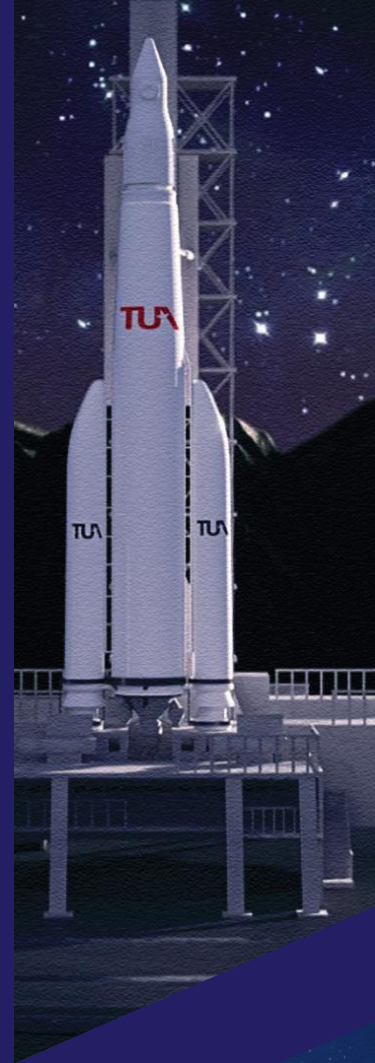




TÜRKİYE UZAY AJANSI
2022

MİLLİ UZAY PROGRAMI
STRATEJİ BELGESİ

2022-2030



www.tua.gov.tr



GENELGE



Cumhurbaşkanlığından:

Konu: Milli Uzay Programı Strateji Belgesi

GENELGE

2022/4

Uzay sektörü hızla gelişerek günümüzde tüm insanların hayatına dokunan ve değer üreten bir alan haline gelmiştir. Uzaya erişim ve uzayın kullanımında bağımsızlığın güvenceye alınması, uzay ekosisteminin güçlendirilmesi, uzayın toplum yararına kullanılması imkânlarının geliştirilmesi, küresel uzay pazarından giderek daha fazla pay alınması, uzayın barışçıl amaçlarla kullanımını destekleyen uluslararası iş birliği imkânlarının geliştirilmesi; uzay stratejisinin verimli, güvenli ve sürdürülebilir şekilde gerçekleştirilmesi ülkemiz için büyük önem arz etmektedir.

Fırlatma, uzaktan algılama uyduları, uydu tabanlı konumlama ve zamanlama sistemleri, uzay bilimleri, keşif ve insanlı uzay misyonları, haberleşme uyduları ve uzay güvenliği alanlarında yoğunlaşan uzay çalışmaları; sadece uzay alanında değil etkilediği bütün sektörlerle verimlilik ve istihdam sağlayarak ülke teknolojisine ve ekonomisine katkı sunmaktadır. Bu katkının daha sistematik ve planlı yürütülmesi için devletlerin uzay politikaları, ajanslar tarafından hazırlanan uzay programları aracılığıyla sağlanmaktadır.

Bu bağlamda, dünyadaki gelişmeler dikkate alınarak, ülkemizin uzay politikaları alanındaki vizyon, strateji, hedef ve projelerinin, koordineli ve entegre olarak yürütülmesi amacıyla 23 sayılı Türkiye Uzay Ajansı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi ve On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) doğrultusunda Türkiye Uzay Ajansı Başkanlığı tarafından ülkemizdeki uzay çalışmalarına bir yol haritası teşkil edecek ve mevcut çalışmalara hız kazandırarak bu çalışmaları daha ileriye taşıyacak olan 2022-2030 yıllarını kapsayan Milli Uzay Programı Strateji Belgesi hazırlanmış olup Başkanlığın resmi internet adresinde (www.tua.gov.tr) yayımlanacaktır.

Milli Uzay Programı Strateji Belgesi (2022-2030) kapsamında yürütülecek çalışmalarda ihtiyaç duyulacak her türlü destek ve yardımın ilgili kurum ve kuruluşlarca hassasiyetle yerine getirilmesi hususunda gereğini rica ederim.

