullanılabilir. Bu işlem, dünyada sülfürlü cevherlerden bakır ve altın gibi elementleri çıkarmak için rutin olarak kullanılır. Mikroorganizmalar, çevreye zarar verebilen siyanür gibi kimyasalların kullanımına ihtiyaç duyulmasını ortadan kaldırır ve bunun yerine, milyarlarca yıl boyunca evrimleşen mikroorganizmaların kayalardan elementleri süzme yeteneklerini kullanır. İngiltere'deki deneyler, kayalardan mikro yerçekiminde ve Uluslararası Uzay İstasyonu'nda simüle edilmiş Mars yerçekiminde nadir dünya elementlerinin çıkarıldığını göstermiştir. Dolayısıyla, biyolojik ve fizik bilimleri, işbirliklerinin ve yeni teknolojilerin verimli bir şekilde geliştirilebileceği çok sayıda arayüze sahiptir. Elementlerin geri dönüşümü ve yerel kaynaklardan çıkarılarak diğer gezegenlerdeki insan altyapısını desteklemek buna bir örnektir (Cockell vd., 2020; Santomartino vd., 2022).

1 Asteroitler Güneş'in etrafında dolanan küçük ve taş benzeri gök cisimleridir. Asteroitler gezegenler gibi Güneş'in etrafında dolansa da gezegenlerden daha küçüklüdür. Güneş Sistemi-mizde birçok asteroit vardır ve bunların birçoğu Mars ve Jüpiter arasında yer alan asteroit kuşağında bulunur. Asteroitler ayrıca gezegenlerin yörüngelerinde de bulunurlar ve yörüngelerinde buldukları gezegenlerle beraber Güneş'in etrafında dolanırlar. Dünya ve birkaç gezegenin yörüngelerinde böyle asteroitler vardır (Kaynak: Türkiye Uzay Ajansı, <https://tua.gov.tr/tr/blog/gunes-sistemi/asteroit-nedir-1>)

Birçok ulusal uzay ajansı ve özel şirket şu anda uzay madenciliğine yatırım yapmakta, ön çalışmalar yürütmekte ve kolaylaştırıcı teknolojiler ve düzenleyici çerçeveler geliştirmektedir. Bu kapsamda ABD 2015'te, Lüksemburg 2017'de, BAE 2020'de ve Japonya 2021'de ulusal mevzuat oluşturmuştur. Japonya'nın ulusal uzay ajansı, ilk olarak 2014'te fırlatılan Hayabusa2 uzay aracıyla 2020'de bir asteroit örneği getirme görevini tamamlamıştır (Tsuda, vd., 2020). Benzer şekilde, NASA'nın OSIRIS-Rex uzay aracı da Eylül 2023'te 120 gram malzeme getirmiştir (Lauretta, vd., 2024). NASA ayrıca, Ekim 2023'te fırlatılan bir yörünge aracıyla 16 Psyche asteroidini incelemeye başlamıştır (Psyche Mission_NASA, t.y.).

Bu alana ilgi duyan başlıca devletler hem ulusal düzeyde hem de ikili ve çok taraflı iş birlikleri yoluyla bu alanda kapasite geliştirmektedir. Örneğin, NASA'nın Ay'a dönüş hedefi olan Artemis Programı çerçevesinde oluşturulan Artemis Anlaşmaları, taraf devletler arasında uzay kaynaklarının kullanımına ilişkin çerçeve hükümler ortaya koymaktadır (NASA, 2020). Devlet aktörlerinin yanında özel sektör de uzay madenciliği alanında etkin bir şekilde yer almaktadır. *Planetary Resources* ve *Deep Space Industries* gibi özel girişimler, asteroit madenciliğine yönelik teknolojik çözümler geliştirmiştir (Metzger et al., 2016). ABD'de 2022'de kurulan *AstroForge* şirketi, asteroitlerden platinyum grubu metaller çıkarmak hedefiyle milyonlarca dolarlık sermaye toplamıştır (Putol, 2023). *SpaceX*'in uzay lojistiği ve altyapı sağlama faaliyetleri, *Blue Origin*'in Ay'a iniş projeleri ve *AstroForge* gibi girişimlerin asteroit madenciliği hedefleri, özel sektörün bu alandaki kararlılığını göstermektedir (Hein, vd., 2020).

Uzay madenciliğinin ekonomik cazibesinin yanında hukuki ve teknik zorlukları da bulunmaktadır. 1967 tarihli Dış Uzay Antlaşması, uzayın egemenlik altına alınamayacağını ve gök cisimlerinin "bütün insanlığın ortak mirası" olduğunu belirtir (United Nations, 1967). Bu nedenle herhangi bir ülkenin veya şirketin asteroitleri sahiplenmesi veya kaynaklarını tek taraflı talan etmesi uluslararası hukukta tartışmalıdır.

Henüz ekonomik olarak uygulanabilir bir madencilik misyonu gerçekleştirilmemiş olsa da Ay'ın kutuplarındaki su buzları veya değerli metal asteroitleri gibi hedefler üzerinde şimdiden bir jeopolitik rekabet ve yatırım yarışı başladığı gözlemlenmektedir (Goswami & Garretson, 2020). Uzay madenciliği başarılı olursa, uzayın ekonomik değerinde köklü bir dönüşüm yaratma potansiyeline sahiptir.

Uzay Turizmi

Ticari uzay taşımacılığının bir uzantısı olarak uzay turizmi sektörü de filizlenmeye başlamıştır.

Görsel 5.3: Uzay Turizmi



Kaynak: <https://room.eu.com/article/the-promise-of-space-tourism>

İlk sivil uzay yolculuğu, Amerikalı girişimci Dennis Tito'nun 28 Nisan 2001 tarihinde Rus uzay ajansı *Roscosmos* iş birliğiyle gerçekleştirdiği Uluslararası Uzay İstasyonu ziyaretiyle başlamıştır (NASA, 2001). Onu Güney Afrikalı Mark Shuttleworth (2002), Amerikalı Gregory Olsen (2005), İran kökenli Anousheh Ansari (2006) ve Microsoft'un eski yöneticisi Charles Simonyi (2007, 2009) takip etmiştir (Garber, 2007). Bu dönemde uzay turizmi faaliyetleri genellikle *Space Adventures* adlı şirketin aracı olduğu Rus Soyuz uzay araçlarıyla gerçekleştirilmiştir.

2021 yılı ise bu alanda yeni bir dönüm noktası olmuş, Jeff Bezos'un *Blue Origin* şirketi ile Richard Branson'un *Virgin Galactic* şirketi, Kármán hattına yakın suborbital uçuşlar düzenleyerek ticarileşmiş kısa süreli uzay deneyimlerini başlatmıştır (Blue Origin, 2021). Aynı yıl, *SpaceX*'in gerçekleştirdiği *Inspiration4* misyonu, tamamen sivil bir ekiple yörüngeye çıkan ilk özel uzay uçuşu olmuştur (SpaceX, 2021). Bunu takiben, 2022 yılında *SpaceX* ve *Axiom Space* ortaklığında düzenlenen Ax-1 misyonu, ISS'ye çıkan ilk özel mürettebatlı görev olarak kayıtlara geçmiştir (NASA, 2022b).

Bunun yanında, Japon milyarder Yusaku Maezawa da Roscosmos ile gerçekleştirdiği ISS yolculuğuyla dikkat çekmiştir (Reuters, 2021). Diğer taraftan, *SpaceX*, milyarder Jared Isaacman tarafından finanse edilen Polaris Dawn görevini Eylül 2024'te tamamlamıştır (Howell, 2024). Görev, dünya yüzeyinden 700 km yükseklikte gerçekleştirilen, özel olarak finanse edilen ilk uzay yürüyüşünü içermiştir.

Orbital Assembly adlı bir şirket, 2027 yılına kadar bir “uzay oteli” işletmeyi hedeflemektedir (Baldwin, 2021). Günümüzde ise *Space Perspective* ve *World View* gibi şirketler, 30 km irtifaya kadar ulaşacak stratosfer balonu turlarıyla uzay turizmini daha erişilebilir hâle getirmeyi hedeflemektedir (Space Perspective, 2023). Uzay turizminin önümüzdeki yıllarda talebin artmasıyla hatırı sayılır bir pazar payına ulaşabileceği öngörülmektedir (Smith, 2023).

Uzay turizmi gelir yaratma, fırlatma sistemlerini geliştirme ve iyileştirme, istihdam yaratma ve insanlı uzay uçuşları üzerine araştırmaları ilerletme fırsatı sunma potansiyeline sahip olsa da, bu tür gezilerin öngörülebilir gelecekte yüksek riskli bir “maceracılık” olarak kalması muhtemeldir. Uzay turizmi kapsamında 21. yüzyılın kalan bölümünde kısa süreli uçuşların ötesinde daha macera dolu uzay turizmi deneyimlerine yönelik niş bir talep olması muhtemeldir.

Uzay turizmi geliştikçe güvenlik mülahazaları da öne çıkmaktadır. Uzaya seyahat eden ve farklı fizyolojilere ve tıbbi ihtiyaçlara sahip olan özel vatandaşların sayısının artması, açık riskler doğurmaktadır. Daha geniş bir fizyoloji yelpazesi üzerinde araştırmaların iyileştirilmesi, tedavilerin ve acil durum prosedürlerinin iyileştirilmesi ve insan sağlığını korumak için standartların ve düzenlemelerin uygulanması gerekmektedir. Ticari uzay turizmi şirketlerinin, müşterilerinin sağlık ve güvenliğinden sorumlu olması gerekecektir. Riskler göz önüne alındığında, bu pazarı ticari olarak uygulanabilir ve sigortalananabilir hâle getirmek için yeni yasal çerçevelerin geliştirilmesi gerekecektir. Uzay tıbbi bugüne kadar çoğunlukla yüksek eğitilmiş ve fiziksel olarak formda profesyonel astronotları incelemeye ve tedavi etmeye odaklanmıştır. Geleceğin uzay turistlerinin, daha fazla çalışma gerektiren çeşitli fizyolojileri ve tıbbi ihtiyaçları olacaktır.

Kaynakça

- Baker, H. (2025). How many satellites orbit Earth?, *LiveScience*. <https://www.livescience.com/how-many-satellites-orbit-earth>
- Berryessa, S., Li, S., & Raviprasad, S. (2024). “Space-Based Solar Power for U.S. Energy Independence”, *Power*, <https://www.powermag.com/space-based-solar-power-for-u-s-energy-independence/>
- Blue Origin. (2021). *New Shepard First Human Flight*. <https://www.blueorigin.com>
- Bowen, B. (2020). *War in Space: Strategy, Spacepower, and Geopolitics*. Edinburgh University Press.
- World Factbook. (2025). Field Listing Space agency/agencies. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/space-agency/agencies/>
- Cockell, C.S., Santomartino, R., Finster, K., Waajen, A.C., Eades, L.J., Moeller, R., Retberg, P., Fuchs, F.M., Van Houdt, R., Leys, N. & Coninx, I. (2020). “Space station biomining experiment demonstrates rare Earth element extraction in microgravity and Mars gravity”, *Nature Communications*, 11(1): 1-11.
- Danko, S., Garrison, J., & Leshin, L. (2019). “Space manufacturing systems: Robotics, automation, and maintenance”. *IEEE Aerospace Conference Proceedings*, 1–11.
- Etherington, D. (2019). “OrbitsEdge partners with HPE on orbital data center computing and analytics”, *Tech Crunch*, <https://techcrunch.com/2019/12/03/orbitse-dge-partners-with-hpe-on-orbital-datacenter-computing-and-analytics/>
- Garber, S. (2007). *Space Tourism: A Timeline*. NASA History Division. <https://history.nasa.gov/>
- Goswami, N., & Garretson, P. (2020). *Scramble for the Skies: The Great Power Competition to Control the Resources of Outer Space*. Lexington Books.
- Handberg, R. (2006). *International Space Commerce: Building from Scratch*. Florida: University Press of Florida.
- Hein, A. M., Matheson, R., Reed, A., & Fries, D. (2020). “Market analysis of space resources utilization”, *Acta Astronautica*, 170, 156–170.
- Howell, E. (2024). “Polaris Dawn: Everything you need to know about the 1st mission of the Polaris Program”, *Space.com*, <https://www.space.com/polaris-dawn-facts-about-mission>
- Johnson, R. D., & Holbrow, C. (2006). *Space Settlements: A Design Study*. NASA Ames Research Center.
- Levine, H., Snyder, M., & Brady, M. (2020). Manufacturing optical fibers in microgravity: Results from the ISS. *Materials Today*, 35, 21–26.
- Lewis, J. S. (1996). *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets*. Addison-Wesley.
- Made In Space. (2020). *Demonstrating ZBLAN fiber production on the ISS*. Retrieved from <https://www.redwirespace.com>

- Metzger, P. T., Muscatello, A. C., Mueller, R. P., & Mantovani, J. G. (2016). Affordable, rapid bootstrapping of the space industry and solar system civilization. *Journal of Aerospace Engineering*, 29(3).
- NASA. (2001). *Human Spaceflight Missions*. <https://www.nasa.gov>
- NASA. (2020). *Artemis Accords: Principles for a Safe, Peaceful, and Prosperous Future in Space*. <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords>
- NASA. (2022b). *Human Spaceflight Missions*. <https://www.nasa.gov>
- NASA. (2023). *Launch costs and capabilities*. NASA Fact Sheet., <https://www.nasa.gov>
- NASA. (2024). "Space-Based Solar Power", <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/01/otpsbsp-report-final-tagged-approved-1-8-24-tagged-v2.pdf?emrc=744da>
- OECD. (2023). *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*. Paris: OECD Publishing.
- NTT and SKY Perfect JSAT Agree to Establish Space Compass Corporation. (t.y.). <https://group.ntt/en/newsrelease/2022/04/26/220426a.html>
- Psyche Mission-NASA. Psyche Mission to a Metal-Rich World. <https://science.nasa.gov/mission/psyche/>
- Putol, R. (2023, Eylül 15). Could investing in asteroid mining make you a billionaire?. *Earth.com News*. <https://www.earth.com/news/could-investing-in-asteroid-mining-make-you-a-billionaire/>
- Reuters. (2021). *Japanese Billionaire Returns from ISS*. <https://www.reuters.com>
- Safdie, S. (2024). "What is the Carbon Footprint of Data Storage?," *Greenly Earth*, <https://greenly.earth/en-gb/blog/industries/what-is-the-carbon-footprint-of-data-storage>
- Santomartino, R., Zea, L. & Cockell, C.S. (2022). "The smallest space miners: principles of space biomining", *Extremophiles*, 26(1).
- Shubart, T. (2021, 5 Ekim). Space debris is a problem nations need to tackle now. *News Decoder*. <https://news-decoder.com/space-debris-is-a-problem-nations-need-to-tackle-now/>
- Smith, M. (2020). NASA's Artemis program: Landing the first woman and the next man on the Moon. *NASA Watch*. <https://www.nasawatch.com/archives/2020/10/nasa-artemis-first-woman.html>
- Space Capital. (2019). "US Government Support of the Entrepreneurial Space Age", *Space Angels*. <https://www.spacecapital.com/publications/us-government-support-of-entrepreneurial-space-age-nasa-jpl>
- Space Foundation. (2024). *The Space Report 2023 (Q4 Highlights)*. Colorado Springs, CO: Space Foundation Press.
- Space Perspective. (2023). *A Journey to the Edge of Space*. <https://spaceperspective.com>
- "Space Solar and Transition Labs to deliver space-based solar power to Iceland by 2030". (t.y.). <https://www.spacesolar.co.uk/space-solar-and-transition-labs-to-deliver-space-based-solarpower-to-iceland-by-2030/>
- SpaceX. (2021). Inspiration4 Mission Overview. <https://www.spacex.com>

- Strbac, G. (2024). "Role and Value of Space-Based Solar Power in the UK's Net-Zero Energy System". *Royal Aeronautical Society: International Conference on Energy from Space*. <https://www.aerosociety.com/media/23696/efs-d1-goranstrbac.pdf>
- Tsuda, Y., Saiki, T., Terui, F., Nakazawa, S., Yoshikawa, M., Watanabe, S. (2020). "Hayabusa2 mission status: Landing, roving and cratering on asteroid Ryugu", *Acta Astronautica*, 171:42–54.
- United Nations Office for Outer Space Affairs. (1967). *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*. Retrieved from <https://www.unoosa.org>
- UNOOSA. (2025). Online Index of Objects Launched into Outer Space. <https://www.unoosa.org/oosa/osoindex/>
- Urban, T. (2024). List of countries with space programs. STARLUST. <https://starlust.org/list-of-countries-with-space-programs/>
- Wilson, A. R., Vasile, M., Oqab, H. (2022). "Life cycle assessment of the UK Space Energy Initiative technology roadmap". *19th Reinventing Space Conference – Bristol*, United Kingdom, 28-29 November 2022. <https://spaceref.com/event/19th-reinventing-space-conference-and-exhibition/>

AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ'NİN UZAY POLİTİKASI: JEOPOLİTİK, TEKNOLOJİ VE YÖNETİŞİM

Hüseyin Fazla*

Giriş

Temel günlük ihtiyaçlardan savaş planlarına kadar hemen her şeyin yoğun bir şekilde uzay boyutuna taşındığı günümüz dünyasında, bugün olmasa da uzun vadede, yakın uzayda çatışmaların yaşanması kaçınılmaz görünüyor. Modern askerî güç, çatışmanın her aşamasında uzaydan ve uzayda sağlanan yetenekleri kullanma ve güvence altına alma konusunda üstün bir kabiliyete sahip olmaya bağlıdır. Bu da uzay alanı görev güvenliğini zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle, dünyanın önde gelen orduları için askerî boyutun neredeyse temel omurgası haline gelmekte olan uzayın askerileştirilmesi uzun süredir uluslararası bir endişe kaynağı haline gelmiştir ve gelişmiş kıtalararası balistik füzeler (ICBM), uydular, hatta uyduların savunulması gibi başlıklar birçok ülkenin güvenlik ve savunma öncelikleri arasına girmiştir. Artık uzayda taarruz ve savunma yeteneklerinin konuşlandırılmasıyla birlikte gelecekte olası bir savaşa uzay boyutunun eklenmesi kaçınılmaz görünüyor. Buradan hareketle birçok ülkenin Hava Kuvvetleri, “Hava ve Uzay Kuvvetleri” isimlendirmesine geçiş yapmıştır. Denilebilir ki, Soğuk Savaş dönemindeki ABD ile Sovyetler Birliği arasında, adı konulmasa da uzayın savaş dışı bir alan olarak görüldüğü yıllar artık çok gerilerde kalmıştır.

Uzay gücü, bir ulusun, ulusal hedeflerine ulaşmak için barış veya savaş zamanında diplomatik, istihbarat, askerî ve ekonomik faaliyetler için uzayı kullanma yeteneklerinin toplamıdır. Bu çerçevede uzay teknolojileri de uluslararası ilişkilerin temel aktörleri olan devletler için ulusal güvenlik ve savunma gereksinimlerinin karşılanmasında vazgeçilmez bir boyut kazanmıştır. Nitekim, uzay tabanlı yetenekler Amerika Birleşik Devletleri'nde ve tüm dünyada modern yaşam ve ordular için hayati öneme sahiptir.

* Dr., hüseyinfazla65@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5935-1978.

On yıllardır, ABD hükümetinin resmi politikası, ulusal güvenlik amaçları da dâhil olmak üzere, uzayda ticari sektörün rolünü en üst düzeye çıkarmak olmuştur. 1990'ların sonlarına kadar neredeyse yarım asır boyunca uzayda tek başına hâkimiyet kuran ABD'nin uzay politikası özünde yenilikçi, başka ülkelerin sahip olduğu uzay gücünün kendisini geçmesine izin vermeyen rekabetçi bir anlayışa sahipti (İleri, 2023).

Bu bağlamda uzay yarışında en önde giden ABD, 2000'li yılların ortalarından itibaren uzayda kendisini zorlayabilecek tehditlere karşı yeni bir uzay politikası ve stratejisi geliştirme eğilimine girdi. Son çeyrek yüzyılda ABD'nin uzay politikası, rekabet odaklı bir stratejiden potansiyel çatışma odaklı bir stratejiye doğru evrildi. Çin ve Rusya'nın ABD'nin uzay varlıklarını (çoğunlukla uydular, ancak aynı zamanda yer istasyonları ve iletişim araçları) saptırma, devre dışı bırakma veya yok etme yöntemleri geliştirdiklerine inanılıyor. Amerikan uzay varlıklarının giderek daha savunmasız hâle geldiğine dair değerlendirmeler yaygınlıkla yapılıyor. Çin ve Rusya'nın Amerikan uzay varlıklarına karşı kullanabileceği saldırı yöntemleri arasında elektronik savaş ve sinyal bozma uygulamalarının yanında anti-uydu (ASAT) füzelerinin de bulunduğu belirtiliyor (Armagno, vd., 2025: 2). Neticede Amerikan güvenlik bürokrasisi, Çin'in Dünya'nın 36.000 km yukarındaki sabit yörüngeye bir füze fırlatması ve yine Rusya ile Çin'in 2013 yılında manevra kabiliyetine sahip uyduları fırlatabildiklerinin ortaya çıkması üzerine, gelecekte kaçınılmaz bir savaş boyutu olarak savunma planlama faaliyetlerine uzayı da dâhil etmeyi ivedilikle gerekli gördü. Bir başka deyişle ABD için uzay boyutu artık sadece bir rekabet alanı değil, çatışma ve geleceğin savaş alanı olarak görülüyor (Starling, vd., 2023).

Bu düşünceyle hareket eden Washington'un uzay yeteneklerine yatırım yaparken, uzaydaki varlıklarını savunmak ve uzay gücünün etkisini artırmak için gereken askerî yeteneklerini de geliştirmeye odaklandığı anlaşılıyor. Zira, ABD'nin uzaydaki liderliği, ABD'nin ulusal güvenliği, küresel liderliği, sert ve yumuşak gücü ile Amerikan halkının güvenliği ve refahı için kritik öneme sahip bir boyut olarak görülüyor.

Uzayda jeopolitik rekabet kızışıyor. Soğuk Savaş sonrası uzun bir durgunluk döneminin ardından, Güney Çin Denizi'nde veya eriyen Kuzey Kutbu'nda olduğu üzere, uzayda da süper güçler, büyük güçler veya orta güçler küresel bir mücadele veriyorlar, uzayın yönetiminde olabildiğince söz sahibi olmak istiyorlar. Bu rekabetin şimdi insan faaliyetlerinin bir sonraki büyük alanı olan uzaya da yayılması şaşırtıcı değildir. ABD'nin uzaydaki

liderliğinin, ABD'nin Dünya'daki liderliği ve hegemonyasını sürdürmesi için giderek daha önemli bir bileşen haline geldiği anlaşılıyor.

Uzay Teknolojisi Gelişimine Liderlik Eden ABD İçin Uzay Ne Anlama Geliyor?

ABD açısından uzay faaliyetleri sivil, ulusal güvenlik ve ticari başlıklar altında üç kategoriye ayrılıyor. Sivil uzay faaliyetleri, büyük ölçüde NASA tarafından yürütülen ve 1950'lerden bu yana gerçekleştirilen ikonik bilimsel keşifleri içeriyor. Bu alan ABD'nin yumuşak gücüne katkı sağlıyor. Ulusal güvenlik faaliyetleri; küresel gözetleme, istihbarat, stratejik keşif, silah kontrol anlaşmalarına uyumun izlenmesi, silahların yönlendirilmesi vb. faaliyet ve fonksiyonları kapsıyor (İleri, 2023).

Uzunca bir süredir ABD, kendi topraklarına yönelik stratejik nükleer saldırı konusunda uyarı ve değerlendirme sağlayan uydulara ve ABD askeri operasyonları için kritik öneme sahip uzay varlıklarına sahiptir. En yeni kategori olan ticari uzay faaliyetleri, fırlatma hizmetleri veya dünya gözlemi temelli bilgi sağlayan şirketleri (*SpaceX*, *Amazon* vb.) içeriyor.

Birçok insan, Amerika Birleşik Devletleri'nin NASA, Rusya'nın ROS-COSMOS, Çin'in CNSA ve Avrupa'dan 22 ülkenin oluşturduğu çok uluslu bir ittifak olan Avrupa Uzay Ajansı (ESA) gibi yüksek profilli uzay programlarının farkında olsa da uzayda faaliyet gösteren aktörlerin sayısı, özel şirketler gibi devlet dışı aktörlerle birlikte doksanın üzerinde ülkeye yükseldiği pek bilinmiyor. Bilinen, bu yükseliş trendinin inovasyonu hızlandırdığı ve daha fazla devletin, uydu takımyıldızları da dâhil olmak üzere varlıklarını uzaya fırlatmasının önünü açtığıdır. Halen teknolojik olarak gelişmiş veya yüksek askerî harcamaları olan ülkelerde yeni uzay ajansları devreye sokulmaya devam ediyor. Ayrıca, *SpaceX* ve *Blue Origin* gibi genellikle uzay turizmi odaklı, giderek artan sayıda özel uzay ajansları da uzay sahnesinde yer alma yolunda ilerliyorlar (Armagno vd., 2025: vi).

Uzay çalışmaları ve faaliyetlerine soyunan ülkelerin asgari seviyede uzay teknolojisine sahip olması gerekiyor. Uzay teknolojisi yeterlilik/operasyonel seviyesi bağlamında yedi seviye olarak tanımlanıyor. Seviyeyi gösteren rakam büyüdükçe, o devlete ait uzay ajansının operasyonel seviyesinin üst sıralara doğru arttığı anlamına geliyor. Bu kapsamda uzay teknolojisi yetkinlik seviyeleri şöyledir:

Seviye 1: Yer tabanlı uzay faaliyetleri gösteren, uzayda uydusu olmayan ülkeler.

Seviye 2: Uzayda uydusu olan ülkeler.

Seviye 3: Uzaya uydu/uzay aracı fırlatma yeteneği olan ülkeler.

Seviye 4: Uzay sondası gönderme yeteneği olan ülkeler.

Seviye 5: Uzaya insanlı uzay araçları gönderebilen ülkeler.

Seviye 6: Uzay istasyonu olan ülkeler.

Seviye 7: Ay'a (veya bir gezegene) insan indiren ülkeler.

Uzay ajansları yetenekleri açısından büyük farklılıklar gösteriyor. Dünya'daki mevcut uzay ajanslarından, kuruluşlardan sadece 16'sının uzay fırlatma (*launch*) yeteneğine sahip olduğu biliniyor. Yedisi Ay, Mars veya derin uzay gibi Dünya dışı noktalara uzay sondası (robotic uzay aracı) gönderme yeteneğine sahiptir. Bunlardan üçünün insanlı uzay uçuşları yapabildiği biliniyor. Bugüne kadar, yalnızca Amerika Birleşik Devletleri Ay'a insanlı iniş yapma başarısını göstermiştir. NASA, 1969 ile 1972 yılları arasında altı farklı görevde bu başarıyı tekrarlamıştır (Bahney, 2020). 2025 itibarıyla, Ay'a insanlı iniş yapan ABD (NASA), uzay teknolojisi yeterlilik/operasyonel seviyesi 7 olan tek devlet olarak en önde gidiyor.

Tablo 6.1: Uzay Yetenekleri Ülkelerin Sıralaması (2024)

Uzay Ajansının ismi	FIRLATMA	UZAY SONDASI	İNSANLI UZAY UÇUŞU	AY'DA YÜRÜYÜŞ
NASA/USSF (ABD)	X	X	X	X
ROSCOSMOS (Rusya)	X	X	X	
CNSA/CMSA (Çin)	X	X	X	
ESA (Avrupa)	X	X		
ASI (İtalya)	X	X		
ISRO (Hindistan)	X	X		
JAXA (Japonya)	X	X		
CNES (Fransa)	X			
ASA/NSP (Avustralya)	X			
AEB (Brezilya)	X			
ISA (İran)	X			
ISA (İsrail)	X			
KSA (Kenya)	X			
KARI/KASI (Güney Kore)	X			
NADA (Kuzey Kore)	X			
SSAU (Ukrayna)	X			

Tablo 1'den de anlaşılacağı üzere, ABD'ye yakın uzay yeteneklerine sahip başlıca ülkeler Çin, Rusya Federasyonu, kısmen Hindistan, Pakistan ve Japonya'dır. 1 Ekim 1958 tarihinde kurulan ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (*National Aeronautics and Space Administration-NASA*), Dünya'nın en önde gelen uzay ajansıdır. NASA sayesinde ABD, uzayda insanlı uçuş gerçekleştiren ikinci ülke, Ay'a insanlı iniş yapan ilk ülke ve Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) en büyük katkıda bulunan birinci ülkedir. NASA'nın diğer başarıları arasında uzay mekiği programı, *Voyager* ve *Mariner* uzay sondaları ile *Curiosity* ve *Perseverance* gibi Mars uçuşları sayılabilir.

NASA'nın en ünlü misyonları, 20,4 milyar dolarlık (1960'larda, bugünün parasıyla yaklaşık 236 milyar dolar) maliyetle gerçekleştirilen ve astronotların altı farklı seferde Ay'da yürüyüş yapmasını sağlayan Apollo (11, 12, 14, 15, 16 ve 17 misyonları) programlarıdır. NASA'nın yanında Amerikan Ordusu Uzay Kuvvetleri de ABD'nin özellikle askerî uzay misyonlarında önemli bir oyuncudur.

Bu çerçevede ABD uzay faaliyetlerine, uzay teknolojilerinin gelişimine en büyük kaynağı ayıran ülke konumundadır. Örneğin 2025 mali yılı için, ABD Savunma Bakanlığı uzay yetenekleri için toplam 33,7 milyar dolar harcama yapacak şekilde savunma harcamalarına, neredeyse Türk Silahlı Kuvvetleri'nin yıllık savunma harcamasından daha büyük bir miktarda kaynağı, ayırmıştır. 2025 yılı Amerikan uzay harcamalarının dağılımı şu şekildedir (Lawrence, 2025):

- Fırlatma yetenekleri için 2,4 milyar dolar,
- PNT dayanıklılığı için 1,5 milyar dolar,
- Uydu iletişimi için 4,2 milyar dolar,
- Füze uyarısı/izleme için 4,7 milyar dolar,
- Diğer uzay dayanıklılığı yetenekleri için 12,3 milyar dolar.

Uzay artık ABD için ayrı bir savaş alanıdır. Uzay stratejik ortamı için strateji, operasyon, yatırım, yetenek ve uzmanlık alanlarında gereken uzay harekât isterlerini karşılamaya yönelik yeni adımların atılması, yeni bir stratejinin izlenmesi, Amerikan uzay politikasının temeli olarak görülüyor. Amerikan uzay politikası ve stratejisi, uzayda, yeryüzüne göre daha karmaşık bir güvenlik ortamında görev yapacak uzay gücünün oluşturulması ve caydırıcılığın tesis edilmesi anlayışı üzerine kurgulanıyor.

Uzay, ABD'nin güvenliği, refahı ve bilimsel başarıları için hayati öneme sahip bir alan olarak değerlendiriliyor. Gerçekten de uzay tabanlı yetenekler,

Amerikan toplumu ve dünyanın dört bir yanında modern yaşamın ayrılmaz bir parçası olup, ABD'nin askeri gücünün de vazgeçilmez bir bileşenidir. Bu yeteneklerin kullanılabilirliğini sağlamak, tüm alanlarda askeri üstünlüğü tesis etmek ve sürdürmek, ABD'nin öncelikleri arasında kabul ediliyor. Öte yandan ABD için uzay, saldırılardan korunaklı bir sığınak olarak görülmediği gibi Amerikan uzay sistemlerinin yeryüzündeki çatışmalarda potansiyel hedefler olabileceği öngörüsüyle hareket ediliyor (US Space Policy Review and Strategy, 2023).

Bu arada uzay tabanlı istihbarat, gözetleme ve keşif yetenekleri de hızla gelişmektedir. Yüksek çözünürlüklü görüntüleme uyduları, sentetik açıklıklı radar ve kızılötesi sensörler artık benzeri görülmemiş bir hız ve doğrulukla eyleme geçirilebilir istihbarat sağlıyor ve taktiksel karar vermeyi desteklemek için karasal sensörler ve yapay zekâ analitiği ile giderek daha fazla entegre ediliyor (Lawrence, 2025).

Bu kapsamda Çin ve Rusya'nın uzay gücü yeteneklerini geliştirme arayışında olmaları, uzaydaki konuşlanmaları ve bunlarla bağlantılı askerî doktrinleri ABD açısından en büyük stratejik tehdit olarak görülüyor. Çin ve Rusya'nın, ABD ve müttefiklerinin askeri güçlerini sınırlamak ve operasyon özgürlüklerini kısıtlamak için uzayı silahlandırmakta olduklarına inanılıyor (Space Diplomacy, 2023).

Bilhassa Çin'in uzay yetenekleri ABD açısından daha da öne çıkan tehdit olarak görülüyor. ABD sivil, ticari ve ulusal güvenlik alanlarında önde gelen uzay gücü olmaya devam ederken, Çin'in bugün olmasa da gelecekte ABD'ye eşit düzeyde bir rakip ve hatta ABD'yi geçebilecek bir uzay gücü olarak ortaya çıkabileceği değerlendirmeleri yapılıyor. CIA'ya ait bir istihbarat raporunda; "Çin, 2045 yılına kadar ABD'yi yakalamak veya geçmek amacıyla istikrarlı bir şekilde ilerliyor. 2030 yılına kadar bile, Çin birkaç uzay teknolojisi alanı dışında tüm alanlarda dünyada birinci sırada yer alan bir statüye ulaşacaktır" değerlendirmesi yer alıyor (Armagno, vd., 2025:19). Amerikan uzay varlıklarına ilişkin tedarik zincirinde yaşadığı aksaklıklar, yine Çin'den tedarik edilen nadir toprak minerallerine bağımlılık, kirlenmiş roket yakıtı sorunu ve ABD'nin sınırlı sayıda fırlatma üssüne sahip olması gibi birtakım uzay fırlatma yetenek eksikliği risklerini dikkate alan ABD yönetimi, Çin'in uzaydaki açık hedeflerini görmesine rağmen şimdiki şartlarda Çin'in uzay faaliyetlerini kabul etmeye devam ediyor. Bunların tümü birlikte değerlendirildiğinde ABD'nin uzay misyonlarının sürdürülebilirliğini tehdit ettiğine inanılıyor (Starling, vd., 2023).

Bu arada, ABD Dışişleri Bakanlığı Çin ve Rusya gibi “düşmanların” sivil ve askeri uzay programlarının sınırlarının belirsiz olması nedeniyle ABD’nin müttefik ve ortaklarına uzayda stratejik rakiplerle iş birliği yaparken itidal gösterilmesini tavsiye ediyor. Çin’in “askeri, teknolojik, ekonomik ve diplomatik alanlarda ABD’nin etkisini zayıflatmayı” amaçlayan uzay gelişmeleri peşinde olduğunu vurguluyor. Öte yandan Rusya’nın, Ukrayna’daki çatışmaya saplanmış olsa da yine de uzay alanında düşmanlık sergilediğine değiniliyor. Bu nedenle müttefikler ve ortaklarla iş birliği içinde, ABD liderliğinde çok taraflı bir uzay yönetişimini savunan Dışişleri Bakanlığı, sorumlu davranışların norm ve ilkelerini teşvik ederek güvenlik tehditlerini azaltmayı öneriyor. Bununla birlikte, uzay bağlamında istenmeyen tırmanışları azaltmak için stratejik rakiplerle şeffaflık ve güven inşa etmenin önemini de kabul ediyor (Space Diplomacy, 2023).

Kritik uzay teknolojilerinin korunması, uzay gücünün operasyonel güvenliğinin tesisi ve ABD’nin uzaydaki göreceli üstünlüğünün korunması hedefleniyor. Bununla birlikte ABD, dünya çapında ticari ve uluslararası uzay faaliyetlerindeki hızlı artışın, uzay ortamının karmaşıklığını artırmakta olmasından duyduğu rahatsızlığı saklamıyor. Öte yandan ticari uzay faaliyetlerinin artmasının, yeni teknolojilerin ve hizmetlerin gelişimine katkı sağlayacağı, gelişmekte olan küresel uzay pazarında ABD için yeni ekonomik fırsatlar sunacağı göz ardı edilmiyor (Space Diplomacy, 2023).

ABD, küresel ölçekte gücünü yansıtmak ve kullanmak için diğer ülkelerden daha fazla oranda uzay tabanlı yetenekleri kazanmaya ağırlık veriyor ve bu çerçevede yatırım yapıyor. ABD’nin ulusal güvenliği ve refahı, uzaya sınırsız erişim ve faaliyet özgürlüğüne bağlı olduğu varsayımıyla hareket ediliyor. Bir yönüyle ABD, yeryüzünde sahip olduğu hegemon güç yapısını uzaya da taşıma gayretinde olduğunu saklamıyor.

Son yıllarda büyük güçler arasındaki rekabetin yeniden ortaya çıkması ve uzaydaki faaliyetlerin hızla genişlemesi, devletler açısından uzay alanının karakterini önemli ölçüde değişikliğe uğratmıştır diyebiliriz. Buna paralel olarak, devletlerin uzay yeteneklerinin artması uzayı daha karmaşık hale getirirken, aynı zamanda benzeri görülmemiş düzeyde devletler ve hatta uzayla ilgili faaliyetlere odaklanan uluslararası ve/veya çok uluslu şirketler açısından uzay bağlamında iş birliği ve yeni ticaret fırsatlarını beraberinde getiriyor (Bahney, 2020). Bu arada özellikle büyük devletler yönüyle bakıldığında, potansiyel tehdit ülkelerin eylemleri, niyetleri ve askeri stratejileri, uzayı onlar açısından potansiyel bir savaş alanına dönüştürmek

üzeredir. Bütün bunlar, uzay boyutlu askerî ihtiyaçların karşılanmasında çeşitli tehditlerin, zorlukların ve fırsatların ABD makamları tarafından göz önüne alınmasının sonucunu doğurduğu ifade ediliyor. Washington buna göre uzaya ilişkin adımlarını belirlediği politika ve stratejiler doğrultusunda atıyor.

ABD için Uzay Bağlamında Tehditler, Zorluklar ve Fırsatlar

Tehditler

Washington; Çin ve Rusya'yı, sahip oldukları uzay yetenekleri bağlamında ABD'nin uzay operasyonlarına yönelik en öncelikli ve ciddi tehditler olarak değerlendiriyor. Çin ve Rusya'nın stratejik niyetleri ve yetenekleri, ABD'nin uzayda arzu ettiği koşulları elde etmesinin önündeki engeller olarak görülüyor.

Teknolojik gelişmeler, uzay askerî kullanımını dönüştürüyor. Eskiden büyük ve pahalı uzay sistemlerine bağımlı olan ordular, artık ulusal güvenliği korumak için küçük uydulardan oluşan neredeyse mega takımyıldızlarını kullanıyorlar. Yeniden kullanılabilir fırlatma araçları uzay keşiflerini daha ucuza getiriyor. Dahası, Ukrayna'nın Rusya ile savaş boyunca ticari uydu hizmetlerini kullanmasıyla da görüldüğü gibi, savaşan taraflar uzay varlıklarından faydalanmak için mutlaka bu varlıklara sahip olmak zorunda değiller (Starling, vd., 2023).

ABD istihbarat değerlendirmelerine göre Çin ve Rusya; ABD'nin uzaya bağımlılığını analiz ederek kendi politikalarına ve stratejilerine yön vermekte olan devletlerdir. Bu iki ülke ABD'nin uzaya erişimini ve uzay operasyonlarını engellemek veya set çekmek için özel olarak tasarlanmış doktrin, organizasyon ve yetenekler geliştirdiler ve geliştirmeye de devam ediyorlar. Aynı zamanda bu iki ülkenin son yıllardaki uzay çalışmaları, araştırmaları, uzay faaliyetleri önemli ölçüde artma eğilimini koruyor. Her iki ülke de uzaya erişimi ve başkalarının erişimini engellemeyi ulusal ve askerî stratejilerinin kritik bileşenleri olarak gördüklerini saklamıyorlar, en azından ABD böyle değerlendiriyor (Bahney, 2020).

ABD makamlarının değerlendirmelerine göre bu iki ülkenin askerî doktrinleri esas alındığında, bu ülkeler uzayı modern savaş için geleceğin öncelikli savaş boyutu olarak görüyorlar. ABD'nin (ve müttefiklerinin) uzay yeteneklerinin kullanımını olabildiğince engellemeyi amaçlıyorlar, muhtemel hasımları olan Batı dünyasının uzaydaki askerî etkinliklerini azaltmayı

ve gelecekteki savaşları kazanmak için uzay boyutunu en iyi şekilde kullanmayı hedefliyorlar (Space Diplomacy, 2023). Çin ve Rusya, bölgesel bir askeri çatışma sırasında olası bir ABD müdahalesini caydırmak ve buna karşı koyabilmek için uzayı silahlandırma anlayışıyla neredeyse ortaklaşa hareket ediyorlar.

Zorluklar

Birkaç faktörün ABD'nin gelecek için uzay bağlamında istediği koşulları sağlama yeteneğini sınırlayabileceği değerlendirilmeleri yapılıyor:

- Amerikan Ordusu, gücünü yansıtmak ve dünya çapındaki krizlere hızlı bir şekilde müdahale edebilmek için, olası bir kriz bölgesinde karşı karşıya kalabileceği potansiyel düşmanlarından daha fazla uzaya bağımlı harekât yeteneklerini kullanmaya devam edecektir.
- ABD potansiyel düşmanlarının uzayda hızla yetenek geliştirdiklerini, silahlanma süreçlerinde ilerlemeler kaydettiklerini görmesine rağmen, uzayda başlayacak veya uzaya yayılacak geleceğin olası çatışmalarına ilişkin doğal olarak sınırlı bir operasyonel deneyime sahiptir (Bahney, 2020).
- Uzay hukuku küresel manada henüz tam netliğe kavuşturulmuş bir alan değildir. Uzayda tehlikeli/riskli faaliyetleri, sorumsuz veya tehditkâr davranışları tanımlayan uluslararası anlayış birliği tesis edilememiştir. Bu konulara yönelik çalışmalar, anlaşmalar henüz emekleme aşamasındadır.
- ABD'nin uzay faaliyetlerini eskiye nazaran gizli, saklı yürütmesi artık söz konusu değildir. Uluslararası uzay ajansları, devletler bir-birlerinin faaliyetlerini izleyebilecek yeteneklere fazlasıyla sahiptir. Her geçen daha fazla sayıda uzay ajansı uzay faaliyetlerinin bir parçası olarak uzay boyutunda yerini almaktadır. Tüm bunlar ABD'nin uzay ve uzay destekli yeryüzü operasyonlarında (askerî ve/veya ticarî) manevra ve hareket özgürlüğünü sekteye uğratabilmekte, uzay sistemlerine bağımlılığını açık etmektedir (Space Diplomacy, 2023).
- ABD'nin potansiyel hasımları, uzay teknolojilerine ve yeteneklerine erişimde, özellikle ticarî boyutta önemli aşamalar kaydetmişlerdir. Daha fazla ülkenin uzaya dâhil olması, ABD açısından uzayı olabildiğince kendi kontrolü altında tuttuğu bir alan olmaktan çıkarmak üzeredir. Uzayın değişen karakteri, ABD'nin uzay faaliyetlerini kısıtlayıcı bir yöne doğru evrilmektedir (Meigs, 2025).

Fırsatlar

Ortaya çıkan uzay bağlamındaki yeni stratejik ortam, ABD'nin arzu ettiği koşullara ulaşmasını sağlayabilecek sayısız fırsatları da beraberinde getirmiştir:

- Amerikan hükümetleri, uzayın ulusal güvenlik ve refah için kritik önemini geçmişe göre çok daha iyi kavradıkları için, bu yüksek farkındalık sayesinde istenen uzay yeteneklerinin, bilhassa askerî kabiliyetlerin kazanımına yönelik finansal ve siyasi desteği vermekte zorluk çıkarmıyorlar.
- Uzay güvenliği de dahil olmak üzere uzay boyutunda ABD'nin liderliğini sürdürebilmesi için gereken kaynak tahsisinde sorun yaşanmamakta, ulusal öncelikler arasında kritik uzay yeteneklerinin kazanılması ilk sırada kendine yer bulabilmektedir.
- Pentagon'a uzaya odaklanan yeni kuruluşları ve komutanlıkları kurmak, Amerikan savunma uzay girişiminin her yönünü reform etmek için tarihi bir fırsat sunuyor. Amerikan Ordusu'nun yeni kurulan kuvveti USSF (*United States Space Forces*); Amerikan uzay ve askerî yeteneklerinin geliştirilmesi, kuvvetin tek elden sevk ve idaresi, eğitimi ve ihtiyaçlarının karşılanmasında odak noktası olarak görev yapacaktır. USSPACECOM'un tehditleri caydırma ve uzaydaki güvenlik ortamını şekillendirme konusunda diğer kuvvetleri de yönlendirecek şekilde operasyonel odaklanma sağlaması öngörülmüyor (Bahney, 2020).
- Hâlihazırda Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından yürütülmekte olan uzay gereksinimlerini tedarik faaliyetleriyle eşzamanlı olarak, yeni uzay yeteneklerini hızla geliştirmek ve sahaya sürmek için Amerikan Uzay Geliştirme Ajansı kurulmuştur. Böylece uzay bağlamında tedarikten kuvvet oluşumuna, geleceğin uzay gücünün askerî gereksinimlerinin karşılanması dâhil daha kurumsal bir yapı tesis edilmiştir. Bu yeni yapı ve yapılanma birlikte ele alındığında, bu kuruluşların kurulması, Amerikan ulusal uzay güvenliği girişiminde stratejik değişimi kolaylaştırıyor. Bu yeni kurumların, mevcut ve gelecekteki zorlukların ele alınmasına siyasi ve askerî olarak kurumsal odaklanmayı kolaylaştıracağı ve yeni uzay yeteneklerinin kazanılmasını kolaylaştıracağı düşünülüyor (Space Diplomacy, 2023).

- ABD ve birçok müttefik, uzayı kendi ulusal güvenlik stratejilerinin ayrılmaz bir parçası olarak görüyorlar. Müttefikler uzay yeteneklerinin geliştirilmesinde iş birliği yapmaya, uzayla ilgili bilgi ve istihbaratı paylaşmaya, uzaya erişimlerini güvence altına almaya, uzayda hareket özgürlüğünü devam ettirmeye ve nihayetinde uzay operasyonları için gereken yetenekleri ortaklaşa kazanmaya giderek daha fazla ilgi duyuyorlar. ABD içinde gelişen yeni kurumsal yapının, müttefikleri açısından da yeni oluşumların ve tedarik mekanizmalarının kapılarını aralaması, iş birliği olanaklarını genişletmesi bekleniyor (Bahney, 2020).
- ABD için müttefikler arasındaki iş birliğinin artmasının daha etkili bir uzay caydırıcılık çerçevesini destekleyeceği düşünülüyor. Mevcut durumda, üzerinde anlaşmaya varılmış normların olmaması, müttefiklerin uzay yeteneklerinin birbirinden kopuk olması ve ulusal uzay programlarına tarihsel olarak verilen öncelik, genel uzay güvenliğinin iyileştirilmesinde iş birliğine engel teşkil etmektedir. Uluslararası düzenlemelerin oluşturulması ve teşvik edilmesi, bu düzenlemeleri ihlal eden aktörleri cezalandırma imkânı ile tüm tarafların uzaya erişimini büyük ölçüde kolaylaştırabileceği değerlendiriliyor. Benzer şekilde, uzay stratejilerinin de çatışmanın tüm aşamalarında ortaya çıkan zorluklara uyarlanması gerektiğinin altı çiziliyor (Moroney vd., 2023).
- Bu kapsamda yeni fırsatlara dikkat çekiliyor. Nitekim ticari uzay faaliyetlerinin hacim ve çeşitlilik açısından önemli ölçüde genişlemesi, standartlaştırılmış hazır teknolojilerin ticaretini artırması, uzay bağlamında pazara giriş engellerini azaltan yeni ticari yetenek ve hizmet biçimlerinin ortaya çıkmasını kolaylaştırıyor. Uzay tabanlı hizmetlere olan talebin artmasıyla uzay endüstrisi küresel ölçekte genişliyor. Küresel ticari yapıyı besleyecek şekilde yenilikçi uzay yatırımları, ileri teknolojiler, azalan maliyetler geçmişe göre uzay alanında yeni yeteneklerin geliştirilmesini destekleyici bir iklimi destekliyor, iş birliği fırsatlarına kucak açıyor (Bahney, 2020).

ABD, yukarıda belirtilen tehditler, zorluklar ve fırsatlar karşısında önümüzdeki 10 yıl içinde arzu ettiği koşulları ve stratejik hedefleri gerçekleştirmek için hızla uzay askerî kuvvet yapılanmasını tamamlamayı hedeflemektedir.

Amerikan Uzay Politikasının Prensipleri

Birçok çalışma ABD uzay politikası ve stratejisini kronolojik olarak iki aşamaya ayırıyor. Birincisi, 1957 yılında ABD tarafından ilk uzay fırlatmasının gerçekleştirildiği dönemden, Soğuk Savaş'ın etkilerinin azalmaya başladığı ve yeni aktörlerin ortaya çıkmaya başladığı 1990'ların sonlarına kadar olan rekabet aşamasıdır. İkincisi ise, ağırlıklı olarak son yirmi beş yılda uzayın zamanla nasıl bir savaş alanına dönüştüğü ve ABD'nin git-tikçe kalabalıklaşan uzay boyutunda nasıl çatışma politikasına yöneldiğiyle ilgili aşamadır (İleri, 2023).

ABD ulusal güvenlik stratejinde Amerikan uzay politikasının dayandırıldığı felsefe şöyle tanımlanmaktadır:

“Uzay keşfi ve kullanımı, insanlık için yeni fırsatlar yaratmaktan yeni teknolojiler geliştirmeye ve iklim gözetimini mümkün kılmaya kadar insanlığa fayda sağlar. Amerika, uzayda dünya lideri konumunu koruyacak ve bu alanın sürdürülebilirliğini, güvenliğini, istikrarını ve emniyetini sağlamak için uluslararası toplumla birlikte çalışacaktır. Uzay yönetişiminin güncellenmesi, uzay trafiği koordinasyon sisteminin kurulması ve gelecekteki uzay normları ve uzay kontrolü için bir yol haritası çizilmesinde ABD öncü olmalıdır. ABD'nin müttefikleri ve ortaklarıyla birlikte, gelişen ticari uzay sektörünün uluslararası alanda rekabet edebilmesini sağlayacak politika ve düzenlemeler geliştirilmelidir. Kritik ulusal ve iç güvenlik işlevleri için temel olan ABD uzay sistemlerinin dayanıklılığı artırılmalıdır. Bu çabalar, uzaydaki Amerikan çıkarlarını korumayı, istikrarı bozan silahlanma yarışlarını önlemeyi ve uzay ortamını sorumlu bir şekilde yönetmeyi amaçlar.” (National Security Strategy, 2022).

Uzayda olası kazaları, yanlış algılamaları ve uzayı kullananlar arasındaki güvensizliği önlemek için uzay sorumluluğunu taşımak, buna göre davranmak tüm ülkelerin ortak çıkarıdır. ABD, uzayın sürdürülebilirliğini, istikrarını, serbest erişimini ve kullanımını kendi ulusal çıkarları için hayati önemde görüyor. ABD, uzaya bir yönüyle uluslararası sular ve/veya uluslararası hava sahaları gibi bakıyor. Günümüzde dünya açık denizlerinde olduğu üzere, olabildiğince kendi kontrolünde bir uluslararası uzay kurgusuna liderlik etmeyi uzay politikasının ana omurgası olarak görüyor. Amerikan uzay politikasının temelini esasında bu bakış açısı oluşturuyor. Bu çerçevede, güçlü ve rekabetçi bir ticari uzay sektörünün oluşmasının ABD'nin uzayda sürekli ilerleme kaydetmesi için hayati önem taşıdığı değerlendirilmeleri yapılıyor. ABD'nin liderliğini ilerleten bir ticari uzay sektörünün büyümesini teşvik etmeye ve kolaylaştırmaya ABD uzay politikasıyla öncülük edilmek isteniyor (İleri, 2023).

ABD uzay politikası; uzaya ilgi duyan tüm ülkelerin, uluslararası hukuka uygun olarak, barışçıl amaçlarla ve tüm insanlığın yararına uzayı keşfetme ve kullanma hakkına sahip olduğunu ifade ediyor. Bu ilkeye uygun olarak, “barışçıl amaçlar”ın uzayın ulusal ve uluslararası güvenlik faaliyetleri için kullanılmasına izin verdiği kabulüyle Amerikan adımları atılmak isteniyor (Bahney, 2020).

Uluslararası hukukta belirtildiği gibi, uzay veya herhangi bir gök cismi üzerinde ulusal egemenlik iddiası olamaz. Buradan hareketle ABD, tüm ülkelerin uzay sistemlerinin uzayda müdahale edilmeden geçiş ve faaliyet yürütme hakkına sahip olduğunu varsayıyor. Destekleyici altyapı dahil olmak üzere uzay sistemlerine kasıtlı müdahalenin o ülkenin haklarının ihlali olduğuna, karşılığında meşru müdafaa hakkını doğuracağına inanılıyor (Rose, 2020).

ABD uzay politikası kapsamında, tüm sorumlu tarafların uzayı serbestçe kullanmasını sağlamak için çeşitli önlemler almayı, doğal savunma hakkına uygun olarak tehditlerin, olası düşmanların müdahale ve saldırılarını caydırmayı, kendisine ait uzay sistemlerini korumayı, müttefik uzay sistemlerinin savunmasına katkıda bulunmayı, caydırma başarısız olursa, düşmanların saldırı girişimlerini bertaraf etmek için çeşitli önlemleri devreye sokmayı gerekli görüyor (Space Diplomacy, 2023).

Bu prensiplerle uyumlu olarak, ABD ulusal uzay politikası doğrultusunda uzay programlarında aşağıdaki hedeflerin takip edileceği belirtiliyor (U.S. Defense Space Strategy, 2020; Bahney, 2020):

- Rekabetçi Amerikan uzay endüstrilerini küresel pazarlara katılmaya teşvik etmek, uydu üretimi, uydu tabanlı hizmetler, fırlatma, karasal uygulamalar ve girişimciliği artırmak.
- Karşılıklı yarar sağlayan uzay faaliyetlerinde uluslararası iş birliğini genişletmek, uzayın faydalarını genişletmek ve yaygınlaştırmak, uzayın barışçıl kullanımını ilerletmek ve uzaydan elde edilen bilgilerin küresel paylaşımında iş birliğini ve ortaklığı güçlendirmek.
- Uzayda istikrarı güçlendirmek, uzayda güvenli ve sorumlu operasyonları teşvik etmek için ulusal ve uluslararası önlemler almak, uzay nesnelerinin çarpışmasını önlemek için bilgi toplama ve paylaşımını iyileştirmek, uzay ve bilgi sistemlerinin kritik karşılıklı bağımlılığına özel dikkat göstererek kritik uzay sistemlerini ve destekleyici

altyapıları korumak, yörünge enkazını azaltmak için önlemleri güçlendirmek (Space Diplomacy, 2023).

- Ticari, sivil, bilimsel ve ulusal güvenlik uzay araçları ve destekleyici altyapı tarafından sağlanan, görev açısından hayati önem taşıyan işlevlerin, çevresel, mekanik, elektronik veya düşmanca nedenlerden kaynaklanan kesinti, bozulma ve tahribata karşı güvenilirliğini ve dayanıklılığını artırmak.
- Yenilikçi teknolojiler geliştirmek, yeni endüstrileri teşvik etmek, uluslararası ortaklıkları güçlendirmek, insanlığın Dünya'yı anlamasını artırmak, bilimsel keşifleri geliştirmek, Güneş Sistemi ve ötesindeki evreni keşfetmek için insan ve robotik girişimleri sürdürmek.
- Bilimsel çalışmalar yürütmek, karasal ve dünyaya yakın uzay havasını tahmin etmek, iklim ve küresel değişimi izlemek, doğal kaynakları yönetmek ve afet müdahalesi ve kurtarma çalışmalarını desteklemek için gerekli olan uzay tabanlı dünya ve güneş gözlem yeteneklerini geliştirmek.

Amerikan Uzay Politikasının Siyasî, Askerî ve Teknolojik Kökenleri

Uzayı, Dünya etrafında dönen binlerce uydunun bulunduğu sınırlı bir alanda; hava, deniz veya kara kuvvetleri gibi uzay kuvvetlerinden bahsetmek, bu yeni kuvveti silahlı kuvvetlerin bir uzantısı gibi görmek söz konusu olmakla birlikte, uzay, bu yörüngelerle sınırlı olmadığı gibi, fiziksel koşullar, uzayda askerî boyuttaki güç projeksiyonları savaş olmadan bile karmaşıklığa neden olabilmektedir (Meigs, 2025).

Günümüzde uluslararası sistem tek kutupluluktan karmaşık çok kutupluluğa doğru evrilirken, uzay için de bu durum geçerlidir. Uzaydaki güç zaten karmaşıktır ve çok kutuplu bir çatışma çağında uzayda dengeyi sağlamak son derece zorluklar içermektedir. Dünya çapında ticari ve uluslararası uzay faaliyetlerindeki hızlı artış, uzay ortamının karmaşıklığını artırmaktadır. Ticari uzay faaliyetleri, yeni teknolojiler ve hizmetlerle ulusal ve iç güvenlik açısından faydalar sağlar ve yerleşik ve gelişmekte olan pazarlarda yeni ekonomik fırsatlar yaratır. Ancak aynı faaliyetler, kritik teknolojinin korunması, operasyonel güvenliğin sağlanması ve stratejik avantajların sürdürülmesi konusunda da zorluklar yaratmaktadır (Rose, 2020).

Soğuk Savaş boyunca iki büyük güç, Sovyet ve Amerikan Blokları arasındaki son derece rekabetçi mücadele, uzay teknolojilerinin gelişimi yanında uzaya ilişkin düzenlemelerin ve anlaşmaların ortaya çıkmasını sağladı. ABD’de Ronald Reagan ABD’nin ilk Ulusal Uzay Politikasını yayınladı. Ayrıca, balistik füze savunma sistemleri de dahil olmak üzere uzayın askeri amaçlarla kullanılmasına da zemin hazırladı. Soğuk Savaş sonrasında zamanla yeniden güçlenen Rusya ve yükselen Çin’in yanı sıra diğer küçük devletlerin artan uzay yatırımları dikkat çekmeye başladı (İleri, 2023).

2000’lerin ilk yarısından itibaren Washington, uzayın da kaçınılmaz bir askerî çatışma ortamı olacağını beyan etmeye başladı. Bu gerçekliğe rağmen ABD başlarda uzay politikasını diğer ülkeleri uzayda stratejik kısıtlamaya dayandırmayı yeğlerken, aynı zamanda uzay çatışmalarına kendini hazırladığını saklamadı. Nitekim, her yeni uzay silahının ortaya çıkmasıyla uzay savaşı gerçekliği daha yalın hâle geliyor. Bu arada, 2007 yılında Çin satıhtan fırlatılan bir füzeyle alçak yörüngedeki bir uyduyu imha etme yeteneğini sergiledi. ABD de 2008 yılında benzer bir gösteriyle uzayı boş bırakmayacağını kanıtlamış oldu. 2013 yılında Çin, sabit yörüngede seyir hâlindeki uzay istasyonundan bir füze fırlattı ve aynı zamanda ilk manevra kabiliyetine sahip uydusunu test etti. Rusya da ticari uydulara 10 km mesafede askerî maksatlara hizmet edebilecek bir uzay aracı konumlandırarak “vuruş gücünü” göstermek istedi. Yine Rusya ve Çin daha sonra anti-uydu füzeleri denemeleri yaparak uzaydaki bazı eski uyduları hedef aldılar, vurarak imha ettiler (Space Strategy, 2011).

Rakiplerinin kaydettiği gelişmeleri hafife almayan ABD, uzayda savunma ağırlıklı bir strateji geliştirmekle birlikte uzay tabanlı taarruz yeteneklerine de yatırım yapmayı gerekli görüyor. Gerçekte dünya henüz bir uzay savaşı için hazır değil. Uzaydaki silah yetenekleri henüz sınırlıdır, sayısal olarak yetersizdir, bu nedenle olsa olsa küçük çatışmalar olabilir. Ancak, uzay boyutu, dünya yüzeyindeki olası savaşlarda kullanılan tüm harp silahları, araç ve gereçleri için olmazsa olmaz bir yetenek destek üssü haline gelmiştir (Bahney, 2020).

Amerikan ordusu artık küresel askerî gücünü kullanırken uzay tabanlı varlıklara asimetric bir şekilde bağımlıdır. Konvansiyonel bir satıh savaşında bile düşmanların uzaydaki savunmasız varlıklara saldırması halinde, yeryüzündeki savaşın gidişatı da bundan etkilenecektir. Dolayısıyla uzaydaki Amerikan varlıklarının korunması, gerektiğinde potansiyel tehdit ülkelerin uzaydaki yeteneklerinin yok edilmesi, etkisiz hale getirilmesi,

ABD'nin yakın gelecekte takip ettiği/edeceği uzay politikasının, stratejisinin temelini oluşturuyor (İleri, 2023).

2006 yılı Amerikan Uzay Politikası maliyetleri düşürmek ve “yenilikçi bir ticari sektörü teşvik etmek” için ticari sektörü “maksimum pratik ölçüde” kullanmaya odaklanmıştı. 2010 politikası da aynı temel yaklaşımı ve mantığı sürdürdü. 2018’de, birinci dönem Trump yönetimi, “ekonomik büyümeyi teşvik etmek, vergi mükellefleri, yatırımcılar ve özel sektör için belirsizliği en aza indirmek, ulusal güvenlik, kamu güvenliği ve dış politika çıkarlarını korumak ve uzay ticaretinde Amerikan liderliğini teşvik etmek” amacıyla uzayın ticari kullanımına ilişkin düzenlemeleri basitleştirmek için bir politika direktifi yayınladı. Bu mantık, 2020 Uzay Politikasında da tekrarlandı. Aralık 2021 Uzay Öncelikleri Çerçevesi, ticari uzay sektörünün ABD endüstrisinin büyümesi ve Amerikan istihdamının yaratılması için önemini vurguladı. 2022 tarihli uzay politikası hakkında Savunma Bakanlığı Direktifi ve 2024’te güncellenen versiyonu, ticari sektörün yenilikçiliği ve verimliliğine dayalı ticari uzay entegrasyonunu açıkça teşvik etti (Meigs, 2025).

2023 Hava Kuvvetleri Uzay Politikası, ticari sektörü de ele alarak, uluslararası toplum için güvenli ve sorumlu davranış normları oluşturmadaki rolünü ortaya koydu. Uzay sektörüne yatırımı teşvik etmeyi ve onu saldırılardan korumayı hedefleyen bir Amerikan uzay savunma politikasının gereği üzerinde duruldu. Amerikan Hava Kuvvetleri yönetimi, barış, rekabet, kriz ve çatışma dönemlerinde stratejik avantaj elde etmek ve (savaş komutanının) hedeflerini desteklemek için ticari uzay sektörünün sunduğu hız, yenilik ve yeteneklerden tam olarak yararlanacak geniş bir ulusal güvenlik uzay mimarisi çağrısında bulunmayı ihmal etmedi (Richard, 2025).

2024 Savunma Bakanlığı Ticari Uzay Entegrasyon Stratejisi, maliyet verimliliği ve inovasyonun ötesinde politika hedeflerini daha da ileriye götürdü. “Entegrasyon, düşmanların ulusal güvenlik uzay sistemlerine yönelik saldırıların faydalarından mahrum kalmasına yardımcı olacak ve güvenli, istikrarlı ve sürdürülebilir bir uzay alanına katkıda bulunacaktır” gerekçesiyle, ticari uzay sektörünün ulusal güvenlik uzay mimarisine entegrasyonunun artırılması gerektiğini vurguladı. Benzer şekilde, Uzay Kuvvetleri’nin 2024 Ticari Uzay Stratejisi, ticari sektörün yenilikçi yeteneklerinden, ölçeklenebilir üretiminden ve hızlı teknoloji yenileme hızlarından yararlanarak ulusal güvenlik uzay mimarilerinin dayanıklılığını

artırmak, caydırıcılığı güçlendirmek ve komutanları ve ortakları desteklemekten bahsediyor (Richard, 2025).

ABD açısından uzay bağlamındaki temel sorun, uzayda potansiyel düşmanların niyetleri ve ilerlemeleri, ABD'nin saldırıları caydırma, ulusal çıkarlarını koruma ve gelecekteki çatışmalarda savaşıma ve kazanma yeteneğini tehdit etmektedir. Bu tehdide göre yeni bir uzay kuvveti yapılanmasına, komuta kontrol araçlarına, teknolojik altyapıya ve siyasi iradenin desteğinin sürekli kılınmasına ihtiyaç duyuluyor (Bahney, 2020). Washington uzay politikasını şekillendirirken uzay alanının kendisi ve müttefikleri için güvenli, istikrarlı ve erişilebilir olmasını referans alıyor. ABD ile müttefiklerinin, ortaklarının uzayı kullanımının, sürdürülebilir bir uzay tabanlı askerî güç ve kuvvetle desteklenmesi öngörülüyor (Space Diplomacy, 2023).

Öte yandan, ABD uzay faaliyetlerinin geleceğini baltalayabilecek gelişmelerin varlığına uzmanlar dikkat çekiyor. Projelere yönelik büyük maliyet artışları hem insanlı hem de robotik NASA programlarını tehdit ediyor. James Webb Uzay Teleskobu 2021'in sonlarında fırlatıldığında, bütçesi 10 milyar doların üzerine çıkmış ve orijinal hedefin iki katından fazlası bir kaynak ayrılmak suretiyle bu proje gerçekleştirilebilmişti. Bu projeyi finanse etmek için bazı uzay görevlerinin iptal edildiği, sürelerinin kısaltıldığı veya ertelendiği görüldü. Örneğin, NASA kısa süre önce robotik VIPER aracının Ay'a inişini iptal etti. NASA'nın 2024 bütçe talebinde bütçesi neredeyse tamamen ortadan kaldırılan VERITAS Venüs misyonu ise 2027 yılından 2031'e ertelendi. Perseverance Mars aracı şu anda kırmızı gezegenin yüzeyinde saklanan jeolojik örnekleri topluyor ve gelecekteki Mars Örnek Geri Dönüş (MSR) misyonunda toplayıp Dünya'ya geri getirilmeyi bekliyor olsa da, Nisan 2024'te NASA, daha ucuz alternatifler ararken MSR projesini süresiz olarak askıya aldığını duyurmuştu (Meigs, 2025).

Bu gelişmeler, Amerikan uzay politikasını siyasî, askerî ve teknolojik bağlamda neredeyse uygulanamaz hale getiriyor. Bu kısıtları aşmak için Trump yönetiminin artan oranda uzaya ağırlık vermesi gerektiği savunuluyor. USSPACECOM, NASA dahil ABD'nin geleceğini uzayda gören kurum ve kuruluşlarının yöneticileri; Washington politikalarıyla desteklenmediği takdirde, gelecekte başta Çin olmak üzere ABD'nin uzaydaki mevcut durum üstünlüğünden söz edilemeyeceği, bu nedenle Amerikan Uzay Politikasının gereklerine uyulma zorunluluğu bulunduğu dikkat çekiyorlar.

ABD Uzay Stratejisinin Temelleri

Amerikan Savunma Uzay Stratejisi, Pentagon'un büyük güçler arasındaki rekabetin hâkim olduğu karmaşık bir güvenlik ortamında rekabet edebilmesi, caydırıcı olabilmesi ve galip gelebilmesi için uzay gücünü nasıl geliştireceğini esas alıyor (Rose, 2020).

Uzaya sınırsız erişim ve uzayda faaliyet gösterme özgürlüğü, ülkemizin güvenliği, refahı ve bilimsel başarıları için hayati önem taşır. Uzay tabanlı yeteneklerin kullanılabilirliğini sağlamak, tüm alanlarda askeri üstünlüğü tesis etmek ve sürdürmek, ABD ve küresel güvenlik ile ekonomik refahı ilerletmek için temel öneme sahiptir (Bahney, 2020).

Pentagon askerî açıdan uzayı, diğer alanlarla birlikte ulusal güvenliği ilerletmek için çok alanlı ortak ve birleşik operasyonların temelini oluşturan benzersiz bir askeri güç alanı olarak kabul etmektedir. Bu çerçevede, uzayın artık çekişmeli bir savaş alanı olduğunu, bu yeni güvenlik ortamını en iyi kullanan taraf olmak için uzaydaki Amerikan askerî yeteneklerinin de en iyisi olması gerektiğini Amerikan askerî ve savunma otoriteleri vurguluyorlar. Pentagon ayrıca, uzay üstünlüğünü tesis etmek için ABD'nin uzaydaki hayati çıkarlarını güvence altına alacak adımlar atmamak, bağlı komutanlıkların uzay yeteneklerine erişimi ve kullanımına ilişkin yeni yapılanmaya gitmek gerektiğini değerlendiriyor (Rose, 2020).

Bu bakış açısı doğrultusunda ABD Uzay Kuvvetleri, ABD Uzay Komutanlığı ve Uzay Geliştirme Ajansı kuruldu. Bunların kurulmasıyla ortaya çıkan tarihi reform fırsatlarından yararlanmak için Pentagon kendisini stratejik yönlendirme bağlamında sorumlu hissediyor.

Nitekim 2020 yılında Pentagon, ABD ulusal güvenlik uzay programının tarihindeki en önemli dönüşüme imza attı. Uzayı artık ayrı bir savaş alanı olarak gören Washington, bu yeni stratejik ortam için politika, strateji, operasyon, yatırım, yetenek ve uzmanlık alanlarında mutlak bir kurumsal değişikliğe gitmeyi gerekli gördü. ABD'ye göre sahip olunan uzay tabanlı yetenekler modern yaşamın ayrılmaz bir parçasıdır ve ABD'nin askerî gücünün vazgeçilmez bir bileşenidir. Bu yeteneklerin kullanılabilirliğini sağlamak, tüm alanlarda askeri üstünlüğü tesis etmek ve sürdürmek, ABD'nin ve dünyanın güvenliğini ve ekonomik refahını ilerletmek için temel öneme sahiptir. Ancak uzay, saldırılardan korunaklı bir sığınak değildir ve uzay sistemleri, her düzeydeki çatışmada ilk akla gelen potansiyel hedeflerdir. Özellikle Çin ve Rusya, uzayda çatışmaya kadar uzanan karşı uzay yetenekleri ve bunlarla ilişkili askeri doktrinlerini geliştirme, test etme

ve konuşlandırma bağlamında öne çıkan devletler olduklarından, bu iki ülke ABD açısından kendisine en büyük stratejik tehdidi oluşturduğu varsayımıyla hareket ediliyor (Space Strategy, 2020).

ABD'ye göre, Çin ve Rusya ABD ve müttefiklerinin askeri etkinliğini azaltmak ve Pentagon'un uzayda operasyon özgürlüğünü zorlamak için uzayı silahlandırmaktadır. Çin ve Rusya, uzayı bir savaş alanına dönüştürmüştür. Buna paralel olarak, son yıllarda uzayda müttefik, ortak ve ticari faaliyetlerin hızla genişlemesi, uzayda faaliyet ortamını daha karmaşık hâle getirirken, iş birliği için benzeri görülmemiş fırsatlar yaratmıştır.

Bu yeni güvenlik ortamına yanıt olarak 2020-2030 yılları döneminde ABD ve müttefikleri açısından uzayda istenen koşulları sağlamak için uzay strateji belgesi oluşturulmuştur. Buna göre Pentagon'un yetki ve sorumluluğunda belirlenen Amerikan uzay stratejisi dört temel etrafında şekillendirilmiştir (Rose, 2020; News Release, 2020):

- (1) Uzayda kapsamlı bir askeri avantaj oluşturmak;
- (2) Uzayı ulusal, müşterek ve birleşik operasyonlara entegre etmek;
- (3) Stratejik ortamı şekillendirmek; ve
- (4) Müttefikler, ortaklar, endüstri ve diğer ABD hükümet departmanları ve kurumlarıyla iş birliği yapmak.

ABD, uzay üstünlüğünü sağlamak ve şu anda ve gelecekte ABD'nin uzaydaki hayati çıkarlarını güvence altına almak için yenilikçi ve cesur adımlar atmayı hedefliyor ve uzay gücünü genişletmek için stratejik bir yol haritasına göre ilerliyor. Buna göre Amerikan Savunma Bakanlığı da, uzayda üstünlüğünü tesis etmek, korumak, ABD'nin hayati çıkarlarını korumak için önümüzdeki 10 yıl içinde uzay gücü kapasitesini artırmaya odaklı bir politika ve strateji izliyor (Space Diplomacy, 2023).

Amerikan Uzay Politikası ve Stratejisi

Amerikan uzay politikası ve stratejisi, ABD ulusal güvenlik uzay programının tarihindeki en önemli dönüşümüne, dört ana hat üzerinde aşamalı bir yaklaşımla yön veriyor (Rose, 2020; U.S. Defense Space Strategy, 2020; US DOD Directive 3100.10 Space Policy, 2024; Space Policy Review and Strategy on Protection of Satellites, 2023):

- 1) Uzayda kapsamlı bir askeri üstünlük oluşturmak – ABD Uzay Kuvvetleri'nin kurulmasını da içerecek şekilde, organizasyonları yeniden yapılandırarak Pentagon'un uzay girişimini dönüştürmek; güvenilir ve dayanıklı uzay mimarileri oluşturmak- İstihbarat, komuta ve

kontrol ile uzayın düşmanca kullanımına ABD'nin karşı koyma yeteneğini geliştirmek ve tehditle orantılı uzay gücü kültürü, uzmanlığı, doktrini ve operasyonel kavramları geliştirmek. Bu kapsamda belirlenen özel hedefler:

- a) ABD Uzay Kuvvetlerini kurmak, geliştirmek.
 - b) Askeri uzay gücünün doktrinsel temellerini geliştirmek ve belirlemek.
 - c) Uzay savaşı uzmanlığını ve kültürünü geliştirmek ve genişletmek.
 - d) Kendini kanıtlamış uzay yeteneklerini sahaya sürmek.
 - e) Uzayın düşmanca kullanımına karşı koyacak yetenekleri geliştirmek ve tatbikatlarla sergilemek.
 - f) Uzay alanında ABD'ye askeri üstünlük sağlayacağı değerlendirilen istihbarat ve komuta ve kontrol (C2) yeteneklerini geliştirmek.
- 2) Amerikan askerî uzay gücünü ulusal, müşterek ve birleşik operasyonlara entegre etmek – Uzay gücü doktrininin, yeteneklerinin ve personelinin uzay savaş operasyonları, istihbarat, yetenekler ve personelin askerî planlara ve personel yapısına entegrasyonu da dahil olacak şekilde; ulusal, müşterek ve birleşik operasyonlara entegrasyonunu geliştirmek ve güçlendirmek; caydırıcılık ve askeri uzay gücünün kullanılmasında operasyonel bir komutanlık olan Amerikan Uzay Komutanlığını görevlendirmek; uzay bağlamındaki yeni kuvvet yapısını esas alarak operasyonel yetkileri, komuta-kontrol bağlantılarını yeniden düzenlemek ve angajman kurallarını güncellemek; müttefikleri ve ortakları uzay faaliyetlerine entegre etmek. Belirlenen özel hedefler:
- a) USSPACECOM'un çatışma spektrumu genelinde ortak ve birleşik uzay operasyonlarının planlamasını, tatbikatını yapmasını ve yürütmesini sağlamak.
 - b) Operasyonel yetkileri yeniden düzenlemek ve angajman kurallarını güncellemek.
 - c) Uzay savaş operasyonlarını, istihbaratı, yetenekleri ve personeli askerî planlara ve personele entegre etmek.
 - d) Pentagon uzay programları için güvenlik sınıflandırmasını güncellemek.

- e) Müttefikleri ve ortakları planlara, operasyonlara, tatbikatlara, angajmanlara ve istihbarat faaliyetlerine entegre etmek.
- 3) Stratejik ortamı şekillendirmek – Uzayda düşman saldırılarını caydırmak; çatışma olasılıklarının önüne geçecek şekilde uzay kurallarını, standartlarını ve normlarını geliştirmek, bu bağlamda müttefikler ve ortaklarla uyum sağlamak; uluslararası kamuoyunu uzayda artan düşmanca tutum ve davranışlar konusunda gerektiğinde bilgilendirmektir.
- 4) Müttefikler, ortaklar, endüstri ve ABD hükümeti departmanları ve kurumlarıyla iş birliği yapmak. – Politika, strateji, yetenekler, bilgi paylaşımı ve operasyonlardaki fırsatlardan yararlanmak için Amerikan hükümeti içinde ve uluslararası toplum ve ticari sektörle uzay iş birliğini geliştirmek. Bu rekabetçi ortam ve uzay faaliyetlerinin hızla genişlemesi nedeniyle, mevcut uluslararası yasal çerçevenin sınırlarını zorlayan yönetim güçlüklerini aşacak ortak adımlar atmak.
 - a) Yetenekli müttefikler ve ortaklarla bilgi paylaşımı ilişkilerini genişletmek.
 - b) Uzay politikası konusunda müttefikler ve ortaklarla uyum sağlamak.
 - c) Müttefikler, ortaklar ve diğer ABD hükümet departmanları ve kurumlarıyla iş birliği yaparak uzayda olumlu davranış standartları ve normları teşvik etmek.
 - d) Müttefikler ve ortaklarla iş birliğine dayalı araştırma, geliştirme ve tedarik faaliyetlerini genişletmek.
 - e) Ticari teknolojik gelişmeleri ve satın alma süreçlerini etkin bir şekilde kullanmak.
 - f) Savunma Bakanlığı'nın ticari lisans onay sürecine yaklaşımını modernize etmek.

Amerikan Uzay Politikası ve Stratejisi, ABD'ye Uzayda Üstünlüğünü Garanti Ediyor mu?

Uzayın ABD ve uluslararası güvenliğin kilit bir alanı olduğu giderek daha açık hâle geldiği görülüyor. 17 Haziran 2025 tarihinde, önümüzdeki 10 yıl içinde ABD'nin askeri uzay gücünü ilerletmek için Pentagon'un yayınladığı uzay stratejisi belgesi; Rusya ve Çin gibi ülkelerden ABD ve müttefik sistemlerine yönelik arttığı değerlendirilen tehdide ilişkin ABD'nin

uzay kuvvetlerini planlamak ve yapılandırmak için ihtiyaç duyduğu rehber doküman görevini görmektedir. Amerikan ulusal uzay stratejisinin temelinde karşı karşıya olduğu en büyük zorluğun uzay politikasıyla, temelinde siyasi nitelikte olduğu görüşü hâkimdir. Strateji, ABD'nin müttefikleriyle uzay iş birliğini artırmasını haklı olarak önermekle birlikte, bu ifadeler Başkan Trump'ın göreve başlamasıyla birlikte önemli ABD müttefiklerine yönelik olumsuz söylemleri ve eylemleriyle doğrudan çeliştiği görülmektedir. Ayrıca, biliyoruz ki bir ülkenin “uzay üstünlüğü” gibi terimleri kullanıyor olması, siyasi açıdan sorunludur. Zira Rusya ve Çin de, bu terimleri kullanarak, uzayı “silahlandırmaktan” ve uzaya uzanan silahlanma yarışından ABD'nin sorumlu olduğunu iddia etmektedirler. Oysa bu ülkeler de kendi uzay politikaları ve stratejileri doğrultusunda en az ABD kadar agresif bir şekilde anti-uydu silahları geliştirmekten ve konuşlandırmaktan geri kalmamaktadırlar.

ABD'nin politik ve stratejik bağlamı, “uzayın, başta Rusya ve Çin olmak üzere büyük güçler arasındaki rekabetin merkezi” olduğunu belirtiyor. Rusya, Çin, İran ve Kuzey Kore gibi diğer ülkelerin, “ABD'nin uzay alanına erişimini ve bu alandaki faaliyetlerini engellemek veya reddetmek için tasarlanmış” anti-uydu ve karşı-uzay sistemleri geliştirmekte olduğunu vurgulayan ABD uzay politikası ve stratejisine ilişkin dokümanlar, esasında Amerikan yönetimlerine uzayı silahlandırmak için gereken gerekçeleri tanımlayan belgeler olarak görülüyorlar.

Pentagon'un karşı karşıya olduğu siyasi zorluklardan birisi de, ortaya konan “uzay üstünlüğü” gibi terimlerin içini doldurmakta yaşanan zorluklarda yatıyor. ABD ordusunun uzayda üstünlüğü barış döneminden itibaren tesis edebilmesi, takiben koruyabilmesi için gereken yetenekleri Amerikan uzay endüstrisinin geliştirmesi ve Amerikan uzay kuvvetlerinin gerektiğinde kullanması bekleniyor.

Mevcut durumda *SpaceX* ve diğer özel uzay şirketleri teknolojik sınırları zorlansa da, ABD'deki yerleşik eski düzenlemeleri aşmakta zorlanıyorlar. NASA'nın eski teknoloji ve kötü yönetim sorunları nedeniyle eskisi kadar etkin bir uzay kurumu olmadığı, ABD yönetiminin beklentilerinin aksine uzay faaliyetlerine liderlik kapasitesinin sınırlı olduğu konuşuluyor. Örneğin, NASA 20 yılı aşkın bir süredir planlı Artemis Ay misyonlarını fırlatabilecek büyük bir roketi geliştirmekte çok yavaş yol alabildi. Yıllar sonra ortaya çıkan Uzay Fırlatma Sistemi (SLS) planlanandan yıllarca geride, bütçeyi büyük ölçüde aşan ve eski tasarımlara dayanan bir sistem

olduğundan, konunun uzmanları tarafından eleştiri bombardımanına tutuldu. SLS fırlatmalarının her birinin 4 milyar doların üzerinde bir maliyet getirecek olması da ABD yönetimini korkutuyor. SLS'nin sürdürülemez ve gereksiz bir proje olduğu, Washington'a uzay alanında büyük zaman ve kaynak kaybına neden olduğu öne sürülüyor. Bu arada, NASA zorluklarla boğuşurken, Çin astronotları Ay'a indirme planları da dahil olmak üzere kendi uzay programlarını hızla geliştiriyor. *SpaceX*, *Rocket Lab* ve diğer özel Amerikan fırlatma şirketleri, uygun fiyatlı, yeniden kullanılabilir roketler geliştirme konusunda dünyaya öncülük ediyor. Bu hayati sektörün büyümesini desteklemek için Federal Havacılık İdaresi (FAA) kurallarını ve diğer düzenlemeleri Washington'un reforma tabi tutması gerektiği öneriliyor. Bunun Amerikan Uzay Politikası için bir zorunluluk olduğu savunuluyor (Meigs, 2025).

Bu gerçekleri biraz göz ardı ederek hazırlandığı iddia edilen Amerikan Savunma Uzay Politikası ve Stratejisi kâğıt üzerinde işe yarayan bir belge olarak nitelendiriliyor. Caydırmak ve caydırma başarısız olursa, uzay dahil tüm savaş alanlarında düşmanları yenmek için gerekli yetenekleri geliştirmek ve konuşlandırmak için ABD'yi uzaya kanalize eden, endüstri ve orduyu yeni bir alanda inovasyona, yeni yetenekleri kazanmaya zorlayan bir bakış açısını dikte ettiren uzay politikası ve stratejisi dokümanları, ABD için rehber işlevini görüyor. Bu çerçevede, uzay bağlamında Rusya ve Çin ile rekabetin sadece askeri alanda değil, siyasi ve diplomatik alanlarda da gerçekleşeceği farz ve kabul ediliyor (Space Diplomacy, 2023).

ABD'ye göre Rusya ve Çin, uluslararası ortamı şekillendirmek için propaganda ve dezenformasyonu aktif olarak kullanıyorlar. Bu nedenle ABD yönetimleri, uluslararası forumlarda itibarını zedelemek ve müttefiklerle arasına nifak sokmak için kullanılacak, örneğin "uzayı ABD silahlandırıyor" söylemlerine karşı dikkatli olmayı gerekli görüyor. CIA'nın 2019 yılında yayımladığı değerlendirmeye göre, Rusya ve Çin gibi stratejik rakipler "demokratik kurumları zayıflatmak, ABD'nin ittifaklarını ve ortaklıklarını baltalamak ve ABD'deki politika sonuçlarını şekillendirmek için etki operasyonlarını" kullanıyorlar. Örneğin, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu (BMGK) Silahsızlanma Konferansı'nda olduğu üzere, geleneksel olarak Rusya ve Çin diplomatik forumları, uzayı silahlandırmanın ABD olduğunu iddia etmek için kullanıyorlar. ABD yönetimleri böyle bir algıya sahip olduğunu saklamıyor. Bu arada Rusya ve Çin, BM Genel Kurulu'ndaki girişimleri sonucu, "Uzayda Silahların Önlenmesi" başlıklı ilk uzay

silahları anlaşması taslağını gündeme getirmişler ve bu alandaki diplomatik gündemlerini ilerletmede ABD'ye rağmen kısmen başarılı olmuşlardır.

ABD'de uzay alanındaki bazı uzmanlara göre, Trump yönetimi, "uzay üstünlüğü" gibi politik anlam yüklü terimleri yeniden kullanarak, Rusya ve Çin'in dezenformasyon kampanyasını çok daha kolay hale getiriyor. Buna örnek olarak, 19 Haziran 2025 tarihinde Rus Dışişleri Bakanlığı Amerikan Uzay Politikasına ve Stratejisine ilişkin şöyle bir açıklama yaparak, ABD'yi "suçlamaktan" geri kalmamıştır:

"Bu belgeler, Washington'un uzay alanındaki agresif politikasını teyit etmektedir. Nihai hedef açıkça belirtilmiştir: *Amerika'nın uzay üstünlüğünü sağlamak...* Washington'un agresif çabalarını dikkatle izliyoruz ve olası sonuçları dikkatle analiz ediyoruz. Rusya, uzayın yalnızca barışçıl amaçlarla kullanılmasına ve araştırılmasına öncelik vererek ve uzayda silahlanma yarışını önleyerek tamamen zıt bir tutum sergilemektedir." (Wilson, 2025).

Trump; birçok alanda olduğu üzere, özellikle ikinci dönem iktidarıyla birlikte, dünyanın geri kalanını adeta yokmuş sayan, hegemonik bir söylemi her zaman öne çıkaran, klasik diplomasi dilini gereksiz gören bir "Başkanlık" dilini muhataplarıyla temaslarında kullanmaktan geri kalmıyor. Hâliyle bu dil, Amerikan uzay politikası ve stratejisi belgelerine de kısmen yansımış durumdadır. Oysaki uluslararası politikada sözcükler önemlidir. Uzay da uluslararası politikanın bir parçasıdır. Tehdit söylemiyle ABD'nin kendisinin dünyanın geri kalanına tehdit olma yolunda bir değişime girmiş olduğu denilebilir. Bu değişime uzayın da dahil ediliyor olması, dünyanın ve uzayın geleceği adına tehlikeli bir gelişme olarak okunuyor (Meigs, 2025).

Bu gerçekliği bir kenara koyarsak, Washington, doğru bir yaklaşımla, Amerikan uzay politikası ve stratejisinde, ABD'nin ulusal çıkarlarını ilerletmek için gerekli kaynak önceliklendirme ve risk yönetimi ile belirlenen stratejik hedeflere ulaşmada Pentagon'a sorumluluk ve yetki vermiştir. Bu doğrultuda Washington Pentagon'dan, aşağıda yer alan hedefleri takip ederek Amerikan uzay gücünü geliştirmesini istiyor (Rose, 2020; US DOD Directive 3100.10 Space Policy, 2024):

- **Uzay Üstünlüğünü Korumak:** Pentagon, uzay alanında ABD'nin operasyon özgürlüğünü tesis edecek, sürdürecektir ve koruyacaktır. Savunma Bakanlığı, ABD'yi ve gerektiğinde müttefik, ortak ve ticari uzay yeteneklerini korumaya ve savunmaya hazır olacaktır ve düşmanların uzayı düşmanca kullanmasını caydırıp engelleyecektir.

- Ulusal, Müşterek ve Birleşik Operasyonlara Uzay Desteği Sağlamak: Pentagon, Amerikan uzay kuvvetlerinin, ulusal, müşterek ve birleşik operasyonları mümkün kılacak şekilde gelişmiş uzay yeteneklerine ve etkilerine erişecek adımları atacaktır. Savunma Bakanlığı, Amerikan askerî olduğu kadar sivil ve ticari uzay endüstrisini de destekleyecek ve güçlendirecektir.
- Uzayda İstikrarı Tesis Etmek: Müttefikler ve ortaklarla iş birliği içinde hareket edecek Pentagon; uzayda sürekli varlığını sürdürecektir ve böylece uzayda saldırganlığı caydıracak, uzayda, uzaya ve uzaydan güvenli geçişi sağlayacak, uzayın iyi bir bekçisi olarak uluslararası kabul görmüş sorumlu davranış standartlarını koruyacak ve uzay trafiği yönetiminde ABD'nin liderliğini ve uzay faaliyetlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini destekleyecektir.

2026 yılına ilişkin bütçe süreci, geçen yıla göre Amerikan Uzay Kuvvetleri için yaklaşık yüzde 40'lık bir bütçe artışı anlamına geliyor. Bu savunma uzay faaliyetleri için önemli bir politika değişikliğine işaret ediyor. Bu kapsamda bir Trump projesi olan, geçmiş 1980'lere, Başkan Reagan dönemine kadar uzanan Golden Dome, sadece uzay için değil, yeni yönetimin ulusal güvenliğe daha geniş bir yaklaşımı için de önemli bir program gibi görünüyor. Başkan Trump'ın ikinci döneminin başlangıcından bu yana, başka hiçbir askeri kapasite bu denli ilgi görmedi (Wilson, 2025). Bu durum Washington yönetiminin uzayı ve uzay yeteneklerine dayalı Golden Dome programını, savunma ve güvenlik politikasının merkezine oturtmak istediği anlamına geliyor.

Sonuç

ABD Başkanı Trump'ın iddialı "Amerika için Altın Kubbe" (*Golden Dome*) füze savunma konsepti, ulusal savunmada uzay teknolojilerinin hem artan tehdit olduğunu hem de potansiyelini vurguluyor. Zorluklar olsa da, ABD ağırlıklı olarak sahip olduğu/geliştirmekte olduğu uzay teknolojilerine dayanarak, uzay tabanlı önleyiciler, hipersonik takip ve izleme sensörleri ile yapay zekâ destekli tehdit modelleme algoritmalarını kullanarak, altın kubbe sisteminin unsurlarını uzay yetenekleriyle desteklemeyi hedefliyor (Lawrence, 2025). Uzay, altın kubbe dâhil geleneksel savunma sistemlerinin kapasitelerini ve yetkinliklerini artırmak, güçlendirmek ve dinamik tehditlere yanıt vermek için ideal bir boyut hâline dönüşüyor. Amerikan uzay politikası ve stratejisi, yeryüzünde olduğu gibi

uzaya da ABD'nin hükmetmesinin önünü açacak, ulusal savunma ve güvenlik mimarisini sağlamlaştıracak uzay tabanlı teknolojilere yatırım yapmaya ağırlık veriyor.

Uzay teknolojileri için hızlanan yarış, sprintten çok maratona benziyor ve bitiş çizgisi ufukta gözüküyor. Anlaşılan uzayda zafer, hâkimiyeti sürdürebilen, ortaya çıkan tehditlere uyum sağlayabilen ve yeniliklerden yararlanabilen tarafın elinde olacak. Bu gerçekliği çok iyi gören Washington, uzaya uzanan stratejik rekabetin gerekliliklerini karşılamak için, uzay stratejisi ile uzayı bir savaş alanı olarak yeniden konumlandırmaktadır (Meigs, 2025). Modern uzay ortamının bu gerçekliğini kabul etmek ve kabullenmek, uzaya sınırsız erişim ve uzayda faaliyet gösterme özgürlüğü gibi ABD'nin hayati çıkarlarını güvence altına almak için bu ortamın sunduğu zorluklarla yüzleşmeyi gerekli kılıyor. Buradan hareketle savunma uzay stratejisi, yeryüzündeki çatışmaları önlemek için genel ulusal stratejiyle bütünleştirilme yoluna gidilmiştir. Bu genel strateji, ABD'nin çıkarlarına saldıranlara kabul edilemez maliyetler yüklemek ve çatışmalarda galip gelmek için ABD'nin gücünün temelini oluşturan uzay yeteneklerinin tedarikine önem veriyor.

ABD; 8 Temmuz 2025 tarihinde güvenli, istikrarlı ve sürdürülebilir bir uzay alanı sağlamak için müttefikler ve ortaklarla iş birliğini derinleştirmeyi hedeflediğini belirttiği kapsamlı bir vizyon ortaya koydu. Amerikan uzay politikası ve stratejisinin temel prensipleri tüm dünya ile paylaşıldı. ABD'ye göre, giderek karmaşıklaşan ve çekişmeli hale gelen uzay ortamında uluslararası iş birliği önemini koruyor. Anlaşıldığı kadarıyla yeryüzündeki hegemon güç olarak uzayın enginliğini tek başına yönetemeyeceğini bir şekilde kabul eden ABD; benzer düşünen müttefikleriyle ortak uzay gücü ve yeteneklerini oluşturma, bu kapsamda yeryüzünde olduğu üzere uzayda da ABD ile birlikte hareket edecek sağlam ortaklıklar kurmaya kararlıdır. Nitekim ABD Uzay Operasyonları Komutanı General Chance Saltzman'ın, "Uzay gücü, en üst düzeyde bir takım sporudur. Uzay, tek bir gücün kontrol edebileceği kadar karmaşık, geniş ve risklidir" sözleri bu çerçevede önemlidir (Meigs, 2025).

Amerikan uzay politikası ve stratejisi; güçlendirilmiş ittifaklar ve ortaklıklar yoluyla uzay üstünlüğünü korumak ve çatışmaları önlemek için müttefiklerine de uzayda savaş gücü yeteneği kazandırmak suretiyle, Amerikan yönetimlerine, Amerikan Ordusuna, uzay endüstrisine, uzay ajanslarına ABD'nin uzayda, uzaydan ve uzaya yönelik kolektif ulusal çıkarlarını

güvence altına almaya odaklanmayı dikte ettiriyor. Bunun için uzay temelinde tüm komutanlık, kurum ve kuruluşların bilgi paylaşımını en üst düzeye çıkarmaları, birlikte çalışabilirlik için ortak verileri kullanmaları, aynı yeteneklerden yararlanmaları, birlikte faaliyetler planlamaları, birbirleriyle sürekli iletişim kurmaları isteniyor. Pentagon'un kuvvet oluşturma, kuvvet geliştirme ve kuvvet kullanımı alanlarında müttefikler ve ortaklarla entegrasyon sağlaması gerektiğinin altı çiziliyor (Space Diplomacy, 2023).

ABD'nin yeni uzay politikası ve stratejisi bu kapsamda, NATO savunma planlama sürecinde kullanılan yöntemle benzer şekilde, Amerikan Uzay Kuvvetleri için üç temel çalışma alanı tanımlayarak hibrit mimariler oluşturmayı hedeflemiştir (Wilson, 2025):

- Müttefiklerin ve ortakların Amerikan Uzay Kuvvetleri Komutanlığı Kuvvet Yapısına entegre olmaları için gerekli koşulları yaratmak,
- Müttefikleri ve ortakları Kuvvet Geliştirme faaliyetlerine entegre etmek,
- Müttefiklerin ve ortakların Kuvvet Teşkiline katılma fırsatlarını en üst düzeye çıkararak, olabildiğince çok devletin katılımıyla uzay kolisyonunu oluşturmak.

ABD, kendi kontrolünde tesis edilen uzay güvenliğini güçlendirmek için uluslararası ortaklık stratejisi izlemeye gayret gösteriyor ve müttefiklerinin entegre uzay mimarileri kurup işletmelerini arzu ediyor. Bu bağlamda Washington, Pentagon, ulusal güvenlik kurumları, uluslararası ortaklar ve müttefikler ile endüstri ve akademi arasında stratejik işbirliği sayesinde uzay boyutundaki gelişmelere yön vermeyi, ortaya çıkan engelleri aşabilmeyi, tehdit ve riskleri önleyici politikaları devreye sokabilmeyi, uzay alanının ulusal güvenlik için bir güç çarpanı olarak devam edebilmesini garanti edecek politikalar üretiyor, yeryüzündeki her türlü gelişmeyi uzay tabanlı teknolojilerle destekleyerek ilerlemeyi hedefliyor.

Kaynakça

- Armagno, N.M., Jane Harman, E. D. Brimmer.. (2025). *Task Force Report No. 82 Securing Space A Plan for U.S. Action*. Council on Foreign Relations. New York. <https://www.cfr.org/task-force-reports/securing-space>
- Bahney, B. (2020). *Space Strategy at A Crossroads: Opportunities and Challenges for 21st Century Competition*. Center for Global Security Research, Lawrence

- Livermore National Laboratory. <https://cgsr.llnl.gov/sites/cgsr/files/2024-08/space-strategy-at-a-crossroads.pdf>
- ESPI. (2020). ESPI Briefs No. 43, <https://www.espi.or.at/>
- İleri, K. (2023). *From Competition to Confrontation: US Space Strategy*. In Y. Bayraktar, V. N. Akun & S. Alis (Eds.), *Proceedings for the Second Symposium on Space Economy, Space Law and Space Sciences* (ss. 51-61). <https://doi.org/10.26650/PB/SS46PS01.2023.004.001>
- Lawrence, S. S. (2025). President's Commentary: The Race for Space Technologies. <https://www.afcea.org/signal-media/presidents-commentary-race-space-technologies>
- Meigs, J. B. (2025). *U.S. Space Policy: The Next Frontier Report About Us*. The Manhattan Institute. Report. <https://manhattan.institute/article/us-space-policy-the-next-frontier>
- Moroney, J.D.P., Pezard, S., Thaler, D.E., Germanovich, G., Grill, B., McClintock, B., Schwindt, K., Adgie, M.K., Binnendijk, A., Connolly, K.J. (2023). *Overcoming Barriers to Working with Highly Capable Allies and Partners in the Air, Space, and Cyber Domains*, RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA968-1.html.
- National Security Space Strategy. (2011). <https://csp.aerospace.org/sites/default/files/2021-08/Natl%20Security%20Space%20Strategy%20Jan11.pdf>
- National Security Strategy. (2022). <https://bidenwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2022/11/8-November-Combined-PDF-for-Upload.pdf>
- National Space Policy of the United States of America. (2010). https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf
- National Space Policy of the United States of America, (2020). <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/12/National-Space-Policy.pdf>
- News Release. (2020). *US Department of Defense Releases Defense Space Strategy*. <https://www.war.gov/News/Releases/Release/Article/2223539/department-of-defense-releases-defense-space-strategy/#:~:text=June%2017%2C%202020,Operations;%20and%20Ensure%20Space%20Stability.>
- Richard, T. (2025). *Year Ahead – U.S. Department of Defense and Space Force Commercial Space Strategies*. *Articles of War*. <https://lieber.westpoint.edu/us-department-defense-space-force-commercial-space-strategies/>
- Rose, F.A. (2020). The U.S. Defense Space Strategy works on paper, but will it be implemented? *Brookings*. <https://www.brookings.edu/articles/the-u-s-defense-space-strategy-works-on-paper-but-will-it-be-implemented/>
- Space Diplomacy. (2023). *Special Issue: Space Diplomacy: The Final Frontier of Theory and Practice*, https://brill.com/view/journals/hjd/18/2-3/hjd.18.issue-2-3.xml?srsltid=AfmBOorGm8OckNi_9-lv6w7i7Pu1XwoiF8qEM_aewcbFKGx7UY5-0z8Y
- Starling, C., Mulder, C.P., Tantardini, M., Siegel, J. (2023). "How the US and its Allies Should Respond to Evolving Space Threats," *Atlantic Council*. <https://www.>

- atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/how-the-us-and-its-allies-should-respond-to-evolving-space-threats/
- US. Defense Space Strategy, Department of Defense. (2020). https://media.defense.gov/2020/Jun/17/2002317391/-1/-1/1/2020_defense_space_strategy_summary.pdf
- U.S. Department of State A Strategic Framework for Space Diplomacy. (2023). <https://www.state.gov/wp-content/uploads/2023/05/Space-Framework-Clean-2-May-2023-Final-Updated-Accessible-5.25.2023.pdf>
- US DOD Directive 3100.10 Space Policy. (2024). <https://www.esd.whs.mil/DD/>
- US Space Policy Review and Strategy on Protection of Satellites. (2023). <https://media.defense.gov/2023/Sep/14/2003301146/-1/-1/0/comprehensive-report-for-release.pdf>
- Wilson, R.S. (2025). FY 2026 Defense Space Budget: Emergence Of Golden Dome. Center For Space Policy And Strategy, Budget Brief. https://csps.aerospace.org/sites/default/files/2025-08/FY26BudgetBrief_20250805.pdf

RUSYA'NIN UZAY JEOPOLİTİĞİ: TEKNOLOJİK ÖZERKLİK, GÜVENLİK VE KÜRESEL GÜÇ DENGESİ

Doğuş Sönmez*

Giriş

Uzay, Soğuk Savaş'ın ideolojik vitrininden günümüzün stratejik altyapısına evrilirken yalnızca bilimsel merakın değil, aynı zamanda ekonomik rekabetin, teknolojik bağımsızlığın ve askerî caydırıcılığın da belirleyici alanlarından biri hâline geldi. Özellikle 2010'lar sonrasında özel aktörlerin fırlatma maliyetlerini dramatik biçimde düşürmesi, ABD'nin kurumsal-özel hibrit modeli, Çin'in ivmelenen devlet-kurumsal konsolidasyonu ve Avrupa'nın düzenleyici-işbirlikçi ekosistemi uzayı yeniden yoğun bir güç mücadelesi düzlemine yerleştirdi. Bu dönüşüm içinde Rusya, tarihsel kozmik kimliğini ve kurumsal kapasitesini, 21. yüzyılın rekabet şartlarında “stratejik özerklik” ve “görelî güç dengesi” üretmek üzere yeniden kurgulamaktadır. Bu çalışmanın hareket noktası, uzayın Rus dış ve güvenlik politikasında salt prestij alanı olmaktan çıkıp ulusal gücün çok katmanlı aracına dönüştüğü varsayımdır; uzay, Moskova açısından egemenliğin uzatılmış coğrafyası, teknolojik direncin altyapısı ve caydırıcılığın tamamlayıcı bileşenidir (Bowen, 2020, 2023).

Çalışmanın araştırma sorusu şu şekildedir: Rusya'nın uzay politikası, 21. yüzyılda teknolojik özerklik, güvenlik ve çok kutupluluk ekseninde ulusal gücün hangi araçlarına dönüşmüştür? Çalışmanın argümanı ise, Rusya'nın uzay siyasetinin neoklasik realist bir rasyonaliteyle işlediği; mutlak üstünlük arayışından ziyade görelî gücün korunması, kritik bağımlılıkların azaltılması ve caydırıcılık mimarisinin güçlendirilmesi hedeflerine odaklandığıdır. Bu çerçevede uzay, Moskova için hem stratejik özerklik hem de çok kutuplu düzen tasavvurunun ana sahnelerinden biridir.

* Dr. Araştırma Görevlisi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü, Kadir Has Üniversitesi, dogus.sonmez@khas.edu.tr ORCID: 0000-0002-8790-4453

Metodolojik olarak çalışma, nitel belge analizi ve kavramsal çerçeveleme yaklaşımını birleştirmektedir. Birincil düzeyde 2021 Ulusal Güvenlik Stratejisi ve 2023 Dış Politika Konsepti gibi temel politika metinleri ile kurumsal açıklamalar dikkate alınmış, ikincil düzeyde Chatham House ve RAND raporları ile uzman analizlerine başvurulmuştur. 2021 strateji belgesi Rusya'nın ulusal çıkar ve önceliklerini bütüncül bir güvenlik anlayışı içinde çerçeveledirirken uzayın artan önemini dolaylı biçimde teyit eder; 2023 dış politika konsepti ise çok kutuplu düzen ve teknoloji egemenliği vurgusunu sistematikleştirir (Russia, 2021; MFA RF, 2023). Bu belgelerin uzaydaki somut davranış kalıplarıyla bağını kurmak için 15 Kasım 2021'de yapılan doğrudan erişimli ASAT testi (Kosmos-1408) ve 2021 tarihli Çin-Rusya ILRS mutabakatı gibi dönemeçler ampirik referans noktaları olarak kullanılmıştır. ASAT denemesi düşük yörüngede binlerce izlenebilir parça üretmiş ve uluslararası alanda geniş yankı uyandırmıştır; ILRS ise Rusya-Çin uzay ortaklığının kurumsallaşan iskeletini göstermiştir (USSPACECOM, 2021; CNSA, 2021; ayrıca bkz. RUSI, 2024; Reuters, 2024).

Girişten sonraki ilk bölüm, neoklasik realizmin uzay jeopolitiğini nasıl kavramsallaştırdığına ve kullanılan yönteme odaklanmaktadır. İkinci bölüm, Sovyet mirasından başlayarak 2000'lerden günümüze uzanan kurumsal yeniden yapılanmayı ve 2015–2023 politika metinlerinde görülen süreklilikleri tartışmaktadır. Üçüncü bölüm, teknolojik ve askerî boyutu birlikte ele almaktadır: fırlatma altyapısı, yörünge takımı yıldızları ve ASAT kapasitesi ile erken uyarı mimarisinin entegrasyonu bu bölümün odağındadır. Dördüncü bölüm, Rusya'nın uluslararası ve ekonomik konumlanmasını inceler: Çin ile ILRS ortaklığı, BRICS veri paylaşımı ve ticari fırlatma pazarındaki yer değişimleri burada analiz edilmektedir. Sonuç bölümünde ise, bulguları bir araya getirerek Rusya'nın uzay jeopolitiğindeki konumunu politik realizm mantığıyla sonuçlandırmaktadır.

Rusya'nın uzay politikası, güncel jeopolitik gerilimler ve teknolojik dönüşüm bağlamında, görelî gücü muhafaza etmeye ve özerklik maliyetlerini düşürmeye dönük, güvenlik merkezli ama çok taraflı açıklıklara sahip bir strateji üretmektedir. Bu stratejinin ayırt edici niteliği, devlet-korporatist kurumsallığın esnek bir caydırıcılık ve iş birliği bileşimi ile harmanlanmasıdır.

Teorik ve Metodolojik Çerçeve

Neoklasik Realizm ve Uzak Jeopolitiği

Uluslararası ilişkiler literatüründe realizm, devletlerin davranışlarını güç, güvenlik ve çıkar ekseninde açıklayan en köklü paradigmadır. Klasik realizm, Hans Morgenthau'nun (1948) öncülüğünde, insan doğasının güç arayışı ve devletlerin çıkarlarını “milli menfaat” üzerinden tanımlama eğilimine dayanır. Bu yaklaşımda güç, sadece askerî kapasite değil, aynı zamanda prestij ve nüfuz unsurlarını da kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Kenneth Waltz'un (1979) yapısal realizmi ise, bu antropolojik boyutu geri plana iterek, devlet davranışlarını uluslararası sistemin anarşik yapısı ve güç dağılımı üzerinden açıklamıştır. Ne var ki Waltz'un modeli, iç politik faktörleri büyük ölçüde dışladığı için, özellikle karar alma ve kurumsal kapasite farklılıklarını açıklamada yetersiz kalmıştır.

Bu açığı gidermek üzere 1990'ların ortasında ortaya çıkan neoklasik realizm, sistemik düzeydeki baskılar ile devletin içsel dinamiklerini (ara değişkenlerini) birleştiren bir köprü yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Gideon Rose'un (1998) kavramsallaştırmasıyla, neoklasik realizm devletlerin dış politika davranışını, uluslararası sistemdeki göreceli güç dağılımı ile ulusal düzeydeki karar alma mekanizmaları, algılar ve kurumsal kapasite arasındaki etkileşim olarak açıklar. Randall Schweller (2006) bu çerçeveyi geliştirerek, devletlerin sistemdeki konumlarını algılama biçimlerinin, ideolojik yönelimler, elit tercihleri ve toplumsal koalisyonlar tarafından şekillendirilebildiğini iddia etmiştir. Benzer biçimde Jeffrey Taliaferro (2006) ve Steven Lobell & Norrin Ripsman (2016), devletlerin dış politikalarını açıklarken sistem baskısının “filtrelendiği” ara değişkenlerin — özellikle bürokratik yapılar, kaynak dağılımı ve stratejik kültür — belirleyici olduğunu göstermiştir.

Bu teorik gelenek, Waltz'un sistemik düzey analizi ile Morgenthau'nun politik realizminde yer alan güç-çıkarcı diyalektiğini birleştirir. Böylece neoklasik realizm, “devlet aklı” kavramını modern jeopolitik bağlamlara uyarlayarak, güç dağılımındaki değişimlerin yalnızca uluslararası yapıdan değil, aynı zamanda içsel yönetim ve algı mekanizmalarından da etkilendiğini varsayar (Zakaria, 1998; Ripsman vd., 2016).

Uzay jeopolitiği bu yaklaşım açısından ideal bir inceleme alanı sunmaktadır. Zira uzay, sistemik düzeyde büyük güç rekabetinin bir uzantısı olarak belirirken; ulusal düzeyde kurumsal koordinasyon, finansman, teknoloji geliştirme ve stratejik kültür gibi ara değişkenlere yoğun biçimde

bağımlıdır. Örneğin, Rusya'nın uzay stratejisinde Roscosmos, Savunma Bakanlığı ve Rosatom arasındaki kurumsal ilişki ağı, devletin sistemik baskılara verdiği tepkinin içsel filtre mekanizmasını oluşturur. Bu nedenle uzay politikası, sistemik kısıtlamaların ve içsel kapasite sınırlarının kesiştiği bir neoklasik realist alan olarak incelenmelidir.

Neoklasik realizm, ayrıca devletlerin sadece hayatta kalmak için değil, "statü" ve "prestij" elde etmek için de rekabet ettiklerini öne sürmektedir (Wohlforth, 1993; Larson & Shevchenko, 2010). Uzay programları, bu bağlamda güç göstergesi olduğu kadar, ulusal kimliğin ve rejim meşruiyetinin sembolik uzantılarıdır. Dolayısıyla Rusya'nın uzay stratejisi, klasik realizmin güç-çıkarmantığıyla sistematik olarak tutarlıdır; ancak bu davranışın biçimlenişi, içsel kurumsal yapı ve elit algıları tarafından belirlendiği için neoklasik realist açıklama daha kapsamlıdır.

Bu çalışma, Rusya'nın uzay politikasını neoklasik realizm çerçevesinde ele almakta; sistemik düzeydeki güç dengesi dinamiklerini, iç politik faktörlerle (bürokratik yapı, liderlik algısı, stratejik kültür) birlikte açıklamaktadır. Böylelikle hem Waltz'un yapısal açıklamalarının hem de Morgenthau'nun güç ve çıkar odaklı kavrayışının ötesine geçilerek, Rusya'nın uzay jeopolitiği çok düzeyli bir analiz çerçevesinde değerlendirilmektedir.

Yöntem ve Uygulama: Belge Analizi ve Süreç İzleme

Bu çalışma, neoklasik realizmin çok düzeyli yapısına uygun biçimde nitel belge analizi ve süreç izleme (*process tracing*) yöntemlerini birleştirmektedir. Belge analizi, devletin resmi politika metinleri ve kurumsal doktrinleri üzerinden dış politika yöneliminin izlenmesine olanak tanımaktadır (Bowen, 2020; Moltz, 2011). Süreç izleme ise, bu belgelerde ifade edilen hedeflerle gerçekleşen davranışlar arasındaki neden-sonuç ilişkisini sistematik biçimde takip etmeyi sağlamaktadır (George & Bennett, 2005; Chackel, 2008).

Çalışmanın birincil kaynakları, Rusya Federasyonu'nun resmi güvenlik ve dış politika belgeleridir: 2015 Uzak Doktrini (*Space Doctrine*), 2021 Ulusal Güvenlik Stratejisi (*National Security Strategy*) ve 2023 Dış Politika Konsepti (*Foreign Policy Concept*). Bu belgeler, uzayın devlet stratejisindeki konumunu açıkça tanımlamakta ve Moskova'nın jeopolitik hedeflerini yeniden çerçevlendirmektedir. İkincil kaynaklar olarak, RAND Corporation (2022), European Space Policy Institute (2023) ve Chatham House gibi

düşünce kuruluşlarının politika analizleri; Bowen (2023), Zysk (2020), Moltz (2011) ve Luzin (2023) gibi akademik çalışmalar kullanılmıştır.

Yöntemsel olarak bu yaklaşım, kurumsal ifadeler ile davranışsal çıktılar arasındaki tutarlılığı saptamayı amaçlamaktadır. Örneğin 2015 doktrininin vurguladığı “stratejik özerklik” hedefi, 2024’te Angara-A5’in Vos-tochny’den yapılan fırlatmasıyla ampirik olarak desteklenmiştir. Aynı şekilde, 2021 Strateji Belgesi’nin “entegre caydırıcılık” kavramı, 2021 kasımındaki ASAT testiyle kuramsal-söylemsel bir süreklilik göstermektedir. Bu olaylar zinciri, neoklasik realizmin sistemik baskı -iç iç kapasite - davranış ilişkisini ampirik düzeyde gözlemlememize imkân verir (Taliaferro, 2006; Ripsman vd., 2016).

Metodolojik açıdan, çalışma açıklayıcı (*explanatory*) değil, analitik-yorumlayıcı (*analytical-interpretive*) bir model benimsemektedir. Amaç, Rusya’nın uzay politikasının neden ve nasıl bu biçimde oluştuğunu açıklamaktan çok, hangi kurumsal ve stratejik etkenlerin bu yönelimi şekillendirdiğini kavramsal düzeyde ortaya koymaktır. Dolayısıyla yöntem, hem nitel veri (resmî belgeler, stratejik söylemler, uzman analizleri) hem de sınırlı ampirik göstergeler (fırlatma programları, ortaklık anlaşmaları, test faaliyetleri) üzerinden tümevarımcı bir model üretir.

Bu metodoloji, benzer biçimde neoklasik realist araştırmalarda -örneğin Taliaferro’nun (2006) ABD’nin güç projeksiyon politikalarını, Schweller’in (2006) devletlerin koalisyon tercihlerini veya Wohlforth’un (1993) statü rekabetini incelediği çalışmalarda- kullanılmıştır. Bu nedenle, uzay politikalarının dinamik doğasını çözümlenmede, belge analizi ve süreç izleme birlikte ele alınarak hem yapısal baskıların hem de içsel mekanizmaların sürekliliği ölçülmüştür.

Neoklasik realizm, Rusya’nın uzay politikasının çok düzeyli doğasını açıklamak için en uygun kuramsal zemini sunar. Bu kuram, güç dağılımındaki değişimlere içsel kurumsal tepkileri dâhil ederken, analiz yöntemi olarak belge incelemesi ve süreç izleme, bu etkileşimi ampirik olarak gözlemlemeye imkân tanır. Böylelikle çalışmanın teorik ve metodolojik çerçevesi, bir sonraki bölümde ele alınacak olan tarihsel-kurumsal dönüşümün yorumlanmasına analitik temel sağlamaktadır.

Tarihsel ve Kurumsal Arka Plan: SSCB Mirasından 2023'e Uzanan Süreklilik

Rusya'nın uzay politikasının tarihsel arka planı, devletin stratejik kültürüyle ve gücün sembolik inşasıyla iç içe geçmiştir. Bu çerçevede uzay, sadece bilimsel keşif veya teknolojik ilerleme alanı değil, aynı zamanda ulusal kimlik ve rejim meşruiyeti üretim aracıdır. Bu dinamik, Soğuk Savaş döneminde belirginleşmiş, Sovyetler Birliği'nin ideolojik üstünlük mücadelesiyle iç içe sürmüştür. 1957'de Sputnik-1'in fırlatılması ve 1961'de Yuri Gagarin'in yörünge uçuşu, yalnızca teknik başarılar değil, aynı zamanda küresel ölçekte bir "prestij devrimi" olarak yorumlanmıştır (Bowen, 2020). Morgenthau'nun (1948) tanımladığı anlamda "prestij için güç" mantığı, Sovyet kozmik atılımlarında açıkça gözlenmiştir: Uzay başarısı, ulusal kimliği güçlendiren, uluslararası konumu meşrulaştıran bir yumuşak güç unsuru hâline gelmiştir.

Ancak 1980'lerin sonundaki ekonomik kriz ve siyasi çözülme, bu yapıyı hızla zayıflattı. 1991 sonrası dönemde Rusya Federasyonu, Sovyet uzay mirasının kurumsal enkazını devraldı. *Energia*, *Khrunichev* ve *TsNII-Mash* gibi şirketler faaliyetlerini sürdürse de, bütçesel kısıtlar ve kurumsal dağınıklık nedeniyle üretim kapasitesi büyük ölçüde düştü (Kuzmichev, 2020). 1990'larda uluslararası iş birliği, özellikle ABD ile yürütülen *International Space Station* (ISS) programı üzerinden hem teknik sürekliliğin hem de finansal istikrarın aracı hâline geldi. Ancak bu durum aynı zamanda bağımlılığı derinleştirdi: fırlatma kabiliyetinin büyük kısmı, 2000'lerin ortasına kadar Batı ile ortaklıklara ve Kazakistan'daki Baykonur kozmodromuna dayanıyordu (Moltz, 2011).

2000'lerin başında Vladimir Putin'in iktidara gelişi, uzay alanını devlet egemenliğinin yeniden tesisi sürecine dâhil etti. 2001'de yayımlanan Federal Space Program 2006-2015 planı, stratejik altyapının yeniden millileştirilmesini hedefledi. 2015'te bu yaklaşım doktriner bir çerçeveye kavuşturuldu: *Space Doctrine of the Russian Federation*, uzayı ulusal güvenliğin ayrılmaz bir unsuru olarak tanımladı. Doktrinde, Rusya'nın hedefi olarak "teknolojik özerklik", "fırlatma bağımsızlığı" ve "askerî-uzay sinerjisi" ön plana çıkarıldı (Ministry of Defence RF, 2015). Bu doktrin, Soğuk Savaş sonrası dağınıklığı ortadan kaldırmak ve uzayı ulusal kalkınma stratejisiyle entegre etmek açısından dönüm noktasıydı.

Bu kurumsal yeniden yapılanmanın merkezi Roscosmos olmuştur. 1992’de bir devlet komitesi olarak kurulan kurum, 2004’te Federal Uzay Ajansı statüsü kazanmış, 2015’te ise tamamen devlet şirketi formatına dönüştürülerek savunma sanayii kompleksiyle doğrudan entegre edilmiştir. Bu dönüşüm, neoklasik realizmin vurguladığı biçimde, dışsal tehdit algısı ile içsel kurumsal merkezileşme arasındaki nedensel ilişkiyi açıkça yansıtmaktadır (Taliaferro, 2006; Ripsman vd., 2016). Roscosmos’un yeniden yapılandırılması, yalnızca teknolojik kapasiteyi artırmak için değil, aynı zamanda politik kontrolü güçlendirmek için de yapılmıştır. Kurumun yönetiminde Savunma Bakanlığı kökenli isimlerin artması, uzayın çift kullanımlı (*dual-use*) bir güvenlik sahasına dönüştüğünü göstermektedir.

Roscosmos’un yanı sıra Rosatom da stratejik dönüşümde kilit bir rol üstlenmiştir. Nükleer güç sistemleri ve radyasyon dayanıklılığı teknolojileri, derin uzay görevlerinin temel bileşenleri olarak görülmektedir. Bu nedenle uzay sanayisinin nükleer altyapıya bağlanması, 2010’larda Rus stratejik kompleksinin belirgin eğilimlerinden biri hâline gelmiştir (Atom Media, 2025). Savunma Bakanlığı, Roscosmos ve Rosatom’un koordinasyonu, devletin uzay stratejisini hem teknolojik hem askerî hem de endüstriyel açıdan bütünleştirmektedir.

Bu kurumsal yapılanma, doktrinel belgelerle desteklenmiştir. 2021 tarihli Ulusal Güvenlik Stratejisi, uzayı ilk kez kara, deniz, hava ve siber alanla eşdeğer bir “operasyonel alan” olarak tanımlamış, erken uyarı sistemleri ile iletişim altyapısının entegre edilmesini hedeflemiştir (Russia, 2021). 2023’te yayımlanan Dış Politika Konsepti ise uzayı “barış, egemenlik ve çok kutupluluk alanı” olarak tanımlayarak diplomatik düzleme taşımıştır (MFA RF, 2023). Böylece uzay hem ulusal güvenliğin hem de çok kutuplu düzen söyleminin bir aracı hâline gelmiştir.

Aşağıdaki tablo, 2015–2023 arası resmî belgelerdeki süreklilikleri ve dönüşümleri özetlemektedir:

Tablo 7.1: Rusya'nın Uzay Politikası Belgelerinde Önceliklerin Dönüşümü (2015–2023)

Belge ve yıl	Ana vurgu	Öncelikler	Öne çıkan unsurlar
2015 sonrası çerçeve	Teknoloji egemenliği ve güvenlik	Bağımsız fırlatma, GLONASS yenilemesi, savunma entegrasyonu	Uzayın stratejik kaynak alanı olarak çerçevelenmesi
2021 Ulusal Güvenlik Stratejisi	Caydırıcılık ve bütünleşik güvenlik	Uzay tabanlı erken uyarı, komuta-kontrol, kritik altyapıların korunması	Geniş güvenlik mimarisi içinde uzayın kurumsallaşması (metin genelinde)
2023 Dış Politika Konsepti	Çok kutupluluk ve alternatif iş birlikleri	Çin/BRICS eşgüdümü, çok taraflı norm girişimleri	“Barış ve egemenlik alanı” söylemi ile meşruiyet inşası

Bu belgeler arasındaki süreklilik, Rusya'nın uzayı ekonomik, askerî ve diplomatik araçların kesişim noktası olarak gördüğünü göstermektedir. 2015 doktrini teknolojik temelleri, 2021 stratejisi güvenlik yapısını, 2023 konsepti ise diplomatik ve normatif boyutu pekiştirmiştir. Bu süreklilik, neoklasik realizmin öngördüğü biçimde sistemik baskılarla (ABD-Çin rekabeti, yaptırımlar, teknoloji transferi kısıtları) içsel kapasite inşasının senkronizasyonuna işaret eder.

2020'ler itibarıyla Rusya'nın uzay stratejisinde öncelikler, uluslararası izolasyona rağmen “özerklik”, “caydırıcılık” ve “alternatif ortaklıklar” olarak üç eksenle belirginleşmiştir. Bu eksenler, bir sonraki bölümde ayrıntılı biçimde ele alınacak olan teknolojik ve askerî altyapının biçimlenişine doğrudan zemin hazırlamaktadır.

Rusya'nın uzay politikası, Sovyet mirasından devralınan prestij anlayışını korurken, 21. yüzyılda bunu devlet-merkezli stratejik kapasite inşasına dönüştürmüştür. 2015 ve 2023 belgeleri arasındaki süreklilik, sistemik baskıların kurumsal merkezleşmeyi tetiklediğini göstermekte; Roscosmos, Rosatom ve Savunma Bakanlığı üçlüsü bu içsel mekanizmayı somutlaştırmaktadır. Bu yapı, neoklasik realizmin öngördüğü “sistemik tehdit → içsel konsolidasyon → stratejik davranış” zincirini uzay politikasında açık biçimde yansıtmaktadır.

Teknolojik ve Askerî Boyut: Özerklik, Caydırıcılık ve Güvenlik Entegrasyonu

Rusya'nın uzay stratejisinin temel dayanaklarından biri, teknolojik özerklik ilkesidir. Bu ilke, yalnızca üretim ve fırlatma bağımsızlığını değil, aynı zamanda sistemin dışsal şoklara karşı direncini de ifade eder. 1990'larda yaşanan finansal çöküş ve Batı'ya bağımlı teknoloji transferleri, 2000'lerin başında uzay endüstrisinin "egemenlik altyapısı" olarak yeniden tanımlanmasına neden olmuştur (Kuzmichev, 2020). Bu çerçevede 2010'larda Roscosmos'un yeniden yapılandırılması, savunma-sanayi kompleksinin entegrasyonu ve *Federal Space Program 2016-2025* planının kabulü, Rusya'nın uzay politikasında yapısal bir dönüm noktası yaratmıştır (Bowen, 2020).

Bu dönüşümün sembolik ve pratik merkezi, *Vostochny Kozmodromu*'dur. Amur bölgesinde inşa edilen bu yeni fırlatma üssü, Kazakistan'daki Baykonur kozmodromuna olan bağımlılığı azaltmak amacıyla planlanmıştır. 2016'da ilk fırlatma gerçekleştirildiğinde, proje hem ekonomik hem jeopolitik anlam taşımaktaydı: Vostochny, ülke topraklarında "ulusal egemenlik fırlatma alanı" işlevi görmektedir. Gecikmeler, yolsuzluk iddiaları ve teknik sorunlara rağmen 2024 Nisan'ında Angara-A5 roketinin buradan ilk kez başarıyla fırlatılması, Rusya'nın teknolojik özerklik hedefinde somut bir ilerlemeye işaret etmiştir (Reuters, 2024; AP News, 2024). Angara ailesi, Sovyet döneminin Proton-M sistemini kademeli olarak devre dışı bırakacak şekilde modüler tasarlanmıştır; bu, hem askeri hem ticari görevlerde aynı altyapının kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır (Lafleur, 2024).