23 Mayıs 2022

Recep Tayyip ERDOĞAN

CUMHURBAŞKANI



2022-2030

**MİLLİ UZAY PROGRAMI
STRATEJİ BELGESİ**

İÇİNDEKİLER

01. DÜNYA DURUM ANALİZİ

1.1.	Genel Dünya Eğilimleri ve Uzay Ekonomisi.....	6
1.2.	Uzay Faaliyetlerinin Gelişimi.....	8
1.2.1.	Uzay Yatırımlarına ve Faaliyetlerine Genel Bakış.....	8
1.2.2.	Fırlatma.....	10
1.2.3.	Uzaktan Algılama.....	10
1.2.4.	Uydu Tabanlı Konumlama ve Zamanlama.....	11
1.2.5.	Uzay Bilimleri, Keşif Araçları ve İnsanlı Uzay Misyonları.....	12
1.2.6.	Haberleşme.....	12
1.2.7.	Uzay Güvenliği.....	13
1.3.	Uzay Alanında Ön Plana Çıkan Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerin Değerlendirilmesi.....	13

02. TÜRKİYE DURUM ANALİZİ

2.1.	Türkiye'deki Duruma Genel Bakış.....	17
2.2.	Türkiye Uzay Ekosistemi.....	17
2.3.	Türkiye'nin Önemli Uzay Çalışmaları.....	18
2.3.1.	Uydu Çalışmaları.....	18
2.3.2.	Fırlatma Çalışmaları.....	23
2.4.	Üretim ve Test Yetenekleri / Altyapı Envanteri.....	23
2.5.	Uzay Bilimleri.....	24
2.6.	İnsan Kaynağı, Eğitim Kuruluşları ve Destekler.....	25

03. MİLLİ UZAY PROGRAMI HEDEFLERİ

3.1.	Ay Araştırma Programı.....	27
3.1.1.	Giriş.....	27
3.1.2.	Amaç.....	27
3.1.3.	Strateji ve İlkeler.....	28
3.1.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	28
3.1.5.	Gantt Diyagramı.....	30
3.2.	Uydu Üretiminin Tek Çatı Altına Toplanması ve Yerli Uydu Geliştirme Programı.....	30
3.2.1.	Giriş.....	30
3.2.2.	Amaç.....	30
3.2.3.	Strateji ve İlkeler.....	31
3.2.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	31
3.3.	Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi (BKZS) Programı.....	31
3.3.1.	Giriş.....	31
3.3.2.	Amaç.....	32
3.3.3.	Strateji ve İlkeler.....	32
3.3.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	32
3.3.5.	Gantt Diyagramı.....	35
3.4.	Uzaya Erişim ve Uzay Limanı Programı.....	36
3.4.1.	Giriş.....	36
3.4.2.	Amaç.....	36
3.4.3.	Strateji ve İlkeler.....	36
3.4.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	38
3.4.5.	Gantt Diyagramı.....	38

3.5.	Uzay Havasına İlişkin Teknolojik Araştırmalar.....	39
3.5.1.	Giriş.....	39
3.5.2.	Amaç.....	39
3.5.3.	Strateji ve İlkeler.....	39
3.5.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	41
3.5.5.	Gantt Diyagramı.....	42
3.6.	Uzay Nesnelerinin Yerden Gözlemi ve Takibi.....	42
3.6.1.	Giriş.....	42
3.6.2.	Amaç.....	43
3.6.3.	Strateji ve İlkeler.....	43
3.6.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	43
3.6.5.	Gantt Diyagramı.....	45
3.7.	Uzay Sanayi Ekosisteminin Geliştirilmesi.....	46
3.7.1.	Giriş.....	46
3.7.2.	Amaç.....	46
3.7.3.	Strateji ve İlkeler.....	46
3.7.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	47
3.8.	Uzay Teknolojileri Geliştirme Bölgesi Kurulması.....	47
3.8.1.	Giriş.....	47
3.8.2.	Amaç.....	48
3.8.3.	Strateji ve İlkeler.....	48
3.8.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	48
3.9.	Uzay Farkındalığı ve İnsan Kaynağının Geliştirilmesi.....	49
3.9.1.	Giriş.....	49
3.9.2.	Amaç.....	49
3.9.3.	Strateji ve İlkeler.....	49
3.9.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	50
3.10.	Türk Astronot ve Bilim Misyonu Programı.....	50
3.10.1.	Giriş.....	50
3.10.2.	Amaç.....	51

3.10.3.	Strateji ve İlkeler.....	52
3.10.4.	Projeler ve Faaliyetler.....	52
3.10.5.	Gantt Diyagramı.....	52

MİLLİ UZAY PROGRAMI HEDEFLERİ GANTT DİYAGRAMI.....54

Şekiller Listesi

Şekil 1. Son 20 Yılda Fırlatma Sayısı	10
Şekil 2. Türkiye Uydu Yol Haritası 1994-2040	22
Şekil 3. Ay Görevi Faaliyetleri Gantt Diyagramı	30
Şekil 4. Bölgesel Konumlama, Zamanlama ve Seyrüsefer Sistemi (BKZS) Faaliyetleri Gantt Diyagramı	35
Şekil 5. Uzaya Erişim ve Uzay Limanı Programı Gantt Diyagramı	37
Şekil 6. Uzay Havası Faaliyetleri Gantt Diyagramı	42
Şekil 7. Uzay Nesnelerinin Yerden Gözlemi ve Takibi Faaliyetleri Gantt Diyagramı	46
Şekil 8. Türk Astronot ve Bilim Misyonu Gantt Diyagramı	53
Şekil 9. Milli Uzay Programı Hedefleri Gantt Diyagramı	55

Tablolar Listesi

Tablo 1. Devletlerin Uzay Harcamaları, 2019 (Tüm Dünya)	8
Tablo 2. Uzay Harcamalarında Ön Plana Çıkan Devletler ve Ajanslar, 2019	9
Tablo 3. Dünyada Aktif Küresel ve Bölgesel Konumlama Sistemleri	11
Tablo 4. Uzay Çalışmalarındaki Dönüm Noktaları	14
Tablo 5. Türkiye'nin Uzay Alanındaki Temel Uydu Çalışmaları	20
Tablo 6. Türkiye'nin Bilimsel ve Deneysel Küçük Uydu Çalışmaları	21
Tablo 7. Ülkemizdeki Uzay Bilimleri Altyapısı ve Teleskop Envanteri	24



DÜNYA DURUM ANALİZİ

01.

DÜNYA DURUM ANALİZİ

1.1. Genel Dünya Eğilimleri ve Uzay Ekonomisi

Uzay çalışmaları, insanlığın uzayın bilinmezlerini keşfetme merakıyla doğmuştur. 20. yüzyılda, insanlık uzaya erişim imkânına kavuşmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde ortaya çıkan uzay yarışı, içerisinde siyasi, stratejik, teknolojik birçok unsuru barındıran bir süreç olmuştur. Bu süreç sayesinde büyük bir teknolojik sıçrama gerçekleşmiş, insanlık bir yüzyıl öncesiyle kıyaslanamayacak önemli bir teknolojik seviyeye ulaşmıştır. Günümüzde, yörüngede binlerce uydu çalışmaktadır. TV yayıncılığı, internet, telefon hizmetleri, optik ve radar görev yüklerine sahip uzay araçlarıyla yeryüzünün hassas bir şekilde izlenmesi; navigasyon uydularıyla akıllı ulaşım uygulamaları, şehircilik, tarım gibi alanlarda birçok hizmetin sağlanması mümkün hale gelmiştir. Böylece, uzay çalışmaları insanların hayatlarına dokunan ve değer üreten faaliyetlere dönüşmüştür.