Özerklik çabalarının ikinci ayağı, GLONASS uydu navigasyon sistemidir. Sovyet döneminde başlayan sistem, 1995'te 24 uyduyla tam kabule ulaştı (Zak, t.y.) ve 2021 itibarıyla sistem hâlâ 24 aktif uyduyla işlevseldir (ILRS, t.y.). GLONASS hem sivil hem askerî uygulamalarda kullanılan çift kullanım (*dual-use*) bir navigasyon sistemi haline gelmiştir. Ancak GLONASS yalnızca GPS'e alternatif bir sistem değildir; aynı zamanda Rusya'nın küresel ağ egemenliği stratejisinin parçasıdır. Bu sistem, erken uyarı radarları, füze savunma ağı ve iletişim altyapılarıyla entegre edilmiştir. Dolayısıyla GLONASS, neoklasik realizmin öngördüğü şekilde, sistemik bağımlılığa karşı geliştirilen içsel kapasiteye örnektir.

Askerî açıdan, Rusya uzayı yalnızca destekleyici bir alan olarak değil, doğrudan operasyonel bir boyut olarak tanımlamaktadır. 2015 sonrası

belgelerde “space domain” (*kosmicheskoe prostranstvo*) kavramı, kara, deniz, hava ve siberle eşdeğer bir savaş alanı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Russia, 2021). Bu tanım, Rusya’nın uzay stratejisinde caydırıcılık paradigmasının genişlediğini göstermektedir.

Örneklerden en önemlisi, 15 Kasım 2021’de gerçekleştirilen doğrudan erişimli anti-uydu (ASAT) testidir. Kosmos-1408 uydusunun imhası, 1.500’den fazla izlenebilir enkaz parçası yaratmış ve uluslararası tepki doğurmuştur (USSPACECOM, 2021). Ancak Moskova bu testi meşru savunma çerçevesinde savunmuş, uzayda caydırıcılığın yalnızca sahip olunan teknolojiyle değil, bu teknolojinin kullanılabilir olduğuna dair sinyalleme kapasitesiyle de ölçüldüğünü vurgulamıştır. Bu olay, Rusya’nın stratejik kültüründe caydırıcılığın klasik “karşı misilleme tehdidi” anlayışından çıkarak, kapasite gösterimi yoluyla sistemik konumunu pekiştirme arayışına dönüştüğünü göstermiştir.

ASAT kapasitesi, genişleyen erken uyarı ve füze savunma ağlarıyla birlikte değerlendirilmelidir. Voronezh-DM radarları ve Kupol sistemi, 2010’ların sonunda operasyonel hâle gelmiş ve yörünge tabanlı sensörlerle entegre edilmiştir. Bu ağ, nükleer caydırıcılığın sürekliliğini sağlamanın yanı sıra, NATO’nun füze kalkanı kapasitesine karşı dengeleme işlevi görmektedir (Bowen, 2023). Rusya’nın 2021 Ulusal Güvenlik Stratejisi’nde uzaydan bahsedilirken kullanılan “kompleks savunma altyapısı” ifadesi, bu çok katmanlı ağın stratejik değerini vurgulamaktadır (Russia, 2021).

Askerî-uzay entegrasyonu yalnızca savunma boyutuyla sınırlı değildir; aynı zamanda bilgi üstünlüğü üretmeyi de hedefler. Uzay tabanlı gözlem sistemleri, hipersonik silahların hedefleme süreçlerinde kullanılmaktadır. Bu bağlamda 2019’da devreye giren Peresvet lazer sistemleri, Rusya’nın hem iletişim kesintisine hem de uydu körleştirmeye dayalı savunma önlemlerinin parçasıdır (Suess ve Crawford, 2024). Bu sistemlerin etkinliği tartışmalı olsa da Rusya’nın uzay temelli güvenlik algısının derinleştiğini göstermektedir.

Aşağıdaki tablo, Rusya’nın uzay yönetişiminin kurumsal yapısını ve bu kurumların işlevsel rollerini özetlemektedir.

Tablo 7.2: Rusya'nın Uzay Yönetişiminde Kurumsal Yapı

Kurum	Temel rol	İlişkili alan
Savunma Bakanlığı	Askerî-uzay operasyonları, erken uyarı, yörünge-yer entegrasyonu	Güvenlik ve caydırıcılık
Roscosmos	Fırlatma sistemleri, yörünge takımyıldızları, uluslararası programlar	Sivil ve çift-kullanımlı kapasite
Rosatom	Nükleer güç/itki, ileri malzeme ve altyapı	Teknoloji ve Ar-Ge
Rusya Bilimler Akademisi	Bilimsel görevler, veri yönetimi, keşif programları	Bilim altyapısı
Güvenlik Konseyi	Stratejik koordinasyon, bütçe ve önceliklendirme	Politik yönetim

Bu kurumsal yapı, neoklasik realizmin öngördüğü biçimde, devletin uluslararası sistem baskılarını ara değişkenler aracılığıyla dönüştürdüğü ve dış politika çıktısı oluşturduğu bir modeldir. Roscosmos'un üretim kapasitesi, Savunma Bakanlığı'nın stratejik planlaması ve Rosatom'un teknoloji girdisi, birlikte işleyen bir "güç sentezi" üretmektedir. Bu sentez, hem ekonomik yaptırımlara hem de Batı kaynaklı teknoloji kısıtlamalarına karşı ulusal dayanıklılığı artırmakta; sistemik düzeyde ise Rusya'nın görece gücünü sürdürmesine imkân tanımaktadır.

Teknolojik ve askerî boyutlar, Rusya'nın uzay stratejisinde birbirini tamamlayan iki ara değişken hâline gelmiştir. Vostochny ve Angara projeleri, teknolojik bağımsızlığı; GLONASS, erken uyarı sistemleri ve ASAT kapasitesi ise caydırıcılık ağını temsil eder. Bu yapı, devletin sistemik baskılara karşı özerk bir kapasite inşası yoluyla verdiği yanıtın somut göstergesidir. Neoklasik realist açıdan bu durum, devletin uluslararası sistemdeki konumunu koruma çabasının, içsel kurumsal yapı tarafından nasıl biçimlendirildiğini göstermektedir. Bir sonraki bölümde bu içsel kapasitenin uluslararası iş birlikleri, ekonomik yönelimler ve ticari rekabetle nasıl etkileştiği incelenecektir.

Uluslararası ve Ekonomik Boyut: Çin, BRICS ve Küresel Rekabet

Rusya'nın uzay politikasının uluslararası boyutu, 2010'lardan itibaren çok kutupluluk söylemi ile sıkı biçimde örülmüştür. Moskova, *Outer Space Treaty*'nin barışçıl kullanım ilkelerine resmî bağlılığı sürdürürken, teknoloji transferi kısıtlamaları ve Batılı yaptırımlar nedeniyle Batı-dışı iş birliği ağlarını güçlendirme eğilimindedir. Bu yönelim, özellikle 2014 Kırım krizi sonrası uygulanan yaptırımlar bağlamında Rusya'nın uluslararası izolasyonuna karşı bir strateji olarak belirmiştir (Luzin, 2024; Zak, t.y.).

Bu dönüşümün merkezinde, Rusya ile Çin arasındaki stratejik ortaklık bulunmaktadır. Her iki ülke, 9 Mart 2021'de imzaladıkları mutabakatla *International Lunar Research Station* (ILRS) projesini başlatmışlardır. Çin Ulusal Uzay İdaresi (CNSA) ve Roscosmos tarafından duyurulan bu anlaşma, Ay'ın güney kutup bölgesinde kalıcı bir araştırma üssü kurulmasını öngörmektedir (CNSA, 2021). 2021 Temmuzunda *Global Space Exploration Conference* (GLEXP) sırasında açıklanan teknik yol haritasına göre, ILRS üç aşamada yürütülecektir: keşif, inşâ ve operasyon. 2030 sonrasında istasyonun ortak mülkiyet altında işletilmesi planlanmaktadır.

Bu proje, Moskova açısından yalnızca bir bilimsel iş birliği değil, aynı zamanda stratejik dengeleme aracıdır. Batı'nın uzay endüstrisine uyguladığı yaptırımlar, özellikle motor teknolojisi ve elektronik bileşen transferlerine ilişkin kısıtlamalar, Rusya'yı Çin'in artan teknolojik kapasitesine yaklaştırmıştır. Çin tarafı finansman, üretim ölçeği ve lojistik üstünlük sağlamakta; Rusya ise fırlatma altyapısı, itki sistemleri ve derin uzay tecrübesiyle katkı sunmaktadır. Bu iş bölümü, görünürde simetrik bir ortaklık izlenimi verse de aslında Çin lehine asimetrik karşılıklı bağımlılık yaratmaktadır (Suess ve Crawford, 2024; Reuters, 2025).

Neoklasik realizm açısından bu durum, sistemik baskıların (yaptırımlar ve rekabet) içsel kapasite kısıtlarını aşip yeni bir dengeleme biçimi üretmesi anlamına gelir. Rusya, Çin ile kurduğu bu ortaklık aracılığıyla sistemin baskılarını filtrelemekte ve görelî gücünü sürdürmek için alternatif bir ittifak kanalı yaratmaktadır. Bununla birlikte, bu iş birliğinin uzun vadede Rusya'nın teknolojik özerkliğini zayıflatma riski de bulunmaktadır. Çin'in ILRS projesinde lider konumda olması, normatif ve kurumsal çerçevenin Pekin tarafından tanımlanmasına yol açmaktadır.

Rusya'nın Çin dışındaki açılımı, BRICS ve Küresel Güney ülkeleriyle yürüttüğü iş birliği ağları üzerinden şekillenmektedir. BRICS çerçevesinde 2015'te oluşturulan *Joint Committee on Space Cooperation*, veri paylaşımı,

uzaktan algılama ve iklim izleme konularında ortak platformlar geliştirmektedir. 2021’de *BRICS Remote Sensing Satellite Constellation Agreement* imzalanmış ve 2022’de bu ağ operasyonel hâle gelmiştir. Rusya’nın bu yapıdaki rolü, GLONASS verilerini ortak kullanım sistemlerine entegre etmek ve fırlatma desteği sağlamaktır. Bu iş birlikleri, Rusya’nın Batı dışı uzay ekosisteminde normatif meşruiyet arayışının parçasıdır (D’Auria, 2025).

Bununla birlikte, uluslararası iş birliği alanındaki bu yönelim ekonomik bir zorunlulukla da bağlantılıdır. 2010’ların başında ticari fırlatma pazarında %40’lara ulaşan Rusya payı, 2020’lerin başında %10’un altına gerilemiştir (Bowen, 2023). Bu düşüşün temel nedenleri arasında yüksek maliyet, düşük fırlatma sıklığı ve özel sektör girişimlerinin (özellikle *SpaceX*) yarattığı rekabet bulunmaktadır. ABD’nin tekrar kullanılabilir roket teknolojilerinde sağladığı maliyet avantajı, Rusya’nın kurumsal modeliyle taban tabana zıttır: Moskova’da uzay endüstrisi hâlen büyük ölçüde devlet kontrolü altındadır ve bürokratik esneklik sınırlıdır (Luzin, 2024).

Rusya bu dezavantajı aşmak için Angara-A5’in Vostochny’den ticari görevlerle fırlatılmasını stratejik hedef olarak belirlemiştir. Nisan 2024’te gerçekleştirilen ilk başarılı fırlatma, bu hedefin teknik olarak mümkün olduğunu göstermiştir (Reuters, 2024; AP News, 2024). Ancak ticari pazarda rekabet sadece teknolojik değil, aynı zamanda finansal ve politik risk yönetimiyle ilgilidir. Batı yaptırımları nedeniyle Rusya, sigorta piyasalarına erişimde zorluk yaşamaktadır; bu da uluslararası müşterilerin Rusya merkezli fırlatmaları tercih etme oranını düşürmektedir. Bu bağlamda, Moskova’nın uzay ekonomisinde rekabet gücü, devlet sübvansiyonlarına ve stratejik ortaklıklara giderek daha fazla bağımlı hâle gelmiştir.

Rusya ayrıca, uzayın barışçıl kullanımına ilişkin normatif söylemini sürdürerek diplomatik bir dengeleme stratejisi geliştirmektedir. 2023 Dış Politika Konsepti’nde, “uzayın barış, iş birliği ve egemenlik alanı” olduğu vurgusu, bu söylemin temelidir (MFA RF, 2023). Moskova, Birleşmiş Milletler bünyesinde silahsızlanma ve silahların uzaya yerleştirilmesinin yasaklanması yönünde taslaklar sunmaya devam etmektedir. Ancak bu normatif çabalar, 2021 ASAT testi gibi eylemlerle çelişmekte; dolayısıyla Rusya’nın uluslararası imajında “sorumlu güç” ile “revizyonist aktör” imajları arasında bir gerilim yaratmaktadır. Bu ikili durum, neoklasik realizmin öngördüğü stratejik dengeleme mantığıyla tutarlıdır: normatif söylem meşruiyet sağlar, kapasite gösterimi caydırıcılığı güçlendirir.

Ekonomik açıdan ise Rusya'nın uzay sanayisi, enerji ve savunma sektörleriyle benzer biçimde, yarı-koruyucu devlet kapitalizmi yapısında işlev görmektedir. Roscosmos'un 2020'lerde devlet şirketi statüsüne alınması hem mali denetimi merkezileştirmiş hem de özel girişimlerin alana girişini sınırlandırmıştır. Bu durum, kısa vadede koordinasyon avantajı sağlasa da uzun vadede inovasyon döngüsünü yavaşlatmaktadır (Luzin, 2024). Rusya'nın uzay ekonomisindeki sürdürülebilirliği, teknoloji yenileme hızına ve alternatif finansman kanallarına bağlıdır. BRICS içindeki finansal altyapı girişimleri (örneğin *New Development Bank*'ın Ar-Ge fonları) bu açığı kısmen kapatmaya yöneliktir, ancak ölçek henüz sınırlıdır.

Rusya'nın uluslararası uzay stratejisi, Batı merkezli düzenin dışında alternatif ağlar kurarak görelî gücünü sürdürme çabasına dayanır. Çin ile ILRS ortaklığı sistemik baskılara karşı kurumsal bir filtre işlevi görürken, BRICS platformu normatif meşruiyet alanı yaratmaktadır. Ticari rekabetteki gerileme, devletin uzay endüstrisini stratejik özerklik hedefiyle sübvansetmesine yol açmıştır. Böylece Rusya, teknolojik ve ekonomik kırılğanlıklarına rağmen, uzay jeopolitiğinde çok kutupluluk vizyonunun "dayanıklı çevre aktörü" olma iddiasını sürdürmektedir.

Sonuç

Bu çalışma, Rusya'nın uzay politikasını neoklasik realist bir çerçevede analiz ederek, devletin uzaydaki davranış biçimini hem sistemik baskılar hem de içsel kapasite inşası arasındaki etkileşim üzerinden açıklamayı amaçlamıştır. Bulgular, Rusya'nın uzay stratejisinin üç ana sütun üzerinde yükseldiğini göstermektedir: teknolojik özerklik, askerî caydırıcılık ve çok kutuplu düzen arayışı. Bu üç boyut, neoklasik realizmin temel varsayımına uygun olarak, uluslararası sistemin kısıtlarını içsel kurumsal mekanizmalar aracılığıyla filtreleyen bir stratejik davranış biçimi üretmektedir (Rose, 1998; Schweller, 2006; Ripsman et al., 2016).

Birinci olarak, Rusya'nın teknolojik özerklik hedefi, hem yapısal bağımlılığa tepki hem de prestij üretim aracıdır. Vostochny Kozmodromu ve Angara-A5 projeleri, yalnızca teknik başarı değil, aynı zamanda devletin egemenlik kapasitesinin sembolik göstergeleridir. GLONASS sisteminin yeniden inşası ve uydu üretim zincirinin millileştirilmesi, uluslararası yaptırımlara karşı dayanıklılık stratejisinin bileşenleridir. Bu çabalar, devletin ulusal güç projeksiyonunu sistemik baskılara rağmen sürdürme isteğinin somut örnekleridir (Bowen, 2020). Ancak bu özerklik, inovasyon

döngüsünün yavaşlığı, mikroelektronik tedarik zorlukları ve uluslararası izolasyon nedeniyle yapısal sınırlara sahiptir. Dolayısıyla Rusya'nın teknolojik gücü, dirençli ama esnek olmayan bir modeldir.

İkinci olarak, askerî caydırıcılık boyutu, Rusya'nın uzay politikasını klasik güvenlik mimarisiyle bütünleştirmektedir. Uzayın kara, deniz, hava ve siber alanlarla eşdeğer “beşinci savaş sahası” olarak tanımlanması, stratejik doktrin düzeyinde paradigmatik bir değişimi temsil etmektedir (Russia, 2021). 2021'deki Kosmos-1408 ASAT testi, bu değişimin sembolik eşigidir: Moskova, kapasite gösterimi yoluyla stratejik sinyalleme yapmakta, caydırıcılığını yalnızca savunma değil, görünürlük üzerinden de inşa etmektedir. Erken uyarı ağları (Kupol, Voronezh-DM) ve yörünge sensörleriyle bütünleşik komuta-kontrol sistemleri, nükleer caydırıcılığın sürekliliğini uzay altyapısıyla ilişkilendirmiştir. Bu durum, neoklasik realizmin “içsel kapasite aracılığıyla görelî gücü koruma” ilkesini yansıtır.

Üçüncü olarak, Rusya'nın uluslararası iş birliği ve normatif söylem stratejisi, sistemik baskılara uyarlanmış çok kutuplu bir dış politika mantığı taşır. Çin ile ILRS ortaklığı, Batı'nın teknoloji rejimlerine karşı oluşturulmuş alternatif bir platformdur. BRICS çerçevesinde geliştirilen *Remote Sensing Satellite Constellation* ağı, hem pratik veri paylaşımı hem de sembolik statü göstergesi işlevi görür. Ancak bu iş birlikleri, asimetrik bağımlılık riskleri barındırır; özellikle Çin'in hızla artan kapasitesi karşısında Rusya'nın katkısı görece sınırlı kalabilir. Buna rağmen, bu ortaklıklar Rusya'nın dışsal baskıları içsel esneklikle dengeleme kabiliyetini göstermektedir (CNSA, 2021; Suess ve Crawford, 2024; Reuters, 2025).

Bu üç alanın birleşimi, Rusya'nın uzay jeopolitiğinde ortaya çıkan yeni güç paradigmasını tanımlamaktadır. Bu paradigma, klasik hegemonya arayışlarından farklı olarak, “görelî dengeyi sürdürme” ve “stratejik özerkliği koruma” hedeflerine dayanmaktadır. Rusya'nın uzay stratejisi, ABD'nin norm belirleyici hegemonyasını ve Çin'in ölçek temelli genişlemesini taklit etmemekte; bunun yerine, çok kutuplu sistemde kendi güvenliğini ve prestijini koruyacak ölçüde bir direnç kapasitesi inşa etmeyi hedeflemektedir. Bu açıdan bakıldığında, Rusya uzayda bir “kural koyucu” değil, bir “dengeleyici güç” rolünü üstlenmiştir. Rusya'nın uzay söylemi, barışçıl kullanım ilkesi ile stratejik caydırıcılık pratiği arasında bir denge kurmaktadır. Moskova, Birleşmiş Milletler platformlarında silahların uzaya yerleştirilmesine karşı çıkararak normatif meşruiyetini sürdürürken, aynı zamanda ASAT testleriyle bu normları fiilen aşındırmaktadır.

Sonuç olarak Rusya'nın uzay politikası, neoklasik realizmin analitik şeması içinde "çok düzeyli bir stratejik tepki" olarak tanımlanabilir. Sistemik baskılar (Batı yaptırımları, Çin rekabeti, teknolojik kısıtlar), içsel mekanizmalar (Roscosmos, Savunma Bakanlığı, Rosatom) aracılığıyla filtrelenmekte; ortaya çıkan stratejik davranış, görelî gücü korumaya ve egemenliği sembolik biçimde sürdürmeye yönelmektedir. Bu durum, Waltz'un yapısal realizminde eksik kalan içsel kapasite boyutunu tamamlamakta; aynı zamanda Morgenthau'nun güç-prestij diyalektiğini modern uzay rekabetine taşımaktadır.

Rusya, uzayda hegemonik üstünlük arayışında değildir; asıl hedef, uluslararası sistemdeki görelî statüsünü korumak, dışsal baskılara karşı içsel dayanıklılığını artırmak ve çok kutuplu düzen vizyonuna uygun bir direnç kapasitesi geliştirmektir. Bu nedenle Rusya'nın uzay stratejisi, hem rasyonel hem sembolik düzeyde, devlet gücünün çağdaş biçimlerinden birini temsil etmektedir: teknolojiyle desteklenen egemenlik. Geleceğe dönük olarak, Rusya'nın uzay jeopolitiğinin sürdürülebilirliği üç değişkene bağlı olabilir: (1) mikroelektronik ve tedarik zinciri bağımlılıklarının yönetilmesi, (2) Çin'le kurulan stratejik ortaklığın asimetriye dönüşmemesi, (3) iç kurumsal reformların inovasyon kapasitesini desteklemesi. Bu değişkenlerin nasıl evrileceği, Rusya'nın 2030'lara giden yolda uzayda bir dengeleyici güç mü yoksa ikincil çevre aktörü mü olacağını belirleyecektir.

Kaynakça

- AP News. (2024, April 11). In Russia's Far East, a new heavy-lift rocket blasts off from Vostochny. *Associated Press*. Erişim Linki: <https://apnews.com/article/russia-space-angara-launch-vostochny-rocket-test-2efeca4d3e9b2add42865bf6c6d3b0a6>
- Atom Media. (2025, February 7). Rosatom scientists developed prototype plasma rocket engine for deep-space missions. Atom Media. Erişim Linki: <https://atommedia.online/en/press-releases/uchenye-rosatoma-zavershili-razrabo/#:~:text=Rosatom%20specialists%20are%20involved%20in,bases%20located%20on%20other%20planets>.
- Bowen, B. (2020). *War in space: Strategy, spacepower, geopolitics*. Edinburgh University Press.
- Bowen, B. (2023). *Original Sin: Power, Technology and War in Outer Space*. Oxford Academic.
- Checkel, J. T. (2008). Process tracing. In A. Klotz & D. Prakash (Eds.), *Qualitative methods in international relations: A pluralist guide* (ss. 114–127). Palgrave Macmillan.
- CNSA (China National Space Administration). (2021, March 9). *Memorandum of understanding between the Government of the People's Republic of China and the*

- Government of the Russian Federation on cooperation in the creation of the International Lunar Research Station*. Beijing: CNSA. Erişim Linki: <https://www.cnsa.gov.cn/english/n6465652/n6465653/c6811380/content.html>
- D'Auria, M. (2025, April 30). BRICS expands cooperation in the space sector to reduce technological asymmetries among member countries. *BRICS Brasil 2025*. Erişim Linki: <https://brics.br/en/news/brics-expands-cooperation-in-the-space-sector-to-reduce-technological-asymmetries-among-member-countries>
- George, A. L., & Bennett, A. (2005). *Case studies and theory development in the social sciences*. MIT Press.
- International Laser Ranging Service (ILRS). (n.d.). *GLONASS – Global Navigation Satellite System (G141)*. NASA Goddard Space Flight Center. Erişim Linki: https://ilrs.gsfc.nasa.gov/missions/satellite_missions/current_missions/g141_general.html
- Lafleur, A. (2024, April 16). Russia Successfully Test-Launches Angara-A5 Space Rocket from Vostochny Cosmodrome. *Space Insider*. Erişim Linki: <https://space-insider.tech/2024/04/12/russia-successfully-test-launches-angara-a5-space-rocket-from-vostochny-cosmodrome/>
- Larson, D. W., & Shevchenko, A. (2010). Status seekers: Chinese and Russian responses to U.S. primacy. *International Security*, 34(4), 63–95.
- Lobell, S. E., Ripsman, N. M., & Taliaferro, J. W. (2016). *Neoclassical realist theory of international politics*. Oxford University Press.
- Luzin, P. (2024, April 15). Russia's space industry struggles to compete with US commercial space strategy. *Eurasia Daily Monitor*, 21(57). The Jamestown Foundation. Erişim Linki: <https://jamestown.org/program/russias-space-industry-struggles-to-compete-with-us-commercial-space-strategy/>
- Ministry of Defence of the Russian Federation. (2015). *Doctrine of information security and space activities of the Russian Federation*. Moscow: Government of the Russian Federation.
- Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation. (2023, March 31). *The concept of the foreign policy of the Russian Federation*. Moscow: MFA.
- Moltz, J. C. (2011). *Asia's space race: National motivations, regional rivalries, and international risks* (2. Baskı). Stanford University Press.
- Morgenthau, H. J. (1948). *Politics among nations: The struggle for power and peace*. Knopf.
- Reuters. (2024, April 11). *Russia to launch Angara-A5 from Vostochny for the first time*. Reuters News Service. Erişim Linki: [https://www.reuters.com/technology/space/russia-launches-angara-a5-space-rocket-vostochny-2024-04-11/#:~:text=MOSCOW%2C%20April%2011%20\(Reuters\),new%20post%2DSoviet%20launch%20vehicle](https://www.reuters.com/technology/space/russia-launches-angara-a5-space-rocket-vostochny-2024-04-11/#:~:text=MOSCOW%2C%20April%2011%20(Reuters),new%20post%2DSoviet%20launch%20vehicle).
- Reuters. (2025, April 23). *China, Russia may build nuclear plant on moon to power lunar station, official says*. Reuters News Service. Erişim Linki: <https://www.reuters.com/business/energy/china-led-lunar-base-include-nuclear-power-plant-moons-surface-space-official-2025-04-23/>

- Ripsman, N. M., Taliaferro, J. W., & Lobell, S. E. (2016). *Neoclassical realism, the state, and foreign policy*. Cambridge University Press.
- Rose, G. (1998). Neoclassical realism and theories of foreign policy. *World Politics*, 51(1), 144–172.
- Suess J., & Crawford J. (2024, April 12). *Russia and China reaffirm their space partnership*. London: RUSI (Royal United Services Institute) Commentary. Erişim Linki: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/russia-and-china-reaffirm-their-space-partnership>
- Russia (Russian Federation). (2021, July 2). *National security strategy of the Russian Federation*. Moscow: Government of the Russian Federation.
- Schweller, R. L. (2006). *Unanswered threats: Political constraints on the balance of power*. Princeton University Press.
- Taliaferro, J. W. (2006). State building for future wars: Neoclassical realism and the resource-extractive state. *Security Studies*, 15(3), 464–495.
- USSPACECOM (United States Space Command). (2021, November 15). *Russian direct-ascent anti-satellite missile test creates significant debris field (Kosmos-1408)*. Colorado Springs: U.S. Space Command Public Affairs. Erişim Linki: <https://www.spacecom.mil/Newsroom/News/Article-Display/Article/2842957/russian-direct-ascent-anti-satellite-missile-test-creates-significant-long-last/>
- Waltz, K. N. (1979). *Theory of international politics*. Addison-Wesley.
- Wohlforth, W. C. (1993). *The elusive balance: Power and perceptions during the Cold War*. Cornell University Press.
- Zakaria, F. (1998). *From wealth to power: The unusual origins of America's world role*. Princeton University Press.
- Kuzmichev, V. (2011, April 12). *Twelve Russian milestones in space exploration*. Russia Beyond. Erişim Linki: https://www.rbth.com/articles/2011/04/12/twelve_russian_milestones_in_space_exploration_12688.html
- Zak, A. (n.d.). GLONASS: The Russian navigation satellite system. *RussianSpaceWeb*. Erişim Linki: <https://www.russianspaceweb.com/glonass.html>

ÇİN HALK CUMHURİYETİ'NİN UZAY POLİTİKASI: JEOPOLİTİK, TEKNOLOJİ VE YÖNETİŞİM

Hasan Yılmaz*

Giriş

Nihai sınır olan uzay, Soğuk Savaş dönemindeki süper güç rekabetinin yaşandığı bir alandan, iç içe geçmiş bilimsel, ekonomik ve stratejik çıkarlar tarafından yönlendirilen, çok sayıda devlet ve devlet dışı aktörün yer aldığı karmaşık bir arenaya dönüşmüştür (İnce ve Kanaslan, 2008: 39). Bu değişen manzarada, Çin Halk Cumhuriyeti (ÇHC), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Rusya Federasyonu (RF) gibi yerleşik oyuncularla arasındaki farkı hızla kapatarak zorlu bir uzay gücü olarak ortaya çıkmıştır. Bir zamanlar temel yetenekler kazanmaya odaklanan ÇHC'nin uzay programı, artık Ay keşfi ve uzay istasyonu inşasından sofistike askeri uzay varlıkları ve karşı uzay yeteneklerinin geliştirilmesine kadar uzanan iddialı görevleri kapsamaktadır (Chandrashekar, 2022; CSIS, 2023). Bu yükseliş yalnızca teknolojik bir başarı değildir; aynı zamanda ÇHC'nin daha geniş jeopolitik stratejisinin derinlemesine bir parçasıdır ve ulusal prestiji artırmak, güç yansıtmak, ekonomik avantajlar sağlamak ve uluslararası düzeni yeniden şekillendirmek için kritik bir araç olarak hizmet etmektedir (González, 2023; RAND, 2021).

Stratejik Hırsın ve Teknolojik Temellerin Tarihsel Kökleri

ÇHC'nin uzaya yolculuğu tamamen bilimsel meraktan kaynaklanmamıştır; başlangıcından itibaren Soğuk Savaş'ın jeopolitik gerçekleri ve ulusal güvenlik ile prestijin stratejik zorunluluklarıyla derinden iç içe geçmiştir. Programın kökenleri, doğrudan ABD'den algılanan nükleer tehditlerin olduğu ve Sovyetler Birliği'nin 1957'de Sputnik'i fırlattığı 1950'lerin ortalarına kadar uzanmaktadır (Chandrashekar, 2022: 1-3; Johnson-Freese, 2016). Mao Zedong'un meşhur "Biz de uydu yapacağız" sözü, süper güçlere

* Dr., hasanyilmaz28@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5947-9501

yetiştirme ve ÇHC'nin dünya sahnesindeki statüsünü ortaya koyma yönündeki açık bir hırsın göstergesi olmuştur. İlk çabalar, uydu fırlatma araçları için temel yetenekleri sağlayan balistik füze teknolojisini geliştirmeye yoğun bir şekilde odaklanmıştır. Sovyet uzmanlarıyla başlangıçtaki yakın işbirliği ve ardından iki devlet arasındaki gerginlik nedeniyle bu uzmanların geri çekilmesi, balistik füze programını derinden etkilemiş ve ÇHC'nin uzay politikasının temel bir ilkesi olmaya devam eden kendine güven (zili gengsheng) vurgusunu güçlendirmiştir (Chandrashekar, 2022: 15-25; CSIS, 2023).

Zorluklara rağmen, ÇHC ısrarlı çabalarla önemli teknolojik kilometre taşlarına ulaşmıştır. Dong Fang Hong I'ı 1970'te yörüngeye yerleştiren *Long March 1* (Chang Zheng 1 veya CZ-1) roketinin geliştirilmesi ve başarılı bir şekilde fırlatılması, bu gelişmekte olan yerli yeteneğin bir kanıtıydı ve ÇHC'nin uzay yarışındaki seçkin ülkeler kulübüne girişini gösteren, ulusal morali ve uluslararası itibarı artıran önemli bir başarıydı (Chandrashekar, 2022: 55-59). Bu başarı, *Long March* ailesi içinde (CZ-2, CZ-3, CZ-4 serileri) daha güçlü ve çok yönlü fırlatma araçlarının geliştirilmesini teşvik etmiş, yük kapasitesini giderek artırmış ve daha karmaşık görevleri mümkün kılmıştır (China SCIO, 2011). Fırlatma aracı geliştirmenin yanı sıra, ÇHC çeşitli uydu programlarını uygulamaya başlamıştır. İlk olarak 1975'te fırlatılan *Fanhui Shi Weixing* (FSW) geri kazanılabilir uyduları, sadece keşif için değil, aynı zamanda gelecekteki insanlı uzay uçuşu için hayati önem taşıyan yeniden giriş teknolojilerinde ustalaşmak için de kritik olmuştur (Chandrashekar, 2022: 101-105). 1970'lerde başlayan ve sonraki nesiller boyunca gelişen *Dong Fang Hong* (DFH) iletişim uyduları serisi, ÇHC'nin modern uydu iletişim altyapısının temelini atmıştır (China SCIO, 2016). Bu erken başarılar münferit olaylar olarak değil, hem ulusal güvenlik ihtiyaçlarını hem de daha geniş stratejik hedefleri destekleyebilecek kapsamlı bir uzay altyapısı inşa etmeye yönelik bilinçli ve devlet yönetimindeki bir çabanın sonucu olarak gerçekleşmiştir.

Daha sofistike yerli yeteneklere doğru evrim, 1970'lerin sonlarında başlatılan ekonomik reformların ardından hızlanmıştır. Stratejik uygulamalara odaklanmayı sürdürürken, ÇHC özellikle *Long March* roketleriyle uluslararası fırlatma pazarında ticari fırsatları keşfetmeye başlamıştır (Chandrashekar, 2022: 155-160). Uzay teknolojisini ilerleme için kilit bir alan olarak değerlendiren yüksek teknoloji araştırma ve geliştirme programı Proje 863 kapsamında Mart 1986'dan itibaren insanlı uzay uçuşu

hedefi de dahil olmak üzere çalışmalara başlanmıştır (Feigenbaum, 2003). Ancak, 1990'lardaki fırlatma aksaklıkları ve 1991 Körfez Savaşı sırasında ABD'nin gelişmiş uzay yeteneklerinin gösterilmesi, sağlam bir askeri uzay gücüne duyulan ihtiyacı pekiştirmiş ve uydu navigasyonu (*Beidou*), yüksek çözünürlüklü Dünya gözlemi ve nihayetinde karşı uzay teknolojileri gibi alanlara daha fazla yatırım yapılmasını teşvik etmiştir (Moltz, 2019; İnce ve Kanaslan, 2008: 40). 1990'ların başında insanlı uzay uçuşu programı olan Proje 921 resmi olarak başlatılmış, karmaşık yaşam desteği, buluşma ve kenetlenme teknolojilerini geliştirmeye yönelik büyük hedefler ortaya konmuştur. Proje kapsamında 2003 yılında Yang Liwei'nin Shenzhou 5'teki tarihi uçuşu gerçekleştirilmiştir (Johnson-Freese, 2016; Chandrashekar, 2022: 215-220). Bu tarihsel dizilim tutarlı bir örüntüyü ortaya koymaktadır: ÇHC'nin uzay hedefleri her zaman stratejik olarak yönlendirilmiş, temel caydırıcılık ve prestij odağından, 21. yüzyıldaki jeopolitik çıkarlarını güvence altına almak için tasarlanmış sofistike bir kapsamlı uzay gücü arayışına doğru evrilmiştir. Bu sistematik, adım adım yaklaşım -temel fırlatma ve uydu teknolojisinde ustalaşmadan önce geri kazanılabilir sistemlere, iletişime, navigasyona ve son olarak insanlı uzay uçuşu ve derin uzay keşfine geçmek - ÇHC'nin uzaydaki teknolojik geliştirme stratejisinin ayırt edici özelliği olmuştur.

Askeri Boyutlar, Teknolojik Yetenekler ve Çift Kullanım

ÇHC'nin uzay programı, modern savaş için uzay kontrolünün stratejik önemine dair köklü bir inancı yansıtan askeri modernizasyon çabalarıyla ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Halk Kurtuluş Ordusu (HKO), tarihsel olarak birçok uzay yeteneğinin birincil itici gücü ve faydalanıcısı olmuştur ve olmaya devam etmektedir (CSIS, 2023). Aralık 2015'te HKO Stratejik Destek Gücü'nün (SSF) kurulması, çoğu uzay, siber, elektronik harp ve psikolojik harp yetenekleri üzerindeki kontrolü merkezileştirerek, bu alanların müşterek harekât için entegrasyonuna ağırlık verildiğinin göstergesidir (Chandrashekar, 2022: 300-305; RAND, 2021). SSF, keşif, iletişim, navigasyon ve erken uyarı uyduları da dâhil olmak üzere kritik uzay varlıklarını işletmekte, karasal askeri kuvvetler için temel destek sağlamakta ve ÇHC'nin sınırlarının çok ötesine güç yansıtma yeteneklerini mümkün kılmaktadır.

Bu askerî hedefleri destekleyen temel teknolojik yetenekler on yıllarca süren odaklanmış yatırım ve yerli çaba ile geliştirilmiştir. Fırlatma Sistemleri alanında, *Long March* (Chang Zheng-CZ) roket ailesi, artan güvenilirlik

ve çok yönlülük göstererek ÇHC'nin uzay programının bel kemiğini oluşturmaktadır. Erken CZ-1'den itibaren bu roket ailesi, uyduları çeşitli yö-rüngelere konuşlandırabilen CZ-2, CZ-3 ve CZ-4 serileri gibi orta güçte kaldırma araçlarını ve büyük uzay istasyonu modüllerini ve derin uzay sondalarını fırlatmak için kritik olan ağır kaldırma görevi için tasarlanan CZ-5'i içerecek şekilde genişlemiştir (Chandrashekar, 2022: 155-165; China SCIO, 2021). ÇHC ayrıca, gelecekteki Ay görevleri için tasarlanan süper ağır kaldırma özelliğine sahip CZ-9 da dâhil olmak üzere yeni nesil fırlatma araçlarını aktif olarak geliştirmekte ve maliyetleri düşürmeye ve fırlatma sıklığını artırmaya yönelik yeniden kullanılabilir fırlatma teknolojilerini takip etmektedir (CSIS, 2023; RAND, 2021).

Uydu platformları konusunda ÇHC, çeşitli uygulamalar için sofistike sistemler geliştirmiştir. İstihbarat, Gözetleme ve Keşif (ISR) yetenekleri ÇHC'nin askeri uzay altyapısının temel taşı oluşturmaktadır. ÇHC, dünya genelindeki kilit stratejik alanlar üzerinde sürekli izleme yetenekleri sağlayan geniş ve büyüyen bir elektro-optik, sentetik açıklıklı radar (SAR) ve elektronik istihbarat (ELINT) uyduları (örneğin, Yaogan serisi) takımıyla işletmektedir (CSIS, 2023; Moltz, 2019). Bu vasıtalar durumsal farkındalığı artırmakta, konvansiyonel ve nükleer kuvvetler için hedeflemeyi desteklemekte ve potansiyel düşmanların askeri faaliyetlerinin izlenmesini sağlamaktadır. Sivil alanda ise Gaofen (Yüksek Çözünürlüklü Dünya Gözlem Sistemi) programı, çevresel izleme, afet yönetimi, kentsel planlama ve kaynak yönetimi için kritik veriler sağlamaktadır (China SCIO, 2016). Beidou Navigasyon Uydu Sistemi (BDS), küresel sivil hizmetler sunarken, temelde kritik askeri uygulamalara sahip çift kullanımlı bir sistemdir. ÇHC askeri kuvvetlerine GPS gibi yabancı sistemlerden bağımsız olarak güvenli konumlandırma, navigasyon ve zamanlama (PNT) hizmetleri sunarak güdümlü mühimmatın hassasiyetini artırmakta, komuta kontrolü iyileştirmekte ve birlik hareketlerini desteklemektedir (Chandrashekar, 2022: 250-255; İnce ve Kanaslan, 2008: 43). Bu bağımsızlık stratejik kırılabilirliği azaltarak modern askerî harekât için önemli bir avantaj sağlamaktadır. İletişim uyduları (DFH serisi) ise hem sivil yayıncılık ve geniş bant hizmetleri sunmakta hem de askerî komuta bağlantılarını desteklemektedir (China SCIO, 2016; RAND, 2021).

ISR'nin ötesinde, ÇHC bir çatışmada düşmanların uzay varlıklarını engellemek, bozmak veya yok etmek için tasarlanmış bir dizi karşı uzay yeteneğini aktif olarak geliştirmekte ve konuşlandırmaktadır. Kullanım dışı kalmış bir ÇHC hava durumu uydusunu yok eden ve büyük bir enkaz alanı

yaratan kötü şöhretli 2007 doğrudan yükselen anti-uydu (ASAT) füze testi, kinetik bir öldürme yeteneğini göstermiştir (Johnson-Freese, 2016; Moltz, 2019). ÇHC'nin ayrıca, diğer uydulara yakın manevra yapabilen ve onlara müdahale edebilen veya devre dışı bırakabilen eş yörüngeli ASAT yeteneklerine (Shijian-21 gibi görevlerle gösterilen), uydu iletişimini ve GPS sinyallerini karıştırmak için gelişmiş elektronik harp (EW) sistemlerine ve yer kontrol sistemlerini hedef alan siber yeteneklere sahip olduğu değerlendirilmektedir (CSIS, 2023; RAND, 2021). Bu gelişmeler uzayda bir silahlanma yarışı endişelerini körüklemekte ve çatışmanın yörünge alanına yayılma riskini artırmaktadır.

Çift kullanımlı teknoloji, görünüşte sivil olan birçok programa da uzanmaktadır. İnsanlı Uzay Uçuşu Teknolojisi alanında, Shenzhou uzay aracı ve Tiangong uzay istasyonu gibi başarılar (Chandrashekar, 2022: 215-230; China SCIO, 2021), ulusal prestiji artırmanın yanı sıra potansiyel askerî uygulamalara sahip teknolojilerde (örneğin, buluşma, kenetlenme, uzun süreli yörünge operasyonları) ustalık kazanılmasını sağlamaktadır. Benzer şekilde, Derin Uzay Keşif Teknolojileri kapsamında yürütülen Chang'e (Ay) ve Tianwen (Mars) programları (Chandrashekar, 2022: 270-285; China SCIO, 2021), bilimsel keşiflerin yanı sıra gezegenler arası navigasyon, iletişim ve otonom operasyonlar gibi stratejik açıdan değerli yetenekleri de geliştirmektedir. Bu doğal belirsizlik, silah kontrolü çabalarını karmaşıklaştırmakta ve stratejik güvensizliği körüklemektedir.

ÇHC'nin bu yetenekleri geliştirmesi, gelişen uzay caydırıcılığı kavramlarını şekillendirmektedir. Resmi doktrin belirsizliğini korurken, analistler ÇHC'nin uzay ve karşı uzay yeteneklerini bölgesel çatışmalarda (örneğin, Tayvan üzerinde) ABD müdahalesini caydırmak ve kendi uzay varlıklarının bekasını sağlamak için hayati gördüğünü öne sürmektedir (Moltz, 2019; CSIS, 2023). Düşman uzay sistemlerini risk altında tutma yeteneği, teknolojik olarak üstün güçlere karşı kilit bir asimetrik avantaj olarak görülmektedir. Askeri uygulamalara odaklanma ve çift kullanımlı programlar aracılığıyla çizgilerin kasıtlı olarak bulanıklaştırılması, ÇHC'nin uzay çabalarının jeopolitik ve stratejik anlamda temel özelliği olarak öne çıkmaktadır.

Mevcut Stratejik Çerçeve, Uluslararası Duruş ve Yönetişim Yaklaşımı

ÇHC'nin mevcut uzay stratejik çerçevesi, resmi Beyaz Kitapları, ulusal kalkınma planları ve devlet ile askerî kurumlarının eylemleri aracılığıyla

ifade edilmektedir. Kamuoyuna barışçıl kalkınma ve uluslararası iş birliğini vurgularken (China SCIO, 2021), altta yatan strateji, uzay yeteneklerini açıkça kapsamlı ulusal güç ve jeopolitik nüfuz arayışına entegre etmektedir. “Her bakımdan bir uzay gücü olma” kavramı resmî belgelere nüfuz etmekte, salt teknolojik denkliğin ötesine geçerek askerî gücü, ekonomik faydaları ve gelecekteki uzay düzenini şekillendirmede liderliği kapsayan hedefleri işaret etmektedir (RAND, 2021; CSIS, 2023).

HKO'nun SSF'sinin CNSA gibi sivil organlar ve ÇHC Uzay Bilimi ve Teknolojisi Şirketi (CASC) gibi devlete ait işletmelerin yanında merkezi bir rol oynadığı örgütsel yapı, askeri ve sivil hedeflerin sorunsuz entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır (CSIS, 2023). Bu yapı, ÇHC'nin ekonomik büyümesiyle beslenen önemli ve sürekli devlet yatırımıyla birleştiğinde, iddialı uzun vadeli stratejik uzay hedeflerini takip etmek için gerekli kaynakları ve koordinasyonu sağlamaktadır. Politika formülasyonu, Çin Komünist Partisi (ÇKP) liderliği, Devlet Konseyi, Merkezi Askeri Komisyon (CMC), CNSA, CASC ve CASIC gibi kilit kuruluşları içeren karmaşık bir etkileşimi içermektedir, ancak karar alma süreçleri genellikle bilinmemektedir.

Kuşak ve Yol Girişimi'nin (BRI) bir uzantısı olan “Uzay İpek Yolu”, ÇHC'nin jeopolitik duruşunu geliştirmek için uzay yeteneklerini kullanmasının bir örneğidir. Bu girişim, başta Asya, Afrika ve Latin Amerika olmak üzere katılımcı ülkelere uydu iletişimi, uzaktan algılama verileri, Beidou navigasyon hizmetleri ve fırlatma yetenekleri sunmayı içermektedir (González, 2023). Teknolojik bağımlılıkları teşvik ederek ve ortak ülkeleri uzay altyapı ağına entegre ederek ÇHC, ekonomik bağlarını genişletmeyi, diplomatik nüfuzunu artırmayı ve Batı egemen sistemlere alternatif çerçeveler oluşturmayı hedeflemektedir (CSIS, 2023).

ÇHC'nin uzaydaki uluslararası duruşu, işbirliği ve rekabetin bir karışımı ile karakterize edilmektedir. ABD liderliğindeki Artemis Anlaşmalarına doğrudan bir karşı hamle olarak Uluslararası Ay Araştırma İstasyonu (ILRS) gibi iddialı projelerde işbirliği yaparak RF ile yakın bir stratejik ortaklığı sürdürmektedir (Chandrashekar, 2022; CSIS, 2023). Avrupa ülkeleri ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ile özellikle bilimsel görevlerde iş birliği mevcuttur, ancak genellikle teknoloji transferi ve ÇHC'nin programının çift kullanımlı doğası konusundaki endişelerle sınırlanmaktadır (RAND, 2021). ABD ile bu alandaki ilişkileri ağırlıklı olarak rekabetçidir. Bu rekabetçi ilişki türü kendini derin stratejik güvensizlik, askeri uzay yetenekleri

konusundaki endişeler ve NASA ile ikili iş birliğini kısıtlayan yasal engeller (Wolf Değişikliği gibi) ile belirli etmektedir (Johnson-Freese, 2016).

Uluslararası uzay hukuku ve yönetişimi konusunda ÇHC, 1967 Dış Uzay Antlaşması (OST) dahil olmak üzere temel antlaşmalara taraftır ve uzayın barışçıl kullanımını desteklediğini belirtir (China SCIO, 2021; UNOOSA, t.y.). Ancak, bu antlaşmaların yorumlanması pragmatiktir ve ulusal çıkarlara göre şekillenir. Örneğin, OST'nin "ulusal sahiplenme" yasağını (Mad. II), gök cisimleri üzerinde egemenlik iddiasını engellerken, kaynakların çıkarılmasını ve kullanılmasını (SRU) engellemediği şeklinde yorumlanmaktadır (González, 2023). Bu, iddialı Ay programı için kritik öneme sahiptir ve ÇHC'nin Ay Anlaşması'nı imzalamamasıyla uyumludur. Askerî faaliyetler ve uzayın silahlandırılması konusundaki tartışmalar, ÇHC'nin yönetim yaklaşımının merkezinde yer almaktadır. ÇHC, RF ile birlikte uzaya silah yerleştirilmesini yasaklayacak bir Uzayda Silahlanma Yarışının Önlenmesi (PAROS) antlaşmasını savunmakta, ancak bu öneri karada konuşlu ASAT'ları kapsamadığı ve doğrulama mekanizmalarından yoksun olduğu için eleştirilmektedir (NTI, t.y.; Moltz, 2019; Johnson-Freese, 2016). Özellikle, 1967 tarihli Dış Uzay Antlaşması'nın IV. Maddesi, taraf devletlerin Dünya yörüngesine nükleer silah veya diğer kitle imha silahları (KİS) taşıyan herhangi bir nesne yerleştirmemeyi, bu tür silahları gök cisimlerine kurmamayı veya uzayda herhangi bir şekilde konuşlandırmamayı taahhüt etmelerini gerektirir (United Nations, 1967). Bu madde, yörüngedeki KİS'leri açıkça yasaklarken, konvansiyonel silahları veya kısmi yörünge bombardıman sistemlerini (FOBS) kapsamamaktadır. ÇHC, OST'ye taraf olmasına ve uzayda silahlanma yarışına karşı olduğunu belirtmesine rağmen (Fu, 2024; Newsweek, 2024), karşı uzay yeteneklerini geliştirmeye devam etmesi ve PAROS antlaşması önerisinin sınırlılıkları nedeniyle, niyetleri konusunda şüpheler uyandırmaktadır. Bazı raporlar, ÇHC'nin potansiyel olarak uzayda nükleer silah kullanma olasılığını değerlendirdiğini öne sürmektedir (Washington Times, 2024), ancak bu tür iddialar genellikle spekülatiftir ve resmi politika beyanlarıyla çelişmektedir. Yine de, mevcut antlaşma rejimindeki boşluklar ve çift kullanımlı teknolojilerin yaygınlığı, uzayın silahlandırılması ve hatta nükleerleştirilmesi riskini canlı tutmaktadır (Arms Control Association, 2024; Lieber Institute, 2025; UN Press, 2024).

Bu rekabetçi ortam ve uzay faaliyetlerinin hızla genişlemesi, mevcut uluslararası yasal çerçevenin sınırlarını zorlayan ve aşağıdaki gibi özetlenebilecek önemli yönetim güçlükleri sunmaktadır:

- **Uzay Güvenliği ve Silah Kontrolü:** OST'nin yörüngedeki KİS'leri yasaklamasına rağmen (United Nations, 1967), konvansiyonel silahlar veya yer konuşlu ASAT'lar konusundaki boşluklar ve PAROS konusundaki anlaşmazlıklar, uzayın silahlandırılması endişelerini artırmaktadır. ÇHC'nin 2007 ASAT testi gibi olaylar ve çift kullanımlı teknolojilerin yaygınlığı, etkili silah kontrolünü ve doğrulamayı engellemektedir (Moltz, 2019; CSIS, 2023; NTL, t.y.).
- **Uzay Enkazının Azaltılması ve Giderilmesi:** Enkaz sorunu büyürken, ÇHC gibi büyük aktörlerin azaltma önlemlerini uygulama düzeyi ve Aktif Enkaz Giderme (ADR) teknolojilerinin çift kullanımlı özelliği endişe yaratmaktadır (Chandrashekar, 2022; CSIS, 2023).
- **Uzay Trafik Yönetimi (STM):** Artan uydu sayısı çarpışma riskini artırırken, küresel olarak bağlayıcı bir STM rejimi bulunmamaktadır. ÇHC gibi ülkelerin veri paylaşımı konusundaki isteksizliği, etkili bir sistemin geliştirilmesini zorlaştırmaktadır (RAND, 2021; CSIS, 2023).
- **Uzay Kaynak Kullanımı (SRU):** OST'nin yorumlanmasındaki farklılıklar ve Ay Anlaşması'nın sınırlı kabulü, gelecekteki kaynak çıkarımı konusunda belirsizlik ve potansiyel çatışma yaratmaktadır (González, 2023).

Geleceğe Yönelik Hedefler ve Uzay Tabanlı Güneş Enerjisi Vizyonu

ÇHC'nin uzay programı, önümüzdeki on yıllar için iddialı hedeflerle karakterize edilmektedir ve bu hedefler, ülkenin teknolojik liderlik, ekonomik kalkınma ve jeopolitik etki arayışını yansıtmaktadır. Resmi Beyaz Kitaplar ve program duyuruları, insanlı uzay uçuşu, derin uzay keşfi, uzay bilimi ve uzay uygulamaları gibi alanlarda önemli ilerlemeler öngörmektedir (China SCIO, 2021; CAS, 2024). Tiangong uzay istasyonunun tam olarak faaliyete geçmesi ve uzun vadeli operasyonları, yörüngede kalıcı bir varlık sağlayarak bilimsel deneyler, teknoloji doğrulaması ve potansiyel olarak askeri uygulamalar için bir platform sunmaktadır (Chandrashekar, 2022). Ay keşfi, ÇHC'nin derin uzay hedeflerinin merkezinde yer

almaktadır. Chang'e programının devam eden görevleri, Ay'ın güney kutbunda bir araştırma istasyonu (ILRS) kurma nihai hedefiyle örnek getirme, iniş ve keşif görevlerini içermektedir (CSIS, 2023; China SCIO, 2021). Bu çaba, yalnızca bilimsel keşif değil, aynı zamanda potansiyel Ay kaynaklarının (Helyum-3 gibi) kullanımı ve uzun vadeli insan varlığı için stratejik bir adımdır.

Mars keşfi de önemli bir önceliktir. Tianwen-1 görevinin yörünge aracı, iniş aracı ve gezgin aracıyla başarılı bir şekilde Mars'a ulaşması, ÇHC'nin gezegenler arası görev yeteneklerini göstermiştir (Chandrashekar, 2022). Gelecekteki planlar arasında Mars'tan örnek getirme ve potansiyel olarak insanlı görevler yer almaktadır (CAS, 2024). Uzay bilimi alanında, ÇHC uzay tabanlı teleskoplar (Xuntian gibi), yerçekimi dalgası tespiti ve karanlık madde araştırmaları gibi projelere yatırım yapmaktadır (CAS, 2024). Bu girişimler, temel bilimsel anlayışı ilerletmenin yanı sıra ÇHC'nin küresel bilim topluluğundaki konumunu da güçlendirmektedir.

Bu iddialı hedeflerin belki de en dönüştürücü olanlarından biri, uzay tabanlı güneş enerjisi (SBSP) geliştirme vizyonudur. SBSP, yörüngedeki devasa güneş panelleri aracılığıyla güneş enerjisini toplama ve bu enerjiyi mikrodalgalar veya lazerler kullanarak Dünya'daki alıcı istasyonlara kablosuz olarak iletme konseptini içerir (Turner, 2025). Bu teknoloji, Dünya'nın atmosferi ve gece-gündüz döngüsü tarafından kesintiye uğramayan, temiz ve neredeyse sınırsız bir enerji kaynağı sağlama potansiyeli sunmaktadır. ÇHC, SBSP'yi ulusal enerji güvenliğini sağlamak, karbon emisyonlarını azaltmak ve gelecekteki enerji piyasalarında liderlik elde etmek için stratejik bir yol olarak görmektedir (SpaceNews, 2024). Ülke, yörüngede küçük ölçekli güç iletim deneyleri yapmayı ve 2030'lara kadar megavat düzeyinde, 2050'lere kadar ise gigavat düzeyinde faal SBSP istasyonları kurmayı hedefleyen iddialı bir yol haritası belirlemiştir (SCMP, 2025; Turner, 2025). Bu vizyon, son derece karmaşık teknolojik zorluklar (büyük yapıların yörüngede inşası, verimli kablosuz güç iletimi, maliyet etkinliği) içermesine rağmen, ÇHC'nin uzun vadeli stratejik planlamasını ve uzayı dönüştürücü teknolojiler için bir alan olarak görme biçimini vurgulamaktadır. SBSP'nin başarılı bir şekilde geliştirilmesi, küresel enerji manzarasını yeniden şekillendirebilir ve ÇHC'ye benzeri görülmemiş bir jeopolitik avantaj sağlayabilir (SpaceNews, 2024).

Sonuç

ÇHC'nin uzay programı, mütevazı başlangıçlardan küresel bir güç merkezine doğru dikkate değer bir evrim geçirmiştir. Stratejik zorunluluklar, teknolojik ilerleme ve önemli devlet yatırımları tarafından yönlendirilen bu yükseliş, ÇHC'nin kapsamlı ulusal gücünün ve artan jeopolitik etkisinin kritik bir bileşeni hâline gelmiştir. Askeri modernizasyonla derinlemesine iç içe geçen program, gelişmiş ISR, navigasyon, iletişim ve karşı uzay yetenekleri geliştirmiştir. Aynı zamanda, insanlı uzay uçuşu, Ay ve Mars keşfi ve uzay bilimi gibi alanlardaki sivil başarılar, ulusal prestiji artırmış ve teknolojik ustalığı sergilemiştir. Uzay İpek Yolu gibi girişimler aracılığıyla ÇHC, uzay yeteneklerini diplomatik ve ekonomik nüfuzunu genişletmek için aktif olarak kullanmaktadır.

Ancak bu hızlı yükseliş, özellikle uzayın silahlandırılması, enkaz sorunu, trafik yönetimi ve kaynak kullanımı gibi alanlarda önemli yönetim zorluklarını da beraberinde getirmektedir. ÇHC'nin uluslararası normlar ve antlaşmalar konusundaki pragmatik yaklaşımı, çift kullanımlı teknolojilerin yaygınlığı ve büyük güçler arasındaki stratejik rekabet, uzayın barışçıl ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için etkili küresel yönetim mekanizmalarının oluşturulmasını zorlaştırmaktadır. Uzay tabanlı güneş enerjisi gibi geleceğe yönelik iddialı hedefler, ÇHC'nin uzun vadeli vizyonunu ve uzayı dönüştürücü bir alan olarak görme biçimini göstermekle birlikte, aynı zamanda teknolojik ve jeopolitik rekabeti daha da yoğunlaştırma potansiyeli taşımaktadır. Sonuç olarak, ÇHC'nin uzaydaki yükselişi, 21. yüzyılın jeopolitik manzarasını şekillendiren temel dinamiklerden biridir ve hem büyük fırsatlar hem de önemli zorluklar sunmaktadır.

Kaynakça

- Arms Control Association. (2024, Mart). *Keeping Outer Space Nuclear Weapons Free*. Erişim adresi: <https://www.armscontrol.org/act/2024-03/focus/keeping-outer-space-nuclear-weapons-free>
- Chandrashekar, S. (2022). *China's space programme: From the era of Mao Zedong to Xi Jinping*. Springer.
- Chinese Academy of Sciences (CAS). (2024, 15 Ekim). *China Releases Space Science Development Program for 2024-2050*. Erişim adresi: https://english.cas.cn/newsroom/cas_media/202410/t20241015_691782.shtml
- Feigenbaum, E. A. (2003). *China's techno-warriors: National security and strategic competition from the nuclear to the information age*. Stanford University Press.

- Fu, C. (2024, 24 Nisan). *Remarks by Ambassador Fu Cong at the UN Security Council on the Draft Resolution Regarding Outer Space Security*. Permanent Mission of the People's Republic of China to the UN. Erişim adresi: http://un.china-mission.gov.cn/eng/hyyfy/202404/t20240425_11288792.htm
- González, D. (2023). The Silk Road in Space: China, strategic restraint, and space security. *Global Policy*, 14(4), 635–645. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13270>
- Harrison, T., Johnson, K., ve Young, M. (2023). *Space Threat Assessment 2023*. Center for Strategic and International Studies. Erişim adresi: <https://www.csis.org/analysis/space-threat-assessment-2023> (Kısaltma: CSIS, 2023)
- Heath, T. R., Cevallos, A., ve Annati, M. (2021). *China's Space and Counterspace Capabilities and Activities*. RAND Corporation. Erişim adresi: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA1363-1.html (Kısaltma: RAND, 2021)
- İnce, A., ve Kanaslan, H. (2008). ÇHC Halk Cumhuriyeti'nin Uzay Çalışmaları ve Stratejisi. *Bilge Strateji*, 1(1), 37-58.
- Johnson-Freese, J. (2016). *Space as a strategic asset*. Columbia University Press.
- Lieber Institute. (2025, 31 Ocak). *Countering Space-Based Weapons of Mass Destruction*. Erişim adresi: <https://lieber.westpoint.edu/countering-space-based-weapons-mass-destruction-2/>
- Moltz, J. C. (2019). China and strategic instability in space. *The Nonproliferation Review*, 26(1-2), 1-19. <https://doi.org/10.1080/10736700.2019.1584951>
- Newsweek. (2024, 23 Şubat). *China Opposes 'Arms Race in Space' as US Warns About New Russian Weapon*. Erişim adresi: <https://www.newsweek.com/china-russia-a-space-weapon-nuke-treaty-arms-race-1872704>
- NTI. (t.y.). *Proposed Prevention of an Arms Race in Space (PAROS) Treaty*. Nuclear Threat Initiative. Erişim tarihi: 5 Mayıs 2025, <https://www.nti.org/education-center/treaties-and-regimes/proposed-prevention-arms-race-space-paros-treaty/>
- South China Morning Post (SCMP). (2025, 9 Ocak). *China plans to build 'Three Gorges dam in space' to harness solar power*. Erişim adresi: <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3294091/china-plans-build-three-gorges-dam-space-harness-solar-power>
- SpaceNews. (2024, 9 Aralık). *America must win the race for space solar power – or buy it from China*. Erişim adresi: <https://spacenews.com/america-must-win-the-race-for-space-solar-power-or-buy-it-from-china/>
- State Council Information Office of the People's Republic of China. (2011). *China's Space Activities in 2011*. Erişim adresi: http://www.gov.cn/english/official/2011-12/29/content_2033201.htm (Kısaltma: China SCIO, 2011)
- State Council Information Office of the People's Republic of China. (2016). *China's Space Activities in 2016*. Erişim adresi: http://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2016/12/27/content_281475527159496.htm (Kısaltma: China SCIO, 2016)

- State Council Information Office of the People's Republic of China. (2021). *China's Space Program: A 2021 Perspective*. Erişim adresi: http://english.scio.gov.cn/whitpapers/2022-01/28/content_78021536.htm (Kısaltma: China SCIO, 2021)
- Turner, B. (2025, 14 Ocak). *China plans to build enormous solar array in space — and it could collect more energy in a year than 'all the oil on Earth'*. Live Science. Erişim adresi: <https://www.livescience.com/space/space-exploration/china-plans-to-build-enormous-solar-array-in-space-and-it-could-collect-more-energy-in-a-year-than-all-the-oil-on-earth>
- UN Press. (2024, 24 Nisan). *Security Council Fails to Adopt First-Ever Resolution on Arms Race in Outer Space...* Erişim adresi: <https://press.un.org/en/2024/sc15678.doc.htm>
- United Nations. (1967). *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*. United Nations Treaty Series, 610, 205.
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (t.y.). *Status of Treaties*. Erişim tarihi: 5 Mayıs 2025, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/status/index.html>
- Washington Times. (2024, 12 Haziran). *Inside the Ring: China weighs use of nuclear weapons in space*. Erişim adresi: <https://www.washingtontimes.com/news/2024/jun/12/inside-ring-china-weighs-use-of-nuclear-weapons-in/>

İNGİLTERE, FRANSA, HİNDİSTAN VE JAPONYA'NIN UZAY FAALİYETLERİ

Yunus Karaağaç*

Giriş

Uzay politikaları ve buna bağlı olarak gelişen uzay faaliyetleri ve uzay stratejileri, günümüzde ülkelerin ulusal güvenliği, ekonomik kalkınması, bilimsel araştırmaları ve uluslararası prestiji açısından stratejik bir öneme sahiptir. 21. yüzyılda uzay, sadece bilimsel çalışmaların değil; aynı zamanda askeri, haberleşme, enerji, çevre ve ekonomik çıkarların kesiştiği bir alan hâline gelmiştir. Birçok ülke uzay araştırmalarına, keşiflerine ve ticaretine yatırım yaparak bu alanda güçlenmeye çalışıyor. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Rusya Federasyonu ve Çin Halk Cumhuriyeti bu konuda öne çıkan ve ciddi yatırım yapan ülkelerin başında yer alıyor.