Ülkelerin uzay çalışmalarının temelinde uzay ajanslarının yer aldığı bilinmektedir. Nitekim birçok gelişmiş ülke İkinci Dünya Savaşı'nın ardından uzay ajanslarını ve uzay idarelerini kurmaya başlamıştır. Bu anlamda, ülkeler, uzay ajansları eliyle uzay ekosistemlerinin sağlıklı bir şekilde gelişmesini sağlamakta; uzay ajansları tarafından hazırlanan program ve politika belgeleriyle de geleceğe yönelik perspektifler, hedef ve stratejiler ortaya koymakta, planlı bir gelişim sağlayabilmektedir. Günümüzde, uzay ajansları eliyle planlanan ve yürütülen uzay çalışmalarının yanı sıra, özel sektörün uzay faaliyetlerine katılımı artmaktadır. Özel şirketler fırlatma üsleri işletmekte, fırlatma ve uzay araçları üretmekte ve bağlantılı hizmetleri sunmaktadır.

Uzay çalışmaları için üretim yeteneklerine ve kabiliyetlerine yönelik yeni teknolojiler, özel sektörün uzay faaliyetlerine katılımını hızlandırmaktadır. Birçok kritik parça artık düşük maliyetle ve hızlı şekilde üretilebilmektedir. Özel sektörün uzay ekonomisinde yer alması ile birlikte, ülkeler, uzay ekosistemlerini güçlendirmek, uzaya ilişkin kabiliyetlerini arttırmak ve yerli ve yabancı şirketleri cezbetmek için mevzuat ve regülasyon çalışmaları yapmaktadır.

Küresel uzay ekonomisi hızla büyümektedir. 2020 itibarıyla 424 milyar dolar büyüklüğe ulaşmış olan uzay ekonomisi, küresel büyüme hızının oldukça üzerinde yaklaşık % 8'lik bir büyüme hızına sahiptir.¹

Uzay çalışmalarının önümüzdeki yıllarda uzay turizmi, takım uydular, uzay ortamında imalat ve uzay madenciliği konusunda da gelişeceği, bu çalışmalarla uzay ekonomisinde

¹ Space Foundation, Space Report q4, 2020

büyümenin artacağı öngörülmektedir. Geçmişten beri uzay ajanslarına ve uzay idarelerine sahip gelişmiş ülkelerin yanı sıra, bu önemli maddi ve teknolojik kazanç alanından yararlanmak isteyen gelişmekte olan birçok ülke 2000'li yıllardan itibaren uzay ajanslarını kurmuştur. Günümüzde, uzay ekonomisinin yaklaşık % 80'ini ticari uzay faaliyetlerinden elde edilen gelirler oluşturmaktadır.² Bu durum, uzay faaliyetlerinde bir paradigma değişikliğine işaret etmektedir.

Uzay faaliyetleri, bütün yönleriyle stratejik olarak yönetilmesi gereken bir alandır. Bu alan bütünsel bir ekosistem ve değer zinciri bakış açısı ile yönetilmelidir. Uzay alanında yapılan çalışmaların önemli bir kısmının (robotik, algılayıcı, otomasyon, kuantum teknolojisi, roket teknolojisi, uzay tıbbı vb.) uzayla sınırlı olmaması, yapılan yatırımların yeryüzü ortamında da uygulamalarının olması uzay faaliyetlerinin önemini pekiştirmektedir. Bu nedenle uzay programlarının kapsamı; uzay faaliyetleri için gerekli insan kaynağının yetiştirilmesinden uluslararası iş birliğine, toplumda uzay farkındalığının artırılmasından görev planlanmasına kadar bütünleyici birçok alanı içermektedir.

Uzay faaliyetleri ülkeler açısından oldukça maliyetli olmakla birlikte elde edilen teknolojik ve stratejik güç ve itibar bu maliyetleri karşılama konusunda önemli bir motivasyon unsuru olmuştur. Örneğin, NASA'nın Apollo programı için büyük kaynaklar harcansa da bu program Amerika Birleşik Devletleri'ne hem ulusal hem de uluslararası alanda büyük bir teknolojik ve stratejik güç ve itibar kazandırmıştır. Ayrıca, programda elde edilen başarılar sayesinde ileride yapılacak uzay çalışmalarına kaynak ayrılması için de dayanak noktası oluşmuştur. Günümüzde, devletler açısından uzay çalışmalarının getirdiği stratejik güç ve itibar halen önemli olmakla birlikte; uzay programlarının oluşturulmasında, bu programlardan elde edilecek ekonomik ve teknolojik faydalar da göz önüne alınmaktadır. Ayrıca, birçok ülke stratejik iş birlikleri yoluyla yetkinliklerini ve bütçelerini birleştirerek uzay faaliyetlerini yürütmektedir.

Ülkelerin uzay programları; ulusal ihtiyaçlar, teknolojik yetkinlik, ekonomik kapasite, insan kaynağı, uluslararası iş birliği kapasitesi ve coğrafi konum gibi etmenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Uzay çalışmalarının çıktıları, genel anlamda ülke kalkınması ve sanayinin gelişmesi için önemli bir itici rol üstlenmektedir. Bunun yanı sıra uzay çalışmaları, inovasyonu körüklemekte, farklı sektörlerde kullanılabilecek yeni teknolojilerin, bilgi ve icatların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bu açıdan uzay çalışmaları sadece uzay alanında değil, etkilediği bütün sektörlerde verimlilik ve istihdam artışı sağlamaktadır. Dünyada, yukarıda ifade edilen bakış açısı çerçevesinde hem özel sektörde hem de hükümet düzeyinde uzay alanında önemli yatırımlar yapılmakta ve bu kapsamda uzaya ilişkin stratejiler oluşturulmaktadır.

² Space Foundation, Space Report q4, 2020

1.2. Uzay Faaliyetlerinin Gelişimi

1.2.1. Uzay Yatırımlarına ve Faaliyetlerine Genel Bakış

Uzay programları için ayrılan devlet bütçeleri 2020 yılı itibari ile 81 milyar dolara ulaşmış, 2015 yılı ile kıyaslandığında % 20'lik bir artış gerçekleşmiştir.³ Uzay programları için resmi olarak açıklanan değerlerin ötesinde, ülkelerin çeşitli uzay projelerine yatırım yaptıkları ve yasal çerçeveleri içerisinde özel sektörlerini destekleyici adımlar attıkları da bilinmektedir. Ayrıca, Gayrisafi Yurt İçi Hasıla (GSYH) içinde devlet uzay harcamalarının oranı önemli bir parametredir. Uzay alanında atılım sağlayan ülkelerde, önemli gelişim yıllarında uzay programlarına GSYH içerisinde ayrılan payın önemli ölçüde arttığı bilinmektedir. Devletlerin uzay harcamaları içerisinde sivil ve askeri çalışmalara yönelik bütçeler açısından sivil harcamaların bir adım önde olduğu bir dengeden bahsetmek gerekir. Birçok ülkede sivil programlara ve ticari uzay girişimlerine başlanması ile birlikte sivil harcamaların payının artması ve toplam bütçe içerisindeki oranın % 65'in üzerine çıkması beklenmektedir. Devletlerin sivil ve askeri uzay harcamalarına ilişkin bilgiler **Tablo 1**'de yer almaktadır.

Tablo 1. Devletlerin Uzay Harcamaları, 2019⁴ (Tüm Dünya)

Toplam Harcamaların GSYH içindeki payı	% 0,09
Askeri Harcamalar	29,8 milyar dolar
Sivil Harcamalar	51,1 milyar dolar
Toplam	80,9 milyar dolar

Tablo 2 incelendiğinde ise, 2019 yılı devlet harcamaları açısından gelişmiş ülkelerin en ön sıralarda olduğu ancak Asya – Pasifik bölgesinde yer alan Çin, Japonya ve Hindistan gibi ülkelerin de ön plana çıktığı görülmektedir.