Örneğin, ABD uzay programının merkezi olan NASA, uzay keşifleri, bilimsel araştırmalar ve ticari uzay taşımacılığı gibi birçok faaliyeti yürütmektedir. *SpaceX* ve *Boeing* gibi özel şirketler, uzay taşımacılığına ve roket teknolojilerine büyük yatırımlar yapmaktadır. ABD'nin uzayda savunma stratejileri de oldukça gelişmiş durumdadır. Uzay Kuvvetleri (*Space Force*), uzayda askeri operasyonları yönetmektedir. Rusya için de uzay çalışmaları, Sovyetler Birliği'nden bu yana stratejik önceliklerinden biridir. İlk insanlı uzay uçuşu ve ilk yapay uydu gibi tarihi başarılarında öncüdür. 1992 yılında kurulan Rusya'nın uzay ajansı Roscosmos, uzay keşifleri ve uzay istasyonları konusunda uzun bir geçmişe sahip olmakla birlikte, sivil ve askeri uzay faaliyetlerini yürütür. Rusya özellikle, Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) yaptığı katkılarla dikkat çekmektedir.

* Dr., Bağımsız Araştırmacı, yunuskarags@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6466-0302

Görsel 9.1: Dünya, Ay ve Mars'ı gösteren bir İllüstrasyon



Kaynak: Lea, 2022.

Çin, uzay çalışmalarında son 20 yılda büyük atılım yapmıştır. Hedefi, 2025-2045 arasında dünyanın lider uzay gücü olmaktır. Uzay faaliyetleri Çin Ulusal Uzay İdaresi (CNSA) tarafından yürütülmektedir. CNSA, NASA'nın Çin'deki karşılığı olup askeri ve sivil çalışmaları birlikte koordine etmektedir. Hem bilimsel hem askeri hem de ekonomik amaçlar güdülmektedir. 2003'te astronotlarını uzaya gönderen Çin, günümüzde Mars'a keşif araçları göndermekte ve Ay'a insan göndermeyi planlamaktadır. Avrupa Birliği (AB) ise uzayı hem stratejik hem de ekonomik bir öncelik olarak görmektedir. Özellikle son yıllarda, dijital dönüşüm ve yeşil mutabakat hedefleriyle entegre biçimde **Avrupa Uzay Politikası** güçlendirilmiş, uzay altyapıları ve teknolojileri üzerine ciddi yatırımlar yapılmıştır.

Diğer ülkelerin de uzay politikaları ve faaliyetleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, dört önemli uzay gücü olan İngiltere, Fransa, Hindistan ve Japonya'nın geçmişten günümüze uzay politikalarındaki evrimi, uyguladıkları faaliyetler ve benimsedikleri önemli stratejiler incelenmektedir. Bahsi geçen ülkelerin askeri ve siyasi hedefleri, ekonomik kaynakları ve uluslararası iş birlikleri bağlamında farklılık gösteren uzay faaliyetleri ele alınacaktır.

İngiltere'nin Uzay Faaliyetleri

İngiltere'nin uzayla ilk ciddi ilgisi, 1950'lerde Sovyetler Birliği'nin ve Amerika Birleşik Devletleri'nin uzay yarışında yer almasının ardından başlamıştır. 1957'de Sovyetler Birliği'nin Sputnik 1 uydusunu fırlatması, uzay çağını başlatmış ve birçok ülkeyi uzay araştırmalarına yönlendirmiştir.

İngiltere, bu dönemde uzay araştırmalarına büyük ilgi göstermeye başlamış ve 1950'lerin sonunda ilk uzay araştırmalarını gerçekleştiren kurumların temelini atmıştır (Whyte & Gummett, 1994). 1964'te İngiltere, Avrupa Uzay Araştırma Organizasyonu'na (ESRO) katılmış, 1968'de ise kendi uzay ajansını kurmuş, bu da ülkenin uzay politikalarının daha belirgin hale gelmesini sağlamıştır.

Bu dönemde, uzay projeleri ve uydu teknolojisi üzerine daha fazla yatırım yapılmış ve İngiltere, Amerikan ve Sovyet liderliğindeki uzay yarışına katkı sağlamak için çalışmalarına hız vermiştir. 1970'lerde, İngiltere'nin uzay politikaları daha çok Avrupa ile ortak projelere yönelmiştir. Özellikle Avrupa Uzay Ajansı (ESA) gibi uluslararası işbirlikleri bu dönemde önemli bir yer tutmuştur (Millard, 2005). Sonuç olarak, İngiltere'nin uzay politikaları 1950'lerde başlamış, 1960'larda kurumsal anlamda şekillenmiş ve 1970'lerden itibaren uluslararası işbirlikleri ile daha geniş bir perspektife kavuşmuştur.

1971'de Prospero, İngiltere'nin kendi roketiyle (*Black Arrow*) uzaya gönderdiği ilk ve tek uydu olmuş, ancak 1980'lerde İngiltere, fırlatma faaliyetlerini bırakarak daha çok ESA ile iş birliği ve uydu geliştirmeye odaklanmıştır (Wheeler, 2004). 1985 yılında farklı kurumların tek bir amaç için bir araya getirilmesi amacıyla İngiliz Ulusal Uzay Merkezi (*British National Space Centre*) kurulmuştur. 1990'larda SKYNET 4 serisiyle, İngiliz Silahlı Kuvvetleri için askerî iletişim altyapısı güçlendirilmiş, SKYNET, dünyanın en gelişmiş askerî uydu sistemlerinden biri hâline gelmiştir (Millard, 2005). 2000'li yılların başında ise **Mars Express**¹ (2003) ve **Rosetta**² (2004) gibi büyük bilimsel projelere mühendislik ve veri işleme desteği verilmiştir.

Tek atı altında ulusal uzay politikalarını yürüten kurum olan UK Space Agency 2010 yılında kurulmuştur. İlk resmi İngiliz ESA astronotu Tim Peake 2015 yılında ISS'de 186 gün geçirmiştir. Bu görev İngiltere'nin insanlı uzay faaliyetlerine ilk gerçek katılımı olarak dikkat çekmiştir (Sky News, 2023; The European Space Agency, 2010). Bu süreçte İngiltere, Avrupa'nın yer gözlem (Copernicus/Sentinel) ve küresel konumlama (Galileo) projelerine ciddi mühendislik ve finansal katkı sağlamış, Birleşik Krallık

1 ESA'nın Mars yörünge misyonudur. İngiltere, bilimsel ekipman ve yer istasyonu desteği vermiş, bu görevle birlikte Birleşik Krallık, gezegen araştırmalarına katkı sunan bir ortak olarak öne çıkmıştır (The European Space Agency, 2025a).

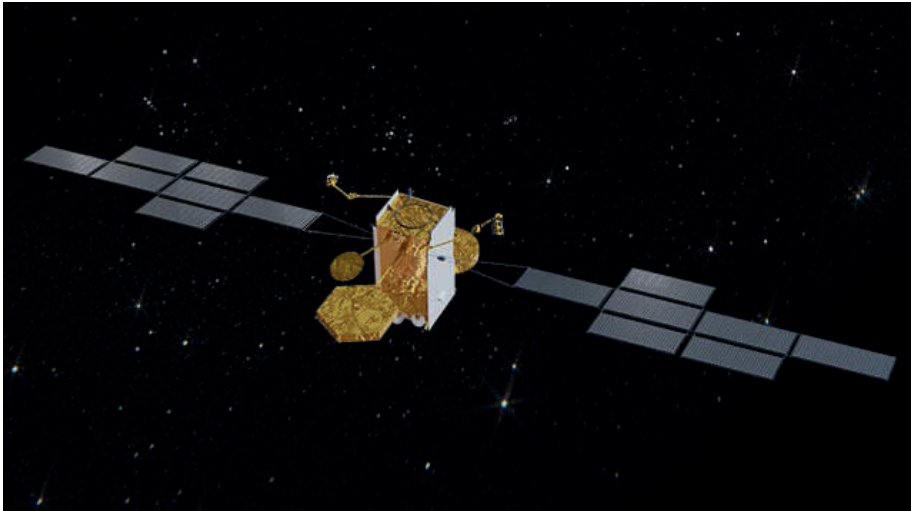
2 Güneş Sistemi'nin kökenini ve evrimini anlama hedefi doğrultusunda kuyruklu yıldız 67P'yi araştıran ESA görevidir. İngiltere, özellikle bilimsel enstrümanların geliştirilmesinde ve veri analizinde yer almıştır (The European Space Agency, 2025b).

hükümeti, *OneWeb* isimli küresel internet uydu ağı projesine³ büyük yatırım yapmıştır (European Court of Auditors, 2021).

2015 yılında yayınlanan Ulusal Uzay Politikası'nda (*National Space Policy*); uzay endüstrisinin küresel pazarda %10 paya ulaşması, bilimsel çalışmaların aralıksız sürdürülmesi, güvenli ve sürdürülebilir bir uzay ortamının teşvik edilmesi öncelenmiştir (UK Space Agency, 2015). 2021 yılındaki Birleşik Krallık Uzay Stratejisi belgesinde ise bilim ve teknoloji liderliği, savunma ve güvenlik için uzay kullanımı, ticari kapasitenin ve uluslararası ortaklıkların artırılması konuları vurgulanmıştır. Bu kapsamda 2022 yılında Uzay Savunma Komutanlığı (*Defence Space Command*) kurulmuş; ABD, Japonya ve Avustralya gibi yeni uluslararası ortaklarla uzay madenciliği hususlarında çalışmalar başlatılmıştır (UK Ministry of Defence, 2022; UK Space Agency, 2021). Son yıllarda ise yeni nesil askeri iletişim uydusu programı olan SKYNET 6, İngiltere'nin uzayda savunma kapasitesini artırma hedefinin bir parçası olarak hayata geçirilmiştir.

Sonuç olarak İngiltere, küresel bir uzay gücü olmaktan ziyade, etkili bir uzay oyuncusu olma yolunda ilerlemekte; denizaşırı ortaklıklar, özel sektör yatırımları ve savunma stratejileri ile ulusal çıkarlarını uzay ortamında koruyabilecek bir kapasiteye ulaşmaya çalışmaktadır.

Görsel 9.2: Askeri Haberleşme Uydusu SKYNET 6



Kaynak: Airbus, 2022.

3 Brexit sonrası Galileo'dan kopuş nedeniyle stratejik bir alternatiftir.

Fransa'nın Uzay Faaliyetleri

Fransa, uzay yarışına erken katılan ülkelerden biridir. 1957 yılında Sovyetler Birliği'nin Sputnik 1'i uzaya göndermesinin ardından, Fransa'da kendi uzay programını başlatma kararı almış ve General Charles de Gaulle döneminde (1961) uzay programını yönetmek için *Centre National d'Études Spatiales*'i (Ulusal Uzay Araştırmaları Merkezi-CNES) kurmuştur. CNES, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki NASA ve Rusya'daki Roscosmos'un ardından en eski üçüncü uzay ajansıdır. 1965 yılında Fransa, ilk yerli yapım uydusu olan Asterix 1'i uzaya başarıyla göndermeyi başarmış, bu durum, Fransa'nın uzay araştırmalarında önemli bir kilometre taşı olarak kayıtlara geçmiştir (Young, 2024: 1).

Fransa, 1970'lerde uzay teknolojisi alanındaki yetkinliğini artırmaya devam etmeye çalışmış, bu süreçte uzay politikası daha çok askeri güvenlik ve ticaret alanlarına odaklanmıştır. CNES öncülüğünde yer gözlem uyduları (SPOT), telekomünikasyon uyduları (Telecom serisi) ve bilimsel araştırmalar öne çıkmış, özellikle 1974 yılında Fransa, Avrupa ile iş birliği kapsamında Ariane roket programını başlatmıştır. Ariane roketleri, Avrupa'nın bağımsız uzay taşıma kapasitesine sahip olmasına imkân sağlamış ve Fransa'nın uzay endüstrisinin büyümesine büyük katkı sunmuştur (The European Space Agency, 2009).

1975'te kurulan Avrupa Uzay Ajansı'nın kuruluşunda Fransa kilit rol oynamıştır. ESA'nın merkezi Paris'te yer almakta olup, Fransa'nın kurum içinde en yüksek bütçeye sahip ülkelerden biri olduğunu belirtmek gerekir. 1980'li yıllarda Fransa, Avrupa ülkeleri arasında uzay faaliyetlerine GSM-H'sinden en yüksek yüzdeyi ayıran ve Avrupa Uzay Ajansı'nın bütçesine en büyük katkıyı sağlayan ülke olmuştur. Ve yine bu dönemde Fransa'nın uzay politikası, askeri amaçlı uyduların geliştirilmesi ve uzay keşiflerinde Avrupa'nın liderliğini sağlamaya yönelik çalışmalarla şekillenmiştir (Dancey, 1988). Bu kapsamda Fransa, 1990'lardan itibaren uzayı askerî operasyonlarını desteklemek için kullanmaya hız vermiştir. Optik veya radar gözlemi, sinyal istihbaratı, uydu telekomünikasyonu ve uydu meteorolojisi gibi alanlara nitelikli yatırımlar yapmış ve silahlı kuvvetlerini modernize etmiştir (Armed Forces Ministry, 2019). 2000'li yıllarda ise Fransa, Ariane roketleriyle ticarî uydu lansmanlarında dünya çapında rekabetçi bir oyuncu hâline gelmiş, Ariane, Rusya'nın Proton roketlerine ve Amerikan Falcon roketlerine karşı ciddi bir rakip olmuştur.

Görsel 9.3: 2024 Yılında Uzaya Gönderilen Ariane 6 Roketi



Kaynak: The European Space Agency, 2024.

Fransa 2010'lu yıllarda, uzayda ileri teknolojilerin geliştirilmesine ve ticari uygulamalara büyük yatırım yapmış, özellikle; Gonetsat, Galileo ve Copernicus gibi Avrupa'nın küresel uydu projelerinde önemli bir oyuncu haline gelmiştir. 2019 yılında ise Hava Kuvvetleri'nin yeniden yapılandırılmasıyla birlikte Uzay Kuvvetleri Komutanlığı (*Commandement de l'Es-space*) kurulmuştur. Bu atılım, Fransa'nın uzayı artık bir "savaş alanı" olarak gördüğünü ve ABD, Çin ve Rusya gibi büyük aktörlerle stratejik rekabet içinde olduğunu göstermiştir (Adam, 2023). Son dönemlerde ise uzay endüstrisinde dünya çapında bir rekabet yaratmayı ve Avrupa'yı uzayda daha bağımsız hâle getirmeyi amaçlayan projelere odaklanmaya devam etmiş, CNES koordinatörlüğünde uzayda sürdürülebilirlik ve çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine (küçük uydular, uzay veri analitiği, yeşil uzay teknolojileri) odaklanmaya başlamıştır (Young, 2024).

Bu kapsamda Fransa, CNES'in 1,5 milyar Euro bütçe ile yenilikçi ve inovatif uzay teknolojilerini destekleyeceğini göstermiş, ayrıca **Artemis Anlaşmalarına**⁴ katılarak, küresel ve barışçıl uzay keşifleri yolunda iş birliğini güçlendirmeyi taahhüt etmiştir (CNES, 2025). Sonuç olarak Fransa

4 21. yüzyılda sivil uzay keşfi ve kullanımına rehberlik etmek üzere tasarlanmış, bağlayıcı olmayan bir ilkeler bütünüdür. ABD adına Dışişleri Bakanlığı ve NASA tarafından ortaklaşa yürütülen Artemis Anlaşmaları, 13 Ekim 2020'de Avustralya, Kanada, İtalya, Japonya, Lüksemburg, Birleşik Arap Emirlikleri, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri ile başlatılmıştır. Mayıs 2025 itibarıyla 55 imzacı ülke bulunmakta olup, uzayda barışçıl, sürdürülebilir ve şeffaf bir iş birliği için ortak bir vizyona sahip ülkeleri bir araya getirmek amaçlanmaktadır (U.S. Department of State, 2025).

özellikle Avrupa Uzay Ajansı başta olmak üzere diğer ülke ve kurumlarla yaptığı iş birlikleriyle dikkat çekmekte, askeri alanlarda uzay teknolojilerini kullanma konusunda önemli adımlar atmaktadır. Ariane roketleri gibi ticari uydu taşımacılığında da Fransa'nın önemli bir yeri vardır ve uzayda çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalarına devam etmektedir.

Hindistan'ın Uzay Faaliyetleri

Hindistan'ın 1947'de İngiliz işgalinden bağımsızlığını kazanmasının ardından Hintli bilim insanları ve politikacılar roket teknolojisinin hem savunma uygulamaları hem de araştırma ve geliştirme alanındaki potansiyelinin farkına varmışlardır. Hindistan gibi demografik olarak büyük bir ülkenin kendi bağımsız uzay yeteneklerine ihtiyaç duyacağını ve uyduların uzaktan algılama ve iletişim alanlarındaki erken potansiyelini fark eden bu kişilerden biri olan Dr. Vikram Sarabhai, Hindistan'ın uzay programını başlatan kişi olmuştur (Sankalp India Foundation, 2025).

Ülkedeki uzay faaliyetleri 1962 yılında Hindistan Ulusal Uzay Araştırmaları Komitesi'nin (INCOSPAR) kurulmasıyla başlatılmış, 1963 yılında ilk kez bir süpersonik taşıma roketi olan Nike-Apache, Hindistan'dan başarıyla fırlatılmıştır. Bu girişim, Hindistan'ın uzay programının ilk adımları olarak dikkat çekmiştir. Hindistan uzay programı Kasım 1969'da Hindistan Uzay Araştırma Örgütü'nün (ISRO) kurulmasıyla kurumsallaşmıştır. ISRO'nun birincil sorumluluğu; kendi kendine yeterliliği sağlamak ve ulusun gelişimine yardımcı olmak için uzay bilimi, teknolojisi ve uygulamalarının geliştirilmesini teşvik etmek olarak belirlenmiştir (Indian Space Research Organisation, 2008).

Hindistan, 1970'lerin sonlarına doğru uzay çalışmalarını daha sistematik hâle getirmiş ve önemli başarılar elde etmiştir. 1975'te ilk yerli yapım uydusu Aryabhata'yı Sovyetler Birliği'nin yardımıyla uzaya göndermiş, 1979 yılında ise kendi yerli uydularını geliştirme yönünde adımlar atarak INSAT (*Indian National Satellite*-Hindistan Ulusal Uydusu) sisteminin temelleri oluşturulmuştur. INSAT uyduları, Güney Asya ve Hint Okyanusu Bölgesi'ndeki arama ve kurtarma görevleri için tehlike uyarı sinyali alımı da dâhil olmak üzere iletişim ve meteoroloji yetenekleri sağlamıştır (Asokan, 2021).

Hindistan, 1990'lı yıllarda uzay araştırmalarında daha bağımsız ve güçlü bir aktör olmaya başlamış, bu dönemde uzay teknolojisinde büyük

atılımlar yapılmıştır. İlk yerli fırlatma roketi PSLV'yi (*Polar Satellite Launch Vehicle*) başarıyla test etmiş, böylelikle Hindistan kendi uydularını fırlatma yeteneğine sahip olmaya başlamıştır. Ayrıca 1999'da INSAT ve GSAT serisi uyduları aracılığıyla haberleşme, televizyon yayıncılığı ve meteorolojik gözlemler konusunda önemli bir kapasite gelişmiştir (Sankalp India Foundation, 2025).

2000'li yıllarda Hindistan, uzay araştırmaları hususunda uluslararası alanda önemli bir oyuncu haline gelmiştir. 2001 yılında ilk Mars keşif aracı olan Mangalyaan'ı tasarlama sürecini ve 2008'de Chandrayaan-1 adlı ilk Ay keşif misyonunu başlatmıştır. Chandrayaan-1 ile Ay'ın su buharı izlerinin keşfi gibi önemli bilimsel bulgulara imza atılmıştır. 2014'de ise Mars'a başarılı bir şekilde ulaşan ilk Asya ülkesi olmuştur (Narayanan, 2015).

Görsel 9.4: Chandrayaan-1- Ay Keşif Misyonu



Kaynak: Hindustan Times, 2020.

2019 yılında gerçekleştirilen **ASAT** (*Anti-Satellite Test*) ile Hindistan, uzayda askeri kabiliyetini sergilemeye başlamış, bu süreçte kurulan **Uzay Savunma Ajansı**, uzayı askerî güvenlik stratejisinin parçası hâline getirmiştir (Singh, 2021). Yeni dönemde uzay faaliyetleri yalnızca sivil değil; aynı zamanda stratejik askeri caydırıcılık, açısından da değerlendirilmektedir (Lele, 2020).

2023'te **Chandrayaan-3** ile Güney Kutup yakınında yumuşak iniş yapan ilk ülke oldu (ESA, 2023). Aditya-L1 (Güneş gözleme uydusu) ve XPoSat

(X-ışını kutuplanma teleskobu) gibi bilimsel misyonlar 2024 yılında devreye girdi (İHA, 2024). Ayrıca 2025 başında, ISRO iki uydunun uzayda keetlenmesini başardı; bu, Hindistan'ı bu başarıyı elde eden ABD, Rusya ve Çin'den sonra dördüncü ülke yaptı. Hükümet, 2028'e kadar iki insanlı ve altı insansız görev planlayan **Gaganyaan** programının bütçesini 2,32 milyar dolar olarak güncelledi (Reuters, 2025). Ayrıca ISRO, 2035'e kadar ilk uzay istasyonunu kurmayı ve daha fazla küresel iş birliğiyle uydu sayısını artırmayı planlamaktadır (Dan Tri, 2024).

Sonuç olarak Hindistan, uzay stratejisi ve politikaları konusunda askerî ve ticarî faaliyetlerini geliştirmiş ve dünya çapında birçok uyduyu düşük maliyetle fırlatmayı başararak; Ay, Mars ve Güneş'e yönelik yaptığı keşiflerle bilim dünyasına önemli katkılar sağlamıştır. Özellikle ABD, Rusya ve Avrupa Uzay Ajansı ile güçlü ortaklıklar kurmuş olan Hindistan, izlediği düşük maliyet politikası ile uzay faaliyetlerini kendi imkân ve kaynakları ile gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

Japonya'nın Uzay Faaliyetleri

Japonya'nın uzay faaliyetleri 1955 yılında "Japon roketçiliğinin öncüsü" olarak anılan Profesör Hideo Itokawa'nın "Pencil" roket deneyleri ile başlamış ve *Japan Rocket Society* kurulmuştur. 1958 yılında ise Pencil roketinden geliştirilen Kappa roketi ile atmosfer gözlemleri yapmayı denemiş ve 50 km yükseklikte üst atmosfer gözlemleri yapmayı başarmıştır. Ayrıca belirtmek gerekir ki ülkenin İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra teslim olma şartlarının bir parçası olarak, Japonya'nın askerî kullanım için yeniden kullanılacak roket kontrol teknolojisine sahip olmasına izin verilmiştir (JAXA, 2025a). Bu duruma ek olarak maddi koşulların da pek elverişli olmamasına rağmen, Japon bilim insanlarının çalışmaları ile uzay faaliyetleri hızını artırmıştır.

Japonya'nın ilk yerli üretim roketi "M-4" 1961'de fırlatılmış, 1964 yılında Tokyo Üniversitesi Havacılık Araştırma Enstitüsü ve Endüstriyel Bilimler Enstitüsü'nün bir kısmı birleşerek Tokyo Üniversitesi Uzay ve Havacılık Bilimleri Enstitüsü kurulmuştur (JAXA, 2025a). Bu durumu, 1969'da Japonya Ulusal Uzay Geliştirme Ajansı'nın (NASDA) kuruluşu izlemiştir. 1970'te Japonya, ilk uydusu olan "Ohsumi"yi başarıyla uzaya fırlatarak önemli bir gelişmeye imza atmıştır (Ganesh, 2024). 1970'lerde Japonya, H-2 roketi gibi gelişmiş roket sistemlerini tasarlamaya ve fırlatmaya başlamış, 1980'lerde ise uzay araştırmalarında büyük bir atılım yapmış ve H-2A

roketlerini geliştirerek, kendi uydularını uzaya gönderebilme yeteneği kazanmıştır (Historic Spacecraft, 2025).

Görsel 9.5: Japonya'nın H2-A Roketi



Kaynak: Clark, 2021.

1999 senesinde Japonya, Hayabusa adlı ilk asteroid keşif misyonunu başlatmış, 2003 yılında ise JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency-Japonya Uzay Araştırma Ajansı*) kurulmuştur (ISAS, 2025). 2010'lu yıllar, Japonya'nın uzay araştırmalarında büyük bir ilerleme kaydettiği ve özellikle bilimsel keşiflere yoğunlaştığı bir dönem olmuştur. 2013 yılında Kibo adlı bir modül ile Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) katılım sağlanmış, Kibo modülü, ISS'nin en büyük modüllerinden biri olup Japonya'nın uzayda daha aktif bir rol oynamasına olanak tanımıştır (NASA, 2025). Ayrıca Akasaki Uzay Keşif Misyonu başlatılarak, Güneş Sistemi'ndeki asteroitlere dair daha fazla bilgi edinmek amaçlanmıştır. 2012'de Japon hükümeti, **Ulusal Uzay Temel Yasası** ile uzayın aynı zamanda "ulusal güvenliği destekleyen bir alan" olduğunu kabul etmiştir (McCormick, 2021). Bu durum Japonya'nın uzaydaki askeri stratejilere yöneliminin başlangıcını oluşturmuştur.

2020 yılında Japonya, SLIM (*Smart Lander for Investigating Moon*) misyonunu duyurmuş, Ay'a iniş yapmayı ve bu süreçte Ay yüzeyinin haritasını çıkarmayı hedeflemiştir (JAXA, 2025b). Söz konusu misyonu *Lunar Polar Exploration Mission* (LPE) gibi projeler takip etmiş, Ay keşiflerine odaklanıldığının altı çizilmiştir. Ayrıca, JAXA ve Kyoto Üniversitesi gibi kurumlar SOTA⁵ projesi ile **optik iletişim** ve **LignoSat**⁶ gibi çevreci uydu projeleri ile uzay çöplüğünü azaltmaya yönelik çalışmalar yürütmeye başlamıştır (McKie, 2024). Sonuç olarak Japonya, asteroid keşifleri ile Ay ve Güneş Sistemi'ne yaptığı araştırmalarla bilim dünyasına önemli katkılar sağlamakta, NASA ve ESA gibi uluslararası uzay ajansları ile sıkı iş birlikleri geliştirmektedir. Ayrıca, Japonya'nın Uluslararası Uzay İstasyonu'na yaptığı katkılar dikkat çekicidir.

Sonuç

Uzay faaliyetleri artık sadece birkaç ülkenin değil, tüm dünyanın stratejik gündeminde yer alıyor. Ülkeler bu alandaki yarışa geç kalmamak için uzun vadeli stratejiler oluşturuyor. İngiltere, Fransa, Hindistan ve Japonya uzay faaliyetlerinde önemli ilerlemeler kaydetmiş ve her biri kendi

5 *Small Optical Transponder* (SOTA): Japonya'nın geliştirdiği bir **uzay tabanlı lazer haberleşme sistemi** projesidir. Bu sistem, uzaydan Dünya'ya **yüksek hızlı optik iletişim (lazer iletişimi)** sağlayarak geleneksel radyo frekansı (RF) iletişimine alternatif sunmayı amaçlar (NICT, 2025).

6 **LignoSat** projesi, Japonya'nın dünyada ilk kez **ahşaptan (odun bazlı malzeme)** yapılmış bir uyduyu uzaya göndermeyi hedeflediği çevre dostu bir uzay projesidir. Bu proje, uzayda kullanılan malzemelerin doğaya ve uzay ortamına etkisini azaltmak amacıyla geliştirilmiştir (McKie, 2024).

stratejileriyle küresel uzay politikalarında etkili oyuncular haline gelmiştir. Bu ülkelerin uzay araştırmalarındaki başarısı, sadece bilimsel ve teknolojik yeniliklere değil, aynı zamanda ulusal güvenlik, ekonomik gelişim ve uluslararası iş birliklerine dayanmaktadır.

İngiltere: 1960'larda bağımsız fırlatma kabiliyetleri geliştiren ilk ülkelerden biriydi ve bu durum 1971 yılında İngiliz yapımı Black Arrow roketi kullanılarak Prospero uydusunun başarılı bir şekilde fırlatılmasıyla sonuçlandı. Ancak bu başarıdan kısa bir süre sonra Birleşik Krallık hükümeti, büyük ölçüde yüksek maliyetler ve değişen siyasi öncelikler nedeniyle bağımsız fırlatma programından vazgeçmeye karar verdi ve bunun yerine uydu geliştirme ve uluslararası iş birliğine odaklandı. Soğuk Savaş döneminde ve 20. yüzyılın sonlarına doğru Birleşik Krallık'ın uzay alanındaki çabaları, kuruluşundan bu yana önemli bir üyesi olduğu Avrupa Uzay Ajansı olmak üzere iş birlikleri aracılığıyla yönlendirildi.

Bu durum 2010'lu yıllarda Birleşik Krallık hükümetinin uzayı ekonomik büyüme, inovasyon ve ulusal güvenlik için kritik bir alan olarak görmeye başlamasıyla değişti. Birleşik Krallık Uzay Ajansı'nın 2010 yılında kurulması, daha merkezi ve proaktif bir uzay politikasına doğru bir geçişe işaret ediyordu. Birleşik Krallık'ın 2018 Uzay Endüstrisi Yasası, İngiliz topraklarından fırlatmalar da dâhil olmak üzere ticari uzay uçuşları için yasal bir temel sağladı. Brexit'in ardından Birleşik Krallık, Galileo'ya alternatif uydu navigasyonuna yatırım yaparak uzayda bağımsız liderlik sergileme çabalarını yoğunlaştırdı.

Fransa: Fransa uzay politikası ve gelişiminde öncü olmuş ve kendisini Avrupa'nın önde gelen uzay gücü olarak konumlandırmıştır. 1965 yılında Fransa, Sovyetler Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra yörüngeye uydu fırlatan dünyadaki üçüncü ülke olmuştur. Ayrıca 1975 yılında Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) kurulmasında ön planda yer almış ve kesintisiz biçimde en büyük katkıda bulunanlardan biri olmuştur. Fransız Guyanası uzay üssünden fırlatılan ve Avrupa'nın uzaya ana erişimi ve küresel ticari rakibi hâline gelen Ariane roket ailesinin geliştirilmesine öncülük etmiştir.

Son yıllarda Fransız hükümeti uzayı askeri bir alan olarak kabul etmiş ve 2019'da silahlı kuvvetleri bünyesinde bir Uzay Komutanlığı kurmuştur. Fransa, ESA ve ortak AB programları gibi Avrupa iş birliğine olan bağlılığını egemen bir uzay gücü olarak kalma arzusuyla dengelemeye devam etmektedir. 2022 uzay savunma stratejisi ve iklim izleme, uzay gözetimi ve

yeniden kullanılabilir fırlatma teknolojisine devam eden yatırımları, ekonomik, bilimsel ve güvenlik hedeflerini bütünleştiren ileriye dönük bir yaklaşımı yansıtmaktadır.

Hindistan: Hindistan'ın uzay programı 1960'larda düşük maliyetli ve kalkınma odaklı bir vizyonla başlamış, 1969 yılında kurulan Hindistan Uzay Araştırma Örgütü (ISRO), ülkenin iletişim, hava tahmini, eğitim ve afet yönetimi gibi sosyo-ekonomik ihtiyaçlarını karşılama felsefesiyle hareket etmiştir. Soğuk Savaş döneminde ve 1990'larda Hindistan, uydu geliştirme ve fırlatma teknolojilerine ağırlık vermiş, Polar Uydu Fırlatma Aracı (PSLV) programı da dahil olmak üzere yerli teknolojik ilerleme hız kazanmıştır. Bu dönem boyunca Hindistan'ın uzay programı öncelikle sivil, kalkınma odaklı ve barışçıl bir duruş sergilemiştir.

Hindistan, düşük maliyetli uzay programları ve bilimsel keşifleriyle dikkat çeken bir ülkedir. ISRO aracılığıyla başlattığı uzay projeleri, Hindistan'ı dünya çapında bir uzay gücü haline getirmiştir. Özellikle *Mars Orbiter Mission* (Mangalyaan) ve Chandrayaan-1 gibi başarılarla dikkat çeken Hindistan, uzay keşiflerinde ekonomik verimlilik ve etkinlik sağlamaktadır. Hindistan'ın gelecekteki hedefleri arasında insanlı uzay görevleri ve Mars keşifleri yer almaktadır. Hindistan, uzayda ekonomik faydalar elde etmeyi ve uluslararası iş birliklerini artırmayı hedeflemektedir.

Japonya: Japonya'nın uzay programı 1950'lerde Hideo Itokawa liderliğindeki akademik araştırmalarla başlamış ve 1970 yılında Japonya'nın ilk uydusu Ohsumi'nin fırlatılmasıyla sonuçlanarak Japonya'yı yörüngeye bağımsız olarak uydu fırlatan dördüncü ülke haline getirmiştir. İlk yıllarda yürütülen çalışmalar, askeri ya da ticari hedeflerden ziyade bilimsel misyonlara odaklanmıştır. NASDA (Ulusal Uzay Geliştirme Ajansı) ve ISAS gibi kuruluşlar aracılığıyla Japonya kendi fırlatma araçlarını (örneğin H-2 serisi) geliştirmiş ve Kibo modülü aracılığıyla Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) dâhil olmak üzere uluslararası iş birliklerine katkıda bulunmuştur. Bu kurumlar 2003 yılında Japonya Havacılık ve Uzay Keşif Ajansı (JAXA) bünyesinde birleştirilerek koordinasyon ve teknolojik gelişimin iyileştirilmesine yönelik çabalar pekiştirilmiştir.

Sonuç olarak, İngiltere, Fransa, Hindistan ve Japonya uzay araştırmalarında farklı stratejiler izleseler de hepsi büyük bir başarı elde etmiş ve dünya çapında saygın birer uzay gücü haline gelmiştir. İngiltere, daha çok ticari alandaki yatırımlarına ve iş birliklerine; Fransa ise Avrupa'nın uzay gücü bağımsızlığı kapsamında savunma projelerine odaklanıyor. Hindistan,

düşük maliyetli ve verimli projeleriyle uzayda bilimsel başarılar elde ederken, Japonya, yüksek teknoloji ve bilimsel keşifleri önceliyor.

Kaynakça

- Adam, P. (2023). *Space Defence: Challenges for the French Space Command*. <https://www.defnat.com/e-RDN/vue-article-cahier.php?>
- Airbus. (2022). *SKYNET 6A Satellite Passes Critical Design Review*. <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2022-07-skynet-6a-satellite-passes-critical-design-review>
- Armed Forces Ministry. (2019). *Space Defence Strategy*. https://cd-geneve.delegfrance.org/IMG/pdf/space_defence_strategy_2019_france.pdf?
- Asokan, T. (2021). History of Indian National Satellite Programme (INSAT). *Journal of Language and Linguistic Studies*, 17(2), 1437-1441.
- Clark, S. (2021). Japanese H-2A Rocket Ready for Launch with Navigation Satellite. *Spaceflight Now*. <https://spaceflightnow.com/2021/10/25/japanese-h-2a-rocket-ready-for-launch-with-navigation-satellite/>
- CNES. (2025). *What we do*. <https://cnes.fr/en/what-we-do> (Erişim tarihi: 02.09.2025).
- Dan Tri, B. (2024). *India and its Plan to Build a Space Station Orbiting the Moon*. <https://www.vietnam.vn/en/an-do-va-ke-hoach-xay-dung-tram-vu-tru-bay-quan-h-mat-trang>
- Dauncey, H. D. (1988). The French Space Program in 1987: 25 Years of the French State and Space. *French Politics and Society*, 6(1), 28-33.
- ESA. (2023). *India's Chandrayaan-3 successfully lands on the Moon*. https://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/India_s_Chandrayaan-3_successfully_lands_on_the_Moon
- European Court of Auditors. (2021). *EU Space Programmes Galileo and Copernicus: Services Launched, but the Uptake Needs a Further Boost*. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/space-programmes-7-2021/en/>
- Ganesh, A. S. (2024). *Ohsumi, Japan's First Successful Satellite*. <https://www.thehindu.com/children/ohsumi-japans-first-successful-satellite/article67803738.ece>
- Hindustan Times. (2020). *Chandrayaan-1 Team Recalls How They Thanked Their Gods After Spacecraft Entered Lunar Orbit*. <https://www.hindustantimes.com/india-news/chandrayaan-1-team-recalls-how-they-thanked-their-gods-after-spacecraft-entered-lunar-orbit/story-seQ5d2m8mxKDEbqhd1SpNN.html>
- Historic Spacecraft. (2025). *Japanese Rockets Overview*. https://historicspacecraft.com/Rockets_Japanese.html
- Indian Space Research Organisation. (2008). *The Indian Space Programme*. [https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/ResourcesPdf/SpaceIndia/publication\(6\).pdf](https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/ResourcesPdf/SpaceIndia/publication(6).pdf)
- ISAS. (2025). *Hayabusa. Institute of Space and Astronautical Science*. <https://www.isas.jaxa.jp/en/missions/spacecraft/past/hayabusa.html>

- IHA. (2024). *Hindistan, Uzaya Gözlem Uydusu Fırlattı*. <https://www.ihacom.tr/haber-hindistan-uzaya-gozlem-uydusu-firlatti-1185332>
- JAXA. (2025a). *The Beginning of Japan's Space Exploration*. <https://global.jaxa.jp/activity/pr/jaxas/no082/02.html>
- JAXA. (2025b). *About Smart Lander for Investigating Moon (SLIM)*. <https://global.jaxa.jp/projects/sas/slim/>
- Lea, R. (2022). *The Artemis Plan: Why NASA Sees the Moon as a Stepping Stone to Mars*. Erişim adresi: <https://www.space.com/artemis-1-moon-stepping-stone-mars>
- Lele, A. (2019). *Disruptive Technologies for the Militaries and Security*. Singapur: Springer.
- McCormick, P. K. (2021). The Evolution of Japan's Space and Security Policies: Reflections of Constitutional Interpretation and U.S. Influence. *Asian International Studies Review*. 22(2), 1-23.
- McKie, R. (2024). Japan to Launch World's First Wooden Satellite to Combat Space Pollution. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/science/2024/feb/17/japan-to-launch-worlds-first-wooden-satellite-to-combat-space-pollution?>
- Millard, D. (2005). *An Overview of United Kingdom Space Activity 1957-1987*. Noordwijk: ESA Publications.
- Narayanan, A. (2015). *India's Mars Orbiter Mission*. https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1242/1/8_INDIA%E2%80%99S%20MARS%20ORBITER%20MISSION.pdf
- NASA. (2025). *Japanese Experiment Module Kibo*. <https://www.nasa.gov/international-space-station/japanese-experiment-module-kibo/>
- NICT. (2025). *SOTA Project*. https://www2.nict.go.jp/spacelab/en/pj_sota.html
- Reuters. (2025). *India Raises Budget for Gaganyaan Human Spaceflight Mission to \$2.32 Billion*. <https://www.reuters.com/technology/space/india-raises-budget-gaganyaan-human-spaceflight-mission-232-billion-2025-02-13/>
- Sankalp India Foundation. (2025). *History of Indian Space Research*. <https://www.sankalpindia.net/history-indian-space-research>
- Singh, S. (2021). *India's ASAT Test: Strategic Significance and Legal Implications*. *Journal of Space Security Studies*, 3(1), 45-60.
- Sky News. (2023). *Tim Peake Retires as Astronaut to Become Space Ambassador*. <https://news.sky.com/story/tim-peake-retires-as-astronaut-to-become-space-ambassador-12791027>
- The European Space Agency. (2009). *The Origins of Ariane*. https://www.esa.int/About_Us/50_years_of_ESA/The_origins_of_Ariane
- The European Space Agency. (2010). *UK Space Agency Announced*. https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/UK_Space_Agency_announced
- The European Space Agency. (2024). *Europe's New Ariane 6 Rocket Powers into Space*. https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Ariane/Europe_s_new_Ariane_6_rocket_powers_into_space

- The European Space Agency. (2025). *Mars Express Overview*. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express_overview
- The European Space Agency. (2025b). *Rosetta's Frequently Asked Questions*. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Rosetta/Frequently_asked_questions
- UK Ministry of Defence. (2022). *Defence Space Strategy: Operationalising the Space Domain*. Bristol: The National Archives.
- UK Space Agency. (2015) *National Space Policy*. <https://www.gov.uk/government/publications/national-space-policy>
- UK Space Agency. (2021). *National Space Strategy*. <https://www.gov.uk/government/publications/national-space-strategy>
- U.S. Department of State. (2025). *Artemis Accords*. <https://www.state.gov/bureau-of-oceans-and-international-environmental-and-scientific-affairs/artemis-accords>
- Wheeler, B. (2004). *Britain's First Space Pioneers*. http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/magazine/3388535.stm
- Whyte, N. & Gummett, P. (1994). The Military and Early United Kingdom Space Policy. *Contemporary Record*, 8(2), 343-369.
- Young, M. (2024). *The Evolution of French Space Security*. Washington, DC: Center for Strategic & International Studies.

BİRLEŞMİŞ MİLLETLER VE UZAY: YASAL ÇERÇEVE, KURUMSAL YAPI VE FAALİYETLER

Oktay Bingöl*

Giriş

Bir zamanlar Soğuk Savaş'ın iki süper gücünün münhasır alanı olan dış uzay, bugün küresel iletişim, navigasyon, çevresel izleme ve güvenlik için ayrılmaz bir ortak alandır. Uzaydaki ticarî, bilimsel-teknolojik ve askerî faaliyetler genişledikçe, onun barışçıl ve sürdürülebilir bir alan olarak kalmasını sağlamak için kapsamlı ve işbirliğine dayalı bir uluslararası çerçevenin devletlerin uzlaşması ile oluşturulması, uygulanması ve sürdürülmesi gereklidir. 1950'lerin sonlarından bu yana, Birleşmiş Milletler (BM), eşit erişim, barışçıl kullanım ve hukukun üstünlüğüne odaklanarak böyle bir çerçevenin müzakere edilmesi ve sürdürülmesi için birincil forum olmuştur. Bu makalede, BM'nin uzay politikasının evrimi, hukuksal ve kurumsal mekanizmaları ile yaşanmakta olan zorluklar incelenmektedir.

BM Uzay Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Sovyetler Birliği'nin 1957'de Sputnik 1'i fırlatması, uzayın askerileşmesi konusunda uluslararası endişeleri tetikleyerek bir yönetim çerçevesi oluşturma çabalarını hızlandırmıştır (UNGA Res. 1348 (XIII), 1958). Uzayın barışçıl yönetimine yardımcı olacak uluslararası bir organa ihtiyaç duyulduğunu kabul eden BM Genel Kurulu, 1959'da Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi'ni (COPUOS) kurmuştur (UNGA Res. 1472 (XIV)). COPUOS, uzayın barışçıl kullanımları konusunda uluslararası iş birliğini teşvik etmek ve uzay araştırmalarından kaynaklanan yasal sorunları incelemekle görevlendirilmiştir.

COPUOS'un kurulmasını müteakip BM, 1960-1970 döneminde beş temel uzay antlaşmasıyla sonuçlanan müzakerelere öncülük etmiştir: 1) Dış Uzay Antlaşması (*Outer Space Treaty*) (OST, 1967), uzay hukukunun

1 (E) Tuğgeneral, Prof. Dr., fertel1999@gmail.com ORCID: 0000-0002-4794-5656

“Magna Carta’sı” olarak anılmaktadır. OST, yörüngeye nükleer silah yerleştirilmesini, Ay’ın barışçıl amaçlar dışında kullanılmasını ve ulusal tahsisini yasaklamaktadır (Madde I-IV); 2) Kurtarma Anlaşması (1968), OST’nin V. maddesi üzerine inşa edilmiştir ve devletlerin sıkıntısındaki astronotlara yardım etmelerini ve onları ülkelerine geri göndermelerini kapsamaktadır (Madde 2); 3) Sorumluluk Sözleşmesi (1972), uzay nesnelere Dünyaya verdiği zarar için mutlak sorumluluğu ve uzaydaki zararlar için hataya dayalı sorumluluğu tanımlamaktadır (Madde II-III); 4) Kayıt Sözleşmesi (1975), devletlerin fırlatılan uzay nesnelere ayrıntılarını BM’ye sağlamasını düzenlemektedir (Madde IV); 5) Ay Anlaşması (1979) ise Ay’ı ve doğal kaynaklarını insanlığın ortak mirası olarak ilân ederek kaynakların kullanımının uluslararası düzeyde düzenlenmesini içermektedir (Madde 11).

BM’nin uzay çalışmalarında BM Uzay Konferansları (UNISPACE) ve Uzay2030 (Space2030) gündemi önemli yer tutmaktadır. UNISPACE konferans serisi (1968, 1982, 1999 ve 2018) uzay iş birliğini sürdürme bakımından etkili olmuştur.

İlk üç konferansın temel çıktılarında BM Uzay Uygulamaları Programı’nın (1971’de kuruldu) ve BM’ye bağlı bölgesel uzay bilimi eğitim merkezleri ağının oluşturulması ve 21. yüzyıla kadar uzay faaliyetleri için 33 öneri içeren “Uzay Milenyum: Viyana Bildirgesi” (1999) yer almıştır.

UNISPACE I, 14-27 Ağustos 1968, Viyana’da; 78 devlet, 9 BM ajansı ve 4 diğer uluslararası örgütün de katılımıyla düzenlenmiştir. Konferansta uzay bilimi ve teknolojisindeki ilerlemeler gözden geçirilmiş ve özellikle gelişmekte olan ülkelere fayda sağlamak için uluslararası iş birliği mekanizmaları üzerinde durulmuştur. Konferans kararları çerçevesinde 1971’de UNOOSA Uzay Uygulamaları Programı kurulmuştur. Bu program daha sonra telekomünikasyon, çevre izleme, afet azaltma, tarım, kartografya, jeoloji ve diğer uzay tabanlı kalkınma uygulamaları konusunda eğitim ve atölyeler düzenlemiştir.

UNISPACE II 9-21 Ağustos 1982, Viyana’da 94 üye devlet ile 45 uluslararası kuruluş ve NGO’nun iştirakiyle yapıldı. Uzayın barışçıl amaçlarla kullanılması, uzayda silahlanma yarışının önlenmesi ve teknolojik iş birliği temel konular olarak yer aldı. Konferansı takiben BM’ye bağlı uzay bilimi ve teknolojisi eğitimi için bölgesel merkezler oluşturuldu. Bu merkezler, üye ülkelerde sosyoekonomik kalkınmada uzay teknolojisinden yararlanmak için kurumsal kapasitenin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

UNISPACE III, 19-30 Temmuz 1999 tarihinde yine Viyana’da toplandı. Konferansa 97 üye devlet, 9 BM uzman kuruluşu ve 15 uluslararası örgüt katıldı. Ana konu, 21. yüzyılda uzayın barışçıl kullanımı için stratejik bir gündem (bir “plan”) belirlemektir. Tartışmalarda, insan güvenliği, kalkınma ve refahı için uzay uygulamalarının kullanılması, Dünya’nın çevresinin korunması, doğal kaynakların yönetilmesi, afet müdahalesinin iyileştirilmesi ve gelişmekte olan ülkelerin uzay bilimi ve teknolojisine erişiminin genişletilmesi öne çıkmıştır. Konferans “Uzay Milenyum: Uzay ve İnsan Gelişimi Viyana Bildirgesi” ile sonuçlanmıştır (A/CONF.184/PC/CRP.7/Rev.1Un). Bu bildirme, yukarıdaki temalarla ilgili 33 öneri içermekte olup, uzay tabanlı çözümler aracılığıyla küresel zorlukların ele alınması ve uzay teknolojisinin faydalarının dünya çapında paylaşılmasının sağlanması için bir strateji oluşturmaktadır. UNISPACE III, Uzay Uygulamaları Programı ve Afet Yönetimi ve Acil Durum Müdahalesi için BM Uzay Tabanlı Bilgi Platformu’nun (UN-SPIDER) geliştirilmesini mümkün kılmıştır.

UNISPACE+50, 18–21 Haziran 2018 tarihinde Viyana’da Uzay Anlaşması’nın 50’nci yılını anma etkinliği, bir kamu sempozyumu ve COPUOS’un üst düzey toplantısı şeklinde yapılmıştır. Konferansta 1968’den bu yana kaydedilen ilerleme gözden geçirilmiş ve sürdürülebilir kalkınma için küresel uzay iş birliğinin gelecekteki seyri tartışılmıştır. BM Üye Devletleri, uzayın barışçıl kullanımlarında güçlendirilmiş uluslararası iş birliğini talep eden ve uzay bilimi ve teknolojisinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine hizmet etmesini amaçlayan bir UNISPACE+50 kararını onaylamıştır. Ayrıca UNISPACE+50 sürecine dayalı bir “Space2030” gündemi ve uygulama planı geliştirilmesi kabul edilmiştir (unis.unvienna.org).

Space2030 Gündemi, BM Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi (COPUOS) tarafından 2021 yılında kabul edilmiştir. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne (SDG’ler) uzay faaliyetlerinin katkısını güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Gündem bu kapsamda: 1) tüm ülkeler, özellikle gelişmekte olan ülkeler için uzaya kapsayıcı erişim, 2) uluslararası iş birliği ve kapasite geliştirme, 3) uzayın barışçıl ve sürdürülebilir kullanımı ve 4) uzay bilimi ve teknolojisinin küresel kalkınmaya entegrasyonunu öncelikle ele almaktadır (A/76/20 - 2021).

Yasal Çerçeve: Antlaşmalar ve İlkeler

1967 yılında yürürlüğe giren Uzay Anlaşması (OST), uluslararası uzay hukukunun temel taşıdır. Uzayın keşfi ve kullanımı için temel yasal

çerçeveyi oluşturur ve barışçıl iş birliğini sağlamak ve Dünya ötesinde çatışmayı önlemek için tasarlanmış ilkeler aracılığıyla devlet davranışlarını yönlendirir (UNOOSA 1967). Anlaşmanın temel hükümleri şu şekildedir.

Barışçıl Kullanım (Madde IV): Uzay yalnızca barışçıl amaçlar için kullanılmalıdır. Uzayda nükleer silahların veya diğer kitle imha silahlarının konuşlandırılması kesinlikle yasaktır (UNOOSA 1967, Madde IV).

Tesis Edilmeme İlkesi (Madde II): Hiçbir devlet, gök cisimleri de dahil olmak üzere uzay üzerinde hiçbir şekilde egemenlik veya mülkiyet iddia edemez (UNOOSA 1967, Madde II).

Keşif Özgürlüğü (Madde I): Bütün ülkeler, uzaya barışçıl amaçlarla erişme, keşfetme ve kullanma konusunda eşit haklara sahiptir (Hobe 2021, 45).

Devlet Sorumluluğu (Madde VI): Devletler, özel kuruluşlar tarafından yürütülenler de dâhil olmak üzere tüm ulusal uzay faaliyetleri için uluslararası sorumluluk taşırlar ve bu faaliyetler yetkilendirilmeli ve sürekli denetlenmelidir (von der Dunk 2019, 58).

Zarar Sorumluluğu (Madde VII): Fırlatan bir devlet, uzay nesnelerinin diğer devletlere veya onların kuruluşlarına hem uzayda hem de Dünya'da verdiği herhangi bir zarardan sorumludur (Hobe 2021, 61).

Zararlı Kirlenmeden Kaçınma (Madde IX): Devletler, uzay faaliyetleri yoluyla dış uzayın zararlı kirlenmesinden ve Dünya'nın çevresi üzerindeki olumsuz etkilerden kaçınılmalıdır (UNOOSA 1967, Madde IX).

Astronotlar "İnsanlığın Elçileri" Olarak (Madde V): Astronotlar, insanlığın elçileri olarak kabul edilir ve sıkıntılı durumlarda tüm devletler tarafından yardım edilmelidir (von der Dunk 2019, 64).

İlk ve en etkili uluslararası uzay antlaşması olan OST, Ay Anlaşması ve Sorumluluk Sözleşmesi gibi sonraki antlaşmaların temelini atmıştır (Hobe 2021, 17). OST, kitle imha silahlarını yasaklayarak ve barışçıl keşfi teşvik ederek uzayda çatışma riskini sınırlandırmaktadır (UNOOSA 1967, Madde IV). Antlaşma, uzay programı olmayan ülkeler için bile uluslararası şeffaflığı, sorumluluğu ve uzaya eşit erişimi teşvik etmektedir (von der Dunk 2019, 35). Ayrıca OST uzay yönetiminde sorumlu davranış ve uzun vadeli sürdürülebilirlik konusunda değer ifade etmektedir (Hobe 2021, 93).

BM'nin uzay konusunda tamamlayıcı anlaşmaları da yapılmıştır. Bu kapsamda, Kurtarma Anlaşması (1968), OST'nin V. maddesi üzerine inşa edilmiştir ve devletlerin sıkıntısındaki astronotlara yardım etmelerini ve onları ülkelere geri göndermelerini kapsamaktadır (Madde 2). Sorumluluk

Sözleşmesi (1972), uzay nesnelерinin Dünya'ya verdiği zarar için mutlak sorumluluğu ve uzaydaki zararlar için hataya dayalı sorumluluğu tanımlamaktadır (Madde II-III). Kayıt Sözleşmesi (1975), devletlerin fırlatılan uzay nesnelерinin ayrıntılarını BM'ye sağlamasını düzenlemektedir (Madde IV). Ay Anlaşması (1979) ise Ay'ı ve doğal kaynaklarını insanlığın ortak mirası olarak ilan ederek kaynakların kullanımının uluslararası düzeyde düzenlenmesini içermektedir (Madde 11).

Antlaşmalara ilaveten, BM Genel Kurulu (UNGA) bildirimleri normatif rehberlik sağlamıştır: Bu kapsamda 1963 Hukuki İlkeler Bildirgesi; OST'den önceki uzay hukukunun temel ilkelerini belirlemiştir. 1986 yılındaki Uzaktan Algılama İlkeleri (UNGA Res. 41/65), uzaktan algılama verilerine eşit erişimi ve algılanan devletlerin çıkarlarının korunmasını teşvik etmektedir. 1992 Nükleer Güç Kaynakları İlkeleri ise nükleer enerjiyle çalışan uzay nesneleriyle ilgili güvenlik ve sorumluluk sorunlarını ele almaktadır. Bu ilkeler bağlayıcı olmasa da, örf ve âdet uluslararası hukukunu etkilemekte ve yorumlayıcı rehberlik sağlamaktadır.

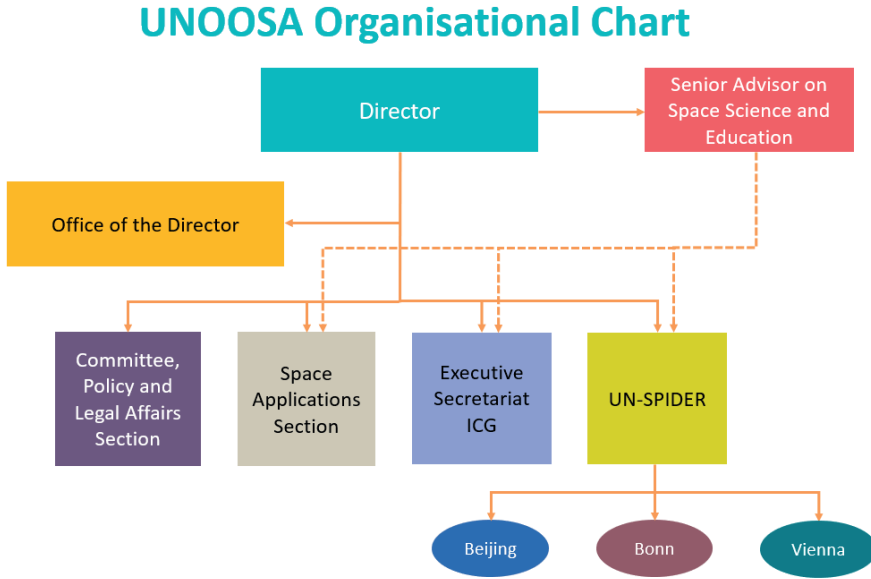
BM'nin Uzay Çalışmalarıyla İlgili Kurumsal Yapısı

BM'nin uzay çalışmalarıyla ilgili temel organı Uzay İşleri Ofisi'dir (UNOOSA). UNOOSA, tüm ülkelerin, özellikle gelişmekte olan ülkelerin, sürdürülebilir kalkınmayı hızlandırmak için uzayın kaynaklarına erişmelerine ve bunlardan yararlanmalarına yardımcı olmak için kurulmuş bir yapıdır. Uzay hukukundan uzay uygulamalarına kadar uzayla ilgili tüm yönleri kapsayan çeşitli faaliyetler yürütmektedir. UNOOSA bir yandan eğitim, atölyeler, konferanslar ve bilgi paylaşım portalları gibi kaynaklar temin ederken; diğer yandan ülkelerin uzay kapasitelerini genişletmeleri için burslar ve hibeler sunmaktadır. Programların bazıları özellikle gelişmekte olan ülkeleri hedeflemektedir. Afet riskini azaltma alanında, özel bir program olan UN-SPIDER, ülkelerin uydu görüntüleri gibi uzay verilerini ve teknolojilerini kullanarak afetleri önlemelerine ve yönetmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

UNOOSA ülkelerin uluslararası uzay hukukunun temellerini anlamalarına ve uzaya ilişkin uluslararası normatif çerçevelerle uyumlu ulusal uzay hukuku ve politikasını taslak hâline getirme veya revize etme kapasitelerini artırmalarına yardımcı olmaktadır. Giderek daha fazla aktörün uzay arenasına girdiği dikkate alındığında, bu hizmetin önemi açıkça belirmektedir.

UNOOSA ayrıca “Uzaya Fırlatılan Nesneler Kaydı” tutarak uzay faaliyetlerinde şeffaflığı, farkındalığı ve takip edilebilirliği desteklemektedir. UNOOSA uzay faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamayı, uzay çöplerinin hızla artması gibi sorunlara uluslararası çözümler geliştirmeyi ve gelecek nesiller için uzayı korumayı da görevleri arasında saymaktadır.

Şekil 10. 1: UNOOSA Teşkilat Şeması



Kaynak: <https://www.unoosa.org/images/aboutus/>

UNOOSA bir direktör tarafından yürütülmektedir. Direktöre bağlı Politika ve Hukuk İşleri Bölümü (CPLA), Uzay Uygulamaları Bölümü (SAS), ICG (*International Committee on Global Navigation Satellite Systems*) Yürütme Sekreterliği ve UN SPIDER unsuru bulunmaktadır.

Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi'ne (COPUOS) ve onun 1961'de kurulan iki alt komitesi olan Bilimsel ve Teknik Alt Komitesi'ne (STSC) ve Hukuk Alt Komitesi'ne (LSC) maddi, sekreteryaya, örgütsel ve idari destek sağlar.

Uzay Uygulamaları Bölümü (SAS), temel bilimler ve temel uzay teknolojisi alanlarında ulusal kapasite oluşturmak için Birleşmiş Milletler Uzay Uygulamaları Programını planlar ve uygular. Program, tüm ülkelerin özellikle küresel sağlık, afet yönetimi, iklim değişikliği, insani yardım, çevresel izleme ve doğal kaynak yönetimi alanlarında SDG'lere ulaşmak için

uzay verilerini ve uygulamalarını kullanmasına yardımcı olur. Program, 1971'deki kuruluşundan bu yana, diğer faaliyetlerin yanı sıra 7.500'den fazla katılımcının katıldığı 150'den fazla eğitim kursu, atölye çalışması ve konferans düzenlemiştir (UNOOSA Structure, 2025).

UN-SPIDER, UNOOSA'nın afet riskini azaltmak için uzay verilerini ve uygulamalarını kullanma programıdır. UN-SPIDER, tüm ülkelerin önleme, hazırlık, erken uyarı, müdahale ve yeniden inşa dahil olmak üzere afet yönetim döngüsünün tüm aşamalarında uzay tabanlı bilgilere erişmesine ve bunları kullanmasına yardımcı olur (UNOOSA Structure, 2025). UN SPIDER'in Pekin, Bonn ve Viyana ofisleri bulunmaktadır.

ICG Yürütme Sekreterliği, sürdürülebilir kalkınma için tüm küresel navigasyon uydu sistemi (GNSS) sağlayıcılarını bir araya getirir, BM'ye bağlı Bölgesel Uzay Bilimi ve Teknolojisi Eğitim Merkezleri aracılığıyla bilgi paylaşır ve geliştirmekte olan ülkelerin GNSS teknolojisini sürdürülebilir kalkınma için kullanma kapasitelerine destek sağlar (UNOOSA Structure, 2025).

Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi (COPUOS), 1959 yılında Genel Kurul tarafından tüm insanlığın yararına uzayın keşfi ve kullanımını yönetmek için kurulmuştur. Komite, uzayın barışçıl kullanımında uluslararası iş birliğini gözden geçirmek, BM tarafından gerçekleştirilebilecek uzayla ilgili faaliyetleri incelemek, uzay araştırma programlarını teşvik etmek ve uzayın keşfinden kaynaklanan yasal sorunları incelemekle görevlendirilmiştir. Komite, beş antlaşmanın ve beş uzay ilkesinin oluşturulmasında öncü rol oynamıştır. Uzay keşfinde uluslararası iş birliği ve küresel kalkınma hedeflerine ulaşmak için uzay teknolojisi uygulamalarının kullanımını her yıl Komitede tartışılmaktadır. Komite, uzay teknolojisindeki hızlı ilerlemeleri izlemek ve tartışmak için küresel düzeyde benzersiz bir platform sunmaktadır. Komitenin iki alt organı vardır: Bilimsel ve Teknik Alt Komite ve Hukuk Alt Komitesi; her ikisi de 1961 yılında kurulmuştur. Komite, uzayın barışçıl amaçlarla kullanılması konusunda uluslararası iş birliğine ilişkin yıllık bir karar alan Genel Kurul Dördüncü Komitesine rapor vermektedir.

BM'nin uzayla doğrudan ilişkili yukarıda sunulan kurumsal yapısına ilaveten, BM ailesi içinde yer alan veya ilişkili olan örgütlerin rol ve katkıları da önem arz etmektedir. Bu kapsamda başlıca örgütler müteakip maddelerde sıralanmaktadır.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), uydu operasyonları için önemli olan küresel radyo frekansı spektrumunu ve uydu yörünge

konumlarını yöneterek uzay işlerinde kritik bir düzenleyici rol oynamaktadır. ITU Radyo İletişim Sektörü (ITU-R) aracılığıyla uzay hizmetlerine frekans tahsis ederken özellikle yayın, meteoroloji ve navigasyon uyduları için yörüngelerin kullanımını koordine etmektedir (ITU, 2021).

Birleşmiş Milletler Silahsızlanma Araştırmaları Enstitüsü (UNIDIR), uzayda bir silahlanma yarışının önlenmesine ilişkin küresel diyaloga katkıda, uzay silahları, çift kullanımlı teknolojiler ve uydu zafiyeti hakkında politika brifingleri yayınlamakta ve uzay çatışması risklerini azaltmak için şeffaflık ve güven artırıcı önlemleri (*Transparency and Confidence-Building Measures-TCBM*) araştırmaktadır (UNIDIR, 2022).

Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR), afetlere hazırlık ve müdahale kapasitelerini geliştirmek için uydu verilerini ve uzay tabanlı teknolojileri kullanmakta; erken uyarı, risk haritalama ve hasar değerlendirme için uzaktan algılamanın kullanımına destek sağlamaktadır. UNDRR, Sendai Çerçevesi (UNDRR, 2015) ile uyumlu olarak uzay verilerinin ulusal afet riski azaltma stratejilerine entegre edilmesini yürütmektedir.

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), uzay tabanlı verileri kalkınma planlaması, çevresel yönetim ve iklim dayanıklılığı girişimlerine entegre etmekte; çatışma sonrası değerlendirmelerde, kentsel dayanıklılık haritalamasında ve ekosistem restorasyonunda uydu görüntülerini kullanmaktadır (UNDP, 2021).

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), hava tahmini, iklim izleme ve afet riskini azaltma için meteorolojik ve çevresel uyduların kullanımını koordine etmekte; 30'dan fazla uydudan uzay tabanlı bileşenleri içeren Küresel Gözlem Sistemini (GOS) yönetmektedir. WMO, Entegre Küresel Gözlem Sistemi (WIGOS) kapsamında uydu veri paylaşımını desteklemektedir (WMO, 2022).

BM Çevre Programı (UNEP), çevresel değişiklikleri izlemek ve kanıta dayalı politikaları desteklemek için dünya gözlem ve uydu verilerini kullanmaktadır. UNEP ayrıca Küresel Çevresel Görünüm ve Dünya Çevre Durum Odası kapsamında NASA, ESA ve diğer uzay ajanslarıyla ortaklık kurmuştur. Bu yetenekler uzaktan algılama ve gözlemeye imkân vermekte ve ormanların yok edilmesini önleme, kirlilik kontrolü ve kıyı izleme için destek sağlamaktadır (UNEP, 2022).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), tarım izleme, gıda güvenliği ve arazi işleme planlaması için uzay tabanlı teknolojiden faydalanmakta; su tüketimini ve tarımsal üretkenliği izlemek için WaPOR (Uzaktan Algılanan Türetilmiş Verilere Açık Erişimle Su Üretkenliği) gibi uzaktan algılama araçlarını kullanmaktadır. FAO ayrıca, ürün verimlerini, kuraklık koşullarını ve zararlı salgınlarını izlemek için NASA ve ESA ile iş birliği yapmaktadır (FAO, 2021).

BM Uydu Merkezi (UNOSAT), insani krizler, çatışma bölgeleri ve doğal afetler için uydu görüntüleri ve coğrafi konum analizi sağlamakta, BM ajanslarını ve hükümetleri gerçek zamanlı veriler ve kriz haritalarıyla desteklemekte, ulusal coğrafi konum kapasitesini oluşturmak için eğitim ve teknik destek sunmaktadır (UNOSAT, 2023).

Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA), doğrudan uzay araştırmalarına dâhil olmasa da nükleer faaliyetleri ve çevresel radyasyonu izlemek için uzay tabanlı izleme araçlarını kullanmakta, derin uzay görevleri için uzay nükleer güç sistemleri konusunda ajanslarla iş birliği yapmakta, güvenlik doğrulaması ve radyasyon değerlendirmesi için uzaktan algılamayı uygulamaktadır (IAEA, 2022).

BM Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), bilim, eğitim, çevre ve kültür alanlarındaki yetkileri aracılığıyla uzay faaliyetlerine katkıda bulunmaktadır. UNESCO, özellikle gelişmekte olan ülkelerde küresel astronomi ve astrofizik eğitimini desteklemekte, Dünya Mirası Alanlarını ve biyosfer rezervlerini izlemek için uydu verilerini kullanmakta, kültürel mirasın bir parçası olarak karanlık gökyüzünün korunmasını savunmaktadır (UNESCO, 2019).

BM'nin doğrudan uzayla ilgili çalışanlarının kendi kurumları ve BM ailesi içindeki ilişkili kurumların çalışmaları dikkate alındığında, uzay çalışmalarının zenginliği daha iyi anlaşılabilir. Bu kapsamda aşağıda sunulan BM Uzayla İlgili Kuruluşlar – İşlevsel Sınıflandırma Matrisinde örgütlerin birincil işlevleri, tematik odakları, ana çıktılar ve hedef yararlanıcılar sunulmaktadır (Tablo-1)

Tablo 10.1: BM Uzayla İlgili Kuruluşlar – İşlevsel Sınıflandırma Matrisi

Organizasyon	Birincil İşlev	Tematik Odak	Ana Enstrümanlar/ Çıktılar	Hedef Yararlanıcılar
Birleşmiş Milletler Uzay İşleri Ofisi-UNOOSA	Koordinasyon, Yasal Yönetim, Kapasite Geliştirme	Uzayın barışçıl kullanımı, uzay hukuku, afet müdahalesi	BM uzay anlaşmaları, UN-SPIDER, kapasite geliştirme (örneğin, Space4Women)	Üye Devletler, gelişmekte olan ülkeler, akademi
Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi-COPUOS	Norm ve Antlaşma Geliştirme	Uluslararası uzay hukuku, uzayın uzun vadeli sürdürülebilirliği	Uzay Antlaşması, Uzun Dönemli Sürdürülebilirlik Yönergeleri, Yasal ve Teknik Alt Komiteler	Devletler, uluslararası hukuk sistemi
Uluslararası Telekomünikasyon Birliği-ITU	Spektrum ve Yörünge Düzenlemesi	Uydu haberleşmesi, spektrum yönetimi	Frekans tahsisi, yörünge kaydı, düzenleyici standartlar	Uzay yolculuğu yapan ülkeler, telekom sağlayıcıları
Birleşmiş Milletler Silahsızlanma Araştırma Enstitüsü-UNIDIR	Politika Araştırması ve Risk Azaltma	Uzay güvenliği, silah kontrolü, ikili kullanım teknolojileri	Politika raporları, silahsızlanma çerçeveleri, Şeffaflık ve Güven Artırıcı Önlemler	Silahsızlanma topluluğu, politika yapımcılar
Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi -UNDRR	Afet Riskinin Azaltılması	Erken uyarı, tehlike izleme, dayanıklılık	SENDAI Afet Riskini Azaltma Çerçevesi entegrasyonu, uydu verisi uygulama rehberliği	Hükümetler, Afet Riskini Azaltma (DRR) ajansları, savunmasız topluluklar
BM Kalkınma Programı-UNDP	Kalkınma Planlaması	Sürdürülebilir kalkınma, iklim dayanıklılığı, kentleşme	Uydu verilerini kullanan geliştirme çerçeveleri, dayanıklılık haritalaması	Gelişmekte olan ülkeler, ulusal planlamacılar
Dünya Meteoroloji Örgütü-WMO	İklim ve Hava Durumu İzleme	Meteoroloji, iklim değişikliği, afet müdahalesi	Küresel Gözlem Sistemi (GOS), WMO Entegre Küresel Gözlem Sistemi (WIGOS) aracılığıyla uydu veri paylaşımı	Meteoroloji kuruluşları, hükümetler
BM Çevre Programı-UNEP	Çevresel Değerlendirme	İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik, kirlilik	Uydu tabanlı izleme sistemleri, sürdürülebilirlik değerlendirmeleri	Çevre kuruluşları, küresel politika yapımcılar
Gıda ve Tarım Örgütü-FAO	Tarımsal İzleme	Gıda güvenliği, su kullanımı, arazi yönetimi	FAO'nun Uzaktan Algılama ile elde edilen verilere Açık Erişim yoluyla Su Verimliliğini izlemek için portalı (WAPOR), mahsul izleme sistemleri, uzaktan algılama kılavuzları	Çiftçiler, tarım bakanlıkları, STK'lar
Birleşmiş Milletler Uydu Merkezi-UNOSAT	Kriz Haritalama ve Coğrafi Destek	İnsani müdahale, çatışma izleme, eğitim	Kriz haritaları, uydu tabanlı analiz, coğrafi eğitim	BM kuruluşları, ulusal acil durum ekipleri
Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı-IAEA	Nükleer Denetim	Nükleer güvenlik, güvenlik önlemleri, radyasyon	İzleme, koruma ve doğrulama araçları için uzaktan algılama	Nükleer düzenleyiciler, teftiş kuruluşları
Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü-UNESCO	Bilimsel ve Kültürel İş birliği	Uzay eğitimi, astronomi, miras koruma	Uluslararası Temel Bilimler Programı (IBSP), karanlık gökyüzü savunuculuğu, çevresel izleme	Bilim insanları, eğitimciler, miras alanı yöneticileri

BM kurumsal yapısında yer alan ve uzayla ilişkili örgütlerin çalışma ve odak alanları dikkate alındığında, 1) hukuk ve yönetim, 2) afet ve risk yönetimi, 3) sürdürülebilir kalkınma ile 4) bilim, eğitim ve kültür alanları öne çıkmaktadır. Odak noktaları bakımından; 1) Düzenleme, antlaşmalar, uzay hukuku, silah kontrolü, 2) Erken uyarı, dayanıklılık, kriz haritalaması, 3) Çevresel izleme, tarım, sürdürülebilir kalkınma hedefleri (SDG'ler) ve 4) Astronomi, etik, nükleer kullanım, bilim diplomasisi dikkat çekmektedir (Tablo 2).

Tablo 10.2: Fonksiyonel Gruplama Özeti

Grup	Kuruluşlar	Paylaşılan Odak
Hukuk ve Yönetim	UNOOSA, COPUOS, ITU, UNIDIR	Düzenleme, antlaşmalar, uzay hukuku, silah kontrolü
Afet ve Risk Yönetimi	UNOSAT, UNDRR, WMO	Erken uyarı, dayanıklılık, kriz haritalaması
Sürdürülebilir Kalkınma	UNDP, FAO, UNEP, WMO	Çevresel izleme, tarım, sürdürülebilir kalkınma hedefleri (SDG'ler)
Bilim, Eğitim ve Kültür	UNESCO, IAEA, WMO	Astronomi, etik, nükleer kullanım, bilim diplomasisi

BM'nin Son Dönem Politika Araçları ve Girişimleri

BM, 21. yüzyıl başından itibaren çeşitli kararları ve politika araçları ile uzay kapsamındaki hızlı gelişmeler ile uyum sağlamaya çalışmaktadır. BM uzay politikasını şekillendiren temel kararlar şunlardır:

UNGA Kararı 59/115 (2004), devletleri ulusal uzay mevzuatı çıkarmaya teşvik etmektedir. Karar, mevcut uzay antlaşmaları kapsamındaki “fırlatan Devlet” kavramını açıklığa kavuşturmaktadır. Sorumluluk ve Kayıt Sözleşmeleri’ni hatırlatmakta ve fırlatan bir devletin uzay nesnelere kaydetmekle yükümlü olduğunu ve potansiyel olarak hasardan sorumlu olduğunu belirtmektedir. Uzay faaliyetleri yürüten tüm devletlerin, yargı yetkileri altındaki hükümet dışı (özel) uzay aktörlerini yetkilendiren ve denetleyen ulusal yasalar çıkararak antlaşma yükümlülüklerini (Dış Uzay Antlaşması, Sorumluluk ve Kayıt Sözleşmeleri) yerine getirmelerini önermektedir. Böylece 59/115, devlet sorumluluğunu güçlendirerek ülkeleri, karmaşık görevler (birden fazla fırlatıcı, yörünge altı uçuşlar, ortaklıklar) için “fırlatma

devleti”nin kim olduğunu netleştirmeye ve bu devletlerin sorumluluk ve kayıt görevlerini üstlenmesini sağlamaya çalışmaktadır.

UNGA Kararı 76/231 (2021), tehditleri azaltmak ve şeffaflığı teşvik etmek için uzayda sorumlu davranış üzerine Uzay Tehditlerini Azaltma konusunda Açık Uçlu Çalışma Grubu (OEWG) kurmuştur. OEWG’nin yetkisi, devletler tarafından uzay sistemlerine yönelik mevcut ve gelecekteki tehditleri ele almak ve bu tehditleri azaltmak için sorumlu davranış normları, kuralları ve ilkeleri hakkında önerilerde bulunmaktır. Karar, uzayda bir silahlanma yarışının önlenmesini vurgulamaktadır. OEWG, özellikle, devletler tarafından sorumsuz olarak değerlendirilebilecek “eylemleri, faaliyetleri ve ihmalleri” inceleyecektir. Bu, uzay güvenliğini temel silahsızlanma ve uzay hukuku rejimiyle (örneğin, Uzay Anlaşması ve Sorumluluk Sözleşmesi) birleştirmektedir.

BM’nin faydalandığı diğer bir araç Uzun Dönemli Sürdürülebilirlik Rehberleri (LTS)’dir. COPUOS tarafından 2019’da kabul edilen LTS Rehberleri, uzayın güvenli ve sürdürülebilir kullanımını sağlamayı amaçlayan 21 gönüllü kılavuzdan oluşmaktadır (A/74/20, Ek II). Temel hususlar, yö-rünge sıklığı konusunda farkındalığın artırılmasını, veri paylaşımı ve iş birliğinin teşvik edilmesini, uzay sistemlerinin doğal ve insan yapımı tehditlere karşı dayanıklılığının artırılmasını kapsamaktadır.

UNGA Res. 62/217 (2007) tarafından onaylanan Uzay Atıklarının Azaltılması Yönergeleri, atık salınımını sınırlamak, kullanılmış aşamaları pasifleştirmek ve görev sonrası bertarafı gerçekleştirmek için en iyi uygulamaları teşvik etmektedir.

BM Uzay Çalışmalarında Mevcut Sorunlar

21. yüzyıl gelişmeleri BM’nin tesis etmeye çalıştığı uzay rejimini birçok nedenle farklı boyutlarda zorlamaktadır. Mevcut sorunlar; ticarileştirme ve uzay kaynakları, uzay güvenliği ve askerileşme, ulusal ve bölgesel yasal düzenlemeler ve teknolojik zorluklar başlıklarında toplanabilir.

Öncelikle çok uluslu şirketlerin uzaya ticari ilgi duyması ve faaliyetlerde bulunmasıyla, özellikle kaynak çıkarma konusunda yasal belirsizlikler ortaya çıkmıştır. Örnek olarak ABD Ticari Uzay Fırlatma Rekabetçiliği Yasası (2015) ve Lüksemburg Uzay Kaynakları Yasası (2017), ticari kuruluşlara haklar tanıyarak OST Madde II’ye (Hiçbir devlet, gök cisimleri de dahil olmak üzere uzay üzerinde hiçbir şekilde egemenlik veya

mülkiyet iddia edemez) uyum konusunda endişelere yol açmıştır. Endişelere çözüm bulmak üzere COPUOS, Uzay Kaynak Faaliyetlerinin Yasal Yönleri Çalışma Grubu altında çalışmalar başlatmıştır.

Uzay güvenliği ve askerileşme konusunda önemli bir eksiklik OST'nin, kitle imha silahlarını yasaklamanın ötesinde kapsamlı silah kontrol hükümlerinden yoksun olmasıdır. Uzay sistemlerinin (örneğin, GPS, Yer gözlemi) ikili kullanım niteliği doğrulamayı zorlaştırmaktadır. UNGA Res. 76/231 kapsamındaki Açık Uçlu Çalışma Grubu, çatışmayı azaltmak için normlar oluşturmayı amaçlamaktadır.

Diğer bir alan ulusal ve bölgesel düzeyde yasal düzenlemenin oluşturulmasıdır. Bu kapsamda devletler, OST Madde VI uyarınca hükümet dışı uzay faaliyetlerini yetkilendirmek ve denetlemekle yükümlüdür. Ulusal yasalar (örneğin, Fransa'nın 2008 Uzay Operasyonları Yasası, Hindistan'ın Uzay Faaliyetleri Yasa Tasarısı) çeşitli farklılıklar barındırmaktadır. Ulusal ve bölgesel düzenlemelerin uyumlaştırılması için UNOOSA veritabanı geliştirmiş ve mevzuat uyumlaştırılmasına destek sağlamaktadır. Teknolojik zorluklar diğer sorunlu bir alanı oluşturmaktadır. Hızla gelişen yeni teknolojiler düzenlemelerin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Örneğin, küçük uydular ve mega takımyıldızlar spektrum tahsisini karmaşıklarıştırmakta ve yörüngesel atık risklerini artırmaktadır. Yörüngede servis ve aktif atık temizleme, barışçıl ve düşmanca yetenekler arasındaki çizgiyi bulanıklaştırmakta, COPUOS bağlamında trafik yönetimi protokollerini geliştirmek için çalışmalar devam etmektedir.

Sonuç

BM'nin antlaşmalara, ilkelere, kurumsal mekanizmalara ve gelişen yönergelere dayanan uzay politikası mimarisi uluslararası uzay yönetiminin temel taşı olmaya devam etmektedir. OST gibi temel antlaşmalar kalıcı yasal normlar sağlarken, ortaya çıkan sorunlar esnek, fikir birliğine dayalı politika araçları gerektirmektedir. COPUOS ve UNGA içinde gönüllü yönergeler ve çok taraflı diyalog, uygulamadaki boşlukları gidermek, yeni teknolojileri düzenlemek ve geleneksel ve ortaya çıkan uzay aktörlerinin çıkarlarını dengelemek için elzemdir. Gelecekteki politika geliştirme, kapsayıcı katılıma, teknolojik öngörüye ve hukukun üstünlüğüne bağlı olacaktır.

Kaynakça

- A/CONF.184/PC/CRP.7/Rev.1Un. (t.y.). Space Millennium: Vienna Declaration on Space and Human Development. <https://digitallibrary.un.org/record/260171>
- A/76/20 (2021). (t.y.). UN COPUOS, https://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2021/a/a7620_0.html
- A/RES/1472(XIV). (1959). *United Nations General Assembly, "Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*. https://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/resolutions/1959/general_assembly_14th_session/res_1472_xiv.html
- ASTRO Database. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelegislation/astro.html>
- COPUOS Annual Reports. <https://www.unoosa.org/oosa/sk/aboutus/annual-reports.html>
- FAO (2021). *Remote Sensing for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/remote-sensing/en/> (Erişim tarihi: 14.4.2024).
- Hobe, S. (2021). *Space Law*. 3rd ed. Baden-Baden: Nomos.
- IAEA. (2022). *Enhancing Capabilities for Nuclear Verification*. International Atomic Energy Agency, <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/02/rmp-2022.pdf>
- Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC): <https://www.iadc-online.org/>
- ITU. (2021). *Radiocommunication Bureau: Space Services*. Geneva: International Telecommunication Union, <https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx>
- Liability Convention. (1972). <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introliability-convention.html>
- Moon Agreement. (1979). <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intromoon-agreement.html>
- Outer Space Treaty. (1967). <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>
- Registration Convention. (1975). <https://www.unoosa.org/oosa/sk/ourwork/spacelaw/treaties/introregistration-convention.html>
- Rescue Agreement. (1968). <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introrescueagreement.html>
- United Nations General Assembly Resolutions {1348 (XIII), 1472 (XIV), 59/115, 76/3, 76/231}. <https://www.unoosa.org/oosa/sk/ourwork/spacelaw/resolutions.html>
- UNOOSA. *Space Law" and "Access to Space for All Programmes*. <https://www.unoosa.org/>
- UN COPUOS. (2019). *Guidelines for the Long-Term Sustainability of Outer Space Activities*. Vienna: United Nations .https://www.unoosa.org/documents/pdf/PromotingSpaceSustainability/Publication_Final_English_June2021.pdf
- UNDRR. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. Geneva: United Nations. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

- UNDP. (2021). *Space Technology for Sustainable Development*. New York: United Nations Development Programme, <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2021-10/UNDP-New-Technologies-for-Sustainable-Development-Perspectives-on-integrity-Trust-and-Anti-Corruption.pdf>
- UNEP. (2022). *Space Technologies for Environmental Monitoring*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNESCO. (2019). *UNESCO and the Space Sciences*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNIDIR. (2022). *Outer Space Security: A Focus on Preventive Measures*. Geneva: United Nations Institute for Disarmament Research, <https://unidir.org/event/outer-space-security-conference-2022/>
- UN Office for Disarmament Affairs: <https://www.un.org/disarmament/topics/outer-space/>
- UNOOSA. (2023). *About UNOOSA*. Vienna: United Nations Office for Outer Space Affairs. <https://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/index.html>
- UNOSAT. (2023). *About UNOSAT*. Geneva: United Nations Satellite Centre. <https://www.unosat.org/about-us/>
- UN-SPIDER Programme: <https://www.un-spider.org/>
- UNOOSA Structure. (2025). <https://www.unoosa.org/oosa/en/aboutus/structure.html>
- WMO. (2022). *WIGOS Space-Based Observing System*. Geneva: World Meteorological Organization, <https://community.wmo.int/en/activity-areas/wmo-space-programme-wsp/space-based-global-observing-system-gos>

NATO'NUN UZAY POLİTİKASI VE FAALİYETLERİ: TARİHSEL GELİŞİM, KURUMSAL ÇERÇEVE VE ZORLUKLAR

Oktay Bingöl*

Giriş

Uzay, son dönemlerde modern güvenlik ve savunma stratejilerinde hayati bir alan olarak ortaya çıkmıştır. Uydular ve uzay tabanlı sistemler, iletişim, navigasyon (GPS gibi), füze uyarısı, istihbarat, gözetleme ve keşif (ISR) dâhil olmak üzere çok çeşitli askeri ve sivil işlevlerin temelini oluşturur. Merkezinde kolektif savunmanın, caydırmanın ve kriz yönetiminin bulunduğu bir siyasi-askeri ittifak olan NATO bağlamında uzayın önemi katlanarak artmıştır. NATO misyonları, üye devletler arasında operasyonel etkinlik, durumsal farkındalık ve birlikte çalışabilirlik için giderek daha fazla uzay destekli yeteneklere güvenmektedir. Diğer taraftan, uzay altyapısının siber saldırılara, elektronik karıştırmalara veya uydu karşıtı silahlardan kaynaklanan fiziksel saldırılara karşı savunmasızlığı, tehdit tanımına yeni boyutlar getirmektedir (NATO, 2021a).

Son on yılda uzaya olan ilgisini artırmaya başlayan NATO, uzayı operasyonel bir alan olarak görerek operasyon konsepti, eğitim planı, bilgi paylaşım çerçevesi, yetenek gereksinimleri ve doktrin gibi kapsamlı belgeler oluşturuyor. NATO, uzaya ilgi duyan diğer aktörler gibi uzayın yeni fırsatlar getirdiğini ancak aynı zamanda yeni riskler ve tehditler de oluşturduğunu değerlendirerek, İttifak'ın ve üye devletlerin uzay yeteneklerinin hasımlar için yüksek öncelikli bir hedef hâline gelebileceğini olasılık dâhilinde tutuyor. Bu itibarla, daha önce destek operasyonlarıyla sınırlı olan uzay, artık Örgütün çalışmalarının tüm boyutlarına (operasyonel planlama, eğitim ve tatbikatlar, birlikte çalışabilirlik, stratejik iletişim, vb.) sistematik olarak dâhil ediliyor.

Bu çalışmanın araştırma sorusunu, “Uzayın çevresel bir endişeden NATO operasyonlarının ve kolektif savunma planlamasının kritik bir

* (E) Tuğgeneral, Prof. Dr., fertel1999@gmail.com ORCID: 0000-0002-4794-5656

alanına nasıl dönüştüğü?” oluşturmaktadır. Makalede, NATO’nun uzay politikası ve faaliyetleri, NATO’nun tarihsel süreçteki evrimine, temel stratejik belgelere, kurumsal mekanizmalara ve son gelişmelere odaklanarak incelenmektedir. Makale ayrıca NATO içindeki kurumsal mimariyi ve koordinasyon mekanizmalarını analiz ediyor, İttifak’ın diğer uzay güçlerine göre konumunu değerlendiriyor. Makale, yetenek boşlukları, yasal belirsizlikler, jeopolitik rekabetler ve ticari aktörlerle koordinasyon gibi kritik zorlukların bir değerlendirmesiyle sonuçlanıyor.

Tarihsel Gelişim

1949’da kuruluşundan sonraki ilk on yıllarda NATO’nun uzaya ilgisi dolaylı ve sınırlıydı. Özellikle ABD ve Fransa’nın uzay kapasitesi NATO’nun savunma pozisyonunda destekleyici roller oynadı, ancak ittifak çapında resmi bir uzay doktrini veya politikası bulunmuyordu. NATO üye devletleri, stratejik iletişim, füze tespiti ve hava tahmini için uzay yeteneklerine bireysel olarak katkıda bulundu (Johnson-Freese, 2016). Soğuk Savaş sırasında, ABD’nin uzay yetenekleri nükleer caydırıcılık konusunda merkezi bir rol oynadı ve NATO erken uyarı ve keşif sistemlerinden dolayı olarak yararlandı. Ancak ittifak, bu varlıkları toplu olarak koordine edecek kurumsal yapılardan yoksundu.

2000’lerde, NATO içindeki toplantılarda yapılan tartışmalarda uzaya olan ilgi artmaya başlamıştı ve İttifak, kısa sürede uzayla ilgili tartışmaları stratejik diyaloglarına entegre etmeye başladı. 2010 NATO Stratejik Konsepti, uzayı açıkça operasyonel bir alan olarak tanımasa da siber ve uzay dâhil olmak üzere yeni alanlarda ortaya çıkan tehditleri kabul etti (NATO, 2010).

Bir hava durumu uydusunu imha eden ve büyük bir enkaz bulutu oluşturan 2007 Çin’in Anti-satellite (ASAT) testi (Zissis, 2007) NATO için özellikle endişe verici bir gelişme olmuştu. Çin bu test ile ABD ve Japonya’nın görüntü istihbarat uyduları için kullanılan yüksekliğe yakın bir yüksekliğe, 850 kilometreden daha yüksek, balistik füze fırlatmış ve aktif olmayan bir hava durumu uydusunu imha etmişti. Bu test uzay sistemlerinin savunmasızlığını ve uzayın bir çatışma sahası hâline gelme riskini ortaya koydu. Çift kullanımlı teknolojilerin ve karşı uzay yeteneklerinin ortaya çıkması, dayanıklılık ve caydırıcılık konusunda endişeleri artırdı. NATO’nun füze savunması ve operasyonel planlama için uzaya olan artan bağımlılığı, Rusya’nın yakın çevresine müdahaleci ve Batı ile mücadelecı politikaları bu kapsamdaki jeopolitik gelişmelerle birleşince, daha resmi bir

angajmanla sonuçlanan bir dizi politika tartışmasını tetikledi. Bu tür gelişmeler sonucu NATO kritik bir hamle yaptı ve Aralık 2019 Londra Zirvesi'nde, uzayı resmen operasyonel bir alan olarak tanıdı (NATO, 2019b). Zirve Deklarasyonu bu durum şöyle ifade edilmiştir:

“NATO için uzayı operasyonel bir alan ilan ettik, uluslararası hukuku korurken bizi güvende tutma ve güvenlik zorluklarıyla mücadele etmedeki önemini kabul ediyoruz. Siber saldırılara yanıt vermek için araçlarımızı artırıyoruz ve güvenliğimizi ve toplumlarımızı baltalamayı amaçlayan hibrit taktiklere karşı hazırlık, caydırma ve savunma yeteneğimizi güçlendiriyoruz.” (NATO, 2019b)

Bu hamle, uzayın yalnızca bir destek işlevi değil, caydırma ve savunma için kendi başına bir alan olduğunu kabul ederek stratejik bir değişime işaret ediyordu.

2021'de NATO, ittifak çapında uzay faaliyetlerinde koordinasyon ve sorumluluk paylaşımının temelini oluşturan ilk “Kapsamlı Uzay Politikası”nı benimsedi (NATO, 2021a). Politika yol gösterici dört ilkeyi vurguladı: uzayın barışçıl kullanımını tanımak, uzaya erişim özgürlüğünü sağlamak, uzay varlıklarının dayanıklılığını artırmak ve müttefikler arasında birlikte çalışabilirliği ve yük paylaşımını teşvik etmek. Ayrıca, bir uzay sistemine yönelik önemli bir saldırının Washington Antlaşması'nın 5. Maddesini tetikleyebileceğini ve böylece uzayın NATO'nun kolektif savunma yükümlülükleri kapsamına dâhil edilebileceğini belirtti (Smith, 2022).

Temel Politika Belgeleri ve Stratejik Çerçeve

2000'lerde NATO, resmi bir uzay stratejisi olmamasına rağmen, iletişim, istihbarat, navigasyon ve füze uyarısı için uyduların önemini kabul etmeye başladı. Örneğin, 2010 Stratejik Konsepti Md.14, “Lazer silahlarının, elektronik harbin ve uzaya erişimi engelleyen teknolojilerin geliştirilmesi de dâhil olmak üzere bir dizi önemli teknolojiyle ilgili eğilimin, NATO'nun askeri planlaması ve operasyonlarını etkileyecek büyük küresel etkilere sahip olması bekleniyor” (NATO, 2010) tespitiyle uzaya dikkat çekmişti. Bununla birlikte, kendi haberleşme sistemi uydularını (SATCOM) onlarca yıldır işletmesine rağmen 2010'ların sonuna kadar NATO'nun özel bir uzay politikası, konsepti veya doktrini yazılmadı (Paulauskas, 2020). Ancak Rusya ve Çin'in uydu karşıtı silahlarının gelişmesi de dâhil 2010'ların güvenlik ortamı NATO'yu uzayı politikalarına ve doktrinlerine tam olarak entegre etmeye teşvik etti.

Haziran 2019'da NATO Savunma Bakanları, Müttefik Dönüşüm Komutanlığı (SACT) ve Müttefik Harekât Komutanlığı (SACO)'nın yıllar süren çalışmalarının ardından İttifak'ın ilk kapsamlı uzay politikasını onayladı (Allied Command Transformation, 2019). Ortaya çıkan NATO Uzay Politikası (NATO, 2019a) İttifak'ın uzay faaliyetleri için yol gösterici ilkelere ve hedefler belirlemiştir. Giriş bölümünde, güvenlik ve savunma açısından uzayın giderek daha fazla çekişmeli, sıkışık ve rekabetçi hale geldiği ve bunun İttifak'ın çatışmacı bir ortamda faaliyet gerektirdiği ifade edilmektedir (NATO, 2019a, md.1).

Dokümanın tehdit değerlendirmesi bölümünde; uzayla ilgili genel tehditler ve riskler, kinetik olmayan saldırı vasıtalarının kullanılması sonucu iletişim veya GPS sinyallerinin engellenmesi gibi geri döndürülebilir etkiler, kinetik vasıtaların kullanılmasıyla beliren geri döndürülemez sonuçları kapsayabileceği sıralanmakta, kinetik eylemlerin uzay çöpu üretebileceği, yörüngelerin erişilebilirliğini ve kullanılabilirliğini azaltacağı ve ikincil hasara yol açabileceği vurgulanmaktadır (Md.3).

Bu bağlamda potansiyel hasımların geliştirdiği askeri uzay teknolojilerinin ve sistemlerinin İttifak'ın ve üye devletlerin uzay varlıklarını riske atabileceği, böylece NATO'nun bir kriz veya çatışmada tedbir alma yeteneğini karmaşıklıştırabileceği; NATO'nun savaş alanı yönetimi, durumsal farkındalık ve bir kriz veya çatışmada etkili bir şekilde faaliyet gösterme yeteneği için kritik olan uzay tabanlı yeteneklerini etkisizleştirebileceği ve kullanımını zorlaştırabileceği; NATO ülkelerinin uzay sistemleri üzerinde, kuvvet tehdidi, kuvvet kullanımı, silahlı saldırı veya saldırganlık eşiklerinin altında kalarak ekonomik veya kamusal yaşama zarar veren bozucu etkiler yaratabileceği ve uzayın serbest kullanımı ilkesini ihlal edebileceği kıymetlendirilmektedir (NATO, 2019a, md.2).

Tehdit değerlendirmesini müteakip NATO, Uzay Politikasının esaslarını belirlemiştir. Buna göre; 1) Uzay, tutarlı İttifak caydırıcılığı ve savunması için olmazsa olmazdır. 2) Uzay, doğası gereği küresel bir ortamdır ve uzaya uzanan herhangi bir çatışma, uzayın tüm kullanıcılarını etkileme potansiyeline sahiptir. NATO'nun çatışmaya dâhil olmadığı durumlarda bile, Müttefiklerin uzay sistemleri etkilenebilir. 3) Uzayın barışçıl amaçlarla serbestçe erişimi, keşfi ve kullanımı, tüm ulusların ortak çıkarıdır. 4) Uzay, egemenlik iddiasıyla ulusal tahsisata tâbi değildir; 5) Üye ülkelerin uzay yetenekleri ve kaynakları üzerinde tam yetki ve egemenliği esastır. 6) NATO, özerk bir uzay aktörü olmayı hedeflememektedir. Müttefiklerin

çalışmalarını tamamlamayı ve bunlara değer katmayı ve uygun şekilde diğer ilgili uluslararası örgütlerle etkileşime girmeyi, gereksiz çaba tekrarıdan kaçınmayı amaçlamaktadır. 7) Uzay “barışçıl amaçlarla” uluslararası hukuka uygun olarak kullanılmalıdır (Md.5).

Politika Belgesi NATO’nun rolünü: (1) Uzay yaklaşımlarını kolektif savunma, kriz yönetimi ve ortak güvenliğe bütünleştirmek; (2) Uzay tehditleri ve fırsatları konusunda siyasi-askeri bir forum olarak hizmet etmek; ve (3) NATO operasyonlarına etkili bir uzay desteği (iletişim, istihbarat, navigasyon vb.) sağlamak (Md. 6) olarak sıralamaktadır.

2019’un ilerleyen zamanlarında NATO başka bir önemli adım atarak uzayı kara, hava, deniz ve siber ile aynı seviyede yeni bir operasyonel alan ilan etmiştir (Lieber Institute. 2020; RUSI, 2020). Bu şekilde NATO, uzayı askeri strateji ve tatbikatlara entegre edeceğinin sinyalini vermiştir (RUSI, 2020).

Görsel 11.1: NATO operasyonel alanlar (Uzay-Siber-Hava-Kara-Deniz)



Kaynak: <https://www.act.nato.int/article/mdo-in-nato-explained/>

NATO, kolektif savunmasının uzaya nasıl uygulanabileceğini sonraki çalışmalarında ele alarak kurumsal yapıda düzenlemeler yapmaya başlamıştır. Ekim 2020’de Savunma Bakanları, uzay bilgisi ve desteğini koordine etme rolüyle Müttefik Hava Komutanlığı’nda (Ramstein, Almanya) bir NATO Uzay Merkezi kurmaya karar vermiştir (NATO, 2024). NATO 2021 Brüksel Zirvesi’nde ise “uzaya, uzaydan veya uzayın içinden yapılan

saldırıların 5. maddenin uygulanmasına yol açabileceğini” kabul etmiştir (NATO, 2024).

İlerleyen yıllarda NATO'nun 2022 Stratejik Konsepti yayımlanmıştır. Konsept uzayı operasyonel bir alan olarak görmekte ve NATO'nun caydırıcılık vazifesine dâhil etmektedir. Nitekim 2010 Konsepti'nde “uzay-space” sözcüğü sadece bir maddede iki kez geçerken 2022'de beş ayrı maddede 10 kez geçmektedir. Stratejik Ortamın değerlendirildiği bölümün 16. Maddesinde: “Stratejik rakipler ve potansiyel düşmanlar, uzaya erişimimizi ve uzayda faaliyet gösterme özgürlüğümüzü kısıtlayabilecek, uzay yeteneklerimizi zayıflatabilecek, sivil ve askeri altyapımızı hedef alabilecek, savunmamızı zayıflatabilecek ve güvenliğimize zarar verebilecek teknolojilere yatırım yapıyorlar” tespiti yer almaktadır (NATO 2022 Strategic Concept, Md.16). 13: maddede ise; Çin'in kurallara dayalı uluslararası düzeni, uzayda da bozmaya çalışacağı vurgulanmaktadır.

2022 Konsepti'nin NATO'nun temel görevlerinin ele alındığı bölümü 21. Madde 5'te “NATO'nun caydırıcılık ve savunması sağlanmasının koşulu olarak sahip olunması gereken siber, nükleer, konvansiyonel ve füze savunma yeteneklerine uzay yetenekleri de eklenmiştir. Konseptin 25. Maddesinde ise uzay ve siber uzaya kapsamlı bir vurgu yapılmaktadır. Paragraf şu şekildedir:

“Uzay ve siber uzayın güvenli kullanımını ve bunlara sınırsız erişimi sürdürmek, etkili caydırma ve savunmanın anahtarıdır. Mevcut tüm araçları kullanarak, tehditlerin tüm yelpazesini önlemek, tespit etmek, karşı koymak ve bunlara yanıt vermek için uzay ve siber uzayda etkili bir şekilde faaliyet gösterme yeteneğimizi artıracğıız. Tek veya kümülatif bir kötü niyetli siber faaliyet seti; uzaya, uzaydan veya uzay içinde düşmanca operasyonlar; silahlı saldırı seviyesine ulaşabilir ve Kuzey Atlantik Konseyi'nin Kuzey Atlantik Antlaşması'nın 5. Maddesini uygulamaya koymasına yol açabilir. Uluslararası hukukun uygulanabilirliğini kabul ediyoruz ve siber uzayda ve uzayda sorumlu davranışı teşvik edeceğiz. Ayrıca, toplu savunmamız ve güvenliğimiz için güvendiğimiz uzay ve siber yeteneklerin dayanıklılığını artıracğıız.” (NATO 2022 Strategic Concept, Md. 25).

Görüldüğü üzere, 2020 Uzay Politikası ve 2022 Stratejik Konsepti bir arada değerlendirildiğinde NATO'nun uzaya yaklaşımının kapsamı ve derinliği açıkça belirmektedir. 2019'dan önce NATO'nun operasyonlara yönelik uzay desteğine odaklanırken, 2019 Politikası ve Alan Bildirgesi önemli bir değişikliği işaret etmektedir (McClintock & Agachi, 2024).

Uzayın NATO temel dokümanlarına dâhil edilmesiyle NATO üyeleri uzay yeteneklerini geliştirmek ve İttifak içinde paylaşmaya yönelik başlattıkları çalışmalarda NATO'nun kendi uydularını inşa etmekten ziyade mevcut ulusal sistemlerin uyumlulaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda İttifak bünyesinde uzay nesnelere ve olayları hakkında ortak bir resim oluşturmak için Karargâhta Stratejik Uzay Durumsal Farkındalık Sistemi (3SAS) geliştirmeye başlamıştır. 14 Haziran 2021 Brüksel Zirvesi'nde NATO ve Lüksemburg, NATO Karargâhındaki Durum Merkezi içinde Stratejik Uzay Durumsal Farkındalık Sistemi (*Strategic Space Situational Awareness System-3SAS*) geliştirmek için Ortak Beyanname imzalamıştır (NATO, 2023b). Bu yetenekle, İttifak'ın uzay nesnelere, uzay olaylarını ve bunların tüm alanlardaki etkilerini takip etmesi hedeflenmiştir. Projenin, 2020'de Almanya'da kurulan NATO Uzay Merkezi'ni de destekleyeceği belirtilmiştir.

3SAS uzaya bakmaya odaklanırken, Dünya'ya bakan ve yeryüzünde olanlar hakkında net bir resim sağlayabilecek Uzaydan Sürekli Gözetim (*Alliance Persistent Surveillance from Space-APSS*) isimli bir proje girişimi Şubat 2023 Savunma Bakanları toplantısında gündeme gelmiş ve kabul edilmiştir. APSS, ABD dâhil olmak üzere 17 üye devletin hem ulusal hem de ticarî uydulardan toplanan istihbarat ve gözetleme verilerini bir araya getirip dağıtarak NATO'nun kapsamlı Uzay Politikasının uygulanmasını destekleyecek ve uzay tabanlı gözetleme konusunda iş birliğini artıracaktır (NATO, 2023a). Bu yeni mekanizma, *Aquila* adı verilen ulusal ve ticari gözetleme uydularından oluşan büyük ölçekli, sanal bir takımyıldızı kuracaktır. *Aquila*'ya; Belçika, Bulgaristan, Kanada, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Polonya, Romanya, İspanya, İsveç, Türkiye, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri iştirak etmektedir (Cournoyer, 2025; Hadley, 2024).

Temmuz 2023'te Vilnius'ta düzenlenen NATO Zirvesi'nin gündeminde uzay çalışmaları yer almış ve Zirve Bildirisi, uzaya bir paragraf ayırmıştır (NATO, 2023c, md. 67). Bildiride; uzayın NATO ülkelerinin güvenliği ve refahı için oynadığı role ve NATO'nun stratejik rakiplerinin tehdit yaratma yeteneklerine yapılan vurgu dikkat çekmektedir. NATO, uzayın güvenli kullanımını ve uzaya sınırsız erişimi sürdürmeyi, etkili caydırıcılık ve savunma için kritik önemde operasyonel bir alan görmektedir. Bu kapsamda NATO üye devletleri önceki dönemlerde başlatılan uzay yetenekleri kazanma girişimlerine taahhütlerini yinelemiştir. Bildiri ayrıca, NATO'nun istihbarat, gözetleme ve keşif kapasitesini iyileştirecek olan İttifak

Uzaydan Sürekli Gözetim (APSS) çokuluslu programı üzerindeki devam eden çabaları ve Fransa'da NATO Uzay Mükemmeliyet Merkezi'nin kurulmasının değerini dile getirmektedir. Vilnius Zirve Bildirisi, "uzaya, uzaydan veya uzayın içinde düşmanca operasyonların silahlı saldırı seviyesine ulaşabileceğini ve Kuzey Atlantik Konseyi'nin Washington Antlaşması'nın 5. maddesini uygulamaya koyabileceğini" teyit etmektedir.

Kurumsal Mekanizmalar, Operasyonel Yapılar ve İşbirlikleri

NATO'nun uzay politikasına yönelik kurumsal yaklaşımı, uzayın operasyonel bir alan ilân edilmesinden bu yana kayda değer bir dönüşüm geçirmiştir. İttifak'ın yapısı, uzayın stratejik planlamaya, operasyonlara, eğitime ve inovasyona entegre edilmesini sağlayan yeni organları ve girişimleri barındıracak şekilde genişlemiştir. Bu kurumsal mekanizmalar ulusal katkılarının koordinasyonunu kolaylaştırdıkları gibi, bilgi merkezlerine, doktrin geliştirme ve birlikte çalışabilirliğe katkıda bulunmaktadır.

NATO Uzay Merkezi-NATO Space Centre (Ramstein, Almanya)

2020'de Müttefik Hava Komutanlığı (AIRCOM) altında kurulan Ramstein'daki NATO Uzay Merkezi, NATO'nun uzay faaliyetlerinin operasyonel çekirdeğidir. Üye devletlerin uzay tabanlı sistemlerinden gelen verileri entegre eden ve NATO'nun durumsal farkındalığını, operasyonel planlamasını ve karar alma süreçlerini destekleyen merkezi bir koordinasyon ve birleştirme merkezi olarak işlev görmektedir. Merkezin kendisi uyduları işletmese de, görüntüleme ve çevresel izleme, navigasyon sinyalleri ve erken uyarı gibi ilgili uzay verilerinin NATO misyonları içinde etkin bir şekilde kullanılabilir olmasını ve kullanılmasını sağlar (Smith, 2022). NATO Uzay Merkezi, özel değerlendirmeler ve istihbarat ürünleri sunarak operasyonel düzeyde karar almayı destekler. Acil durum planlaması, hava savunma stratejileri ve istihbarat değerlendirmelerine uzay hususlarını dâhil etmek için NATO'nun Ortak Kuvvet Komutanlıkları ile yakın bir şekilde çalışır. Ayrıca Merkez, tartışmalı, bozulmuş ve operasyonel olarak sınırlı uzay ortamlarını içeren senaryolar için operasyon konseptleri (CONOPS) geliştirmeye katılır. Şu anda Uzay Merkezi'ne Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, İspanya, Hollanda ve Almanya'dan uzmanlar atanmıştır. Merkezin zamanla büyüdükçe diğer ülkelerden ek personel alması ve NATO genelinde gerekli kapasitenin sağlanması beklenmektedir (NATO Space Centre, t.y.).

Uzay Destek Koordinasyon Hücresi (SSCC)

Kendi uzay yeteneği olmayan NATO üye ülkelerden tahsis edilen yeteneklere güvenmektedir. Bu durum, NATO'nun askeri operasyonları için uzay desteğinin sürekli olmasını sağlamak için bir koordinasyon işlevi gerektirir (DipEng TV, 2020). SSCC, NATO'nun operasyonel komutanları ile uzay yeteneği sağlayıcıları arasında aracı görevi görerek, uzay hizmetlerinin ortak operasyonlara dahil edilmesini kolaylaştırır. NATO Uzay Merkezi'nde bulunan bu hücre, tatbikatlar ve gerçek dünya görevleri sırasında Dünya gözlemi, güvenli iletişim, hassas navigasyon ve meteorolojik veriler gibi uzay tabanlı yetenekler için talepleri düzenler. SSCC, mevcut ulusal ve ticari varlıkların bir kataloğunu tutar, operasyonel gereksinimleri değerlendirir ve kaynakları görev önceliklerine ve kullanılabilirliğine göre tahsis eder. Uzay hususlarını komuta brifinglerine, tehdit değerlendirmelerine ve operasyonel emirlere entegre ederek görev öncesi planlama ve görev yürütme aşamalarını destekler. Ayrıca, SSCC, operasyonel planlamacıların uzay kısıtlamaları ve fırsatlarına aşına olmasını sağlamak için eğitim modüllerinin ve simülasyon senaryolarının geliştirilmesine katkıda bulunur. Hücre ayrıca NATO uzay isteklerinin ulusal protokoller ve sınıflandırma standartlarıyla birlikte çalışabilirliğini sağlamada önemli bir rol oynar.

NATO Uzay Mükemmeliyet Merkezi-NATO Space Centre of Excellence (Toulouse, Fransa)

2023'te açılışı yapılan Toulouse'daki NATO Uzay Mükemmeliyet Merkezi, NATO'nun uzay girişiminin entelektüel ve doktrinel unsurunu oluşturmaktadır. Kuzey Atlantik Konseyi tarafından akredite edilen ve 15 üye ülke tarafından desteklenen Merkez, NATO'nun uzay alanındaki bilgi, yetenek ve hazırlığını geliştirmekle görevlendirilmiştir (Allied Command Transformation, 2024).

Görsel 11.2: NATO Uzay Mükemmeliyet Merkezi



Kaynak: <https://space-coe.org/>

Görevi dört sütun etrafında yapılandırılmıştır (NATO Space CEO): 1) Merkez, Konsept Geliştirme ve Deneysel kapsamında uzay NATO'nun çok alanlı operasyonlarına entegre etmek için yeni operasyonel konseptler tasarlar ve test eder. Yenilik programlarıyla iş birliği yapar ve tatbikatlara katılır. 2) Doktrin ve Standardizasyon alanında NATO'nun yayınlarına katkıda bulunur ve komuta yapıları arasında standardizasyonu teşvik eder. NATO çapında uzayla ilgili prosedürleri ve terminolojileri uyumlu hale getirmek için bir odak noktası görevi görür. 3) Eğitim ve Öğretim alanında sertifikalı kurslar sunar, atölyeler düzenler ve bilgi paylaşım forumlarına liderlik eder. NATO birimlerinde uzay okuryazarlığını geliştirmeye katkı sağlar. 4) Analiz ve Öğrenilen Dersler alanında operasyonel deneyim ve tatbikatlardan yararlanan Merkez, gelecekteki politika ve operasyonel kararları bilgilendiren analitik raporlar geliştirir. Dersler, NATO'nun konsept geliştirme sürecine ve stratejik inceleme döngülerine entegre edilir (NATO Space CEO).

NATO Uzay COE, bu rolleri yerine getirerek İttifak içindeki uzay gücünün anlaşılması, iyileştirilmesi ve dönüştürülmesi için bir katalizör görevi görür. Uzay güvenliğine yönelik tutarlı ve etkili bir yaklaşım sağlamak için NATO üyeleri, ortakları ve akademi ve endüstri dâhil olmak üzere dış paydaşlar arasında iş birliğini teşvik eder. NATO Uzay Mükemmeliyet Merkezi'nin kurulması, İttifak'ın giderek daha fazla rekabete ve yoğunluğa sahip olan uzay ortamında stratejik üstünlüğünü sürdürme konusundaki kararlılığını vurgulamaktadır.

NATO İletişim ve Bilgi Ajansı-NATO Communication and Information Agency (NCIA)

Lahey'de ve Brüksel'de bulunan NCIA, NATO'nun uzaydan türetilen iletişim ve bilgi hizmetlerini kullanmasını sağlamada temel bir rol oynar. İttifak C4ISR (Komuta, Kontrol, İletişim, Bilgisayarlar, İstihbarat, Gözetleme ve Keşif) sistemlerini korumak ve sürdürmekten sorumludur; bunların çoğu uydu tabanlı altyapıya dayanmaktadır (Weeden ve Samson, 2023). NCIA, 15 yıllık SATCOM hizmetleri sağlama deneyiminden sonra, İttifak'a gelişmiş SATCOM yetenekleri kazandırmak için NATO SATCOM Hizmetleri 6. Nesil (NSS6G) adlı yeni bir uydu hizmetleri projesini başlatmıştır. NSS6G projesi, 2005'ten 2019'a kadar NATO'ya SATCOM hizmetleri sağlayan NATO SATCOM Post-2000 projesinin (5. Nesil) halefidir

(NATO, 2021b). Ajans ayrıca uydu kanalları için gelişmiş şifreleme protokolleri geliştirmek, veri bütünlüğünü ve müdahaleye veya siber saldırılara karşı dayanıklılığı sağlamak üzerinde çalışır. Uzay-siber yakınsamanın giderek daha önemli hale gelmesiyle, NCIA'nın siber güvenlik yetenekleri kritik uzay altyapısını elektromanyetik ve yazılım tabanlı tehditlere karşı savunmak için hayati önem taşımaktadır.

Ulusal Yeteneklere Güven

Geleneksel askeri alanlardan farklı olarak, NATO kendi uydu filosuna veya fırlatma sistemlerine sahip değildir veya bunları işletmez. Bunun yerine, üye devletler tarafından tahsis edilen yeteneklerden yararlanır. Bu model yük paylaşımını teşvik eder, ancak aynı zamanda özellikle eşit erişim, veri sınıflandırması ve gerçek zamanlı yanıt verme konusunda koordinasyon zorlukları da sunar (NATO, 2022). NATO üyelerinden ABD, GPS hizmetleri, füze uyarı verileri ve korumalı uydu iletişimleri dâhil olmak üzere kapsamlı destek sağlar. Fransa, Birleşik Krallık, Almanya ve İtalya gibi Avrupa müttefikleri de yüksek çözünürlüklü Dünya gözlemi, sentetik açıklıklı radar (SAR) ve güvenli uydu iletişim varlıkları sunar.

Tatbikatlara ve Harekatlara Entegrasyon

Uzay, NATO'nun büyük askeri tatbikatlarına giderek daha fazla dâhil edilmektedir. Senaryolar artık GPS bozulmasını, kinetik ASAT saldırılarını ve uydu iletişimlerine yönelik siber saldırıları simüle etmektedir. NATO, 2021'de NATO Mukabele Kuvveti'nin eğitimi için yapılan ve 26 ülkeden 5000 kişinin iştirak ettiği *Steadfast Jupiter* (2021) isimli tatbikatta uydu kesintisi koşulları altında karar vermeyi test etmiştir. *Trident Juncture* tatbikatları da benzer şekilde, birliklerin güvenli navigasyon veya iletişim araçları olmadan uyum sağlamak zorunda kaldığı bozulmuş uzay ortamlarını içeriyordu. Bu tatbikatlar komutanları uzay bağımlılıklarını anlamaları ve gerçek zamanlı olarak güvenlik açıklarını azaltmaları için eğitmektedir. Ayrıca yeni doktrinleri doğrulamak ve öğrenilen dersleri gelecekteki stratejik planlamaya entegre etmek için laboratuvar görevi görmektedirler.

Stratejik Zorluklar ve Sınırlamalar

NATO'nun uzay konusunda politika ve konsept oluşturması ve kurumsal yapılanmadaki düzenlemeleri önemli olmakla birlikte, Örgüt olarak üye ülkelerden tahsis edilecek yeteneklere bağımlı olmasının yarattığı birçok sorun bulunmaktadır.

Zorlukların başında ABD yeteneklerine bağımlılık gelmektedir. NATO'nun uzay destekli yeteneklerinin büyük kısmının ABD tarafından tahsis edilmesi kapasite ve karar alma yetkisinde asimetriler yaratmaktadır. NATO prensipte yük paylaşımını teşvik ederken, pratikte çok az üye ülke güvenli uydu iletişimleri, erken uyarı veya fırlatma yeteneği konusunda ABD'nin yatırımlarıyla mukayese edilebilecek yatırım yapmaktadır. Bu yapısal dengesizlik krizler sırasında İttifak'ın bütünlüğünü zayıflatabilecek riskler yaratmaktadır (Smith, 2022). AB'nin uzay özerkliğini teşvik etme çabaları (Fransa'nın Syracuse IV uydularını konuşlandırması veya Almanya'nın SARah radarlarını geliştirmesi ve takımyıldızı kurma çalışmaları) bu açığı azaltmayı amaçlamakla birlikte, dengenin kurulabilmesi için diğer ülkelerin çabalarını artırması gerekmektedir.

Diğer bir sorunlu alan uzay konusunda yasal belirsizliğin ve norm gelişiminin yetersiz olmasıdır. 1967 Uzay Antlaşması'nın ASAT testleri için hükümlerden ve yaptırım mekanizmalarından yoksun kalması ile uzayda düşmanca eylemler veya meşru müdafaa için eşikler tanımlanamamış olması belirsizliğe neden olmaktadır. NATO'nun gri alanların fazla olduğu operasyonlarda faaliyet göstermesi gereklidir. Ayrıca NATO içinde de uzay silahlarının rolü ve kabul edilebilir caydırıcılık rolleri konusunda da anlaşmazlık bulunmaktadır. ABD uzay tabanlı savunma seçeneklerini korurken, Avrupalı müttefikleri daha temkinli, silah kontrolüne dayalı yaklaşımları savunmaktadır.

Diğer bir alan ticarî ve sivil-askerî koordinasyondur. Uzay sektöründe ticari aktörlerin yaygınlaşması yeni yönetim zorlukları getirmiştir. Sivil uydu operatörleriyle sözleşme, sorumluluk ve risk paylaşımı için politikaların belirlenmesi, özellikle çatışma sırasında ticari verilerin ve hizmetlerin askerî kullanımı için esasların tespit edilmesi gerekmektedir.

Uzayda askerileşme ve silahlanma arttıkça tırmanma olasılığı ve iletişim/algı hatalarıyla çatışma riski de artmaktadır. Bu nedenle, angajman kurallarının açık ve anlaşılır şekilde tespit edilmesi ve paylaşımı önem kazanmaktadır.

Sonuç

NATO'nun gelişen uzay politikası ve kurumsal yapılanması 21. yüzyılın stratejik yanıt niteliği taşımaktadır. NATO, Uzay Merkezi'ni kurarak, Uzay Mükemmeliyet Merkezi'ni akredite ederek ve uzay senaryolarını operasyonlara entegre ederek, uzay caydırıcılığı ve dayanıklılığı için temelleri atmıştır. Ancak bu girişimlerin siyasi irade, sürdürülebilir yatırım ve yasal yenilikle devam ettirilmesine ihtiyaç vardır. İttifak ayrıca ticari uzay ve ikili kullanım teknolojilerinin hızlı evrimine uyum sağlamalıdır.

NATO'nun uzaydaki güvenilirliği, giderek daha fazla çekişmeli ve sıkışık hâle gelen bu alanda kolektif güvenliği sağlama yeteneğine bağlı olacaktır. Bu, yalnızca askeri koordinasyonu değil, aynı zamanda uzaydaki davranışları yöneten uluslararası normları ve ortaklıkları şekillendirmede liderliği de gerektirir.

Kaynakça

- Allied Command Transformation. (2019). NATO Defence Ministers Meeting. <https://www.act.nato.int/article/nato-defence-ministers-meeting/>
- Allied Command Transformation. (2024). NATO's Space Centre of Excellence: A Cornerstone for Alliance Space Initiatives. <https://www.act.nato.int/article/space-coe-2024/>
- Cournoyer, J. (2025). Securing the space-based assets of NATO members from cyberattacks: A framework to strengthen cybersecurity in outer space. *Chatham House*, <https://www.chathamhouse.org/2025/05/securing-space-based-assets-nato-members-cyberattacks/03-evolution-space-policies-nato-and>
- DipEng, T.V. (2020). Space Support in NATO Operations. *The Journal of the JAPCC* 29, (Kış 2019/2020): 21-25. https://www.japcc.org/wp-content/uploads/JAPCC_J29_screen.pdf
- Hadley, G. (2024). NATO Signs First Contract for Its Largest Space Program Ever. <https://www.airandspaceforces.com/nato-contract-satellite-imagery-space/>
- Lieber Institute. (2020, October 1). NATO in Outer Space: A Domain Too Far? <https://lieber.westpoint.edu/nato-outer-space/rusi.org>
- Johnson-Freese, J. (2016). *Space warfare in the 21st century: Arming the heavens*. Routledge.
- McClintock, B., & Agachi, A. (2024). NATO Space Enterprise: Throttle Up or Fall Short. RAND. <https://www.rand.org/pubs/commentary/2024/06/nato-space-enterprise-throttle-up-or-fall-short.html>
- NATO. (2010). Strategic Concept: Active Engagement, Modern Defence. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/pdf_publications/20120214_strategic-concept-2010-eng.pdf

- NATO (2019a). NATO's overarching Space Policy, https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_190862.htm#:~:text=5,in%20accordance%20with%20international%20law
- NATO. (2019b). London Declaration. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_171584.htm
- NATO. (2021a). NATO's overarching space policy. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_190862.htm
- NATO. (2021b). Satellite communications. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_183281.htm
- NATO 2022 Strategic Concept, Md. 25. <https://www.nato.int/strategic-concept/>
- NATO. (2023a). 16 Allies, Finland and Sweden launch largest space project in NATO's history. https://www.nato.int/cps/fr/natohq/news_211793.htm?selectedLocale=en
- NATO. (2023b). NATO and Luxembourg boost Alliance Space Situational Awareness. https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_185365.htm
- NATO. (2023c). *Vilnius Summit Communiqué*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_217132.htm
- NATO Space COE. (2023). *About us*. <https://space-coe.org>
143–162.
- NATO. (2024). NATO's approach to space, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_175419.htm
- NATO Space Centre. <https://shape.nato.int/about/aco-capabilities2/nato-space-centre>
- Paulauskas, K. (2020). Space: NATO's latest frontier, *NATO Review*, 18.3.2020. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2020/03/18/space-natos-latest-frontier/index.html>
- RUSI. (2020). Space as an operational domain: What next for NATO? *Ali Stickings*. <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/rusi-newsbrief/space-operational-domain-what-next-nato>
- Smith, V. (2022). NATO and the final frontier: The politics of space in collective security., *Survival*, 64(3).
- Steadfast Jupiter. (2021). NATO Command and Control COE. <https://c2coe.org/steadfast-jupiter-2021/>
- Weeden, B., & Samson, V. (2023). Global counterspace capabilities: An open source assessment. *Secure World Foundation*. https://swfound.org/media/206957/swf_global_counterspace_april2020_es.pdf
- Zissis, C. (2007). China's Anti-Satellite Test. *CFR*. <https://www.cfr.org/backgrounder/chinas-anti-satellite-test>

AVRUPA'DA UZAY İŞ BİRLİĞİNİN GELİŞİMİ VE AVRUPA BİRLİĞİ UZAY POLİTİKASI

Selma Şekercioğlu Bozacıoğlu*

Giriş

1960'lı yıllara kadar uzay erişilmez olarak görülürken, bu yıllardan itibaren küresel rekabetin önemli bir alanı hâline gelmeye başlamıştır. Hem içinde yaşadığımız evreni keşfetmeye olan merak hem de yeni bir güç yarışı, uzayı 21. yüzyılın dikkat çeken jeopolitik unsurlarından birisi olarak öne çıkarmıştır. Bundan dolayı uzay, küresel sistemde gücü elinde tutmak isteyen ya da gücünü artırmak isteyen devletlerin önemli yatırım alanlarından birisidir. Küresel güçler arasındaki yarış ekonomik, siyasi ve askeri boyutlardan çıkarak bir uzay yarışı hâline de gelmiştir. Bu yönüyle gelişen teknolojinin de etkisiyle uzay artık önemini gittikçe artıran bir jeostratejik alan haline gelerek ekonomik, siyasi ve askeri mücadelenin görüldüğü, çok boyutlu ve çok aktörlü bir alandır.

İlk dönemde uyduları merkezine alan uzay politikaları teknolojik gelişmelerin etkisiyle uzay madenciliği gibi Dünya'da nadir bulunan ya da maliyetli maden kaynaklarına erişimin yarattığı iştah ve iletişim alanında yaşanan gelişmelerle genişlemiştir. Bu durum devletlerin yanı sıra özel sektörün de alana ilgi duymasını sağlamış ve bir domino etkisiyle uzay konusundaki gelişmeler hız kazanmıştır. Yine de uzay konusundaki bütün yatırımların çok maliyetli olması hızlı yaygınlaşmanın önünde engeldir.

Bu makalenin de konusunu oluşturan Avrupa Birliği (AB) kaçınılmaz olarak uzay ile ilgili politika oluşturma zorunluluğu hissetse de mevcut durumu diğer küresel aktörler kadar gelişmiş değildir. AB, kurumsal olarak uzay politikalarını oluşturacak adımları atmaya 2000'li yıllar itibarıyla başlasa da AB üye devletleri 1960'lı yıllardan itibaren uzay konusunda iş birlikleri yürütmüş ve bu iş birliği bugün hâlen faaliyet gösteren

* Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Arel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü, selmasekercioğlu@arel.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5531-6315

1975 yılında kurulmuş olan Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ile somutlaşmıştır. Burada Avrupa açısından kurumsallaşmış bir yapıya sahip olmanın rekabet hâlinde olduğu Çin, Hindistan, Japonya gibi aktörlerle olan yarıştan geri kalmama motivasyonu ile ilgili olduğu söylenebilir (Tsekov, 2023: 28).

Bu çalışma, tarihsel süreç içerisinde AB'nin uzay politikasının oluşumunu, kapsamını ve mevcut durumunu analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda ilk olarak Avrupa'daki uzay girişimlerine tarihsel perspektiften bakılarak Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) gelişim süreci incelenecektir. Ardından AB-ESA ilişkileri ile AB uzay politikasının oluşumu, temel dinamikleri ve yarattığı sorun alanları ile uzay teknolojilerinin ikili kullanımına değinilecektir.

Avrupa'da İlk Uzay İş Birliklerine Tarihsel bir Bakış

Avrupa Birliği'nin uzay politikası, 2000'li yıllarda ortaya çıkmasına rağmen daha uzun bir geçmişe sahiptir. Bu konuda ilk girişim Avrupa Uzay Araştırmaları Komisyonu (COPERS)'nin oluşturulmasıdır (European Parliament, 2017). İlk somut adım ise Belçika, Fransa, Almanya, İtalya, Hollanda ve Birleşik Krallık'ın, 1960'lı yılların başında bağımsız bir uzay örgütü kurmak için atmış olduğu ve 1962'de Avrupa Fırlatıcı Geliştirme Örgütü'nün (ELDO) kurulmasıyla başlayan süreçtir. 1964 yılında Danimarka, İspanya, İsveç ve İsviçre'nin sürece eklenmesiyle Avrupa Uzay Araştırmaları Örgütü (ESRO) kurulmuştur. İlgili yapılanmaların adlarından da anlaşılacağı üzere, öncelikli ve ilk hedefler daha çok uyduları merkeze almaktadır. İki ayrı kurumsal yapının sürdürülmesindeki zorluk ve kapsam geliştirme amacıyla iki kurum birleştirilerek 1975 yılında Avrupa Uzay Ajansı teşkil edilmiştir (ESA, t.y.a). ESA'nın kuruluşu Amerika'daki uzay endüstrisinin gelişimine Avrupa'nın karşılığı olarak görülebilir (Hörber, 2016b: 19). NASA ile ilişkilerde yaşanan aksaklık ve bağımlılık, Avrupa devletlerini daha güvenilir bir Avrupa Ajansı kurmak konusunda motive etmiştir (Hörber, 2016c: 58).

Bu yıl 50. yılını kutlayan Avrupa Uzay Ajansı (ESA), 10 ülkenin inisiyatifiyle kurulmuş olup, bugün 23 üyesi bulunmaktadır. Ayrıca; Slovakya, Letonya ve Litvanya ortak üye iken; Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs Rum Yönetimi, Malta ve Kanada ile iş birliği anlaşmaları imzalamıştır (ESA, 2025a). Bu süre içerisinde ESA, Avrupa'nın uzay sektörünün ilk dönemlerinde yukarı akış (upstream) kapasite gelişimine önemli katkılar sunmuştur. Bu katkılar fırlatıcı tasarımı ve geliştirilmesi, uydu endüstrisinin

desteklenmesi ve uzay bilimini destekleyici programların geliştirilmesini kapsamaktadır (European Parliament, 2017). Avrupa'da uzay çalışmalarında başı çeken ilk ülke Fransa'dır. Almanya ve Birleşik Krallık, Fransa'yı takip etmiştir. Ancak ESA'nın kuruluşu Belçika ve İtalya gibi ülkelere de kendi uzay politikalarını oluşturma imkânı tanımıştır. Avrupa uzay politikası barışçıl kullanım üzerine kurulmuş ve bu yönüyle bir sivil proje olarak nitelendirilmektedir (Lieberman ve Hoerber, 2024: 1). Bununla birlikte; barışçıl amaçlar için askeri fonların uzay programlarında kullanıldığı görülmektedir. Politikanın tasarımı sivil olsa da tehdit durumunda askeri amaçlar için kullanılması da böylece mümkün olmaktadır. Bu durum ikili kullanım (dual-use) olarak adlandırılmaktadır. Böylece Avrupa çıkarının korunması mümkün olmaktadır (Hörber, 2016a: 2-3).

ESA, ilk yıllarında bir seri teknolojik gelişme için stratejik planlama çerçevesini oluşturan ikişer yıllık süreyi kapsayan mavi kitapları yayınlamıştır. Bu kitaplar ESA'nın öncelikli çalışma alanının belirlenmesine ve kurumun işlevselliğine katkı sunmuştur. Bu kapsamda geliştirilen teknolojiler bugünkü süreci de doğrudan etkilemiştir. İlk yıllarında ESA'nın kuruluşunda yer alan Heinz Stoewer, 1988 yılında yapay zekânın ilk formlarının hâlihazırda kullanıldığını belirterek; telekomünikasyon, optik, Dünya gözlemi gibi bugünün gelişmiş teknolojilerinin ilk adımının ESA'da atıldığını belirtmektedir (2025b). ESA'nın Avrupa'da uzay politikalarına en önemli katkısının bu çerçevede ARGE çalışmalarına odaklanması olduğu söylenebilir.

Avrupa'nın uydular konusunda yürüttüğü çalışmalar önemli olmakla birlikte, uydunun yörüngeye yerleşebilmesi için gerekli olan fırlatıcı altyapısı konusunda ABD veya Sovyetler Birliği ile çalışmak zorunda kalışı, bağımsız politika izlemeyi güçleştirebileceğinden Avrupa'daki çabaların itici gücü olmuştur. Bu noktada Fransa ve Birleşik Krallık'ın bir yandan yarışırken, bir yandan da ortak bir politika geliştirmek adına birbirlerinin projelerini fonladıklarından bahsetmek gerekir (Hörber, 2016b: 20). Rakip olabilecek ülkelerin güçleri ve maddi yeterlilikleri ile uzay politikalarına ayırdıkları bütçe Avrupa ülkelerini birlikte hareket etmeye mecbur bırakmıştır.

Avrupa ülkelerinin politikalarının itici gücünü oluşturan 1980'li ve 1990'lı yıllardaki küresel gelişmeleri iki başlıkta toplamak mümkündür. Buna göre; 1. Uydu iletişimi, navigasyon, yeryüzü gözlemi gibi uzay sektöründeki aşağı akış (downstream) gelişmeler ile 2. Uzay sektörü düzenlemelerini etkileyen diğer politika alanlarındaki gelişmeler uzay girişimlerini

hızlandırmıştır. Sovyetler Birliği'nin dağılışıyla teknoloji odaklı yaklaşımdan talebe dayalı bir yaklaşıma geçilmiştir (European Parliament, 2017). İlk ESA projeleri Ariane taşıyıcı roket çalışması, Meteosat meteoroloji uydusu, ECS telekomünikasyon uydusu ile MARECS deniz haberleşme uydusudur. 1979 yılında ilk Ariane fırlatışının Fransız Guyanası'nda gerçekleşmesiyle Avrupa'nın uzay geçişi açılmıştır (Hörber, 2016c: 56).

2000'li Yıllarda ESA-AB İlişkileri ve AB Politikalarının Oluşum Süreci

ESA, AB'den bağımsız bir uluslararası örgüttür. Ancak 1998 yılında ESA Konseyi ile Avrupa Birliği Konseyi ortak bir ilke kararı yayınlayarak görev paylaşımı yapmışlardır. Buna göre AB, uzayla ilgili pazarların düzenlenmesiyle alakalı hukuki süreçleri yürütecekken, ESA ise uzun vadeli uzay politikasının belirlenmesi ve uygulamasından sorumlu olarak kabul edilmiştir (European Parliament, 2017).

ESA, İsviçre hariç, kurucu üyelerinin tamamının AB üyesi olması dolayısıyla AB ile iş birliği sürecini sürekli derinleştirmektedir. ESA ile AB 2000 yılında bir araya gelerek Avrupa için Uzay Stratejisini oluşturmuşlardır. ESA yönetimi ile Avrupa Komisyonu tarafından ortak bir görev gücü de kurulmuş ve ortak politika geliştirme imkânları için çalışma yürütülebilecek çerçeve tanımlanmıştır. Bu iş birliği kapsamında ESA'nın da desteğiyle Avrupa Komisyonu Avrupa Uzay Politikası için Yeşil Kitabı Ocak 2003'te yayınlamıştır. Temelde Avrupa Komisyonu, AB'nin uzay konusundaki zayıflığına değinmekte ve kamusal bir tartışma başlatmaktadır (ESA, t.y.b). Yine aynı dönemde ESA ile Avrupa Birliği Konseyi arasında bir çerçeve anlaşma imzalanmış ve 2004 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu anlaşmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Birincisi, AB'nin hizmetlere ilişkin talebinin karşılanması için ESA'nın altyapısının kullanılması ve ikinci olarak iki kurum arasındaki iş birliğinin artırılmasıdır (Hörber, 2016c: 59).

Avrupa Birliği Konseyi ayrıca Kasım 2003'te bir Beyaz Kitap çıkartarak ortak programlar için çerçeveyi oluşturacak adımı atmıştır. Bu sürecin temel amacı her iki kurumun enerjilerini birbirinin tekrarı olan politikalar üretmesine odaklamak yerine karşılıklı fayda sağlayan bir iş birliğine yöneltmek ve 2007 yılında kabul edilecek olan Avrupa Uzay Politikası'nın oluşturulmasını sağlamaktır. Bu kapsamda Anlaşmada öngörüldüğü şekliyle ESA ile AB arasındaki ilk Uzay Konseyi 2004 yılında gerçekleştirilmiştir (ESA, t.y.b). Uzay Konseyi uluslararası arenada tek bir Avrupa pozisyonunun

kurulması için gerekli olan koordinasyonu sağlaması bakımından önemli olmakla birlikte ESA ile AB'nin farklı üyelik yapıları ve farklı çıkar temsillerinin çatışma yaratması da mümkündür. Nitekim tartışmalar AB vatandaşlarının çıkarlarının temsiliyeti, AB'nin ESA'yı atıl bırakma potansiyeli ile ESA'nın hükümetlerarası yapısı sayesinde ancak başarılı projelerin mümkün olabildiği tartışmalarına odaklanmaktadır (Hörber, 2016c: 59).

ESA'nın özerkliği AB üyesi olmayan ama yakın iş birliği yürütülen İsveçre, Kanada, Birleşik Krallık gibi ülkelerle eşgüdümlü programların ortaya konması açısından önemlidir. Ancak AB'nin kendi içindeki uzay politikası yapım süreci ile uzay çalışmalarının finansmanı konusu özellikle ESA'ya üye olmayan AB ülkeleri için önemlidir. 2001 yılında Finansal Çerçeve Ortaklık Anlaşması, ESA ile AB arasında imzalanmış ve finansal eşgüdüm konusunda adım atılmıştır. AB'nin bu süreçte uzay konusunda yaşanan gelişmeler neticesinde uzay politikasını öncelikli hale getirdiğinden bahsedilebilir. Bu kapsamda ilk defa uzay politikası Lizbon Anlaşması ile kurucu anlaşmaya girmiştir. İlgili anlaşmanın 189. Maddesi kapsamında ESA ile AB arasındaki iş birliği de daha kurumsal hale gelmiştir (ESA, t.y.b).

1990'lı yılların başından beri hedeflenen ve bu iş birliğinin önemli ayaklarından birini oluşturan küresel navigasyon sisteminin geliştirilmesi hedefi 2003 yılında Galileo Projesi ile somutlaşmıştır. ABD ile rekabet edebilecek bir zamanlama ve yer hizmetleri ağı kurmayı hedefleyen proje, AB ile ESA arasındaki ortak en önemli teşebbüs olarak kabul edilmektedir. Bu projeye ek olarak, *Vega launcher*'ın geliştirilmesi, 2002-2012 yılları arasındaki ENVISAT projesi kapsamında yeryüzü gözlem sistemlerinin geliştirilmesi vurgulanabilir. ENVISAT ile farklı ölçümler yapan ondan fazla araç kullanıma dâhil edilmiştir (Hörber, 2016c: 56). Ayrıca 1998 yılı itibarıyla kurulan Avrupa Yerdurağan Konumlama Yer Paylaşımı Hizmeti (*European Geostationary Navigation Overlay Service-EGNOS*) de Galileo'nun başarısına katkı sağlamaktadır (European Parliament, 2017).

ESA-AB ortaklığının bir diğer önemli girişimi 2012 yılında Copernicus adını alan yeryüzü gözlem programıdır (1999 yılında kurulduğu eski adıyla GMES-Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme). Copernicus Tüzüğü 2014 yılında yürürlüğe girerken, aynı yıl Sentinel-1A radar uydusu, 2015'te Sentinel-2A, 2016'da Sentinel-3A ve Sentinel-1B, 2017'de Sentinel-2B ve Sentinel-5P, 2018'de Sentinel-3B, 2020'de Sentinel-6 uzaya fırlatılmıştır (Copernicus, t.y.a). Bugün Copernicus aracılığıyla elde edilen veriler tarım, mavi ekonomi, iklim değişikliği ve çevre, kalkınma ve iş birliği, enerji ve doğal

kaynaklar, orman, sağlık, sigorta ve afet yönetimi, güvenlik ve savunma, turizm, taşımacılık, kent planlaması olmak üzere 12 ayrı alanda kullanılmaktadır (Copernicus, t.y.b). Bu etkiyle Galileo ve Copernicus AB uzay politikalarının amiral gemisi niteliğindedir (Cellerino, 2023: 493).

Avrupa Birliği Uzay Politikalarının Kurumsallaşması

2009 yılında yürürlüğe giren Lizbon Anlaşmasıyla birlikte AB'ye uzay politikalarının oluşturulmasında daha geniş bir yetkinlik kazandırılmış oldu ve uzay, paylaşılan yetki alanına dahil edildi. Böylece AB düzeyinde yasal düzenlemelerin önü açılmış oldu (Ryan, 2021: 6). 2010 yılında Konsey'in yayınladığı "Küresel zorluklar: Avrupa uzay sistemlerinden tam olarak faydalanmak" başlıklı Tüzük, 2011 tarihli "Avrupa Birliği vatandaşlarına fayda sağlayan bir uzay stratejisi" başlıklı Avrupa Komisyonu çağrısı ve aynı tarihli Konsey çıktılarında Konsey, gelecek uzay durum farkındalığına (SSA) sahip olunmasının gerekliliğini kabul etti. Bu farkındalığın Uzay Gözetleme ve Takibi (SST), Uzay Hava İzleme ve Tahmini ile Dünya'ya Yakın Nesnelere olmak üzere üç alanı kapsadığı 2014 tarihli Uzay Gözetleme ve Takibi (SST) çerçevesini kuran 541 numaralı kararda yer almaktadır (The European Parliament and of the Council, 2014).

2021 yılında 696 numaralı Tüzük ile SST, SSA'nın bir parçası olarak Birlik tarafından uygulanmaya başlamıştır. Avusturya, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İtalya, Yunanistan, Letonya, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, İspanya ve İsveç'i kapsayan 15 AB üyesi arasında bir SST Ortaklık Anlaşması imzalanmıştır (EU SST, t.y.). SST kapasitesinin gelişiminde bu konsorsiyuma katılan devletler ile 1992'de Batı Avrupa Birliği bünyesinde kurulmuş olup, 2002'de AB ajansı haline gelen Avrupa Birliği Uydu Merkezi'nin (SatCen) iş birliği rol oynamaktadır (EU SST, t.y.; SatCen, t.y.).

Bu adımlara paralel olarak AB ortak stratejisinin oluşturulması hedefiyle Avrupa Komisyonu 2016'da "Avrupa İçin Bir Uzay Stratejisi"ni yayınlamıştır. Burada yalnızca uzay teknolojilerinin gelişimi değil, çok yönlü kamusal, toplumsal ve özel sektör çıktıları ile süreçten elde edilebilecek faydalara odaklanılmıştır. Uzayın ekonomik faydalarının maksimize edilmesi, küresel rekabetin teşviki, Avrupa'nın özerkliği ve küresel aktörlüğünün geliştirilmesi olmak üzere 4 temel stratejik hedefin belirlendiği doküman ile birlikte uzay politikasının savunma boyutlarına olan vurgu da artmaya başlamıştır (European Parliament, 2017).

Aynı yıl gerçekleşen Rekabet Konseyi'nde de bu stratejinin AB'nin rekabet edebilirliğine katkısı vurgulanmıştır. AB kurumları arasında süregelen AB Uzay Programı oluşturma çabaları 2020 tarihinde Konsey ve Parlamento'nun uzlaşmasıyla nihayete ermiş ve 2021-2027 yıllarını kapsayan 14,8 milyar euroluk bir finansal paket ile program üzerinde uzlaşmaya varılmıştır (Council of the European Union, t.y.).

2004 yılında Avrupa Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri Denetim Otoritesi (GSA) adıyla kurulan Prag merkezli oluşum 2021 yılında AB Uzay Programı Ajansı (EUSPA) adını almıştır. Böylece ilk defa AB kendi uzay ajansını kurarak uzay girişimlerinin kurumsallaşması sürecini daha somut hâle getirmiştir (Lieberman ve Hoerber, 2024: 3). Bu süreçte süregelen bir diğer tartışma olan hükümet uydu iletişimleri programı GOVSATCOM'un kurulması da AB Uzay Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir (Ryan, 2021: 6). Bu girişimin temel hedefi uzun dönemde AB hükümetlerinin güvenli ve uygun maliyetli şekilde iletişim kurmalarının sağlanmasıdır (European Commission, t.y.).

Bugün EUSPA kapsamında Copernicus, EGNOS, Galileo, Secure SATCOM ve SSA eşgüdümlü şekilde yürütülmektedir. Secure SATCOM (güvenli uydu iletişimleri); özellikle hassas bilgiler olmak üzere iletişimin korunması için geliştirilmiş iki yönlü güvenlik sağlayan bir girişimdir. GOVSATCOM ile AB devletlerine güvenilir, yüksek hızlı ve geniş bant bağlantı internet hizmeti sunan IRIS² (Uydu ile Dayanıklılık, Bağlantı ve Güvenlik Altyapısı) Secure SATCOM'un bileşenleri olarak öne çıkmaktadır. Sadece Avrupa'nın değil, Afrika'nın da internet erişilebilirliğini destekleyecek bu yapının AB ülkelerinin rekabetçiliğini ve siber güvenliklerini artıracığı düşünülmektedir (EUSPA, çevrimiçi, t.y.).

Kurumsal Asimetri ve Uzay Teknolojilerinin İkili Kullanımı

ESA ile AB politikalarındaki farklılaşmasıyla oluşan kurumsal asimetri, uzay konusundaki gelişmelere ilişkin tartışmaların odak noktasını oluşturmaktadır. ESA'nın barışçıl amaçları Avrupa entegrasyonunun kuruluşundaki ana felsefe olan barış idealini yansıtırken; tek bir devletin altından kalkamayacağı ve kaynakların ortak kullanılmasını gerektiren geniş kapsamlı girişimlerin başarılmasını hedeflemiştir (Klimburg-Witjes, 2021: 528). AB ve ESA arasındaki kurumsal asimetrinin temel dinamikleri üyelik, oylama süreçleri, mali kurallar ile savunma yaklaşımları ekseninde oluşmaktadır. ESA'nın AB ile yapısal bağı olmaması AB kurumları

açısından planlama konusunda sorun yaratırken, Avrupa Parlamentosu da ESA ile resmi bir bağının olmamasından dolayı kurumun siyasi hesap verebilirliğinin zayıf olduğu noktasında bir eleştiri yapmaktadır (European Parliament, 2017). Yine de 2014 yılında gerçekleşen ESA Bakanlar Konseyi'nde kurumun hükümetlerarası yapısının değiştirilmemesi yönünde görüş bildirilmiştir (Marta ve Stephenson, 2016: 105).

ESA, hükümetlerarası kurum olması dolayısıyla finansman konusunda "adil geri dönüş" (*juste retour/fair return*) adı verilen ilkeyi uygulamaktadır. Bu ilke, devletlerin ulusal yatırımlarının sanayiye geri dönmesini içermektedir. ESA Bakanlar Konseyi'nde belirlenen zorunlu programların finansmanı üye devletler tarafından GSMH'leri oranında karşlanır. Program kapsamında üretilen teknoloji aynı oranda da ilgili devletin sanayisine katkı sağlar (Cellerino, 2023: 492). Ancak AB bu ilkeyi uygulamamaktadır. Bundan dolayı AB içerisinde uzay araştırmalarında güçlü bir altyapısı olmayan üye devletlerin finansman süreçlerine katılımını sağlamak zaman zaman güç olmaktadır (Verheugen, 2026: xxii).

Uzay teknolojilerinin maliyetlerinin yüksek olması ikili yapının en önemli çıkmazlarından birisidir. Bundan dolayı AB, uzay teknolojilerindeki gelişimi hem GOVSATCOM gibi hükümetler arasındaki hassas bilgilerin güvenli şekilde iletimini sağlayacak hem de AB'nin uzay yarışında geride kalmamasını sağlayacak rekabetçi bir yaklaşımla ele almak durumunda kalmıştır. Avrupa Birliği Konseyi'nin son iki yılda aldığı kararlara bakıldığında, kararların altyapı yatırımları, uzay verileri, rekabetçilik, özel girişimciler, uzay trafiğinin yönetimi ile güvenlik ve savunma konularına eğildikleri görülmektedir (Council of the European Union, t.y.).

Uzay teknolojileri doğası itibarıyla hem barışçıl hem de askeri amaçlar için kullanılabilme potansiyeli taşımaktadır. Örneğin, dünya gözlemi kirlilik düzeylerinin belirlenmesi için kullanılabilirken, askeri istihbarat toplamak maksadıyla da kullanılabilir (Lieberman ve Hoerber, 2024: 4). Ancak ESA iş birliği, kurucu sözleşme gereği münhasıran barışçıl amaçlar ile sınırlı olup, ilgili madde uzaya güvenlik üzerinden yaklaşımı kısıtlayıcı şekilde yorumlanmıştır (Cellerino, 2023: 492). Ancak, AB'nin uzay politikaları gelişimi itibarıyla bu ikili kullanımı gündeminde tutmaktadır. AB; bir yandan uzaydaki çıkarlarını korumayı hedeflerken, bir yandan da stratejik konumunu korumak maksadıyla özellikle savunma güçlendirici önlemler alınmasını teşvik etmek bakımından askeri amaçlar taşımaktadır.

ESA'nın uzmanlığı son derece gelişmiş olduğundan, bu uzmanlık AB tarafından da kullanılmaktadır. Örneğin AB, kendi programları olan Galileo ve Copernicus'un yürütülmesini gerekli uzmanlığa sahip olan ESA'ya bırakmıştır (Cellerino, 2023: 494). Bu da programların işleyişinde verimsizlik yaratmaktadır. Bu iki program hem sivil hem de askeri araçlar için kullanıma çok uygundur. Bu açıdan askerî istihbarat için kullanılma potansiyeli vardır. Lizbon Antlaşması ile elde edilen yetki de AB'nin bu stratejik düzlem üzerinde hareket etmesini mümkün kılan hukukî çerçeveyi sunmaktadır.

Uzay konusunda yaşanan gelişmeler altyapı teknolojileri, uydular, roket ve füze teknolojileri üzerine odaklanmaktayken, esasında bu gelişmeler aktörlerin güç imajlarına katkı sağlamaktadır. Ama yıllar içinde yaşanan gelişmelerin en önemli motivasyon kaynağı da dış uzayın özelleşmesi ve ticarileşmesinin normalleşmesidir. Böylece yarış devletler arasında bir yarış olmaktan çıkmış, özel girişimcilerin rekabet alanı hâline de gelmiştir (Tsekov, 2023: 28). Bundan dolayı AB açısından bu durumun dışında kalmak mümkün görülmemektedir.

Sonuç

Avrupa Birliği'nin uzay politikaları konusunda yaşanan gelişmeler kendine özgü yapısını yansıtabilecek şekilde kurumsal süreçlerde ilerlemiştir. Üye devletlerin uzay yatırımlarındaki farklılaşma ve ESA'nın teknik uzmanlığına olan ihtiyaç AB'yi yine diğer aktörlerden farklı politika geliştirmeye itmiştir. Bu kapsamda bir yanda hükümetlerarası yapısının korunmak istendiği ESA ile AB üyesi olmayan ama uzay teknolojilerine yatırım yapan devletler ile bir arada olmak teknolojik gelişimin momentumunu tutmak açısından önemlidir. Diğer yandan ise; bugün yaşanan konjonktürel gelişmeler karşısında AB'nin savunma kapasitesini diğer aktörlerden bağımsız olarak gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu süreçte ABD'ye olan bağımlılığın azaltılması için yürütülen çalışmalar teknolojik gelişmelerin hızlanmasına sebep olmuştur. Ancak bugün gelinen noktada AB'nin kendini küresel sistemde konumlandırma çalışmaları ve özellikle Ukrayna savaşının da etkisiyle artan tehdit algısı uzay teknolojilerinin savunma maksatlı kullanımının gerekliliğini gündemde tutmaktadır. 31 Ağustos 2025 tarihinde Varşova'dan Plovdiv'e uçakla seyahat eden Avrupa Komisyonu Başkanı Ursula von der Leyen'in uçağının Rus GPS sinyali bozucuları tarafından hedef alındığı şüphesine ilişkin basına yansıyan haberler bile AB'nin bu konuda önlem almasının zorunluluğunu

göstermektedir (DW, 09.05.2025). Günümüz teknolojilerinin gelişiminin hızı AB'yi savunma sistemlerini güçlendirmek, siber tehditleri bertaraf etmek ve uluslararası yarıştan geri kalmamak için çaba sarf etmeyi zorunlu kılmaktadır.

Bu noktada hem ikili kullanım için gerekli adımların atılması hem de bütün üyelerin bu sürece katkısının sağlanması önemli bir hal almaktadır. Ayrıca özel teşebbüslerde yaşanan gelişim de dikkat çekicidir ve Birliğin rekabet açısından attığı adımlar bu perspektifte değerlendirilmelidir. Çünkü uzun vadede özellikle özel girişimcilerin ilgisini çeken aydaki madencilik potansiyeli ve nadir bulunan elementlere erişim hem uzay yaşamı için gerekli olan enerji ve su ihtiyacı hem de Dünya'daki nükleer santrallerin daha güvenli çalışmasını sağlayacak alternatif yakıt olarak helyum-3'ün kullanımını mümkün kılacaktır (Tsekov, 2023: 29). Dolayısıyla özel sektörün sürece eklenmesi hem gereklilik hem de yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulan bir alan olarak baş göstermektedir.

Bütün bu sürecin yürütülebilmesi için ise ESA ve AB arasındaki kurumsal asimetri ve bu kapsamda yaşanan yönetsel sorunların giderilmesi gerekmektedir. AB, uzay politikasının kapsamını genişleterek gerekli teknik uzmanlığın AB içerisinde de mümkün olabileceği durumda, ancak daha güçlü olabilir. Aksi halde bugün yaşanan ikilik AB'nin politika geliştirme sürecinin rekabet halinde olduğu küresel aktörlerden geride kalmasına sebep olabilecektir.

Kaynakça

- Cellerino, C. (2023). EU space policy and strategic autonomy: Tackling legal complexities in the enhancement of the 'Security and defence dimension of the union in space'. *European Papers (Online. Periodico)*, 8(2), 487-501.
- Copernicus. (t.y.a). *Copernicus History Overview*. Erişim adresi: https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2025-07/Factsheet_Copernicus_History_20250701_EN.pdf
- Copernicus. (t.y.b). *Impact of Copernicus*. Erişim adresi: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/impact-copernicus>
- Council of the European Union. (t.y.). *Timeline: EU Space Policy*. Erişim adresi: <https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme>
- DW. (05.09.2025). *EU chief von der Leyen targeted by Russian smear campaign*. Erişim adresi: <https://www.dw.com/en/european-commission-president-ursula-von-der-le-yen-plane-gps-jamming-russian-smear-campaign-ridicule/a-73893565>
- ESA [Avrupa Uzay Ajansı]. (t.y.a). *A European vision*. Erişim adresi: https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/A_European_vision

- ESA [Avrupa Uzay Ajansı]. (t.y.b). *European milestones*. Erişim adresi: https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/European_milestones
- ESA [Avrupa Uzay Ajansı]. (2025a). *ESA is celebrating its 50th anniversary!*. Erişim adresi: https://www.esa.int/About_Us/50_years_of_ESA
- ESA [Avrupa Uzay Ajansı]. (2025b). *50 Years of ESA R&D: An Oral History*. Erişim adresi: https://www.esa.int/About_Us/50_years_of_ESA/50_Years_of_ESA_R_D_An_Oral_History
- EU SST Space Surveillance and Tracking. (t.y.) *About us*. Erişim adresi: <https://www.eusst.eu/about-us>
- European Commission. (t.y.). *GOVSATCOM Satellite Communications*. Erişim adresi: https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/govsatcom-satellite-communications_en
- European Parliament. (2017). *European Space Policy*. Erişim adresi: https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/European_Space_Policy
- EUSPA, (t.y.). *The EU Space Programme*. Erişim adresi: <https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme>
- Hörber, T. (2016a). Introduction: Towards a European Space Policy?. içinde T. Hörber & P. Stephenson (Ed.), *European Space Policy* (ss. 1-12). Routledge.
- Hörber, T. (2016b). Chaos or Consolidation? Post-war Space Policy in Europe. içinde T. Hörber & P. Stephenson (Ed.), *European Space Policy* (ss. 15-29). Routledge.
- Hörber, T. (2016c). The European Space Agency and the European Union. içinde T. Hörber & P. Stephenson (Ed.), *European Space Policy* (ss. 53-65). Routledge.
- Klimburg-Witjes, N. (2021). Shifting Articulations of Space and Security: Boundary Work in European Space Policy Making. *European Security*, 30(4), 526-546.
- Lieberman, S., Hoerber, T. (2024). Finding Space fort he European Space Agency. *Space Policy*, 69(101637), 1-9.
- Marta, L. ve Stephenson, P. (2016). Role of the European Commission in Framing European Space Policy. içinde T. Hörber & P. Stephenson (Ed.), *European Space Policy* (ss. 98-113). Routledge.
- Ryan, L. (2021). Security and the discourse of risk in European space policy. içinde T. Hoerber & A. Forganni (Ed.), *European Integration and Space Policy A Growing Security Discourse. Space Power and Politics* (ss. 75-96). Routledge.
- SatCen. (t.y.). *The Centre*. Erişim adresi: https://www.satcen.europa.eu/who-we-are/the_centre
- The European Parliament and of the Council. (27.05.2014). *Decision No 541/2014/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 establishing a Framework for Space Surveillance and Tracking Support*. Erişim adresi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0541>
- Tsekov, I. (2023). Geopolitics in Space and the Role of the European Union. *Bulgarian Journal of International Economics and Politics*, 3(2), 27-41.
- Verheugen, G. (2016). Foreword. içinde T. Hörber & P. Stephenson (Ed.), *European Space Policy* (ss. xx-xxiii). Routledge.

UZAY HUKUKU VE UZAYDA KÜRESEL YÖNETİMİN GELECEĞİ

Hande Bingöl*

Giriş

1957’de Sputnik 1’in fırlatılmasıyla uzayın mücadele alanı olması, uluslararası ilişkiler, bilim ve hukukta yeni bir dönemi başlatmıştır. Soğuk Savaş’ın körüklediği bir rekabet olarak başlayan uzaya yönelik, devletleri, özel aktörleri ve uluslararası örgütleri içeren çok yönlü bir küresel oyuna dönüşmüştür. Egemenliğin, ticaretin ve güvenliğin kesiştiği bu alanın düzenlenmesi, dış uzayın kullanımını ve keşfini yöneten uluslararası hukuk alanına girmektedir.

Uzay hukuku, temelde Dünya atmosferinin ötesindeki faaliyetleri düzenler ve antlaşmaları, ulusal yasaları, diğer hukuk araçlarını ve gelenekleri kapsar. Gök cisimlerinin sahiplenilmemesi, uzayın barışçıl kullanımı, keşif özgürlüğü ve devletlerin ulusal uzay faaliyetleri için sorumluluğunu kapsayan, teknolojik ilerlemeler ve jeopolitik uzlaşmalar tarafından şekillendirilen ilkeler çerçevesinde işler. Bu ilkeler, çoğunlukla “uzayın Magna Carta’sı” olarak tanımlanan 1967 Uzay Anlaşması’nda (OST) yer almaktadır (Lyll ve Larsen, 2018).

Ancak, uzay teknolojisindeki hızlı değişimler, uzayın ticarileştirilmesi ve uzay alanına yeni devlet ve devlet dışı aktörlerin katılımı, mevcut yasal çerçeveyi giderek yetersiz hâle getirmiştir. Özel uzay madenciliği, uzay çöpi azaltma, uydu mega takımyıldızları ve uzay trafiği yönetimi ile ilgili yasal belirsizlikler devam etmektedir. Ulusal düzenleyici yaklaşımlar büyük ölçüde farklılık göstermektedir ve mevcut anlaşmaların güncellenip güncellenmeyeceği veya yeni araçların benimsenip benimsenmeyeceği konusunda uluslararası uzlaşma henüz oluşmamıştır.

* Araştırma Görevlisi, İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi, Milletlerarası Özel Hukuk Ana Bilim Dalı, hande.bingol@istanbul.edu.tr ORCID: 0009-0003-2417-9017.

Bu çalışma, mevcut yasal düzenin güçlü ve zayıf yönlerini aydınlatarak ve uluslararası uzay hukukunu 21. yüzyıl gerçeklerine uyarlamak için normatif yönler önererek uzay yönetişimi konusundaki literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu makalenin temel araştırma sorusu, “Mevcut uzay hukuku rejimi, modern uzay faaliyetlerinin ortaya çıkan zorluklarını ne kadar etkili bir şekilde ele almaktadır ve gelecekteki yasal gelişme beklentileri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir.

Bu kapsamda çalışmamız hem doktrin hem de kurumsal belgelere dayanan antlaşma hukuku, normlar ve devlet uygulamalarının analizine dayanmaktadır. Analizde, BM kararlarından, ulusal yasalardan ve ikili anlaşmalardan alınan vaka tabanlı örneklerden de istifade edilmektedir. Çalışmamızda ilk olarak, uzay hukukunun yasal ve tarihsel temelleri özetlenecektir; ardından, temel BM kararları ve bağlayıcı olmayan araçlar, ikili/çok taraflı anlaşmalar ve ulusal yasalar incelenecektir. Son olarak, yasal çerçevedeki boşluklar belirlenecek ve gelecekteki yönetim yolları tartışılacaktır.

Uzay Hukukunun Temelleri

Modern uzay hukuku, Soğuk Savaş politikaları ve bilimsel rekabetin etkileşiminde şekillenmiş, uzayla ilgili gelişen faaliyetleri düzenlemek için uluslararası bir çaba olarak başlamış ve o zamandan beri uzayın barışçıl kullanımını ve keşfini yöneten yasal ilkeler, antlaşma yükümlülükleri ve kurumsal normlar sistemine dönüşmüştür. Uzay hukuku bir bütün olarak Birleşmiş Milletler Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi (*United Nations' Committee on the Peaceful Uses of Outer Space-COPUOS*) aracılığıyla geliştirilen aşağıda incelenecek olan beş büyük çok taraflı antlaşma (Uzay Antlaşması, Kurtarma Anlaşması, Sorumluluk Sözleşmesi, Kayıt Sözleşmesi ve Ay Anlaşması) ile desteklenmektedir (Doyle, 2011).

“Ay ve Diğer Gök Cisimleri Dahil Uzayın Keşfi ve Kullanımında Devletlerin Faaliyetlerini Yöneten İlkeler Hakkında Antlaşma” (1967 tarihli *Uzay Antlaşması-Outer Space Treaty-OST*)’ye 2024 itibarıyla 114 devlet taraftır ve ek olarak 23 imzacı vardır (UNOOSA, t.y.-g). 17 maddeden oluşan Anlaşmanın önemli maddeleri özet olarak şunlardır;

Madde I: Uzay, tüm devletlerin keşfi ve kullanımını için serbesttir; erişim serbest ve açıktır.

Madde II: Uzayın veya gök cisimlerinin herhangi bir yolla ulusal olarak sahiplenilmesi yasaktır.

Madde III: Uzayda faaliyetler, BM Şartı da dahil olmak üzere uluslararası hukuka uygun olarak yürütülmelidir.

Madde IV: Uzaya nükleer silah veya diğer kitle imha silahlarının yerleştirilmesi yasaktır; gök cisimleri yalnızca barışçıl amaçlarla kullanılabilir.

Madde VI: Devletler, ulusal uzay faaliyetleri için, hükümet veya hükümet dışı olsun, uluslararası sorumluluk taşırlar.

Madde VII: Fırlatma yapan devletler, uzay cisimlerinin neden olduğu hasardan uluslararası olarak sorumludur.

Madde IX: Devletler, uzay ve gök cisimlerinin zararlı kirlenmesinden kaçınmalıdır (UNOOSA, t.y.-a).

“Astronotların Kurtarılması, Astronotların Geri Dönüşü ve Uzaya Fırlatılan Cisimlerin Geri Dönüşü Hakkında Anlaşma”ya (1968 tarihli Kurtarma Anlaşması - *Rescue Agreement*) 99 devlet taraftır ve 25 ek imzacı vardır (UNOOSA, t.y.-g). 10 maddeden oluşan Anlaşmanın temel maddeler şunlardır:

Madde I: Devletler bir uzay aracının personelinin sıkıntıda olduğunu (kaza, zorunlu iniş vs.) haber aldıklarında fırlatma devletini, kamuoyunu ve BM Genel Sekreterliğini derhal bilgilendirmekten yükümlüdür.

Madde II: Bir astronot yabancı bir ülkeye inerse, ev sahibi devlet onu kurtarmalı ve güvenli bir şekilde geri göndermelidir.

Madde IV: Bir uzay aracının personeli, kaza, sıkıntı, acil durum veya beklenmeyen iniş nedeniyle bir Sözleşmeciler Tarafın yargı yetkisi altındaki bölgeye inerse veya açık denizde veya herhangi bir Devletin yargı yetkisi altında olmayan herhangi bir yerde bulunursa, güvenli bir şekilde ve derhal fırlatma makamının temsilcilerine teslim edilir (UNOOSA, t.y.-b).

“Uzay Nesnelerinin Neden Olduğu Zarar İçin Uluslararası Sorumluluk Sözleşmesi” (1972 tarihli Sorumluluk Sözleşmesi - *Liability Convention*)’ne 99 devlet taraf olup 19 imzacı devlet vardır (UNOOSA, t.y.-g). 28 maddeden oluşan Sözleşmenin temel maddeleri şunlardır:

Madde II: Uzay araçlarının Dünya yüzeyinde veya uçuş halindeki uçaklardaki neden olduğu hasar için mutlak sorumluluk.

Madde III: Uzaydaki hasar için hataya dayalı sorumluluk. Bir fırlatma devletinin uzay aracına veya bu uzay aracında bulunan kişilere veya mallara,

diğer bir fırlatma devletinin uzay aracı tarafından, yeryüzünün yüzeyi dışında bir yerde zarar verilmesi halinde, fırlatma devleti, yalnızca zararın kendi hatasından veya sorumlu olduğu kişilerin hatasından kaynaklanması halinde sorumlu olur.

Madde VIII-X: Diplomatik yollarla veya bir talep komisyonu aracılığıyla talepleri sunma ve anlaşmazlıkları çözme prosedürleri (UNOOSA, t.y.-c).

“Uzaya Fırlatılan Nesnelerin Kaydına Dair Sözleşme” (1975 tarihli Kayıt Sözleşmesi *Registration Convention*)’ye 78 taraf, 4 imzacı devlet vardır (UNOOSA, t.y.-g). On iki maddeden oluşan Sözleşmenin önemli maddeleri şunlardır:

Madde II: Her fırlatma devleti uzay nesnelerini BM’ye kaydettirmelidir.

Madde IV: Kayıt, fırlatma tarihini, yerini, yörünge parametrelerini ve nesnenin işlevini içermelidir.

Madde VI: Devletler tehlikeli ve zarar veren uzay nesnelerinin tanınması konusunda birbirlerine yardım etmeyi taahhüt ederler (UNOOSA, t.y.-d).

1979 tarihli Ay Anlaşması’nın (*Moon Agreement*) tam başlığı “Devletlerin Ay ve Diğer Gök Cisimleri Üzerindeki Faaliyetlerini Düzenleyen Anlaşma” olup sadece 18 devlet tarafından onaylanmıştır. ABD, Rusya ve Çin bu anlaşmaya taraf değildir (UNOOSA, t.y.-g). Ay Anlaşması’nın sınırlı kabulü, dünya dışı kaynaklara eşit erişim, fayda paylaşımı ve yönetimi konusunda çözülmemiş gerginlikleri yansıtmaktadır. 21 maddeden oluşan anlaşmanın önemli maddeleri şunlardır:

Madde III: Ay barışçıl amaçlarla kullanılmalıdır.

Madde IV: Ay’da askeri tesisler veya silah denemeleri yapılması yasaktır.

Madde XI: Ay ve doğal kaynaklar insanlığın ortak mirasıdır. Doğal kaynaklar ulusal tahsise tabi değildir; kullanım için uluslararası bir rejim gereklidir (UNOOSA, t.y.-e).

Yukarıda çerçevesi çizilen anlaşmalardan uzay faaliyetleri için küresel rejimin temelini oluşturan, yazılı ve yazılı olmayan bir dizi ilke ortaya çıkmıştır. Bu ilkeler aşağıda özetlenmektedir.

1) Mülkiyetin Elden Çıkarılmaması: OST’nin II. Maddesi, herhangi bir devletin uzayın veya gök cisimlerinin herhangi bir parçası üzerinde egemenlik iddia etmesini yasaklar. Bu, tüm ulusların uzaya açık erişiminin temelini oluşturan en temel ve tartışmasız ilkelerden biridir (Lyll ve Larsen, 2018).

2) Keşif ve Kullanım Özgürlüğü: OST'nin I. Maddesi uyarınca, tüm devletler Ay ve diğer gök cisimleri de dahil olmak üzere uzayı keşfetme ve kullanma konusunda eşit haklara sahiptir. Bu, açık erişimi garanti eder, ancak aynı zamanda başkalarının faaliyetlerine gereken saygıyı gösterme yükümlülüklerini de ifade eder (Tronchetti, 2013).

3) Uzayın Barışçıl Kullanımı: OST'nin IV. Maddesi, yörüngeye veya gök cisimlerine nükleer silahların veya kitle imha silahlarının yerleştirilmesini yasaklar. Askeri personel ve ekipmanın bilimsel veya barışçıl amaçlarla uzayda bulunmasına izin verir, ancak geleneksel silahlar ve çift kullanımlı teknolojiler konusunda belirsizlik devam etmektedir (De Pippo, 2014).

4) Uluslararası Sorumluluk ve Yükümlülük: OST Madde VI'ya göre, devletler, devlet kurumları veya özel kuruluşlar tarafından yapılan ulusal faaliyetlerden uluslararası olarak sorumludur. Sorumluluk Sözleşmesi bu sorumluluğu iki katmana genişletir: yüzey hasarı için mutlak sorumluluk ve uzaydaki hasar için hataya dayalı sorumluluk. Bu çerçevede, özel aktörlerin devlet tarafından denetlenmesini teşvik eder ve sağlam ulusal uzay düzenlemesini destekler (Jakhu ve Pelton, 2017).

5) Çevre Koruma ve Gereken Saygı: OST Madde IX, devletlerin faaliyetlerini başkalarının çıkarlarına "gerekli saygıyı" göstererek yürütmelelerini ve zararlı kirlenmeden kaçınmalarını gerektirir. Bu bağlamda Madde IX, Madde I'de yer alan keşif ve kullanım özgürlüğünü sınırlayıcı bir işlev görür (Martin, 2024). OST'de ayrıntılı olarak açıklanmasa da bu ilke artan uzay çöpleri ve mega takımyıldız konuşlandırmaları nedeniyle giderek daha da önemli hâle gelmiştir (UNOOSA, t.y.-f).

6) Yargı Yetkisi ve Kontrol: Uzay nesnelere, OST VIII. Madde ve Kayıt Sözleşmesi tarafından onaylandığı üzere, yörüngede veya gök cisimleri üzerinde olsalar bile, fırlatma devletinin yargı yetkisi altında kalır. Bu, uluslararası şeffaflığı teşvik ederken ulusal otoriteyi korur.

BM Genel Kurulu Uzay Hukuku Kararları ve Dış Uzaya İlişkin Hukuki Olmayan BM Belgeleri

Antlaşmalar hukuku uluslararası uzay hukukunun omurgasını oluştururken, dış uzayın pratik yönetiminin çoğu, BM Genel Kurul kararları, kılavuzlar ve bildirimler de dâhil olmak üzere bağlayıcı olmayan belgelerden etkilenir. Bu belgeler, bir mahkemede uygulanabilir olmasa da önemli normatif işlevler görür, devlet davranışını şekillendirir, mevcut yükümlülükleri

netleştirir, ulusal mevzuatı yönlendirir ve örf ve âdet uluslararası hukukunun gelişimine katkıda bulunur (Pelton, 2016).

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu (UNGA), öncelikle Dış Uzayın Barışçıl Kullanımları Komitesi'nin (COPUOS) çalışmaları aracılığıyla, ortaya çıkan ilkeleri kodifiye eden ve düzenleyici boşlukları dolduran bir dizi karar kabul etmiştir. 1959'da kurulan COPUOS, uzay hukukunu geliştirmek ve uluslararası iş birliğini teşvik etmek için merkezi uluslararası forumdur. Bu alandaki temel UNGA kararları şunlardır:

Karar 1962 (XVIII) – Devletlerin Uzayın Keşfi ve Kullanımındaki Faaliyetlerini Düzenleyen Hukuki İlkelerin Beyanı (1963): Bu belge, 1967 Uzay Antlaşması'nın öncülüğünü yapmış ve onun temelini oluşturmuştur. Uzayın keşfi, el konulmaması ve barışçıl kullanımı özgürlüğü ilkelerini teyit eder [RES 1962 (XVIII)].

Karar 1721 (XVI) – Uzayın Barışçıl Kullanımlarında Uluslararası İşbirliği (1961): En eski kararlardan biri olan bu karar, bilimsel verilerin uluslararası değişimini teşvik eder ve BM Uzaya Fırlatılan Nesnelere Kaydını teşkil eder [RES 1721 (XVI)].

Karar 41/65 (1986) – Uzaydan Dünya'nın Uzaktan Algılanmasına İlişkin İlkeler: Veri paylaşımını, egemenliğin korunmasını ve uzaktan algılama teknolojilerinin sorumlu bir şekilde kullanılmasını teşvik eder (RES 41/65).

Karar 47/68 (1992) – Uzayda Nükleer Güç Kaynaklarının Kullanımıyla İlgili İlkeler: Uzay görevlerinde nükleer güç kullanımına ilişkin güvenlik ve çevre ilkelerini belirler (RES 47/68).

Karar 51/122 (1996) – Tüm Devletlerin Yararına ve Çıkarına Uzayın Keşfi ve Kullanımında Uluslararası İşbirliği Bildirgesi: Uzay faaliyetlerinin tüm insanlığa, özellikle de gelişmekte olan ülkelere fayda sağlaması gerektiği ilkesini güçlendirir (A/RES/51/122).

Bu kararlar gönüllü normları temsil eder; ancak hükümlerinin çoğu, tekrarlanan uygulama ve onay yoluyla uluslararası uzay hukukunun ilerici gelişimine katkıda bulunur ve bağlayıcı antlaşmaların yorumlanmasını şekillendirir.

COPUOS ve BM Uzay İşleri Ofisi (UNOOSA), 2021 yılında sürdürülebilirlik, uzay çöprü azaltma ve kapasite geliştirme gibi tematik alanlarda yönergeleri, beyanları ve en iyi uygulamaları bir araya getiren kapsamlı bir kaynak olan Uluslararası Uzay Faaliyetleri Hakkında Hukuki Olarak

Bağlayıcı Olmayan Birleşmiş Milletler Belgeleri Derlemesini başlatmıştır (UNOOSA, 2021a). Derlemedeki önemli araçlar şunlardır:

Uzay Faaliyetlerinin Uzun Vadeli Sürdürülebilirliği İçin Yönergeler (LTS Yönergeleri): COPUOS tarafından yaklaşık 10 yıllık müzakerelerin ardından 2019 yılında kabul edilen 21 yönerge, uzay operasyonları, uzay çöpi azaltma, uzay trafiği yönetimi ve uluslararası iş birliği olmak üzere dört kategoride sorumlu uzay davranışını teşvik etmektedir. Bağlayıcı olmasalar da, ABD ve Avrupa Uzay Ajansı gibi uzay aktörleri tarafından ulusal politikalara dâhil edilerek (Martinez, 2021; Mardianis, 2022) etkisi artmıştır.

Kurumlararası Uzay Çöpi Koordinasyon Komitesi'nin (IADC) Uzay Çöpi Azaltma Yönergeleri: BM tarafından kabul edilmese de, bu teknik yönergeler yaygın olarak onaylanmıştır ve çöp azaltma ve kullanım ömrünün sonunda yapılacaklarla ilgili uluslararası beklentileri tanımlamaya yardımcı olmuştur (IADC, 2021).

Kapasite Oluşturma ve Uzaya Erişim için BM Uzay Politikası Yönergeleri: Kapsayıcılığı teşvik etmeyi amaçlayan bu yönergeler, gelişmekte olan ülkelerin uzay faaliyetlerine katılabilmelerini sağlamak için teknoloji transferini, eğitimi ve küresel ortaklıkları teşvik eder (UNOOSA, 2021b).

Bu araçlar, özellikle bağlayıcı antlaşmaların güncelliğini yitirdiği veya bulunmadığı alanlarda, devlet uygulamalarını şekillendirmede giderek daha etkili hâle gelmektedir. Örneğin, OST uzay trafiği yönetimi veya mega takım yıldızlarını ele almazken, LTS Yönergeleri teknik ve düzenleyici koordinasyon için ortak bir temel sağlamaktadır. Bağlayıcı olmayan BM araçları uzay hukukunda ikili bir işlev görürler. Yorumlayıcı işlev kapsamında mevcut antlaşma hükümlerini yorumlamaya yardımcı olurlar. Örneğin, LTS Kılavuzları, OST Madde IX'daki "gerekli saygı" ve "zararlı müdahale" kapsamını açıklığa kavuşturur. Yasal düzenleme öncesi yönetim kapsamında özellikle yörüngede servis, ticari madencilik ve otonom uydular gibi hızla gelişen alanlarda, gelecekteki antlaşma müzakerelerinin veya geleneksel normların öncüsü olarak işlev görürler. Ayrıca, 100'den fazla devletin fikir birliğiyle kararları ve yönergeleri kabul ettiği COPUOS'un prosedürel meşruiyeti, bu araçların normatif değerini artırmaktadır (Jakhu ve Pelton, 2017). Resmi olarak uygulanabilirlikten yoksun olsalar da, politik ağırlıkları ve yaygın kabulleri onları küresel uzay yönetiminin ayrılmaz bir parçası hâline getirmiştir.

İkili ve Çok Taraflı Anlaşmalar ve Ulusal Uzay Hukuku

BM anlaşmaları uluslararası uzay hukukunun temel taşıını oluştururken, devletler uzayda iş birliğini, fırlatma hizmetlerini, veri paylaşımını ve ticari faaliyetleri düzenlemek için ikili ve çok taraflı anlaşmalar da yapmaktadır. Bu uluslararası çabalara paralel olarak, ülkeler anlaşma yükümlülüklerini uygulamak, özel sektör aktörlerini düzenlemek ve uzay nesnelere üzerinde yargı yetkisi iddia etmek için ulusal uzay yasaları geliştirmiştir. Bu ikili gelişme -uluslararası ve yerel- modern uzay hukuku manzarasının tanımlayıcı bir özelliği hâline gelmiştir.

Uzay Faaliyetleri Üzerine İkili ve Çok Taraflı Anlaşmalar

Çok sayıda iş birliği anlaşması, fırlatma hakları, sorumluluk, navigasyon ve kaynak kullanımı gibi belirli konularda standartlar belirleyerek BM uzay anlaşmalarını tamamlar. Bu anlaşmalar genellikle hükümetlerarası (devletler arasında) ve uzay ajansları veya bilimsel kurumlar gibi kurumlar arasındadır. Önemli ikili ve çok taraflı örnekler şunlardır.

Artemis Anlaşmaları (2020–günümüz): ABD ve NASA liderliğindeki Artemis Anlaşmaları, Ay keşfi, kaynak kullanımı, birlikte çalışabilirlik, şeffaflık ve çatışmasızlık için ortak ilkeler oluşturmak üzere bir dizi ikili siyasi taahhüttür. 2024 itibarıyla, İngiltere, Japonya ve Brezilya dâhil olmak üzere 35'ten fazla ülke anlaşmayı imzalamıştır. Anlaşmaların BM antlaşma çerçevesinin dışında, “blok tabanlı” bir uzay yönetim modeline doğru bir değişimi yansıttığı öne sürülmektedir (Larsen, 2021).

Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) Hükümetlerarası Anlaşması (1998): ABD, Rusya, Japonya, Kanada ve 11 Avrupa Uzay Ajansı (ESA) üye devleti tarafından imzalanan çok taraflı bu antlaşma, ISS ile ilgili operasyon, yargı yetkisi, veri hakları ve uyuşmazlık çözümü için yasal çerçeveyi ana hatlarıyla belirtmektedir. Anlaşma modüler yargı yetkisi modelini yaratmış ve her modül, onu sağlayan ülkenin yasalarına tabi olarak oluşturulmuştur (Tronchetti, 2013).

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) Sözleşmesi (1975): Avrupa Uzay Ajansı, tüzel kişiliğini, üyelik haklarını, fonlama kurallarını ve Avrupa devletleri arasındaki koordinasyon mekanizmalarını tanımlayan bir sözleşme kapsamında faaliyet göstermektedir. Genellikle bölgesel uzay yönetimi için bir model olarak referans alınmaktadır (Lyll & Larsen, 2018).

ABD-Hindistan Sivil Uzay Anlaşması (2008; 2023'te yenilendi): Uydu navigasyonu (GPS-NavIC birlikte çalışabilirliği), ortak görevler ve teknoloji paylaşımı ile ilgili şartları içerir; uzayda stratejik ikili ortaklıkların artan önemini yansıtmaktadır (NASA, t.y.).

Bu anlaşmalar genellikle Uzay Anlaşması ve ilgili araçları tamamlar. Devletlerin hızla gelişen teknolojik veya jeopolitik bağlamlara daha fazla özgüllük ve esneklikle yanıt vermelerine olanak tanır. BM anlaşmaları gibi evrensel olarak bağlayıcı olmasa da, ikili ve çok taraflı uzay anlaşmaları, Uluslararası Adalet Divanı (ICJ) Tüzüğü'nün 38(1)(a) Maddesi uyarınca anlaşma hukukunu oluşturur ve tutarlı bir şekilde uygulanırsa örf ve âdet hukukuna katkıda bulunabilir.

Ulusal Uzay Yasaları ve Düzenleyici Çerçeveseler

Yukarıda incelendiği üzere OST açıkça devletlere özel kuruluşları denetleme yükümlülüğü getirmiştir. Devletler bu yükümlülüklerini, uluslararası hukuku ulusal hukuk düzenlemelerine aktarmak suretiyle özel kuruluşların uluslararası hukuka uygunluğunu denetlemek suretiyle gerçekleştirirler. Uzay faaliyetlerinin gün geçtikçe özelleştirilmesi ve ticarileşmesiyle çok sayıda devlet ulusal uzay mevzuatı oluşturma yoluna gitmiştir (Zielinski, 2024).

Ulusal uzay mevzuatı önemli işlevleri yerine getirir: 1) Uluslararası yükümlülükleri (örneğin, sorumluluk, kayıt) uygular, 2) Özel kuruluşlar için yasal kesinlik sağlar, 3) Düzenleyici ve lisanslama otoriteleri kurar ve 4) Uzay nesnelere ve aktörleri üzerinde yargı yetkisi ve kontrolü iddia eder. 2024 itibarıyla 40'tan fazla ülke, çok çeşitli düzenleyici karmaşıklık düzeylerine sahip ulusal uzay mevzuatı yürürlüğe koymuştur (UNOOSA, 2023).

Tablo 13.1. Bazı Ülkelerin Ulusal Hukukunun Karşılaştırmalı Durumu

Ülke	Temel Mevzuat	Ana Hükümler
Amerika Birleşik Devletleri	Ticari Uzay Girişim Rekabetçilik Yasası (2015); Ulusal Uzay Konseyi Yönergeleri	Özel aktörler kaynak çıkarma ve kullanma yetkisi vermiştir, ticari girişimler için basitleştirilmiş lisanslama öngörülmüştür.
Fransa	Uzay Operasyonları Kanunu (2008)	Operatörler için lisans ve sigorta gereklilikleri getirilmiştir, Ulusal Uzay Araştırmaları Merkezi (CNES) emniyet ve yükümlülükleri denetler.
Hindistan	Hindistan Uzay Politikası (2023)	Ticari düzenleme ve ortaklıklar için Hint Uzay Kurumu IN-SPAc'e ve uzay şirketi NSIL'i kurmuştur.
Lüksemburg	Uzay Kaynakları Hukuku (2017)	Ulusal lisans, uzay kaynakları üzerinde mülkiyet hakkını garanti etmektedir.
Türkiye	Türkiye Uzay Ajansı Hukuku (2018)	Kurumsal yetkileri tanımlamakta, uzay girişimlerini düzenlemekte ve Ar-Ge'yi teşvik etmektedir.

Kaynaklar: H.R.2262 - U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act; French Space Ops Act. (2008); ISRO. (2023); Luxembourg Space Agency. 2019; Çakır, 2022.

Çoğu ulusal çerçeve, lisanslama, sorumluluk, sigorta ve yaptırımı denetlemek için merkezi bir uzay ajansı veya bakanlığı belirler. Örneğin, ABD Federal Havacılık İdaresi (FAA) fırlatmalara lisans verirken, Fransa yetkiyi CNES'e devretmiştir. Birçok eyalet ayrıca Kurumlar Arası Uzay Çöpü Koordinasyon Komitesi (IADC) ve LTS yönergeleriyle tutarlı kurallar benimsemiş ve bağlayıcı yerel düzenlemelere yumuşak hukuk normlarını entegre etmiştir (Pelton, 2016).

İlerlemeye rağmen, ulusal uzay yasalarının çeşitliliği uyumu zorlayan düzenleyici asimetriler yaratmaktadır. Bu zorlukların ilki kaynak kullanımındaki farklı bakış açılarıdır. ABD, Lüksemburg ve Birleşik Arap Emirlikleri gibi ülkeler ticarî uzay madenciliği için ulusal yetkilendirme yapmaktadır. Ülkelerin çoğu bunun küresel bir rejimin yokluğunda tahsis etmeme ilkesini (OST, Madde II) ihlal ettiğini savunmaktadır (Jakhu & Pelton, 2017). Diğer bir konu sorumluluk hükümlerindeki tutarsızlıklardır.

Değişen ulusal sigorta eşikleri ve lisanslama kriterleri tutarsızlıklar yaratmaktadır. Bu sorunları ele almak için COPUOS Hukuk Alt Komitesi, devletleri en iyi uygulamaları paylaşmaya ve şeffaflığı ve yasal modellerin etkileşimini artırmak için ulusal mevzuatları UNOOSA sistemine dâhil etmeye teşvik etmektedir (UNOOSA, 2023).

Düzenleyici Boşluklar ve Gelecekteki Yönetim Seçenekleri

21. yüzyılda uzay faaliyetlerinin evrimi kapsamında hızlı özelleştirme, mega takımyıldız konuşlandırmaları ile Ay ve asteroid kaynak çıkarımındaki gelişmeler mevcut yasal rejimin net, uygulanabilir ve evrensel olarak kabul görmüş bir yönetim sağlama yeteneğini geride bırakmıştır. BM uzay antlaşmaları temel bir çerçeve sağlamakla birlikte büyük ölçüde devlet merkezlidir, teknolojik olarak güncelliğini yitirmiştir ve ortaya çıkan zorluklar için yeterince kapsamlı değildir. Bu düzenleyici boşlukları gidermek yalnızca antlaşma reformunu değil, aynı zamanda bağlayıcı olmayan hukuksal araçların daha iyi kullanılmasını, ulusal mevzuat uyumunu ve kurumsal değişimi de gerektirmektedir.

Temel düzenleyici boşluklar; 1) Uzay kaynaklarının kullanımı, 2) Uzay trafik yönetimi, 3) Yörüngedeki faaliyetler ve servis, 4) Devlet dışı aktörler ve yargı yetkisi zorlukları, 5) Uyuşmazlık çözüm mekanizmaları olarak beş başlık altında açıklanmaktadır.

1) Uzay Kaynaklarının Kullanımı

Uzay kaynaklarının kullanımına ilişkin Dış Uzay Antlaşması (OST) ve Ay Anlaşması'nın ticari madenciliğin yasallığı veya mekanizmaları hakkında net bir rehberlik sunmadığını belirtmek gerekir. OST Madde II "ulusal tahsisi" yasaklar, ancak Madde I gök cisimlerinin "kullanımına" ve "keşfine" izin verir. Amerika Birleşik Devletleri (2015), Lüksemburg (2017) ve BAE (2019) gibi ülkeler, ulusal yasalar uyarınca özel kullanıma izin vermiştir; bu durum çok taraflı ilkelerle potansiyel olarak çelişmekte ve yasal parçalanma yaratmaktadır (Jakhu & Pelton, 2017; Tronchetti, 2013).

Ayrıca OST Madde II'de yer alan "ulusal" (*national*) ifadesinin sadece devletleri mi kapsadığı tartışmalıdır. Devlete ait olmayan kurum veya şirketlerin uzay kaynaklarını kullanabileceği yönünde görüş bildirenler olmuşsa da, OST'nin kaleme alındığı tarihte sadece devletlerin uzayda faaliyet gösterebilen aktörler olduğu düşünülürse ve OST'nin diğer maddeleri

de bir bütün olarak değerlendirilirse, Madde II'deki “*national*” ifadesinin özel sektör aktörlerini de içine alacağı kabul edilmelidir (Tronchetti, 2015).

2) Uzay Trafik Yönetimi

Uzay trafik yönetimi alanında ticari uydu takımı yıldızlarındaki artış (örneğin, *SpaceX*'in *Starlink*'i, *Amazon*'un *Kuiper Projesi*) çarpışma önleme protokolleri, spektrum yönetimi, yörünge yuvası tahsisi ile bildirim ve şeffaflık yükümlülükleri konularında bağlayıcı uluslararası normların eksikliğini ortaya koymuştur. Mevcut durumda uzay trafik yönetimi, Uzay Veri Birliği (SDA) aracılığıyla gönüllü koordinasyona ve frekans ataması konusunda sınırlı Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) düzenlemelerine dayanmaktadır. OST, 1972 tarihli Sorumluluk Sözleşmesi ve 1975 tarihli Kayıt Sözleşmesi uzayda trafik yönetimine ilişkin sadece çok genel kurallar içermektedir (Ancona and others, 2025). Gerçek zamanlı yörünge trafiği koordinasyonunu ele alan bağlayıcı bir uluslararası rejim yoktur (Pelton, 2016). Avrupa Birliği cephesinde ise Avrupa Komisyonu uzay trafik yönetimi alanında bağlayıcı olmayan kurallar çıkarılması için çalışmalar sürdürmektedir (STM, t.y.).

3) Yörüngedeki Faaliyetler ve Servis

Yörüngedeki faaliyetler ve servis kapsamında uydu yakıt ikmali ve robotik servis gibi yenilikler; “otonom bir uydu arızalanırsa kim sorumludur?”, “yörüngede mülkiyet hakları veya kurtarma hakları nasıl uygulanır?”, “yakınlık operasyonu (*proximity operations*) OST Madde IX uyarınca “gerekli özen” veya “zararlı müdahale” ihlali midir?” gibi yeni yasal soruları gündeme getirmektedir. Bu senaryolar yasal olarak ya belirsizdir ya da yetersiz düzenlenmiştir.

Uzay faaliyetlerinin çevresel boyutu hakkında beş temel Birleşmiş Milletler sözleşmesinin düzenlemeleri de son derece yetersizdir. Örneğin, uzay çöpü hakkında bu sözleşmeler düzenleme getirmediği için bu konudaki boşluklar bağlayıcı olmayan kurallarla doldurulmaya çalışılmaktadır. COPUOS tarafından kabul edilen Uzay Çöpü Azaltma Yönergesi de bu girişimlerden biridir (Viikari, 2015).

4) Devlet Dışı Aktörler ve Yargı Yetkisi Zorlukları

Ticari şirketler, üniversiteler ve hatta özel kişiler dâhil olmak üzere devlet dışı aktörlerin yükselişi, uzayın düzenleyici dinamiklerini temelden değiştirmiştir. Orijinal BM antlaşmaları devletlerin egemen olduğu bir dönemde hazırlanmış olsa da günümüz gerçekliği kayıtlı uzay nesnelere

sahip 80'den fazla ülkeyi ve özel aktörler tarafından işletilen binlerce ticari uydu, küp uydu ve deneysel yükü içermektedir (UNOOSA, 2023). OST Madde VI, devletlerin hükümet veya hükümet dışı kuruluşlar tarafından yürütülüp yürütülmediğine bakılmaksızın “dış uzaydaki ulusal faaliyetlerden” uluslararası olarak sorumlu olduğunu belirler. Bu, ikili bir sorumluluk getirir: devletler özel uzay faaliyetlerini yetkilendirmeli ve sürekli olarak denetlemelidir (Marboe, 2015). Bu aktörlerin uzayda veya Dünya’da neden olduğu zararlardan sorumluluk, özel operatöre değil, yetkilendiren devlete aittir (Sorumluluk Sözleşmesi, Madde II-III). Ancak, bu yükümlülüğün uygulanması büyük ölçüde farklılık göstermektedir.

Bazı ülkelerde herhangi bir yerel düzenleyici çerçeve veya uygulama yetkisi yoktur ve bu da yükümlülüklerin uygulanamaması riskini artırmaktadır (Jakhu & Pelton, 2017). Devlet dışı aktörlerin uzay faaliyetleri ile ilgili önemli yasal sorunlar bulunmaktadır.

Yargı yetkisi belirsizliği, uzayın uluslararası bir alan olması ve hiçbir devletin uzayda tek başına egemenlik iddiasında bulunamamasından kaynaklanmaktadır. OST’nin VIII. Maddesi uyarınca uzaya fırlatılan cismin üzerinde cismin tescil edildiği devletin yargı yetkisi bulunmaktadır. Ancak, bir ülkede kayıtlı bir şirket başka bir ülkedeki bir tesisten fırlatma yaptığında veya bir nesne kayıtsız olduğunda yetki konusunda anlaşmazlıklar ortaya çıkabilir.

5) Uyuşmazlık Çözüm Mekanizmaları

Mevcut uzay hukuku çerçevesinin bir diğer büyük zayıflığı, sağlam ve erişilebilir uyuşmazlık çözüm mekanizmalarının eksikliğidir. BM antlaşmaları temel kurallar sağlarken, Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) veya Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (UNCLOS) gibi diğer uluslararası rejimlerin aksine bağlayıcı yargılama forumları veya prosedürleri oluşturmamaktadır.

Mevcut mekanizmalar içinde Diplomatik Kanallar ve Talepler Komisyonu (Sorumluluk Sözleşmesi, Madde IX-XIII), uzay hukukundaki tek resmi mekanizmadır (Williams, 2015). Bu komisyon Sorumluluk Sözleşmesi uyarınca kurulan üç üyeli bir özel talepler komisyonudur, ancak pratikte hiç kullanılmamıştır (Pelton, 2016). Uluslararası Adalet Divanı (UAD) ise devletlerin uzayla ilgili uyuşmazlıklarını yalnızca karşılıklı rıza ile götürebileceği mekanizmadır. Yargı yetkisi nadirdir ve devletler arası uyuşmazlıklarla sınırlıdır. Daimî Tahkim Mahkemesi (PCA), 2011 yılında, özel aktörlerin veya devletlerin anlaşmazlıkları tarafsız bir ortamda çözmelerine

olanak tanıyan Uzay Faaliyetleriyle İlgili Anlaşmazlıkların Tahkimine İlişkin İsteğe Bağlı Kuralları kabul etmiştir.

Bu mekanizmalar gönüllüdür ve zorunlu değildir. Uzay trafik yönetimi anlaşmazlıklarında (örneğin, çarpışmaya yakın durumlar, yörünge değişiklikleri) teknik gerçek bulma için kapasiteleri yoktur. Reform önerisi olarak BM tarafından yönetilen bir uzay tahkim mahkemesi veya ICJ veya ITLOS (Uluslararası Deniz Hukuku Mahkemesi) içinde bir uzay hukuku odası oluşturulması dile getirilmiştir. Böyle bir organın; sorumluluk talepleri, yörünge yuvası anlaşmazlıkları, veri erişimi ve fikri mülkiyet hakları ile uzay madenciliği anlaşmazlıkları konularında uzmanlaşabileceği tartışılmaktadır. Bu reform yasal öngörülebilirliği artıracak, jeopolitik gerginlikleri azaltacak ve uzayın teknik karmaşıklıklarına göre uyarlanmış bir forum sunması beklenmektedir.

Uzayda devletlerarası uyuşmazlıkların yanı sıra, günümüzde sürekli artan oranda devlet dışı aktörler arasında ticari uyuşmazlıklar da doğmaktadır. *SpaceX* gibi uzayda faaliyet gösteren şirketlerin sayısı arttıkça şirketler arasındaki uyuşmazlıkların ve devletler-şirketler arası uyuşmazlıkların artacağı öngörülmektedir. Bu uyuşmazlıklardan bazıları yatırımcı-devlet arasında yatırım uyuşmazlıklarına evrilme potansiyeli taşır (Zhang, 2025).

Gelecekteki Yönetim Beklentileri

Anlaşma geliştirmedeki durgunluk ve uzay faaliyetlerindeki artış göz önüne alındığında, uzay yönetiminin geleceğinin; kademeli yasal geliştirme, kurumsal reform ve çok merkezli koordinasyon mekanizmalarını bünyesinde barındıran çok katmanlı bir yaklaşıma dayanması muhtemel görülmektedir.

OST'nin kapsamlı bir şekilde elden geçirilmesi politik olarak olası görünmese de, çevre anlaşmalarına göre modellenmiş protokol tabanlı yaklaşımların uygulanabilmesi bir seçenektir. Bu kapsamda Uzay Kaynakları Protokolü, çıkarma haklarını, fayda paylaşım modellerini ve kayıt yükümlülüklerini tanımlayabilir. Yörünge Sıkışıklığı ve Uzay Çöplü Protokolü ise bağlayıcı uzay trafik yönetimi kuralları ve kullanım ömrünün sonu prosedürleri belirleyebilir. Bu araçlar "isteklilerin koalisyonu" tarafından benimsenebilir ve daha sonra devlet uygulamalarıyla evrenselleştirilebilir.

Bağlayıcı olmayan hukuk, hızlı ve esnek düzenleme için en pragmatik araç olmaya devam etmektedir. Bu kapsamda temel öneriler; LTS yönergelerini ulusal mevzuat ve uluslararası raporlama gereklilikleri aracılığıyla

zorunlu hale getirmek; COPUOS liderliğindeki uzay trafiği koordinasyonu, veri şeffaflığı ve uydu mega-takımyıldızı kaydı girişimlerini desteklemek ve daha fazla devletin yörünge irtifası, manevra kabiliyeti ve veri paylaşımı için lisans gereklilikleri gibi ulusal STM standartlarını benimsemesini teşvik etmek şeklinde sıralanmaktadır. Bu özellikleri ile bağlayıcı olmayan hukuk araçlarının özellikle hızlı teknolojik değişim alanlarında etkili olan bir düzenleyici kuluçka makinesi olarak işlev görebileceği değerlendirilmektedir.

Diğer bir alan kurumsal koordinasyon ihtiyacıdır. Kurumsal boşlukları doldurmak için yenilikçi yönetim organları kurulabilir veya yeniden kullanılabilir. Bu kapsamda uzay çöplerini izlemek, yakın yaklaşımları takip etmek ve kaçınma stratejilerini koordine etmek için bir BM Uluslararası Uzay Trafik Yönetimi Ajansı; gezegensel koruma ve uzay ortamını sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesine entegre etmek için BM Sürdürülebilir Kalkınma Komitesi'ne bağlı bir Uzay Sürdürülebilirlik Kurulu; özel şirketleri, STK'ları ve sivil toplumu ilgilendiren anlaşmazlıkları ele alacak bir Uluslararası Uzay Ombudsmanı kurulabilir. Bölgesel kuruluşlar (örneğin, Afrika Uzay Ajansı, Avrupa GNSS Ajansı) ayrıca norm destekçileri olarak hareket edebilir ve sonunda çok taraflı olarak benimsenebilecek en iyi uygulamaları yönlendirebilir.

Sonuç

Soğuk Savaş'ın oluşum yıllarında geliştirilen uzayı yöneten yasal çerçeve, barışçıl kullanım, el koymama, uluslararası iş birliği ve paylaşılan insan mirası ilkelerini ortaya koyması itibarıyla kendi dönemi için vizyoner olarak değerlendirilmektedir. Uzay Antlaşması'nda (1967) ve ona eşlik eden anlaşmalarda yer alan bu temel normlar, uzayın büyük ölçüde çatışmadan uzak ve küresel katılıma açık bir alan olarak korunmasına yardımcı olmuştur. Ancak uzay faaliyetinin kapsamı aradaki süreçte önemli ölçüde değişmiş; bir zamanlar birkaç devletin alanı olan uzay, yüzlerce aktör, teknoloji ve çıkarı içeren karmaşık, merkezi olmayan ve ticarileştirilmiş bir ekosisteme dönüşmüştür.

Bu çalışma, mevcut yasal rejimin bu dönüşüme yanıt vermedeki yeterliliğini incelemiştir. Geleneksel antlaşma yapısının, temel değerleri ifade etmede dirençli olsa da özellikle uzay kaynaklarının çıkarılması ve kullanılması, uzay trafiği yönetimi, uzay çöpü azaltma ve anlaşmazlık çözümü gibi alanlarda kritik düzenleyici ve kurumsal boşluklardan yoksun olduğunu

vurgulamıştır. Mega takımyıldızların, ticari madenciliğin ve yörüngede hizmet vermenin getirdiği zorluklar, esnek, ileriye dönük ve kapsayıcı yönetişim araçları gerektirmektedir.

Analizimizde ayrıca, LTS Kılavuzları ve çeşitli COPUOS kararları gibi yasal olarak bağlayıcı olmayan BM araçlarının bağlayıcı anlaşmalara ilave araçlar olarak nasıl hizmet ettiği vurgulanmıştır. Bu bağlayıcı olmayan hukuk mekanizmaları, siyasi açıdan hassas veya teknik olarak yeni alanlarda fikir birliği oluşturmayı, norm oluşturmayı ve en iyi uygulama yayılımını mümkün kılmaktadır. İkili ve çok taraflı anlaşmalar, bazı düzenleyici boşlukları doldurmuştur, ancak bunlar çok taraflı standartlarla uyumlu değilse küresel yasal düzeni parçalama riski de taşımaktadır.

Ulusal düzeyde, özel faaliyetleri yerel mevzuat aracılığıyla düzenlemeye yönelik artan çabalar ilerlemeye işaret etse de uygulama ve yaptırımlardaki eşitsizlikler sorunlu olmaya devam etmektedir. Yargı yetkisi çatışmaları, düzenleyici tahkim ve devlet dışı aktörlerin yetersiz denetimi riski, uyumlu ulusal çerçevelere ve iyileştirilmiş uluslararası koordinasyona olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Bu çalışmada gelecekteki yönetim için üç temel strateji belirlenmiştir. Bunlar uzay trafik yönetimi veya Ay kaynaklarının kullanımı gibi belirli konulara odaklanan protokol tabanlı antlaşma güncellemeleri; bağlayıcı olmayan hukukun, normatif ve operasyonel güç kazandırmak için yerel hukuka ve işbirlikçi çerçevelere kodlanması; dış uzayda hesap verebilirliği ve hukukun üstünlüğünü artırmak için bir BM Uzay Trafik Yönetim Ajansı veya Uzay Uyuşmazlığı Çözüm Mahkemesi oluşturulması gibi kurumsal yeniliklerdir.

Sonuç olarak, uzay yönetimi yasal kesinlik ile teknolojik esneklik; ulusal egemenlik ile küresel yöneticilik ve ticari özgürlük ile sürdürülebilirlik arasında denge kurmalıdır. Uzay hukukunun geleceğinin tek bir kapsamlı antlaşmaya değil, bağlayıcı normların, gönüllü yönergelerin, kurumsal uygulamaların ve ulusötesi iş birliğinin gelişen bir matrisine bağlı olacağı değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- Ancona and others (2025). Technical, Legal and Policy Aspects of an International Space Traffic Management Framework. *Acta Astronautica*. (232). 356-363.
- Çakır, T. (2022). Türkiye'nin Uzay Alanındaki Hukuk Politikalarına Yön Vermesi Gereken Temel İlkeler. *Adalet Dergisi* 1 (68): 153-165.

- De Pippo, S. (2014). The peaceful use of space. *Room Space Journal of Acardia*. https://room.eu.com/article/The_peaceful_use_of_space
- Doyle, S.E. (2011). A Concise History of Space Law, New Perspectives on Space Law, http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/inostr-yazyki/IISL_Colloquium/2011/
- French Space Ops Act. (2008). <https://csps.aerospace.org/sites/default/files/2021-08/French%20Space%20Ops%20Act%202008%20unofficial%20translation.pdf>
- H.R.2262. U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act. <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262>
- IADC. (2021). IADC Space Debris Mitigation Guidelines. <https://web.unica.it/unica/protected/436335/0/def/ref/MAT284794/>
- ISRO. (2023). Indian Space Policy – 2023. https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf
- Jakhu, R. S., & Pelton, J. N. (2017). *Global Space Governance: An International Study*. Springer.
- Larsen, P. B. (2021). The Artemis Accords and the Future of International Space Law. *Air and Space Law*, 46(3), 253–272.
- Luxemburg Space Agency. (2019). Law of July 20th 2017 on the exploration and use of space resources. https://space-agency.public.lu/en/agency/legal-framework/law_space_resources_english_translation.html
- Lyall, F., & Larsen, P. B. (2018). *Space Law: A Treatise*. Routledge.
- Marboe, I. (2015). National Space Law. *Handbook of Space Law*. Edward Elgar Publishing.
- Mardianis, M. (2022). Guidelines for Long-Term Sustainability of Space Activities Challenges Implementation in Indonesia. SSRN. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4284488.
- Martin, A. S. (2024). The Principle of ‘Due Regard’ in the Light of the Artemis Accords for a Sustainable Lunar Exploration. *Space Law Principles and Sustainable Measures*. Springer.
- Martinez, P. (2021). The UN COPUOS Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities. *Journal of Space Safety Engineering*. 8(1): 98-107.
- NASA. (t.y). Framework Agreement Between the National Aeronautics and Space Administration and the Indian Space Research Organization for Cooperation in the Exploration and Use of Outer Space for Peaceful Purposes. <https://2009-2017.state.gov/documents/organization/108925.pdf>
- Pelton, J. N. (2016). *New Solutions for Space Law: Legal Aspects of Space Risk Management*. Springer.
- RES 1962 (XVIII). Declaration of Legal Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space. https://www.unoosa.org/oosa/oosa-doc/data/resolutions/1963/general_assembly_18th_session/res_1962_xviii.html

- RES 1721 (XVI). International Co-operation in the Peaceful Uses of Outer Space. https://www.unoosa.org/oosa/ootadoc/data/resolutions/1961/general_assembly_16th_session/res_1721_xvi.html
- RES 41/65. Principles relating to remote sensing of the Earth from outer space. https://www.unoosa.org/oosa/ootadoc/data/resolutions/1986/general_assembly_41st_session/res_4165.html
- RES 47/68. Principles Relevant to the Use of Nuclear Power Sources in Outer Space. https://www.unoosa.org/oosa/ootadoc/data/resolutions/1992/general_assembly_47th_session/res_4768.html
- A/RES/51/122. Declaration on International Cooperation in the Exploration and Use of Outer Space for the Benefit and in the Interest of All States, Taking into Particular Account the Needs of Developing Countries. https://www.unoosa.org/oosa/ootadoc/data/resolutions/1996/general_assembly_51st_session/ares51122.html
- STM. (t.y.). Space Traffic Management Safeguarding Space Operations. https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/space-traffic-management_en
- Tronchetti, F. (2013). *Fundamentals of Space Law and Policy*. Springer.
- Tronchetti, F. (2015). Legal Aspects of Space Resource Utilization. *Handbook of Space Law*. Edward Elgar Publishing.
- UNOOSA. (t.y.-a). Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>
- UNOOSA. (t.y.-b). Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introrescueagreement.html>
- UNOOSA. (t.y.-c). Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introliability-convention.html>
- UNOOSA. (t.y.-d). Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introregistration-convention.html>
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (t.y.-e). Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intromoon-agreement.html>
- UNOOSA. (t.y.-f). Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. https://www.unoosa.org/documents/pdf/PromotingSpaceSustainability/Publication_Final_English_June2021.pdf
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (t.y.-g). Status of International Agreements relating to Activities in Outer Space. <https://www.unoosa.org/oosa/de/ourwork/spacelaw/treaties/status/index.html>

- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (2021a). Compendium of Non-legally Binding Instruments. Retrieved from <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nlbcompendium.html>
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (2021b). Capacity-building Guidelines for Space Activities. Retrieved from <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/capacity-building.html>
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (2023). National Space Law Database. Retrieved from <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/index.html>
- United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA). (2023). Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities. Retrieved from <https://www.unoosa.org>
- Viikari, L. (2015). Environmental Aspects of Space Activities. *Handbook of Space Law*. Edward Elgar Publishing.
- Williams, M. (2015). Dispute Resolution Regarding Space Activities. *Handbook of Space Law*. Edward Elgar Publishing.
- Zhang, L. (2025). The Modernization of Interstate Space Dispute Settlement Mechanisms. *Advances in Space Research*. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2025.08.027>.
- Zielinski, L. Y. (2024). Rights Without Remedies? The Role of Arbitration in Enforcing International Space Law for Private Parties. *Regulation of Outer Space: International Space Law and the State*. Routledge.

TÜRKİYE’NİN UZAY ÇALIŞMALARI

Ali Bilgin Varlık*

Giriş

Türkiye Cumhuriyeti’nin göklere olan ilgisi kuruluşunun ilk yıllarına kadar dayanmaktadır. Buna karşın, Türkiye uzay çalışmalarına bu alanda lider olan ABD ve Rusya başta olmak üzere diğer devletlere nazaran oldukça geç zamanda başlamıştır. Bununla beraber, havacılık sanayisi başta olmak üzere uzay çalışmalarının bileşenlerini oluşturan diğer alanlarda ulaştığı seviye itibarıyla kısa süre zarfında bu alanda belirgin aşamalar kaydedebilme potansiyeline sahiptir. Türkiye Uzay Ajansı Başkanlığı’nın (TUA) kurulduğu 2018 yılına kadar olan süreçte bu alanda temel idari ve hukuki altyapı oluşturulmuş ve çoğunluğunu iletişim tabanlı faaliyetlerin oluşturduğu uydu projeleri hayata geçirilmiştir.

Türkiye’nin uzay çalışmalarında 2018’de Türkiye Uzay Araştırmaları Ajansı Başkanlığı’nın kurulması ile yeni bir dönüm noktası yaşanmıştır.¹ Başkanlık tarafından yürürlüğe konan Milli Uzay Programı; uydulardan, fırlatma sistemlerine, uzaya erişimden altyapılara kadar uzay alanında geniş kapsamlı faaliyetleri ihtiva etmiştir (TUA, 2025). Bu faaliyet alanlarından uydu ve fırlatma sistemlerinde kaydedilecek gelişme Türkiye’nin uzay çalışmalarında etkin bir aktör olmasının derecesini belirleyecektir. Nitekim, bu iki alan TUA’nın (2022a: 11-12) Milli Uzay Programı Strateji Belgesi 2022-2030’da “Türkiye’nin Önemli Uzay Çalışmaları” başlığı altında yer almıştır.

Türkiye’nin uzay çalışmalarının konu edildiği bu çalışmada; önce uzay çalışmalarının altyapısını oluşturan idari ve hukuki düzenlemelere yer verilmiştir. İkinci olarak, bunu gerçekleştiren uydu projeleri takip etmiştir. Bu kapsamda; halen hizmette bulunan, tamamlanan ve planlanan uydu

* Doç. Dr., bilginvarlik@gmail.com, ORCID NO:0000-0002-5265-2321

1 TUA, 13.12.2018 tarihli ve 23 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile tüzel kişiliği haiz, idari ve mali özerkliğe sahip, özel bütçeli, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın ilgili kuruluşu olarak kurulmuştur (TUA, 2025: 2).

projelerine yer verilmiştir. Üçüncü olarak, uzay çalışmalarında uydu sistemleri ile birlikte birinci öncelikli görevlerden fırlatma sistemlerindeki gelişmelere özetle değinilmiştir. Dördüncü olarak Türkiye Uzay Araştırmaları Ajansı Başkanlığının kuruluş, görev, faaliyet ve projeleri konu edinilmiştir.

Türkiye'nin Uzay Çalışmalarının Altyapısını Oluşturan İdari ve Hukuki Düzenlemeler

1933 – İstanbul Üniversitesi'nde Astronomi Enstitüsü'nün kurulması (TUA, 2021).

1967 – Birleşmiş Milletlerin Ay ve Diğer Gök Cisimleri Dahil, Uzayın Keşif ve Kullanılmasında Devletlerin Faaliyetlerini Yöneten İlkeler Hakkında Anlaşması'nın imzalanması.

1990 – TÜBİTAK bünyesinde Uzay Bilim ve Teknolojileri Komitesi (UBİTEK)'in kurulması (Komite, 1995'e kadar faaliyetlerini sürdürmüştür) (Kural, 2012: 70).

1993 – Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) tarafından kararlaştırılan “Türk Bilim ve Teknoloji Politikası 1993-2003” hedefleri kapsamında uzay teknolojilerinin öncelikli bilim ve teknoloji alanlarından biri olarak benimsenmesi (TÜBİTAK, 2004: 5).

1993 – Eskişehir Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü'nün kurulması.

1993 – Türkiye'nin uluslararası uzay bilimi, astrofizik (*Spectrum XGamma*) projesine taraf olması.

1995 – TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri Elektronik Araştırma Enstitüsü'nün (BİLTEM) uzay uydu teknolojileri konusunu AR-GE faaliyetleri kapsamına alması (TÜBİTAK, 2004: 5).

1997 – TÜBİTAK'ın koordinatörlüğünde, Ulusal Uzay ve Havacılık Konseyi'nin kurulması hususunda kanun tasarısının hazırlanması (TÜBİTAK, 2004: 5).

1997 – Haberleşme Yüksek Kurulu kararıyla Türk Uzay Ajansı adlı sürekli bir kurumun oluşturulması çalışmalarına başlanması (TÜBİTAK, 2004: 5).

1983 – İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi kurulması (TUA 2021).

1984 –Avrupa Meteoroloji Uyduları İşletme Teşkilatı'na (EUMETSAT) kurucu üye olarak dahil olunması (TUA 2021).

1998 – Ulusal Uzay ve Havacılık Konseyi Kanun Taslağı'nın TÜBİTAK tarafından Başbakanlığa sunulması.

1999 – TÜBİTAK bünyesinde ulusal uzay bilim ve teknolojileri politikası ve stratejilerini belirlemek üzere çalışmalara başlanması (TÜBİTAK, 2004: 5).

1999 – BTYK toplantısında, uzay bilim ve teknolojileri alanında koordinatör kurum olarak TÜBİTAK'ın görevlendirilmesi (TÜBİTAK, 2004: 5; Kural, 2012: 72).

2000

– TÜBİTAK vasıtasıyla Avrupa Uzay Ajansı ile iş birliği antlaşması yapmak için resmi başvuruda bulunulması (TÜBİTAK, 2004: 5).

– TÜBİTAK tarafından hazırlanan Türkiye'nin Ulusal Uzay Politika Tasarısı İçin Genel Çerçeve adlı taslak dokümanın yayınlanması (TÜBİTAK, 2004: 6).

– Hava Kuvvetleri Komutanlığı Karargahı'nda Uzay Şubesinin kurulması.

2004

– “Uzay Cisimlerinin Verdiği Zarardan Dolayı Uluslararası Sorumluluk Hakkında Sözleşmeye Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” 4 Mayıs 2004 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanması (Resmî Gazete Kanun No:5150) (TÜBİTAK, 2004: 6).

– “Uzaya Fırlatılan Cisimlerin Tescili Sözleşmesine Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” 4 Mayıs 2004 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanması. (Resmî Gazete Kanun No:5151) (TÜBİTAK, 2004: 6).

– “Astronotların Kurtarılması, Astronotların ve Uzaya Fırlatılmış Olan Araçların Geri Verilmeleri Hakkında Anlaşmanın Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” 4 Mayıs 2004 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanması. (Resmî Gazete Kanun No:5153) (TÜBİTAK, 2004: 6)

– Hava Kuvvetleri Komutanlığı'nın koordinatörlüğünde hazırlanan “Milli Uzay Politikası” taslağının Başbakanlığa sunulması (TÜBİTAK, 2004: 6).

– Hava Kuvvetleri Komutanlığı'nın koordinatörlüğünde hazırlanan “Türk Uzay Kurumu” kanun taslağı çalışmaları kurumların görüşlerine sunuldu (TÜBİTAK, 2004: 6)

– Türkiye hükümeti ve Avrupa Uzay Ajansı arasında “Dış uzayın sadece barışçı amaçlarla incelenmesi ve kullanımı” amacıyla hazırlanan iş birliği anlaşmasının TÜBİTAK tarafından imzalanması (TÜBİTAK, 2004: 6).

– Uzay araştırmaları öncelikli bir alan olarak tanımlanması (22 Ekim 2004 tarihli ve 25621 sayılı Resmî Gazete).

2005

– TÜBİTAK bünyesinde “Uzay Araştırma Grubu”nun kurulması.

– TÜBİTAK ve MSB iş birliği ile savunma ve uzay projelerini ilgilendiren “(1007) TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programına Göre Yürütülecek Projelere İlişkin Destekleme Sözleşmesi”nin hazırlanması.

2006

– “Türkiye Cumhuriyet Hükümeti ile Avrupa Uzay Ajansı Arasında Dış Uzayın Barışçıl Amaçlarla İncelenmesi ve Kullanılması Konusunda İşbirliği Anlaşmasınının 23 Mayıs 2006 tarihinde TBMM Genel Kurulu 105. Birleşiminde onaylanması ve 8 Ağustos 2006 tarihli 26253 No’lu Resmî Gazete’de yayınlanması.

– “Türkiye’nin Uzay Teknolojisi ve Uygulamalarında Asya Pasifik İşbirliği Örgütü’ne (APSCO) üye olması (TUA, 2021).

2008

– TÜBİTAK’ın toplumda uzay ile ilgili farkındalık yaratmak amacıyla ortak faaliyetleri destekleyen ve organize eden bir Avrupa kuruluşu olan EURISY’ye üye olması.

– TÜBİTAK’ın gönüllü uluslararası hükümetlerarası bir organizasyon olan Küresel Yer Gözlem Grubu (GEO)’ya üye olması.

– TÜBİTAK’ın koordinatörlüğünde, Rusya, Ukrayna, Almanya, İspanya, İtalya, Bulgaristan, Romanya, Yunanistan, Polonya, Lüksemburg, Moldova, Azerbaycan, Macaristan, Hırvatistan, Gürcistan, Slovakya, Slovenya gibi ülkelerin ortak olarak katıldığı Uzay genelinde Yer Gözlem alanında “Sarrart” kısa başlığı altında bir platform oluşturulması (NTVMSNBC, 2011).

2009 – TÜBİTAK’ın uzayla ilgili faaliyet gösteren en büyük organizasyon olan ve kâr amacı gütmeyen *The International Astronautical Federation*’a (IAF) üye olması

2018 – 13 Aralık 2018’de 2018 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesiyle Türkiye Uzay Ajansı’nın (TUA) kurulmuştur.

Gerçekleştirilen Uydu Projeleri

– 1968’de haberleşme ihtiyacını İran ve Yugoslavya’nın istasyonlarını kullanarak karşılamış, ilk uydu-yer istasyonunu 1979’da açmıştır (Kural, 2012: 75).

– Daha sonra haberleşme ihtiyacını INTELSAT uydularından kiralama yoluyla karşılamıştır.

– 1979’da ilk uydu yer istasyonu AKA-1 (Ankara-1) kurulmuştur.

– 1993’te ilk NOAA AVHRR alıcı istasyonu ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü’nde çalışmaya başlamıştır (Özalp, 2000: 42).

– Türkiye’nin Fransız *Aerospatiale* şirketine ürettirdiği TÜRK SAT 1A uydusu fırlatma arızası nedeniyle ocak 1994’te düşmüştür (Karakuşlak, 2019: 77).

– Ardından Ağustos 1994’te fırlatılan TÜRK SAT 1B uydusu 2006’ya kadar hizmette kalmıştır (İnce, 2015:258; TUA 2022a: 20).

– TÜRK SAT 1B’yi Avrupa ile Orta Asya arasında doğrudan bağlantı sağlamak amacıyla Ağustos 1996’da fırlatılan TÜRK SAT 1C takip etmiştir (TUA 2022a: 20). TÜRK SAT 1C, Eylül 2010’a kadar hizmette kalmıştır. Aynı yıl astronomi ve uzay bilimlerinde uluslararası çalışmalarda kullanılmak üzere Türkiye’nin ilk ulusal gözlemevi TÜBİTAK TUG Antalya’da kurulmuştur.

– Eylül 1997’de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi açılmıştır (TUA, 2021).

– Ocak 2001’de Rusya kapsama alanını karşılayan TV yayını amaçlı TÜRK SAT 2A devreye girmiştir (TUA 2022a: 20).

Bu uyduların tamamı Fransız *Aerospatiale* şirketi tarafından Fransız Guyanası’ndan fırlatılmıştır.

– 2003’te TÜBİTAK’ın Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY) ve İngiliz uydu teknolojileri şirketi *Surrey Satellite Technology Limited-Surrey* (SSTL) iş birliği ile yapılmış olan uzaktan algılama mini uydusu BİLSAT Rusya’daki uzay fırlatma istasyonundan uzaydaki yörüngesine yerleştirilmiş (TUA 2022a: 20) ve üç yıl süreyle hizmet vermiştir (STM ThinkTech, 2023).

– Bunu Alcatel (Thales) *Alenia Space Industries* tarafından üretilen ve Haziran 2008’de fırlatılan yüksek kullanım kapasiteli haberleşme ve Tv yayın uydusu TÜRK SAT 3A takip etmiştir (Bozkurt, 2011:78; TUA 2022a: 20; TÜRK SAT). TÜRK SAT 3A 2016 yılına kadar hizmet vermiştir.

– Eylül 2009’da Türkiye’nin ilk küp uydusu İTÜpSAT1 alçak Dünya yörüngesine fırlatılmış olup halen aktif durumdadır (TUA, 2021).

– 2011’de Türkiye’de tasarlanan ikinci gözlem uydusu Rasat Rusya’dan fırlatılmış ve 2022’ye kadar hizmette kalmıştır (NTVMSNBC, 2011; TUA, 2021; TUA, 2022a: 20; STM ThinkTech, 2023).

– 2012’de yüksek metre-altı çözünürlüklü millî yer gözlem uydusu Gök-türk 2 ve Türk Silahlı Kuvvetleri ve diğer kamu kurumlarının sivil uydu gö-rüntü ihtiyacını karşılamak amacıyla başlatılan, TÜBİTAK-UZAY ve TAI iş birliğiyle gerçekleştirilen “2,5 Metre Çözünürlüklü Görüntüleme Amaçlı Bilimsel Araştırma ve Teknoloji Geliştirme” projesinin ürünü olan uzak-tan algılama uydusu Göktürk 2 fırlatılmıştır. Bunun yanı sıra proje kapsa-mında uyduların üretim ve testlerinin yapılacağı Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET), TUSAŞ bünyesinde hizmete girmiştir. (TUA 2022a: 20; STM ThinkTech, 2023).

– Nisan 2013’te TÜRKSAT-3USAT alçak Dünya yörüngesine yerleş-tirilmiştir. Hâlen pasif durumdadır (TUA, 2021).

– *Mitsubishi Electric Corporation* (MELCO) tarafından üretilen ve Çin-İngiltere-Afrika kapsama alanında TV yayını uydusu TÜKSAT 4A Şubat 2014’te fırlatılmıştır.

– Japonya merkezli *Mitsubishi Electric* firması ile ortaklaşa tasarlanmış olan TÜRKSAT 4B, Ekim 2015’te Baykonur Uzay Üssü’nden uzaya gönde-rilmiştir. Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET) kurulmuş-tur (TUA, 2021; TUA, 2022a: 20; TÜRKSAT, t.y.; STM ThinkTech, 2023).

– TUSAŞ ve ASELSAN’ın teknolojik katkılarıyla İtalyan uzay şirketi *Te-lespazio* tarafından Millî Savunma Bakanlığı için tasarlanan GÖKTÜRK 1, Aralık 2016’da uzaya fırlatılmıştır. Aynı ay, milli uydu teknolojilerinin geliştirilmesinde kullanılacak malzemelerin uzay dayanım testlerinin ya-pılması kapsamında Uluslararası Uzay İstasyonu’nda Japonya’ya ait KIBO modülünde teste tabi tutulacak malzemeler fırlatılmıştır (TUA, 2021).

– Nisan 2017’de *BeEagleSat*, Uluslararası Uzay İstasyonu’ndan alçak Dünya yörüngesine yerleştirilmiştir. Mayıs 2017’de 2017 HAVELSAT, Uluslararası Uzay İstasyonu’ndan alçak Dünya yörüngesine yerleştirilmiş-tir (TUA, 2021).

– Nisan 2018’de UBAKUSAT, Uluslararası Uzay İstasyonu’ndan alçak Dünya yörüngesine yerleştirilmiştir. Halen pasif durumdadır (TUA 2021).

– Ocak 2021’de, üç kıtada yayın ve veri iletimi sağlayan TÜRKSAT 5A uzaya fırlatılmıştır. Aynı ay ASELSAT 3U alçak Dünya yörüngesine yerleştirilmiştir. Airbus DS tarafından üretilen ve kapsamlı yayın alanı ve hızlı internet hizmeti sağlayan TÜRKSAT 5B Aralık 2021’de hizmete girmiştir (TUA, 2021; TUA 2022a: 20; TÜRKSAT, t.y.).

– Mayıs 2022’de ilk ticari uydu *Plan S Connecta T1.1* uzaya fırlatılmıştır (TUA, 2021).

– Nisan 2023’te Türkiye’nin ilk yerli ve milli yüksek çözünürlüklü görüntüleme uydusu İMECE, savunma sanayide kullanılacak olan küp uydu KILIÇSAT, *Plan S Connecta T1.2*, *Connecta T2.1*, APSCO Projesi kapsamında geliştirilen küp uydu AKUP SSS-2B, Kasım 2023’te *Plan S Connecta T3.1*, *T3.2* ve *Hello Space*’in cep uydusu İstanbul uzaya fırlatılmıştır (TUA, 2021; TUA, 2022a: 20).

– Ocak 2024’te Türk Uzay Bilim Misyonu kapsamında ilk Türk astronot Alper Gezeravcı Uluslararası Uzay İstasyonu’na gitmiştir. Haziran 2024’te Türk Uzay Bilim Misyonu kapsamında ikinci Türk astronot Tuva Cihangir Atasever yörünge altı araştırma uçuşunu gerçekleştirmiştir. TÜBİTAK Uzay, TUSAŞ, ASELSAN, CTECH tarafından üretilen TÜRKSAT 6A ilk milli haberleşme uydusu olarak Temmuz 2024’te hizmete girmiştir. TÜRKSAT 3A, 4A, 4B ve 5A ve 5B uyduları halen aktiftir. Ağustos 2024’te Plan S’in 4 adet IoT uydusu uzaya fırlatılmıştır (TUA, 2021; TUA, 2022a: 20; TÜRKSAT, t.y.; TUA, 2025).

– Ocak 2025’te Fergani Uzay’ın ilk uydusu FGN-100-d1 ve Plan S’in 4 adet IoT uydusu uzaya gönderilmiştir (TUA, 2021).

Görev Süresi Tamamlanan Uydular

1. Türksat 1A: Başarısız fırlatma nedeniyle görev süresi başlamadan sonlanmıştır.

2. Türksat 1B: 1994–2006 yılları arasında 12 yıl hizmet vermiştir.

3. Türksat 1C: 1996–2010 yılları arasında 14 yıl hizmet vermiştir.

4. Türksat 2A: 2001–2016 yılları arasında 15 yıl hizmet vermiştir.

5. Türksat 2B: 2002–2011 yılları arasında 9 yıl hizmet vermiştir.

6. Türksat 3B: 2014–2019 yılları arasında 5 yıl hizmet vermiştir.

7. Türksat 4A: 2014–2019 yılları arasında 5 yıl hizmet vermiştir.

8. Türksat 4B: 2014–2019 yılları arasında 5 yıl hizmet vermiştir.

9. Türksat 5A: 2021–2024 yılları arasında 3 yıl hizmet vermiştir.

10. Türksat 5B: 2021–2024 yılları arasında 3 yıl hizmet vermiştir.
11. Türksat 6A: 2024–2025 yılları arasında 1 yıl hizmet vermiştir.
12. Göktürk-1: 2012–2017 yılları arasında 5 yıl hizmet vermiştir.
13. Göktürk-2: 2012–2017 yılları arasında 5 yıl hizmet vermiştir.
14. İMECE: 2017–2022 yılları arasında 5 yıl hizmet vermiştir.
15. RASAT: 2011-2022 yılları arasında 12 yıl hizmet vermiştir

Faaliyette Bulunan Uydular

Hali hazırda faaliyetlerine devam eden toplamda dokuz uydu bulunmakta olup bunların göreve başlama zamanları, görev süreleri ve işlevleri aşağıda sunulmuştur:

1. Türksat 3A - Haberleşme uydusu: 2008 yılında fırlatılan bu uydu, Türkiye'nin haberleşme altyapısına katkı sağlamaktadır. Planlanan görev süresi en az 20 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

2. Türksat 4A - Haberleşme uydusu: 2014 yılında uzaya gönderilen bu uydu, Türkiye'nin haberleşme kapasitesini artırmaktadır. Planlanan görev süresi en az 30 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

3. Türksat 4B - Haberleşme uydusu: 2015 yılında fırlatılan bu uydu, Türksat 4A ile birlikte Türkiye'nin haberleşme ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Planlanan görev süresi en az 30 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

4. Türksat 5A - Haberleşme uydusu: 2021 yılında uzaya fırlatılan bu uydu, Türkiye'nin en güçlü ve yüksek kapasiteli haberleşme uydusu olarak hizmet vermektedir. Planlanan görev süresi en az 30 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

5. Türksat 5B - Haberleşme uydusu: 2021 yılında uzaya fırlatılan bu uydu, Türksat 5A ile birlikte Türkiye'nin haberleşme kapasitesini artırmaktadır. Planlanan görev süresi en az 30 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

6. Göktürk-1 - Yer gözlem ve keşif uydusu: 2016 yılında fırlatılan bu uydu, askeri ve sivil alanlarda yer gözlem ve keşif amaçlı kullanılmaktadır. Planlanan görev süresi en az 5 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

7. Göktürk-2 - Yer gözlem ve keşif uydusu: 2012 yılında uzaya gönderilen bu uydu, Türkiye'nin ilk yer gözlem uydusu olup, çeşitli alanlarda veri sağlamaktadır. Planlanan görev süresi en az 5 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

9. İMECE - Yer gözlem uydusu: 2023 yılında uzaya gönderilen bu uydu, Türkiye'nin ilk yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusu olup, çeşitli

alanlarda veri sağlamaktadır. Planlanan görev süresi en az 5 yıl olan uydu hâlen aktif durumdadır.

10. Türksat 6A - Haberleşme uydusu: Türkiye'nin ilk yerli ve milli haberleşme uydusu olan Türksat 6A, 2023 yılında uzaya fırlatılmıştır. Planlanan 30 yıl süresinin ardından hâlâ aktif durumdadır.

Planlanan Uydu Projeleri

GÖKTÜRK-3 ve GÖKTÜRK-1Y: Gece ve gündüz her hava şartında görüntü elde edebilecek yüksek çözünürlüklü (< 1 m) Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) görev yükü taşıyan uydu sistemine sahip olunması amacıyla 2013 yılında GÖKTÜRK-3 üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Göktürk-3 2028'de, Göktürk-1 uydusunun yerini alacaktır. Göktürk-1Y uydusunun ise 2026'da fırlatılması planlanmaktadır (TUA 2022a: 20).

TUA Milli Uzay Programı Strateji Belgesi 2022-2030 uzaktan algılama uydularının önemli bir faaliyet alanı olduğuna vurgu yapmaktadır. Buna göre:

“BİLSAT projesi kapsamında, TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-UZAY)'da yer istasyonu ve uydu üretim/test laboratuvarlarının kurulmasının yanı sıra, Çok Bantlı Kamera (ÇOBAN) ve Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme (GEZGİN) ekipmanları tasarlanmış ve bu ekipmanlara uzay tarihçesi kazandırılmıştır. RASAT Uydusu projesi kapsamında, uydu montaj, entegrasyon ve test laboratuvarı kurulmuş, uydu tasarımı, üretim ve test konularında 100'den fazla uzman personel yetiştirilmiştir. Projede geliştirilen Yüksek Performanslı Uçuş Bilgisayarı (BİLGE), X-bant Verici ve Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme (GEZGİN-2) ekipmanlarına uzay tarihçesi kazandırılmıştır” (TUA 2022a: 19).

Fırlatma Sistemlerinde Kaydedilen Gelişme

ROKETSAN Tarafından Kaydedilen Gelişmeler

“ROKETSAN, Türkiye'de roket ve füze tasarımı, geliştirilmesi ve üretimi amacıyla, 14 Haziran 1988 tarihinde Savunma Sanayii İcra Komitesi kararı ile kurulmuştur. 2015 yılında ROKETSAN'da temel olarak fırlatma teknolojilerine odaklanan Uzay Sistemleri ve İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi oluşturulmuştur.

STM Teknoloji Transfer Merkezi ThinkTech'in (2023) verilerine göre:

“İki yıl içerisinde uzay teknolojilerinin denenmesi ve sistemlere uzay tarihçesi kazandırılması amacıyla bilimsel bir sonda roketi geliştirilerek 2017 yılında uzaya ilk kez bağımsız erişim sağlanmıştır. 2018 yılı itibarıyla

atmosfer dışında kontrollü uçuş teknolojisi kazanılmıştır. Aynı yıl Mikro Uydu Fırlatma Sistemi (MUFS) geliştirme çalışmalarına başlamıştır. Bu yıl ilk kez milli imkânlarla geliştirilen katı yakıt teknolojisi ile uzaya erişilmiştir.

2020’de ilk kez sıvı yakıtlı roket motoru teknolojisiyle uzaya erişmiştir. ROKETSAN tarafından geliştirilen SR-0.1 sonda roketinin ilk prototipi, 136 km irtifaya ulaşmıştır. Bu denemede bilimsel araştırmaların yapılmasını sağlayacak faydalı yük kapsülünün uçuş esnasında ayrılması sağlanmıştır. Bu başarılı test, MUFS Geliştirme Projesi’nin yörüngeye hassas yerleştirme ihtiyacını karşılaması planlanan sıvı yakıtlı roket motorlarının geliştirilmesine büyük bir katkı sağlarken, Türkiye’nin uzayda bilimsel çalışmalarına başlaması açısından da bir ilk olmuştur.”

ROKETSAN, SR-1 Sonda Roketinin ardından, ŞİMŞEK Fırlatma Aracı için çalışmalarını sürdürmektedir. 400 kilogram ağırlığında faydalı yüke sahip olacak ŞİMŞEK-1 Fırlatma Aracı ile 2027 yılında 550 km irtifaya çıkılması hedeflenmektedir. ŞİMŞEK-1’in ardından ise daha üstün yeteneklere sahip ŞİMŞEK-2 Fırlatma Aracı gündeme gelecektir.

Özel Şirket Delta V Tarafından Kaydedilen Gelişmeler

ROKETSAN dışında yerli ve milli roket teknolojileri geliştirme üzerine çalışan özel şirketler de faaliyetlerini sürdürmektedir. Bunlardan biri olan Delta V, Milli Uzay Programı çerçevesinde Ay’a gönderilmesi hedeflenen insansız uzay aracında kullanılması planlanan Sonda Roket Sistemini (SORS) geliştirmektedir (STM ThinkTech, 2023).

Hibrid motor teknolojisiyle geliştirilen ve ilk uçuşu Aralık 2020’de gerçekleştirilen SORS, 10’dan fazla kez başarılı bir şekilde fırlatılmıştır. Tüm gösterim testleri tamamlanan SORS, ticari ürün olarak kullanıma hazır durumdadır (STM ThinkTech, 2023). Ay’a Sert İniş Görevi için Delta V’in geliştirdiği Hibrid İtme Sistemi (HİS), dünyada yörünge operasyonlarında kullanılan ilk hibrid roket sistemi olacaktır (STM ThinkTech, 2023).

Türkiye Uzay Ajansı Başkanlığı (TUA)

TUA, 13.12.2018 tarihli ve 23 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile tüzel kişiliğe haiz, idari ve mali özerkliğe sahip, özel bütçeli, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının ilgili kuruluşu olarak kurulmuştur (TUA, 2025: 2).

TUA’nın Görevleri

Söz konusu Kararname ile TUA’ya verilen görevler şunlardır (TUA, 2025: 2-4):

- Cumhurbaşkanınca belirlenen politikalar doğrultusunda Millî Uzay Programı'nı hazırlamak ve hayata geçirilmesi için düzenlemeler yapmak.
- Uzay ve havacılık bilimi ve teknolojilerine yönelik orta ve uzun vadeli amaçları, temel ilkeleri ve yaklaşımları, hedefleri ve önceliklerini, performans ölçütlerini, bunlara ulaşmak için izlenecek yöntemleri ile kaynak dağılımlarını da içeren stratejik planlar hazırlamak.
- Rekabetçi bir uzay ve havacılık sanayinin geliştirilmesi, toplumun refahı ve millî menfaatler doğrultusunda uzay ve havacılık teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması, uzay ve havacılık teknolojileri alanında bilimsel ve teknolojik altyapıların ve insan kaynaklarının geliştirilmesi, kapasite ve yeteneklerin artırılması, uzaya bağımsız erişim imkânı sağlayacak tesis ve teknolojilerin kazanılması, uzay ve havacılık bilimi ve teknolojileri alanındaki uzmanlık ve bilgi birikiminden millî sanayinin diğer sektörlerinin de yararlanabilmesi için gerekli çalışmaları yapmak veya yaptırmak.
- Ulusal kapsamda ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) nezdinde yürütülen spektrum ve yörünge tahsis ve koordinasyon faaliyetleri ile Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından yürütülen görevler hariç olmak üzere uzay araçları ve uzay yer sistemlerine ilişkin ulusal egemenlik kapsamındaki hakların kullanımına karar vermek, bu hakların yönetimi ve kullanılmasına yönelik usul ve esasları belirlemek ve bu haklarla ilgili ulusal yükümlülüklerin gereklerini yerine getirmek, uzay yer istasyonlarının işletilmesine yönelik sözleşme imzalamak, uzay yer istasyonları arasında koordinasyonu sağlamak, ülkemizin uzaya yönelik hak ve menfaatlerinin korunması ve güvence altına alınması için ulusal ve uluslararası kuruluşlarla koordinasyonu yürütmek.
- Milletlerarası antlaşmalar uyarınca uzaya fırlatılan nesnelere kayıtlanmasını Devlet adına tutmak, Birleşmiş Milletler nezdinde tescil işlemlerini gerçekleştirmek veya tescil işlemlerini gerçekleştirmek üzere yetkilendirmek.
- Ticari, bilimsel ve araştırma-geliştirme amaçlı uzay operasyonları ile insanlı veya insansız uzaya erişim ve uzayın keşfine yönelik operasyonları yaptırmak veya yapılmasını koordine etmek.

- Uydu, fırlatma araç ve sistemleri, hava araçları, simülatörler, uzay platformları dâhil uzay ve havacılıkla ilgili her türlü ürün, teknoloji, sistem, tesis, araç ve gereçlerin tasarımı, üretimi, entegrasyonu ve gerekli testlerinin yapılmasını sağlamak amacıyla plan, proje ve çalışmalar yapmak veya yaptırmak.
- Kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör kuruluşları tarafından uzaya gönderilecek uydu ve uzay araçlarının yurt içinden fırlatılmasına, yörüngeye yerleştirilmesine ve geri döndürülmesine ilişkin gerekli izinleri vermek ve koordinasyonu sağlamak; yurt dışından fırlatılmasına, yörüngeye yerleştirilmesine ve geri döndürülmesine ilişkin bildirimleri kayıt altına almak.
- Uzay ve hava araçları ile uzay yer sistemleri alanında her türlü tasarım, analiz, üretim, test, operasyon ve entegrasyon faaliyetlerini düzenlemek, izlemek ve gerektiğinde bu hususlarda yetkilendirme yapmak ve süreçleri yürütmek.
- Uzay ve havacılık bilimi ve teknolojilerinin; ülke kalkınması, millî güvenliğin sağlanması, kamu sağlığının ve çevrenin korunması, doğal kaynakların ve tarımsal verimliliğin tespit edilmesi, doğal afetlerin erken tespitinin yapılması ve doğal afetlerden kaynaklanan hasarların azaltılması, milletlerarası antlaşmalar ve yükümlülüklerin takibine yönelik kullanılması amacıyla yapılacak çalışmalarda ilgili kurumlar ile koordinasyonu sağlamak.
- Ülke genelinde uzay ve havacılık bilim ve teknolojilerine yönelik ilgi ve merakın geliştirilmesinde öncülük yapmak; bu amaçla Ajansın ilgi ve faaliyet alanlarında kamuoyuna ulaşmak için gerekli yayınları yapmak ve her türlü iletişim ortamında içerik hazırlamak ve sunmak, etkinlikler gerçekleştirmek ve bu amaca yönelik faaliyetleri desteklemek.
- Millî güvenlik ve kamu düzeninin sağlanması amacıyla, Ajansın görevi kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verinin standartlarını oluşturmak, gerektiğinde işlenmesini, saklanması ve kullanılmasını sağlamak ve paylaşım şartlarını düzenlemek. Ülkenin sahip olduğu kritik uzay ve havacılık teknolojilerinin ihracına ilişkin usul ve esasları, ilgili kurum ve kuruluşlarla koordineli olarak belirlemek.
- Deneysel amaçlı uzay ve hava araçları, uzay ve yer sistemleri, alt sistemler, ekipman ve bileşenlerin geliştirilmesine, uzayın keşfine

yönelik araştırmalar yaptırmak; gerekli sistem ve araçların tasarlanması, geliştirilmesi ve sair suretle temin edilmesi için üniversitelerle, diğer bilimsel faaliyette bulunan kurum ve kuruluşlarla veya yurt dışındaki kuruluşlarla iş birliği yapmak ve gerekli çalışmaların yürütülmesini koordine etmek.

- İlgili diğer mevzuat hükümleri saklı kalmak üzere, uzay ve havacılık bilim ve teknolojilerine ilişkin uluslararası standartları da dikkate alarak, ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon içinde ülke standartlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapmak.
- Uzay ve havacılık bilimi ve teknolojilerinde dışa bağımlılığı azaltmak, uluslararası alanda rekabet gücünü artırmak, bilimsel ve teknolojik altyapıyı oluşturmak ve her türlü yeni teknolojinin geliştirilmesi amacıyla Ar-Ge ve yüksek teknoloji girişimciliği destek programları hazırlamak.
- Astronomi ve uzay bilimleri ile ilgili çalışmalarını desteklemek ve ulusal düzeyde yürütülen çalışmalarını koordine etmek, gözlem ve ölçüm sistemleri teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarını desteklemek ve uluslararası iş birliklerini geliştirmek.
- Uzay ve havacılık bilimi ve teknolojileri ile ilgili olarak uygulamaların gelişimini ve yaygınlaştırılmasını destekleyici mahiyette finans, hukuk, yönetim, işletme, pazarlama ve benzeri konularda çalışmalar yapmak.
- Uluslararası uzay hukukundaki gelişmeleri izlemek ve muadil yabancı kuruluşlar ile işbirliği yapmak, uzay hukukuna ilişkin mevzuat dâhil her türlü çalışmalarını yürütmek.
- Uzay ve havacılık teknolojileri ile ilgili bölgesel veya uluslararası oluşum ve kuruluşlara üye olmak, görev alanı ile ilgili konularda uluslararası kuruluşlar ve ülkelerle bağlantı sağlamak, uluslararası oluşum, kuruluş ve anlaşmalar nezdinde ülkemizi temsil edecek personeli görevlendirmek.

TUA'nın Yapılanması

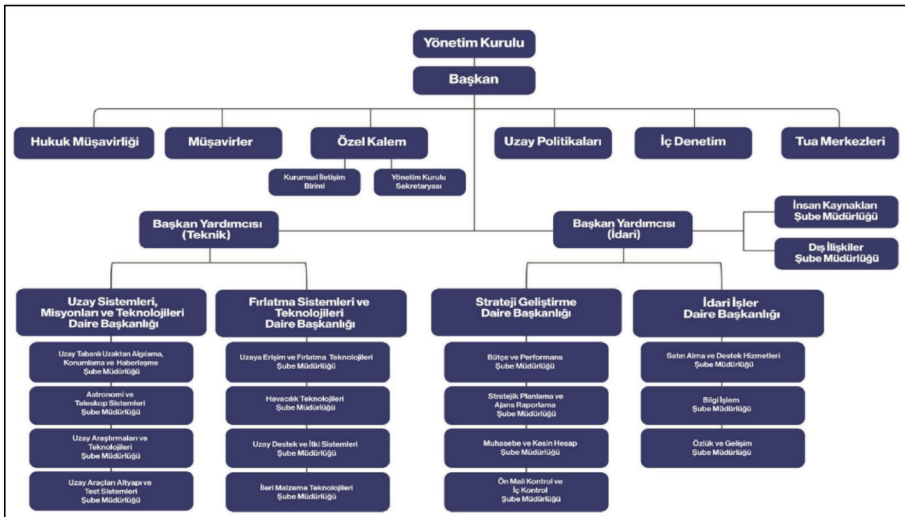
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın ilgili özel bütçeli bir kamu kuruluşu olan Türkiye Uzay Ajansı Başkanlığı; Yönetim Kurulu, Başkanlık ve Ajansın görevlerini yerine getirebilmesi için gerek duyulan hizmet birimlerinden oluşmaktadır. Yönetim Kurulu, başkan dâhil yedi üyeden oluşmakta olup Ajansın en üst karar organıdır.

Ajansın Hizmet Birimleri (TUA, 2025: 6)

- Uzun Sistemleri, Misyonları ve Teknolojileri Daire Başkanlığı
- Fırlatma Sistemleri ve Teknolojileri Daire Başkanlığı
- Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı
- İdari İşler Daire Başkanlığı
- İnsan Kaynakları Şube Müdürlüğü
- Dış İlişkiler Şube Müdürlüğü
- Hukuk Müşavirliği
- Müşavirler
- Özel Kalem Müdürlüğü
- Uzun Politikaları Birimi
- İç Denetim
- TUA Merkezleri

TUA'da 2024 Eylül sonu itibarıyla kadrolu 62 personel görev yapmaktadır. Personelin 54'ü 657 Devlet Memurları Kanunu çerçevesinde memur statüsünde iken, 4 personel geçici görevlendirme ile çalışmakta ve 4 personel sürekli işçi statüsündedir (TUA, 2025: 9). 23 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde değişiklik yapan 21.11.2019 tarihli ve 52 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Başkanlığımıza çeşitli unvanlarda 123 adet kadro ihdası yapılmıştır (TUA, 2022b: 16)

Şekil 14.1: Türkiye Uzun Ajansı Kuruluş Şeması



Kaynak: TUA, 2025: 7.

TUA'nın Milli Uzay Programı Hedefleri

TUA'nın (2022a: 11-12) Milli Uzay Programı Strateji Belgesi 2022-2030'de "Milli Uzay Programı Hedefleri" başlığı altında:

- Ay Araştırma Programı
- Uydu Üretiminin Tek Çatı Altına Toplanması ve Yerli Uydu Geliştirme Programı
- Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi (BKZS) Programı
- Uzaya Erişim ve Uzay Limanı Programı
- Uzay Havasına İlişkin Teknolojik Araştırmalar
- Uzay Nesnelerinin Yerden Gözlemi ve Takibi
- Uzay Sanayi Ekosisteminin Geliştirilmesi Uzay Sanayi Ekosisteminin Geliştirilmesi
- Uzay Teknolojileri Geliştirme Bölgesi Kurulması
- Uzay Farkındalığı ve İnsan Kaynağının Geliştirilmesi
- Türk Astronot ve Bilim Misyonu Programı konuları yer almaktadır.

Sonuç

Türkiye'nin uzay çalışmaları 1933 yılında İstanbul Üniversitesi'nde Astronomi Enstitüsü'nün kurulması ile başlamıştır (TUA 2021). 2018'de Türkiye Uzay Araştırmaları Ajansı Başkanlığı'nın kurulmasına kadar geçen süre zarfında uzay çalışmalarının altyapısını oluşturan idari ve hukuki düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu süre zarfında aynı zamanda muhtelif uydu projeleri de gerçekleştirilmiştir.

1968 yılında haberleşme ihtiyacını İran ve Yugoslavya'nın istasyonlarını kullanarak karşılayan Türkiye, süreç içerisinde bu ihtiyacı INTELSAT uydularını kiralarak karşılama yoluna gitmiştir. Türkiye, 1990'lı yıllardan itibaren ise çoğunlukla Fransız fırlatma şirketlerini kullanarak kendi haberleşme, gözlem, konum belirleme ve askerî maksatlı uydularını yörüngeye yerleştirmiştir. Bu kapama sivil maksatlı TÜKSAT serisi projeler ile askerî maksatlı GÖKTÜRK projesi yürürlüğe konmuştur. 2000'li yıllardan itibaren ise ticari uydu ve küp uydu projeleri başlatılmıştır. Halihazırda planlanan uydu projeleri arasında GÖKTÜRK3 ve GÖKTÜRK-1Y projeleri bulunmaktadır.

Türkiye'nin uzay çalışmalarının çerçevesini çizen TUA Milli Uzay Programı Strateji Belgesi (2022-2030), 2022 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu

kapsamda yer alan çok sayıda proje arasında uydu ve fırlatma sistemleri projeleri Türkiye'nin dünyada bu konudaki yerini belirleyen özelliğiyle öne çıkmaktadır. Fırlatma sistemleri kapsamında özel şirketlerin çalışmalarına ilaveten, ROKETSAN'ın bu alandaki çalışmaları ulusal projelerin gerçekleştirilmesi bakımından özel önem arz etmektedir.

2018 yılında kurulan Uzay Ajansı Başkanlığı Türkiye'nin uzay çalışmalarında yeni bir dönüm noktası oluşturmuştur. Bu kuruluşun hedefleri arasında Ay'a sert ve yumuşak iniş projesi, derin uzay çalışmaları ve uzay limanı, bölgesel konumlama ve zamanlama sisteminin kurulması, uzay havasına ilişkin teknolojik çalışmalar, uzay nesnelere yerden gözetimi ve takibi ve Türk astronot ve bilim misyonunun oluşturulması gibi projeler bulunmaktadır.

Kaynakça

- Bilkent Uzay. (2012). Geçmişten Günümüze Türkiye'deki Uzay Çalışmaları. <http://www.biluzay.bilkent.edu.tr/turkuzay/tzay2.htm>
- Bozkurt, M. Volkan. (2011). Uzayda Uluslararası İşbirliği ve Türkiye'nin İşbirliği Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi. (Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Temmuz 2011.
- İnce, Fuat. (2015). *Uzay Bir İnsanlık Serüveni Bilimleri Teknolojisi Hukuku Politikaları*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karakulak, Bülent. (2019). Devletlerin Uzay Çalışmaları ve Türkiye'nin Uzay Politikası. (Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi). Edirne: Haziran 2019.
- Kural, Abdullah. (2012) Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerin Uzay Politikaları ve Türkiye'nin Uzay Stratejisi. (Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Uzay Bilimleri Anabilim Dalı Başkanlığı, Yüksek Lisans Tezi): İstanbul: Haziran 2012
- NTVMSNBC İşte Türkiye'nin Uzay Programı. (2011). İşte Türkiye'nin Uzay Programı. Bilim ve Uzay. <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/67202.asp?0m=T13I#BODY/>
- Özalp, T. (2000). Türkiye'de Havacılık ve Uzay Çalışmaları. *Bilim ve Teknik* (Kasım 2000 Sayısı): 42-44.
- STM ThinkTech. (2023). Türkiye'nin Uzay Macerası. <https://thinktech.stm.com.tr/turkiyenin-uzay-macerasi>
- TUA (Türkiye Uzay Ajansı). (2021). Uzay Tarihçemiz. <https://tua.gov.tr/tr/uzay-tarihcemiz>
- TUA (Türkiye Uzay Ajansı). (2022a). Milli Uzay Programı Strateji Belgesi 2022-2030. <https://cdn.tua.gov.tr/62988f09d2a2e.pdf>

- TUA (Türkiye Uzay Ajansı). (2022b). Stratejik Plan 2022-2026. <https://cdn.tua.gov.tr/616ebf277e94b.pdf>
- TUA (Türkiye Uzay Ajansı). (2025). 2025 Yılı Performans Programı. <https://cdn.tua.gov.tr/679399ed1cd1a.pdf>
- TÜBİTAK. (2004). Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Onuncu Toplantısı (08 EYLÜL 2004) Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar (2004/24 Sayılı Başkanlık Genelgesi Ekidir) https://tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/btyk/10/10btyk_karar.pdf
- TÜRKSAT. (t.y.). Uydu Filosu. <https://uydu.turksat.com.tr/tr/uydu-filosu>

SONUÇ YERİNE: UZAY JEOPOLİTİĞİNİN GELECEĞİ

Günümüzde dünya merkezli jeopolitik rekabet ve iş birliğinin bir uzantısı hâline gelen uzay, devletler ve özel şirketler tarafından bilim, keşif ve ticaretin sınırlarının genişletildiği uçsuz bucaksız bir alanı ifade ediyor. Önümüzdeki çeyrek yüzyılda ise uzaydaki faaliyetler, küresel siyaseti ve insan toplumunu derinden dönüştürmeye hazırlanıyor. Uzayın geleceği insanları Ay'a geri götürme ve Mars'a yolculuk etme gibi iddialı planlardan, uydular ve kaynak çıkarma ile gelişen bir uzay ekonomisine kadar, eşi benzeri görülmemiş fırsatlar vaat ederken, baş edilmesi gereken uzay çöpleri ve yörünge tıkanıklığı, sert jeopolitik rekabet, askerileşme ve uzayda çatışma riskleri ile yasal ve etik ikilemler gibi çok önemli zorlukları da içinde barındırıyor.

Uzay faaliyetleri artık sadece Soğuk Savaş dönemindeki iki süper gücün tekelinde değil, çok sayıda ülke ve ticari aktörü de kapsayacak şekilde genişledi. 80'den fazla ülke artık uzayda varlık gösteriyor ve gelişmekte olan ülkeler de uzay araştırmalarında kayda değer başarılar elde ediyor. Örneğin, Birleşik Arap Emirlikleri Mars'a bir uzay aracı gönderdi ve İsrail Ay'a iniş denemesi gerçekleştirdi. Bu görevler hızla büyüyen küresel uzay ekonomisine katkıda bulunuyor.

Uzaya ilgi duyan aktörlerin bu şekilde çoğalması, giriş engellerini önemli ölçüde azaltan teknolojik gelişmeler sayesinde mümkün oluyor. *SpaceX* gibi şirketler tarafından öncülük edilen yeniden kullanılabilir roketler ve uyduların küçültülmesi gibi yenilikler sayesinde fırlatma maliyetleri ciddi bir şekilde düşerken fırlatma başına birden fazla yük, eskisinden çok daha düşük bir maliyetle taşınabiliyor.

Başta ABD firmaları olmak üzere gelişmiş ülkelerin özel sektörü uzay Ar-Ge'sine yaptıkları harcamaları önemli ölçüde artırıyor. Yıllık uzay Ar-Ge'sinin 2050'lerde 100 milyar doların üstüne çıkmasının mümkün olduğu değerlendiriliyor. Artan Ar-Ge yatırımları özel sektörün uzayda ticari fırsatlardan beklentisinin yüksek olduğunu ve uzay sektörünün hızlı büyüme trendinin devam edeceğini gösteriyor.

Gerçekte uzay, Dünya'daki günlük kurulu yaşamla iç içe geçiyor. Günümüzde uydu ağları, küresel iletişim, navigasyon ve finansal işlemlerin temelini oluşturup hava durumu tahmini, iklim izleme ve ulusal güvenlik için kritik veriler sağlarken uzay ve dünya arasındaki güçlü etkileşimi de gösteriyor. Bu etkileşim, uzayda olanların önümüzdeki yıllarda insanlık tarihini şekillendireceği anlamına geliyor. Etkileşim aynı zamanda daha fazla uluslararası aktörün uzayı yöneten kurallar ve normlar üzerinde söz sahibi olmak isteyeceğine işaret ediyor. Devletlerin ve büyük şirketlerin, uzayla ilgili çıkarlarını gerçekleştirmek için ittifaklar ve stratejik iş birliklerini geliştirmeleri mümkün görülüyor.

Bu noktada kapsamı genişleyen uzay faaliyetleri için evrensel olarak kabul görmüş kuralların henüz belirlenmediğini vurgulamak gerekir. Uzlaşmış kurallar olmadan ekonomik ve askeri rekabetin ve ciddi anlaşmazlıkların uzaya taşınması önemli bir risktir. Riskler yönetilebildiği ölçüde uzay insanlığa büyük bilimsel ve ticari ödüller sunacaktır.

Önümüzdeki on yıllar, artan bilimsel-teknolojik kapasiteyle birlikte evren ve yaşamın kendisi hakkındaki soruların bir kısmının yanıtlanabileceği bir döneme de kapı aralıyor. Astronomik araştırmaların, yeni nesil uzay teleskopları tarafından ilerletilmesi bekleniyor. NASA'nın yakında konuşlanacak Nancy Grace Roman Uzay Teleskopu'ndan gelecekte yeni kurulacak gözlemlerine kadar yeni araçlar, uzayın derinliklerini keşfederek diğer gezegenlerde yaşam belirtileri tespit etme çabalarında görev alacaklar. Bu çabalarla birlikte uzayda dünya dışındaki yaşanabilir ortamlara dair anlayışımızın kökten değişmesi mümkün olabilecektir. 2030'ların başlarında, NASA'nın *Europa Clipper* aracı Jüpiter'in uydusu Europa'nın yörüngesinde dönerek yeraltı okyanusunu inceleyecek; 2028'de fırlatılacak *Dragonfly* rotorlu aracı ise Satürn'ün uydusu Titan'ın organik madde açısından zengin kumullarını keşfedecek; her iki görev de yaşamın bileşenlerini barındırabilecek dünyaları hedefliyor. Belki de en çok beklenen, Mars'tan örnek getirme çabasıdır. NASA ve Avrupa Uzay Ajansı, 2030'ların ortalarına kadar Mars kaya ve toprağını dünyaya getirmek için kapsamlı bir Mars Örnek Getirme kampanyası üzerinde iş birliği yapmaktadır. Bu çabalar Mars'ta mikrobiyal yaşamın var olup olmadığını doğrulayabilir.

Uzay biliminin, yörüngede yürütülen araştırmalarla da ilerlemesi bekleniyor. Kullanım ömrünü dolduran Uluslararası Uzay İstasyonu'nun (ISS) 2030 yılına kadar hizmet dışı kalması planlanırken, mikro yerçekimi araştırmalarına ev sahipliği yapacak yeni nesil ticarî uzay istasyonlarının

hazırlıkları yapılıyor. Bu kapsamda NASA sözleşmeleriyle desteklenen birçok özel şirket, biyoloji, tıp, malzeme bilimi ve diğer alanlardaki deneyleri sürdürmek için Alçak Dünya Yörüngesi'ne serbest uçuşlu yörünge laboratuvarları yerleştirmeyi planlamaktadır. Özel firmalar tarafından işletilen gelecekteki yörünge tesislerinin hem bilim insanları hem de endüstri için Ar-Ge fırsatlarını genişletmesi beklenmektedir. Muhtemelen robotik servis ve otonom laboratuvar sistemleriyle güçlendirilecek olan bu istasyonların, devletler tarafından işletilen ISS'den daha uzun ve daha uygun maliyetli araştırma görevlerine olanak tanıyarak dünyadaki yaşama fayda sağlayan inovasyonu teşvik edeceği tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, Dünya Gözlem Uydularının, araştırmacılara yüksek çözünürlüklü, gerçek zamanlı veriler sağlayan çok sayıda görüntüleme ve iklim izleme uydusuyla giderek daha da güçleneceği değerlendirilmektedir. Bunun, uzay tabanlı bilim aracılığıyla iklim değişikliği, afet müdahalesi ve kaynak yönetimi gibi küresel zorlukları inceleme ve ele alma kapasitesini artıracığı beklenmektedir.

İnsanlığın uzaya yolculuğu, Ay'ın yakın vadede odak noktası, Mars'ın ise ufuk hedefi olmasıyla yeni bir aşamaya giriyor. Apollo'nun fırlatılmasının üzerinden yarım asırdan fazla zaman geçtikten sonra, önümüzdeki on yılda NASA'nın Artemis programı kapsamında, çok sayıda uluslararası ve ticari ortakla koordinasyon halinde Ay'a geri dönülmesi planlanıyor. Artemis Projesi, astronotları Ay'ın güney kutbuna indirmeyi ve 2030'a kadar sürdürülebilir bir kapasite oluşturmayı hedefliyor. Planlar arasında, mürettebatın Ay'da iki aya kadar yaşamasını ve çalışmasını sağlayacak modern bir Ay yaşam alanı, basınçlı keşif araçları ve güç altyapısına sahip bir Artemis Ana Kampı bulunuyor.

NASA, özellikle sürekli gölgede kalan kraterlerdeki su buzu olmak üzere Ay kaynaklarını, roket yakıtı ve yaşam destek malzemeleri üretmek için kullanmayı ve böylece Ay'ı daha derin uzay çalışmaları için bir "yakıt istasyonuna" dönüştürmeyi öngörmektedir. NASA'nın Artemis'i ve Çin'in paralel Ay planlarının arkasındaki temel amaç, Ay'ı Mars'a bir basamak olarak kullanmaktır. Bu şekilde Ay'da insan yaşamını sürdürme konusunda kazanılan deneyim, Mars'ın keşfine katkıda bulunacaktır.

Ay, Mars ve diğerlerinin keşfinde robotik ve mürettebatlı görevlerin bir arada yapılması söz konusudur. Gelişmiş robotik, yapay zekâ ve otonom sistemlerin Ay ve Mars'ta insanlı girişimlere öncülük etmesi ve onları desteklemesi amaçlanıyor. Bu şekilde robotik iniş araçlarının ve gezicilerin iniş

alanlarını keşfetmeleri, ilk altyapıyı kurmaları ve çalışmalarını başlatmaları mümkün olabilecektir. Akıllı robotların uzay araştırmalarında rutin veya tehlikeli görevleri üstlenmesi yaklaşımı yaygın kabul görmektedir. Aslında bu yaklaşım, önceki yıllarda tamamen robotik bir uzay aracı kullanarak Ay'dan örnek toplamayı başaran Çin'in Ay programıyla hayata geçmiştir. Uzay keşiflerinde insansız sistemlerin kullanımı Mars'ın ve diğer uyduların keşfi açısından kritik önem taşımaktadır.

Uzay keşif çalışmalarında önemli bir nokta, girişimin bir ülkenin tek başına yürüttüğü bir girişim olmaması ve çoklu iş birliğini teşvik etmesidir. Uluslararası Uzay İstasyonu 15 ülkeyi bir araya getirdiği gibi, gelecekteki keşiflerin de uluslararası ve çok paydaşlı ortaklıklara doğru yönelmesi olasıdır. Bu kapsamda 40'tan fazla ülkenin, ABD liderliğindeki Artemis Anlaşmalarını imzalaması dikkate değerdir. Çin ve Rusya'nın da 2030'larda diğer ülkelere açık bir Uluslararası Ay Araştırma İstasyonu kurma planlarını açıklaması da olumlu bir gelişmedir. Geleneksel uzay güçlerinin ötesinde, Hindistan, Japonya ve Birleşik Arap Emirlikleri gibi ülkelerin önemli görevler planladıkları bilinmektedir. Dolayısıyla görünen, rekabet ve iş birliğinin karmaşık bir karışımının bir arada bulunduğu yeni uzay yarışıdır. Umarız ki bu yeni yarış Ay topraklarını veya kaynaklarını sahiplenmeye evrilmez.

Uzay giderek daha geniş bir ekonomik alan olarak görülüyor. Küresel uzay ekonomisi her yıl artan oranda büyümektedir. Mevcut büyüme hızıyla 2050'de trilyonlarca dolarlık büyüklüğe ulaşılması olası görülmektedir. Uzay ekonomisinin büyümesi özel şirketlerin yörüngedeki uydu sayısının astronomik artışını da beraberinde getirecektir. Bu artış yörünge yoğunluğunu ve radyo frekansı rekabetini, engellemeleri ve kullanım zorluklarını da gündeme taşıyabilecektir.

Uzay ekonomisinin bir diğer boyutunu uzay turizmi ve insanlı uzay uçuşu ticareti teşkil etmektedir. Henüz emekleme aşamasında olsa da, uzay turizminin düzenli bir sektöre dönüşmesi ve "uzay oteli" modülleri içeren özel uzay istasyonlarının planlanması mümkündür. Yapılan senaryo çalışmalarında, maliyetler düştüğünde ve güvenlik sağlandığında, 2050 yılına kadar insanların uzayda spor veya yörünge tatil köylerinde tatil yapabileceği öngörülmektedir. Bu tür tahminler ilk bakışta abartılı görünse de, kilogram başına on binlerce dolar olan yörüngeye ulaşma maliyetinin 2050 yılına kadar kilogram başına sadece on dolara düşmesi ve uzay

gelişiminin önündeki en büyük engel olan fırlatma maliyetinin ortadan kalkması beklenmektedir.

Gelecekteki uzay kullanımının devrim niteliğindeki yönü, Dünya dışı kaynakların çıkarılıp kullanılması olasılığıdır. “21. yüzyılın altına hücumu” olarak adlandırılan bu süreçte, birçok şirket ve ülke uzay madenciliğine odaklanmaktadır. Son yıllarda, Ay’da çeşitli madenlerin varlığı doğrulanmış ve madencilik faaliyetlerine olan ilgi artmıştır. Asteroitlerde ise yüksek konsantrasyonlarda platin grubu metaller ve diğer minerallerin trilyonlarca dolar değerindeki varlığı kesinleşmiş gibidir. Bu tespitler, yeni girişimlerin kurulmasına ve Lüksemburg ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerin, uluslararası hukukun belirsizliklerine meydan okuyarak uzay kaynakları üzerinde özel haklar tanıyan yasalar çıkarmasına yol açmıştır. Mevcut teknik zorluklarına karşın, önümüzdeki on yıl içinde bir asteroitten veya Ay’dan kaynak çıkarma girişimlerinin gerçekleştirilebileceği ve bunun uzayda yeni bir endüstriyel çağın başlangıcını işaret edeceği değerlendirilmektedir.

Gelecekteki uzay kullanımının diğer önemli boyutunu teşkil eden uzay tabanlı enerji üretimi, proje fikri safhasından gerçeğe dönüşmek üzeredir. İngiltere, ABD, Çin, Kanada ve diğer ülkelerdeki girişimler başarılı olursa, uzay tabanlı enerjinin yer istasyonlarına sürekli ve yenilenebilir enerji sağlayabileceği kıymetlendirilmektedir. Uzay ekonomisi genişledikçe, uzay ile otomotiv, inşaat, madencilik, bilişim teknolojileri ve yapay zekâ yazılımları gibi dünyadaki diğer sektörler arasında daha fazla entegrasyon olası görülmektedir.

Uzayın geleceği fırsatlar sunmakla birlikte, uluslararası toplumun, devletlerin ve özel şirketlerin birlikte ele alması gereken ciddi zorluklar bulunmaktadır. En acil sorunlardan biri, uydu sayılarında çok hızlı artış ve uzay çöplerinin varlığı karşısında yörünge ortamının sürdürülebilirliğidir. Onlarca yıl süren fırlatmalar sonucu, uyduların küçük ve büyük boyutlu yüz binlerce parçası binlerce kilometre hızla uçarak ciddi çarpışma tehditleri oluşturmaktadır. Bu tehdidin önümüzdeki yıllarda da artması beklenmektedir. Artış bu hızla devam ettikçe tüm yörünge bölgelerinin kullanılamaz hale gelmesi ciddiye alınması gerekli bir risktir. Gerçekte sorun çözümsüz değildir. Uluslararası yönergeler 25 yıl içinde işlevsiz uydu donanımlarının yörüngeden çıkarılmasını gerektirmektedir. Yüzde 80 oranında bu kurala uyulduğu tahmin edilmektedir. Bazı devletler ve konsorsiyumlar tarafından aktif enkaz temizleme görevleri de geliştirilme aşamasındadır. Bu

tür görevlerle eski roketler yörüngeden çıkarılacaktır. Ayrıca, uzay ajansları ve şirketlerden oluşan bir konsorsiyum, 2030'dan itibaren uzayda yeni enkaz bırakılmayacağını taahhüt eden bir "Sıfır Enkaz Sözleşmesi" yayınlamıştır. Sözleşmede ömrünü tamamlayan tüm uzay araçlarının hurdalığa eklenmemesi için fiilen kaldırılmasını taahhüt etmektedir. Bu tedbirlerin hayata geçirilmesi ve tüm aktörlerin uyum göstermesinde zorluklar yaşanacağını da beklemek gerekir. Soruna daha kapsayıcı bir çözüm için BM kapsamında uluslararası uzay trafik yönetimi rejimi geliştirilmesi de mümkün olabilecektir.

Bir diğer zorluk ise uzayın askerileşmesi ve potansiyel olarak silahlandırılmasıdır. Uzay sistemleri artık ulusal güvenlikle iç içe geçmiş durumdadır. Bunun sonucunda büyük güçlerin, uzay varlıklarını korumak için teşkil ettikleri özel uzay kuvvetleri veya komutanlıkları askerleşmenin bir işaretidir. Diğer taraftan, ABD, Rusya, Çin ve Hindistan'ın kendi uydularını kasıtlı olarak yok ederek uydu karşıtı (ASAT) silahları test etmeleri uzayın silahlanmasının ön hamlesi olarak görülmelidir. Mevcut jeopolitik iklim, bir ülkenin yörüngeye saldırı kabiliyetleri yerleştirmesi durumunda diğerlerinin de aynısını yapacağı tırmanma riski taşıyor. Dolayısıyla uzayda savaşı önlemek uluslararası toplum için temel bir önceliktir. Bu kapsamda diplomatik girişimler bulunmasına karşın uzayda silahları tamamen ve açık olarak yasaklayan yeni bir anlaşmanın hayata geçmesi belirsizdir. Konuyla bağlantılı ancak daha kapsayıcı olarak uzay için yasal ve yönetim çerçevesi (1967 tarihli temel Uzay Anlaşması (OST), 21. yüzyıl faaliyetlerinin gerçekliğine ayak uydurmakta zorlanmaktadır. Bu anlaşma özel şirketlerin uzaya dahil olmasını veya uzayın trilyon dolarlık ticarî bir alan olarak ortaya çıkmasını öngörmemiştir. Bu kapsamda OST, yeni ticari ve güvenlik gelişmeleri karşısında güncelliğini yitirmiştir. 21. yüzyıl ortamına uygun bir uzay anlaşmasının hazırlanması ve imzalanmasının önünde ise engeller çıkmaya devam etmektedir.

Yukarıda tespitler uluslararası toplumun önümüzdeki on yıllarda uzayın kullanımını konusunda zorlu bir sınavla karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Bu sınav uzayın bir çatışma ve ayrıcalıklı kazanç alanı mı yoksa barışçıl keşif ve karşılıklı fayda alanı mı olduğunu belirleyecektir. Uluslararası toplumun önümüzdeki elli yıl içinde uzayda olacakların dünyamızı kökten değiştireceğinin farkında olarak ortak kaderimizi güvence altına alan bir yol izlemesi konusunda iyimser olmak zorundayız.

EK-A: UZAY TERİMLERİ VE KAVRAMLARI

A

Alçak Dünya Yörüngesi (Low Earth Orbit-LEO): Uydular, Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) ve mega takımyıldızlar için yaygın olarak kullanılan, 160 km ile 2.000 km arasındaki yörünge.

Apoje: Yörüngede Dünya'dan (veya başka bir gök cisminden) en uzak nokta. Uydu operasyonlarında, apoje yörünge özelliklerini belirlemek için kritik öneme sahiptir.

Apollo Projesi: NASA tarafından gerçekleştirilmiş olan bir insanlı Ay yolculuğu projesidir. Apollo Projesi, Gemini Projesi'nden sonra gerçekleştirilmiştir. Uzay Yarışı ve Soğuk Savaş, Apollo Projesi aşamasına gelinmesinde etkili olmuştur. Proje, Apollo uzay araçları ve Saturn V ile 1961 ile 1972 yılları arasında uygulanmıştır.

Artemis Programı: NASA tarafından başlatılan, ABD liderliğindeki uluslararası bir insanlı uzay uçuşu programı. İnsanları Ay'a geri göndermeyi ve Mars görevlerinin öncüsü olarak sürdürülebilir Ay keşfini sağlamayı amaçlamaktadır.

Asteroid: Güneş'in yörüngesinde dönen, çoğunlukla Mars ve Jüpiter arasındaki asteroid kuşağında bulunan küçük bir kayalık cisim. Bazı asteroidler gelecekteki uzay madenciliği hedefleri olarak kabul edilir.

Astrobiyoloji: Astronomide nispeten yeni bir araştırma alanı olan astrobiyoloji, evrendeki yaşamın kökeni, dağılımı ve evrimiyle ilgilenir. Astronominin yanı sıra biyoloji ve jeolojinin de çeşitli yönlerini kapsar. Bazen ekzobiyoloji olarak da adlandırılır.

Atmosfer: Bir gök cismini çevreleyen ve yerçekimi tarafından tutulan gaz tabakası. Dünyanın atmosferi yaşam ve zararlı radyasyondan korunma için gereklidir.

Aurora australis: Geceleri Güney Kutbu yakınlarında gökyüzünde beliren parlak parıltılar ve ışık bantları. Bunlara güney ışıkları da denir.

Aurora borealis: Kuzey Kutbu yakınlarında geceleri gökyüzünde beliren parlak parıltılar ve ışık bantları. Bunlara kuzey ışıkları da denir.

Ay Geçidi (Lunar Gateway): Artemis programının bir parçası olarak, Ay yörüngesinde planlanan bir uzay istasyonu.

B

Birleşmiş Milletler Uzay İşleri Ofisi (*The United Nations Office for Outer Space Affairs-UNOOSA*): Uzayın barışçıl amaçlarla kullanımı ve keşfi ile sürdürülebilir ekonomik ve sosyal kalkınma için uzay bilimi ve teknolojisinden faydalanılması konusunda uluslararası iş birliğini teşvik etmek için çalışmaktadır. Ofis, Birleşmiş Milletler üye devletlerinin uzay faaliyetlerini yönetecek yasal ve düzenleyici çerçeveler oluşturmalarına yardımcı olmakta ve uzay yeteneklerinin ulusal kalkınma programlarına entegre edilmesine yardımcı olarak gelişmekte olan ülkelerin uzay bilimi teknolojisi ve uygulamalarını kalkınma amaçlı kullanma kapasitelerini güçlendirmektedir.

Biyosfer: Dünya üzerindeki tüm ekosistemlerin küresel toplamı.

Bulutsu (*Nebula*): Bulutsu, galaksiler arası uzayda dağınık bir gaz ve toz bulutudur. Bulutsular genel olarak emisyon bulutsuları ve yansıma bulutsuları olarak sınıflandırılabilir. Emisyon bulutsularında, bulutlardaki gaz yakındaki yıldızlar tarafından ısıtılıp iyonlaştırılır ve bu da bulutsunun “parlamasına” neden olur. Bu tür bulutsulara örnek olarak HII bölgeleri ve gezegenimsi bulutsular verilebilir. Yansıma bulutsuları, yalnızca içlerindeki tozun yakındaki yıldızlardan gelen ışığı yansıtması nedeniyle görülebilir. Bazen dev moleküler bulutlara “karanlık bulutsular” denir.

Büyük Patlama (*Big Bang*): Büyük Patlama teorisi, evrenin yoğun ve sıcak bir durumdan tek bir büyük patlamayla (‘büyük patlama’) nasıl ortaya çıktığını açıklar. Teorinin ilkesi ilk olarak Evren’in genişliyor gibi görünmesine bir açıklama olarak öne sürülmüştür. Tüm evreni dolduran kozmik mikrodalga arka plan radyasyonunun patlamadan kalan enerji olduğu düşünülmektedir. Evren’in kökenleri hakkında başka teoriler mevcut olsa da, Büyük Patlama teorisi modeller ve gözlemler tarafından en yaygın olarak desteklenen teoridir.

C

CubeSat: Araştırma ve ticari amaçlarla kullanılan standartlaştırılmış, minyatürleştirilmiş bir uydu (genellikle birim başına 10x10x10 cm).

Cüce Galaksi (*Dwarf Galaxy*): Cüce galaksi, çok küçük boyutu, çok düşük yüzey parlaklığı veya her ikisi nedeniyle alışılmadık derecede sönük olan küçük bir galaksidir. Tipik olarak, cüce galaksiler en fazla Güneş’in parlaklığının bir milyar katı kadar parlaktır; bu da kendi galaksimiz Samanyolu’nun parlaklığının yüzde birinden daha azdır. Cüce eliptik, cüce küresel, cüce spiral ve cüce düzensiz galaksiler dahil olmak üzere birçok farklı cüce galaksi türü vardır. Cüce galaksilerin en önemli örneklerinden biri, ev galaksimiz Samanyolu’nun cüce düzensiz uydusu olan Küçük Macellan Bulutu’dur.

Cüce Gezegen (*Dwarf Planet*): Tıpkı gezegenler gibi Güneş’in etrafında dönen yuvarlak cisimler. Ancak gezegenlerin aksine, cüce gezegenler Güneş etrafındaki yörüngelerini tam olarak çizemezler. Bu, Güneş’ten yaklaşık aynı uzaklıkta yörüngede

dönen başka cisimlerin de olduğu anlamına gelir. Bir cüce gezegen, bir gezegenden çok daha küçüktür (Dünya'nın uydusundan bile daha küçüktür), ancak bir uydu değildir. Plüton, cüce gezegenlerin en bilinenidir.

Çift Amaçlı Teknoloji (Dual-Use Technology): Uydu görüntüleme veya fırlatma araçları gibi hem sivil hem de askeri amaçlara hizmet eden teknolojiler.

D

Dünyaya Yakın Cisim (Near-Earth Object -NEO): Yörüngesi Dünya'ya yakın olan bir asteroit veya kuyruklu yıldız.

Dünya Dışı Zekâ (Extraterrestrial Intelligence): Dünya dışı zekâ, dünyadakiler dışında zeki varlıkların olası varlığını ifade eder. Dünya dışı zekâ arayışları, radyo veya diğer sinyalleri aramayı da içerir, ancak güncel araştırmaların çoğu, zeki yaşam koşullarının başka yerlerde mevcut olup olmadığını belirlemeye odaklanmaktadır. Mevcut kanıtlara göre, Dünya'da yaşamın ortaya çıkması için gerekli koşullar (yıldızından uzakta, yüzeyinde sıvı suyun bulunabileceği katı bir gezegen, karbon ve oksijen gibi atomların ve daha karmaşık moleküllerin oluşumu için gerekli koşullar) galaksimiz içinde ve ötesinde birçok başka gezegende de mevcut olmalıdır. Bu gezegenlerin en azından bazılarında zeki yaşamın ortaya çıkmış olabileceği varsayımı mantıksız değildir, ancak bunun gerçekleşme olasılığını tahmin etmek için sağlam bir temelimiz yoktur.

Dünya Dışı Akıllı Yaşam Araştırması (Search for Extra-Terrestrial Intelligence - SETI): Dünya dışı bir uygarlıktan veya başka bir gezegenden gelen mesajların varlığının saptanması ve saptanması halinde incelenmesi amacıyla 1971'de NASA tarafından başlatılan bir projedir.

E

Ekliptik: Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin düzlemi.

Ekvator: Bir gezegenin veya uydunun kuzey kutbundan ve güney kutbundan aynı uzaklıkta olan çevresi.

Elektromanyetik Spektrum: Evrendeki tüm farklı ışık ve enerji türlerinin adıdır. Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi radyasyon, görünür ışık, morötesi ışık, X ışınları ve gama ışınlarını içerir.

Enkaz (Uzay Enkazu/Yörünge Enkazu) (Debris): Dünya yörüngesinde bulunan, uydular ve uzay araçları için risk oluşturan, işlevsiz, insan yapımı nesnelere.

ESA (European Space Agency): 1975 yılında, uzayın keşfini amaçlayan, hükümetlerarası bir organizasyon olarak kurulmuştur. Şu an 22 üyesi olan ajansın merkezi Fransa'nın başkenti Paris'tedir.

ESO: Avrupa Güney Gözlemevi (*European Southern Observatory-ESO*), Avrupa'nın önde gelen hükümetlerarası astronomi kuruluşu ve dünyanın en üretken gökbilim gözlemevidir. 16 ülke tarafından desteklenmektedir: Avusturya, Belçika, Brezilya, Çekya, Danimarka, Fransa, Finlandiya, Almanya, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık. ESO, gökbilimcilerin önemli bilimsel keşifler yapmasını sağlayan güçlü yer tabanlı gözlem tesislerinin tasarımına, inşasına ve işletilmesine odaklanan iddialı bir program yürütmektedir. ESO ayrıca gökbilim araştırmalarında iş birliğinin teşvik edilmesinde ve düzenlenmesinde öncü bir rol oynamaktadır. ESO, Şili'de dünya standartlarında gözlem noktasında teleskoplar işletmektedir.

EUSPA (*European Union Agency for the Space Programme*): Avrupa Birliği'nin Uzay Program Ajansı.

Evren: Tüm madde, enerji, uzay ve zamanın toplamı.

Ekzosfer: Dünya atmosferinin en dış katmanıdır. Bu katman, atmosferin geri kalanını dış uzaydan ayırır. Yaklaşık 10.000 kilometre kalınlığındadır. Ekzosferde hidrojen ve helyum gibi gazlar bulunur, ancak bunlar oldukça dağınıktır. Arada çok fazla boşluk vardır. Soluyacak hava yoktur ve çok soğuktur.

F

Falcon Heavy: SpaceX tarafından geliştirilen ve özel şirketlerin modern uzay jeopolitiğindeki rolünü simgeleyen ağır yük fırlatma aracı.

Fırlatma Aracı: Uzaya yük taşımak için tasarlanmış bir roket.

G

Galaksi: Yıldızlar, yıldız kalıntıları, yıldızlararası gaz ve karanlık maddeden oluşan, yerçekimiyle bağlı uçsuz bucaksız bir sistem. Samanyolu, dünyanın galaksisidir.

Galaksi Kümesi: Galaksi kümeleri, kütleçekim kuvvetiyle birbirine bağlı büyük galaksi topluluklarıdır. Modellere göre, genellikle her şekil ve boyutta 50 ila 1000 galaksi ve büyük miktarda karanlık madde içerirler. Yerel grubumuza en yakın galaksi kümesi, yaklaşık 60 milyon ışık yılı uzaklıktaki Başak Kümesi'dir.

Galileo: AB'nin Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GNSS) olarak gelişmiş navigasyon, konumlandırma ve zamanlama bilgileri sağlar. Diğer küresel uydu navigasyon sistemlerinin aksine, Galileo sivil bir sistemdir; özünde son kullanıcılara güvenli hizmet sunumu yer almaktadır.

Gama ışınları: Elektromanyetik spektrumun bir parçası olan gama radyasyonu olarak da adlandırılır. Bu dalgalar çok fazla enerjiye sahiptir. Güneş parlamaları ve yıldız patlamaları gibi büyük olaylardan kaynaklanırlar.

Gemini Projesi: NASA'nın ikinci mürettebatlı uzay uçuşu programıydı. Merkür ve Apollo projeleri arasında yürütülen proje, 1961 yılında başladı ve 1966'da tamamlandı. Gemini uzay aracı iki astronottan oluşan bir mürettebat taşıyordu. Gemini mürettebatı ve 16 ferdi astronot 1965 ve 1966 yılları arasında alçak Dünya yörüngesi (LEO) görevlerinde uçtu.

Gezegen Savunması (Planetary Defense): Dünya'ya yönelik asteroit tehditlerini tespit etme ve azaltma teknolojileri.

Gök Cismi (Celestial Body): Gezegenler, uydular, asteroitler, kuyruklu yıldızlar ve yıldızlar gibi uzayda bulunan doğal bir nesne.

Güneş Sistemi: Bir yıldız ve onun etrafında dönen gezegenler, uydular, asteroitler, kuyruklu yıldızlar ve diğer nesnelere dahil tüm maddeleri içeren bir küme.

H

Habitat (Uzay Habitatı): Uzayda yaşamak için tasarlanmış insan yapımı bir yapı.

Heliosfer: Güneş rüzgârı ve Güneş'in manyetik alanının hâkim olduğu, balon benzeri uzay bölgesi.

I

Işık yılı: Bir yıl veya belirli bir zaman dilimi değildir. Işığın bir yılda kat ettiği mesafedir. 5.878.499.810.000 mil (veya 9.460.538.400.000.000 metre) ile aynıdır. Nesnelere çok uzakta olduğunda, uzaklıklarından milyonlarca, milyarlarca veya trilyonlarca mil olarak bahsetmek yerine ışık yılı cinsinden bahsetmek daha kolaydır.

J

Jeostatik Yörünge (Geostationary Orbit-GEO): Uyduların Dünya'nın dönüşüne göre sabit kaldığı, Dünya ekvatorunun 35.786 km yukarısında dairesel bir yörünge.

Jüpiter: Jüpiter, Güneş Sistemi'ndeki en büyük gezegendir. Kalın, gazlı bir atmosfere, 60'tan fazla uyduya ve karanlık bir halkaya sahiptir. Jüpiter'in en belirgin özellikleri, enlemleri boyunca belirgin renkli bantlar ve gezegenin üst atmosferinde Dünya gezegeniyle aynı büyüklükte bir fırtına olan Büyük Kırmızı Leke'dir. Jüpiter benzeri gök cisimleri için yaygın olarak kullanılan sıfat 'Jüpiter'dir.

Jovian Gezegeni: Güneş Sistemi'ndeki en büyük dört gezegen olan Jüpiter, Saturn, Uranüs ve Neptün için kullanılan bir terimdir.

K

Kara Delik (Black Hole): Kütle çekimi o kadar güçlü ki hiçbir şey, hatta ışık bile kaçamaz.

Karanlık Madde (*Dark Matter*): Işık yaymayan veya emmeyen, ancak kütleçekim etkisi uygulayan ve evrenin kütlelerinin büyük bir kısmını oluşturan görünmez bir madde biçimi.

Kármán Hattı: Havacılık ve hukuk alanlarında yaygın olarak kabul gören, deniz seviyesinden 100 km yükseklikteki uzay sınırı.

Kızılötesi: Elektromanyetik spektrumun, gözlerimizle göremediğimiz ancak ısı olarak hissedebildiğimiz bir parçasıdır.

Kozmoloji: Kozmoloji, evrenin geniş ölçekli yapısı ve evrimiyle ilgilenen bilim dalıdır.

Kozmos: Düzenli ve uyumlu bir sistem olarak kabul edilen evren.

Kuiper Kuşağı: Neptün'ün ötesinde, Plüton da dahil olmak üzere buzlu cisimler ve cüce gezegenlerle dolu bir bölge.

Kuyruklu Yıldız: Kuyruklu yıldızlar, Güneş Sistemi'nin 'yolcuları' olarak bilinir ve sistemden yüksek hızlarda geçerler. Güneş Sistemi'nin en dış bölgelerinden kaynaklanan buzlu kayalardır ve bu bölgelerdeki büyük gezegenlerin yerçekimi, onların iç Güneş Sistemi'ne 'düşmesine' neden olabilir. Çekirdek, yörüngesindeki Güneş radyasyonu ile etkileşime girdikçe gaz ve toz yaymaya başlar ve bu da karakteristik "kuyukları" oluşturur. Kuyruklu yıldızlar yörünge periyotlarına göre sınıflandırılır; bazıları düzenli aralıklarla geri dönerken, bazıları yalnızca bir kez görülür.

Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (*Global Navigation Satellite System-GNSS*): GPS (ABD), GLONASS (Rusya), Galileo (AB) ve BeiDou (Çin) dahil olmak üzere coğrafi konum sağlayan uydu takımı yıldızları.

L

La Niña: El Niño'nun tam tersi. La Niña, Ekvator Pasifik Okyanusu'nun doğu-orta kesiminde alışılmadık derecede soğuk deniz yüzeyi sıcaklıkları nedeniyle meydana gelir. La Niña yılında, kış sıcaklıkları Güneydoğu'da normalden daha sıcak, Kuzeybatı Amerika Birleşik Devletleri'nde ise normalden daha soğuktur.

M

Mars: Mars, Güneş'e uzaklığı bakımından dördüncü gezegendir. Adını Roma mitolojisindeki savaş tanrısı Mars'tan almıştır. Gece gökyüzündeki kırmızı rengi ona "Kızıl Gezegen" adını kazandırmıştır. Mars'ın, her ikisi de küçük ve tuhaf şekilli olan Phobos ve Deimos adlı iki uydusu vardır; bunlar muhtemelen yakalanmış asteroitlerdir.

Merkür: Merkür, Güneş'e en yakın gezegen ve aynı zamanda Güneş Sistemi'ndeki en küçük gezegendir. Gezegen nispeten az bilinmektedir: Merkür'e yaklaşan tek uzay aracı, 1974-1975 yılları arasında Mariner 10'du ve gezegenin yalnızca %40-45'i haritalanmıştır. Merkür'ün doğal uydusu ve atmosferi yoktur. MESSENGER (Merkür

Yüzeyi, Uzay Çevresi, Jeokimya ve Menzil Araştırması) adlı bir NASA görevi 2004 yılında başlatılmış ve 2008-2009 yıllarında birkaç yakın geçiş gerçekleştirecektir.

Mercury Projesi: ABD'nin insanlı ilk uzay yolculuğu projesidir. 1959-1963 yılları arasında Dünya yörüngesine insan gönderinceye kadar sürdürülmüştür. İlk planlar ve araştırmalar -NASA kurulana dek- NACA (Ulusal Havacılık Danışma Komitesi) tarafından yürütülmüştür. Mercury Projesi, adını hızın simgesi olan Roma tanrısı Mercury'den almıştır.

Meteoroid: Uzayda bir kamyonetten daha küçük bir kaya parçası. Daha büyük olsaydı, bir asteroit olurdu.

Mezosfer: Dünya atmosferinin bir katmanıdır. Mezosfer, stratosferin üzerinde ve termosferin altında yer alır ve 35 kilometre kalınlığındadır. Mezosferde nefes alınmaz. Ancak bu katmanda, dışarıdaki termosferden daha fazla gaz vardır. Meteorlar, ekzosfer ve termosferden fazla hava içermediği için fazla sorun yaşamadan geçerler. Ancak mezosfere çarptıklarında yanarlar.

Mikrodalgalar: Elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır. Bu enerji dalgaları yıldızlar, yıldızlar arasındaki gaz bulutları ve süpernovalar tarafından üretilir.

Mikrouydu: 10-100 kg ağırlığında küçük bir uydu.

N

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*): Amerika Birleşik Devletleri'nin uzay programı çalışmalarından sorumlu olan kurum.

Neptün: Neptün, Güneş Sistemi'nde Güneş'e uzaklığı bakımından sekizinci gezegendir. Puslu bir atmosfere sahip, soğuk ve gazdan oluşan bir devdir ve yörüngesinde sekiz uydu ile üç dar, soluk halka bulunur.

O-Ö

Oort Bulutu: Güneş Sistemi'nin etrafında küresel bir kabuktur. Bir trilyondan fazla buzlu cisim içerebilir. Uzun dönemli kuyruklu yıldızlar (Güneş'in etrafında dönmesi 200 yıldan fazla sürer) Oort Bulutu'ndan gelir.

Orta Dünya Yörüngesi (*Medium Earth Orbit*-MEO): Navigasyon uyduları için kullanılan, 2.000 km ile 35.786 km arasındaki yörünge.

Ötegezegen: Güneş Sistemi'nin dışında bir gezegeni tanımlar. Binlercesi keşfedildi ve dünya dışı yaşam araştırmalarına ivme kazandırdı.

P

Plazma: Plazma, son derece sıcak, iyonize bir gazdır. Serbest yüzen pozitif yüklü iyonlardan ve serbest negatif yüklü elektronlardan oluşur. Plazma nötr bir gazdan farklı davranır ve elektrik akımlarını iletir. Yıldızlar plazmadan oluşur.

Plüton: Plüton, Güneş Sistemi'nde 1930 yılında keşfedilen bir cüce gezegendir. Charon adında büyük bir uydusu ve birkaç küçük uydusu vardır. Plüton, Güneş'in etrafında oldukça eliptik bir yörüngede döner. Plüton 2006 yılına kadar dokuzuncu gezegen olarak biliniyordu.

R

Radyo dalgaları: Elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır. Radyo dalgaları, Dünya'da ve uzayda etrafımızdadır. Bu dalgalar düşük enerjilidir. Radyoyu dinlediğimiz her an onları kullanırız. Uydularla iletişim kurmak için de kullanılırlar. Ayrıca, yıldızlar, süpernovalar, Güneş ve hatta çarpışan galaksiler tarafından yayıldıkları için uzayda da yaygındırlar.

Res Communis: "Herkes için ortak" anlamına gelen, uzaya uygulanan bir yasal ilke.

S

Saljut 1: Tarihteki ilk uzay istasyonudur. 19 Nisan 1971 tarihinde Sovyetler Birliği tarafından fırlatılmıştır. Uzay Yarışında ABD'nin Ay'a ilk insanı göndermesine Sovyetlerin cevabı olarak görülür.

Satürn: Satürn, Güneş'e uzaklık bakımından altıncı gezegendir. Güneş Sistemi'ndeki en büyük ikinci gezegendir. En çok tırnak büyüklüğünden araba büyüklüğüne kadar değişen buz parçalarından oluşan belirgin halkalarıyla bilinir. Satürn'ün ayrıca, Güneş Sistemi'nin en büyük ikinci uydusu olan Titan da dahil olmak üzere birçok uydusu vardır.

Sera Gazları: Güneşten gelen ısıyı hapseden atmosferdeki gazlardır. Sera gazlarından bazıları karbondioksit, metan, su buharı ve nitroz oksittir.

Serbest Uzay (Free Space): Yasal açıdan, "dış uzay", ulusal mülkiyete tabi olmayan küresel bir ortak alan olarak uzay.

Sıfır Yerçekimi: Yörüngede hissedilen ağırlıksızlık durumu.

Solucan Deliği (Wormhole): Evrenin uzak bölgelerini birbirine bağlayan varsayımsal bir uzay-zaman geçidi.

Sputnik programı: 1950'lerin son yıllarında Sovyetler Birliği tarafından yürütülmüş bir dizi insansız uzay uçuşu. Sputnik 1: Dünya'nın ilk yapay uydusudur. Sputnik 2: Dünya yörüngesine fırlatılan ikinci uydudur. İlk canlı olarak köpek Layka'yı taşımıştır. Sputnik 3: Baykonur Uzay Üssü'nden 15 Mayıs 1958 tarihinde fırlatılan Sovyet uydusudur.

Stratosfer: Stratosfer dünya atmosferinin bir katmanıdır. Stratosfer, troposferin üzerinde ve mezosferin altında bulunur. Bu katman 35 kilometre kalınlığındadır. Stratosfer, çok önemli olan ozon tabakasının bulunduğu yerdir. Ozon tabakası bizi Güneş'ten gelen ultraviyole radyasyondan (UV) korur. Aslında ozon tabakası,

güneşin bize gönderdiği UV radyasyonunun çoğunu emer. Bu koruma tabakası olmadan bildiğimiz hayat mümkün olmazdı.

Süpernova: Bir yıldızın tüm bir galaksi kadar parlak hâle gelecek şekilde patlaması.

T

Takımyıldız: Gökyüzündeki bir grup yıldız. Genellikle bir hayvanın, nesnenin veya kişinin adını alırlar. Yıldızlar, bulunduğunuz yere göre belirli desenler oluşturur. Dünya’da yıldızlara dair bir görüşümüz var, ancak başka bir Güneş Sistemi veya galaksiden bakıldığında takımyıldızlar farklı görünürdü.

Termosfer: Dünya atmosferinin bir katmanıdır. Termosfer, mezosferin üstünde ve ekzosferin altında yer alır. 500 kilometre kalınlığındaki bu katmanda sıcaklık 2300 santigrat dereceye kadar ulaşabilir.

Titan: Titan, Satürn’ün en büyük uydusu ve Güneş Sistemi’nin ikinci en büyük uydusudur. Atmosferi olduğu bilinen tek uydudur. 1655 yılında Hollandalı gökbilimci Huygens tarafından keşfedilmiştir.

Troposfer: Troposfer, Dünya atmosferinin en iç katmanıdır. Troposfer, Dünya’nın neresinde olduğunuza bağlı olarak 8 ila 14 kilometre (5 ila 9 mil) arasında bir kalınlığa sahiptir. En ince olduğu yerler Kuzey ve Güney Kutbu’dur. Bu katman, solduğumuz havayı ve gökyüzündeki bulutları içerir. Havanın en yoğun olduğu yer bu en alt katmandır. Aslında troposfer, tüm atmosferin kütesinin dörtte üçünü içerir. Buradaki havanın %78’i azot ve %21’i oksijendir. Kalan %1’i ise argon, su buharı ve karbondioksitten oluşur.

U

Ultraviyole: Elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır. Dalgaları mor ışıktan daha kısa olduğu için ultraviyole olarak adlandırılır. Ultraviyole ışığı gözlerimizle göremeyiz, ancak bazı kuşlar ve böcekler görebilir. Güneşimiz ultraviyole radyasyon yayar ve uzun süre güneş kremi kullanmadan dışarıda kalındığında güneş yanığına neden olabilir.

Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station-ISS): Uzay araştırmalarında iş birliğini simgeleyen, Alçak Dünya Yörüngesi’nde bulunan çok uluslu bir uzay istasyonu.

Uranüs: Güneş’e yakınlık bakımından yedinci gezegendir.

Uydu (Satellite): Bir gezegenin yörüngesinde bulunan, doğal (örneğin Ay) veya yapay (örneğin ISS) bir nesne.

Uzaktan Algılama (Remote Sensing): Uydular kullanılarak dünya veya diğer gezegenler hakkında veri toplama.

Uzayın Askerileştirilmesi (*Militarization of Space*): Uzayın askeri destek (iletişim, navigasyon, keşif) için kullanılması. Silahlaştırmadan farklıdır.

Uzay Antlaşması (*Outer Space Treaty*): Uluslararası uzay hukukunun temelini oluşturan 1967 tarihli antlaşma.

Uzay Gücü: Bir devletin uzayı politik, ekonomik ve askeri avantaj sağlamak için kullanma yeteneği.

Uzay Kuvvetleri: Uzay operasyonlarına odaklanan bir askeri birim (örneğin ABD Uzay Kuvvetleri).

Uzay Madenciliği: Gök cisimlerinden kaynak çıkarma.

Uzay Silahlandırması (*Space Weaponization*): Uzayda silah konuşlandırılması.

V

Van Allen Kuşakları: Dünyanın manyetik alanından kaynaklanan ve uzay araçlarını etkileyen radyasyon bölgeleri.

Venüs: Güneş'ten sonraki ikinci gezegen olan Venüs, adını Roma tanrıçası Venüs'ten almıştır. Karasal bir gezegen olan Venüs, boyut ve yapı olarak birbirlerine çok benzedikleri için bazen Dünya'nın "kardeş gezegeni" olarak da adlandırılır. Tüm gezegenlerin yörüngeleri eliptik olsa da, Venüs'ün yörüngesi dairesele en yakın olanıdır. Bazen "Sabah Yıldızı" veya "Akşam Yıldızı" olarak anılır ve Güneş ve Ay'dan sonra gökyüzündeki en parlak gök cismi.

X

X-ışınları: Çok sıcak gazlar, yıldızlar, nötron yıldızları ve kara deliklerin etrafındaki gazlar tarafından üretilen yüksek enerjili radyasyon. X-ışınları o kadar yüksek enerjiye sahiptir ki katı maddelerden geçebilirler. Elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır.

Y

Yeni Uzay (*NewSpace*): Uzay faaliyetlerinin özelleştirilmesini ve ticarileştirilmesini tanımlayan bir terim.

Yıldız: Çoğunlukla hidrojen ve helyumdan oluşan, kendi kütleçekimiyle bir arada tutulan parlak bir gaz topu. Hidrojenin helyuma dönüşmesi, yıldızların parlamasını sağlayan enerjiyi yaratır.

Yörünge (*Orbit*): Bir cismin yerçekimi nedeniyle bir gök cismi etrafındaki kavisli yolu.

Yuri Gagarin: Uzaya çıkan ilk insan (1961).

Yük (*Payload*): Uydular, aletler veya insanlar dahil olmak üzere bir roket tarafından taşınan yük.

DİZİN

A

- AB 7, 22, 54, 128, 204, 214, 245, 248,
249, 251, 252, 253, 254, 255, 256,
257, 304, 306
- ABD 7, 8, 15, 16, 19, 20, 21, 40, 42, 43,
44, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57,
58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,
67, 68, 69, 70, 90, 103, 104, 109,
110, 111, 112, 113, 114, 115, 116,
118, 127, 128, 129, 138, 144, 145,
146, 147, 148, 149, 150, 151, 152,
153, 154, 155, 156, 158, 159, 160,
161, 162, 163, 164, 165, 166, 167,
168, 169, 170, 173, 177, 178, 180,
185, 187, 191, 193, 195, 196, 203,
206, 208, 211, 230, 235, 240, 244,
245, 250, 252, 256, 262, 265, 266,
267, 268, 278, 295, 298, 299, 300,
301, 306, 307, 308, 310
- Alçak Dünya Yörüngesi 7, 16, 17, 36, 84,
86, 297, 301, 309
- Apoje 301
- Apollo 7, 18, 48, 49, 59, 60, 69, 70, 71,
73, 74, 76, 79, 84, 102, 124, 148,
297, 301, 305
- Artemis Programı 49, 69, 138, 301
- ASAT 7, 20, 47, 48, 57, 61, 104, 113, 114,
115, 120, 145, 174, 177, 182, 183,
185, 187, 188, 195, 197, 198, 210,
217, 235, 244, 245, 300
- Asteroid 125, 301
- Astrobiyoloji 103, 301
- Atmosfer 9, 33, 34, 301
- Aurora australis 301
- Aurora borealis 301
- Ay Geçidi 301

B

- BeiDou 16, 17, 39, 49, 111, 306
- Birleşmiş Milletler (BM) 7, 8, 18, 21, 25,
103, 127, 135, 166, 185, 187, 219,
224, 226, 228, 260, 264, 265, 270,
271, 288, 302
- Biyosfer 302
- Blue Origin 16, 19, 54, 71, 74, 86, 92,
128, 129, 134, 138, 139, 141, 146
- Bulutsu 302
- Büyük Patlama (Big Bang) 9, 26, 27, 88,
302

C-Ç

- CubeSat 302
- Cüce Galaksi 302
- Cüce Gezegen 302
- Çift Amaçlı Teknoloji 303
- Çin 7, 16, 20, 21, 30, 39, 40, 42, 44, 46,
47, 48, 49, 50, 54, 59, 62, 63, 65,
66, 67, 69, 70, 80, 83, 104, 109,
111, 112, 113, 114, 115, 116, 118,
128, 129, 134, 135, 145, 146, 147,
148, 149, 150, 151, 152, 158, 160,
161, 162, 164, 165, 166, 167, 173,
174, 180, 184, 186, 187, 188, 191,
196, 203, 204, 208, 211, 235, 236,
239, 249, 262, 283, 297, 298, 299,
300, 306

D

- Debris 45, 52, 232, 275, 303
- Dünya Dışı Akıllı Yaşam Araştırması
303
- Dünyaya Yakın Cisim 303

E

- Ekliptik 303
 Ekvator 42, 303, 306
 Ekzosfer 35, 304
 Elektromanyetik Spektrum 303
 Enkaz 104, 198, 300, 303
 ESA 7, 22, 31, 40, 41, 45, 47, 48, 49, 52,
 64, 65, 67, 71, 72, 77, 82, 83, 85,
 91, 102, 104, 105, 123, 135, 146,
 147, 196, 205, 207, 211, 213, 214,
 216, 217, 226, 227, 249, 250, 251,
 252, 254, 255, 256, 257, 258, 266,
 303
 ESO 304
 EUSPA 254, 258, 304
 Evren 18, 26, 27, 51, 302, 304

F

- Falcon Heavy 85, 92, 304
 Fırlatma Aracı 215, 287, 304

G

- Galaksi 9, 28, 29, 51, 302, 304
 Galaksi Kümesi 9, 29, 304
 Galileo 17, 39, 49, 111, 123, 206, 208,
 214, 216, 252, 253, 254, 256, 304,
 306
 Gama ışınları 304
 Gemini 59, 301, 305
 GEO 7, 36, 37, 39, 42, 105, 106, 281, 305
 Gezegen 31, 81, 107, 302, 305, 306
 Golden Dome 168, 172
 Gök Cismi 305
 GPS 10, 16, 17, 19, 39, 40, 41, 45, 49, 79,
 99, 111, 115, 118, 119, 127, 128,
 181, 194, 195, 231, 234, 237, 244,
 256, 267, 306
 Güneş Sistemi 9, 18, 19, 25, 26, 30, 31,
 32, 35, 37, 38, 65, 77, 78, 82, 83,
 84, 89, 134, 157, 205, 213, 305,
 306, 307, 308, 309

H

- Habitat 305
 Heliosfer 305

I

- ICBM 57, 144
 IRBM 64
 ISS 7, 36, 42, 43, 44, 52, 60, 62, 65, 66,
 69, 74, 88, 104, 130, 135, 139, 140,
 141, 142, 148, 178, 204, 205, 213,
 215, 266, 296, 297, 301, 309
 Işık yılı 305

J

- Jeostatik Yörünge 305
 Jovian Gezegeni 305
 Jüpiter 31, 89, 137, 296, 301, 305

K

- Kara Delik 306
 Karanlık Madde 306
 Kármán Hattı 306
 Kızılötesi 81, 90, 111, 306
 Kozmoloji 306
 Kozmos 306
 Kuiper Kuşağı 32, 306
 Kuyruklu yıldız 306
 Küresel Navigasyon Uydu Sistemi 7, 39,
 304, 306

L

- La Niña 306
 LEO 7, 36, 37, 41, 84, 85, 105, 106, 111,
 112, 115, 301, 305

M

- Mars 10, 31, 42, 49, 60, 65, 77, 83, 85, 86,
 89, 91, 92, 102, 107, 130, 134, 137,
 141, 147, 148, 160, 195, 199, 200,
 204, 205, 210, 211, 215, 217, 218,
 295, 296, 297, 298, 301, 306
 MEO 7, 37, 105, 106, 307
 Mercury Projesi 307
 Merkür 31, 305, 306, 307
 Meteoroid 307
 Mezosfer 34, 307
 Mikrodalgalar 307
 Mikrouydu 307

N

- NASA 7, 16, 26, 27, 31, 33, 38, 40, 41,
42, 43, 45, 49, 50, 52, 53, 58, 60,
62, 64, 65, 66, 69, 71, 72, 73, 74,
75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84,
85, 87, 89, 90, 91, 92, 98, 99, 102,
103, 118, 124, 129, 132, 134, 135,
138, 139, 140, 141, 142, 146, 147,
148, 160, 165, 166, 189, 197, 203,
204, 207, 208, 213, 217, 226, 227,
249, 266, 267, 275, 296, 297, 301,
303, 305, 307
Neptün 31, 305, 306, 307

O-Ö

- Oort Bulutu 32, 307
Orta Dünya Yörüngesi 7, 307
Ötegezegen 307

P

- Plazma 307, 308
Plütön 303, 306, 308

R

- Radyo dalgaları 303, 308
Res Communis 308
Rosatom 176, 179, 180, 183, 188
Ruscosmos 66

S-Ş

- Salyut 1 40, 308
Samanyolu 9, 25, 29, 30, 31, 51, 89, 103,
302, 304
Satürn 31, 65, 89, 296, 305, 308, 309
Serbest Uzay 308
SETI 8, 89, 90, 91, 92, 103, 303
Sıfır Yerçekimi 308
Solucan Deliği (Wormhole): 308
Sputnik 18, 40, 41, 48, 57, 70, 74, 127,
178, 191, 204, 207, 219, 259, 308
SSCB 8, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63,
69, 70, 178
Starlink 16, 107, 124, 128, 270
Stratosfer 33, 34, 308
Süpernova 99, 100, 121, 309

T

- Takımyıldız 309
Termosfer 34, 309
Tiangong 44, 49, 53, 195, 198
Titan 63, 65, 89, 296, 308, 309
Troposfer 33, 309

U-Ü

- Ultraviyole 309
Uluslararası Uzay İstasyonu 7, 9, 19, 23,
35, 36, 40, 42, 43, 47, 60, 62, 65,
66, 69, 88, 104, 134, 135, 137, 139,
148, 204, 213, 215, 266, 283, 284,
296, 298, 301, 309
UNISPACE 8, 220, 221
UNOOSA 8, 10, 53, 103, 127, 143, 197,
202, 220, 222, 223, 224, 225, 228,
229, 231, 232, 233, 260, 261, 262,
263, 264, 265, 268, 269, 271, 276,
277, 302
Uranüs 31, 305, 309
Uydu (Satellite) 7, 8, 17, 39, 49, 63, 99,
110, 115, 127, 128, 148, 194, 215,
227, 228, 250, 253, 254, 267, 279,
282, 286, 287, 289, 292, 295, 301,
303, 304, 306, 309
Uzaktan Algılama 63, 223, 228, 309
Uzay 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18,
19, 20, 21, 22, 23, 26, 35, 36, 38,
40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,
49, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 60,
61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69,
77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85,
87, 88, 91, 92, 95, 96, 98, 103, 104,
107, 109, 110, 111, 115, 120, 121,
126, 127, 128, 129, 130, 131, 132,
133, 134, 135, 136, 137, 138, 139,
140, 144, 146, 147, 148, 151, 152,
153, 154, 155, 157, 158, 159, 160,
161, 162, 163, 164, 165, 166, 167,
168, 169, 170, 173, 175, 176, 178,
179, 180, 182, 183, 184, 192, 195,
196, 197, 198, 199, 200, 201, 203,
204, 205, 206, 207, 208, 209, 210,
211, 213, 214, 215, 219, 220, 221,
222, 223, 224, 225, 228, 229, 230,

- 231, 234, 236, 237, 238, 239, 240,
241, 242, 243, 244, 245, 246, 249,
251, 252, 253, 254, 255, 256, 257,
258, 259, 260, 261, 263, 264, 265,
266, 267, 268, 269, 270, 272, 273,
274, 275, 278, 279, 280, 281, 282,
283, 284, 286, 287, 288, 289, 290,
291, 292, 293, 294, 295, 296, 298,
299, 300, 301, 302, 303, 304, 305,
307, 308, 309, 310
- Uzay Antlaşması 7, 15, 18, 47, 58, 135,
138, 197, 220, 228, 229, 245, 260,
264, 269, 273, 310
- Uzay Gücü 310
- Uzayın Askerileştirilmesi 310
- Uzay Kuvvetleri 16, 46, 66, 67, 109, 110,
144, 148, 159, 161, 162, 168, 170,
203, 208, 310
- Uzay Madenciliği 10, 136, 310
- Uzay Mekiği 40, 44, 65
- Uzay Silahlandırması 310
- V**
- Van Allen Kuşakları 310
- Venus 31, 160, 310
- Virgin Galactic 54, 76, 87, 93, 128, 129,
139
- X**
- X-ışınları 99, 310
- Y**
- Yeni Uzay 310
- Yıldız 61, 81, 310
- Yörünge 7, 8, 35, 43, 61, 82, 85, 133, 228,
272, 303, 305, 310
- Yük (Payload) 25, 79, 84

21. YÜZYILDA UZAY JEOPOLİTİĞİ

21. yüzyılda uzay, artık yalnızca gökyüzünde uzak bir boşluk değil; küresel rekabetin, ekonomik kalkınmanın, güvenliğin ve uluslararası iş birliğinin merkezinde yer alan, stratejik bir alandır.

21. Yüzyılda Uzay Jeopolitiği, uzayın coğrafi ve bilimsel boyutlarından hareketle büyük güçlerin politikaları, uluslararası örgütlerin yaklaşımları, ticari girişimler, güvenlik tehditleri ve hukuki düzenlemelere kadar uzanan, kapsamlı bir inceleme sunmaktadır.

Alanında uzman akademisyenler ve deneyimli araştırmacılar tarafından kaleme alınan bu eser, çok disiplinli bir yaklaşımı ve güncel gelişmelere dayanan analitik çözümlenmeleriyle dikkati çekmektedir. Kitap, yalnızca akademik çevrelere değil, politika yapıcılara, stratejistlere ve uzay çalışmalarına ilgi duyan, geniş bir okur kitlesine hitap eden bir başvuru kaynağıdır.

Uzayın barışçıl ve sürdürülebilir kullanımının nasıl sağlanacağı, küresel güç mücadelesinde hangi yeni dengelerin ortaya çıkacağı ve insanlığın kozmik geleceğinin nasıl şekilleneceği sorularının yanıtı, bu sayfaların arasında sizi bekliyor.



KAPADOKYA
ÜNİVERSİTESİ

Nevşehir Yerleşkeleri:
Mustafapaşa - Uçhisar - Ürgüp
Tel: 0384 353 5009 (pbx) Fax: 0384 353 5125
Sabiha Gökçen Yerleşkesi:
Şeyhli, Bol Ahenk Sk. No:2, 34912 Pendik
Tel: 0216 588 0010 (pbx) Fax: 0216 588 0012
info@kapadokya.edu.tr