^{3 4} Government Space Programs, Euroconsult 2020

Tablo 2. Uzak Harcamalarında Ön Plana Çıkan Devletler ve Ajanslar, 2019⁵

Ülke	Sivil (milyar dolar)	Toplam (milyar dolar)	GSYH %
ABD	22,5	43,4	0,21
ESA	5,1	5,1	-
Çin	3,7	6,0	0,04
Fransa	2,7	3,3	0,12
Japonya	2	2,7	0,06
Almanya	2	2,2	0,06
Rusya	1,8	3,4	0,2
Hindistan	1,7	1,7	0,05
İtalya	1	1,1	0,05

Uzaya yatırım yapan ülke sayısı ekonomik ve teknolojik gelişmeler ve uzak uygulamalarının yaygınlaşması ile birlikte giderek artmaktadır. Uzak çalışmalarına olan ilginin bir diğer göstergesi de dünya çapında uzak ajanslarının sayısıdır. Günümüzde 70'in üzerinde ülke kendi uzak ajanslarına sahip durumdadır.

Uzak çalışmaları, genel olarak, fırlatma, uzaktan algılama uyduları, uydu tabanlı konumlama ve zamanlama sistemleri, uzak bilimleri, keşif ve insanlı uzak misyonları, haberleşme uyduları ve uzak güvenliği alanlarında yoğunlaşmaktadır. Bu alanlar, ilerleyen bölümlerde daha ayrıntılı bir şekilde incelenecektir. Söz konusu alanlara odaklanma durumuna bakıldığında, 1960'lı ve 1970'li yıllarda olduğu gibi tekrar insanlı uzak misyonlarına ve uzayın keşfine odaklanma yaşanacağı değerlendirilmektedir. Ancak bu kez, Ay, Mars gibi gök cisimlerinde kalıcı istasyonlar oluşturulması ve bu gök cisimlerinin zengin kaynaklarından yararlanılması hususu gündemdedir. Bu kapsamda, gelecek 10 yılda, uzayın keşfine yönelik faaliyetlerin, fırlatma sistemlerinin ve ilgili seyrüsefer sistemlerinin öneminin artması beklenmektedir.

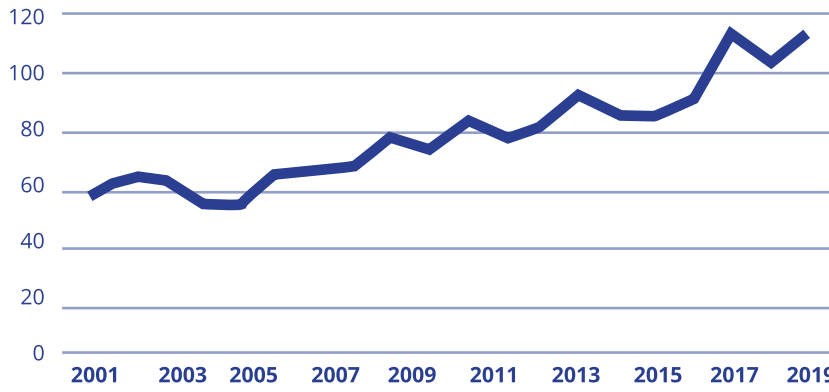
Ayrıca geçtiğimiz yıllarda nispeten düşük maliyetli küçük uyduların üretiminde büyük artış yaşanmıştır. Özellikle küçük uyduların uzaktan algılama, haberleşme ve bilimsel araştırma amaçlı kullanımlarında ciddi artışlar görülmektedir.

⁵ Government Space Programs, Euroconsult 2020

1.2.2. Fırlatma

Uzay çalışmalarının odaklandığı en önemli alanlardan birisi fırlatma alanıdır. Uzaya erişimin fırlatma teknolojisinden geçmesi, pek çok ülkeyi bu yetkinliği kazanma konusunda teşvik etmektedir. Fırlatma aracı programları Dünya’da esasen uzay ajansları eliyle yürütülmektedir. Bununla birlikte, fırlatma sektörü; fırlatma aracı ve alt sistemlerini üreten, fırlatma hizmeti sunan ve uzay limanı işleten organizasyonların içinde olduğu kapsamlı bir alandır. Yıllar boyunca devletlerin imtiyazında olan bu sektör, son yıllarda ticarileşme konusunda ön plana çıkmaktadır. Fırlatma sayılarında yıllar içerisinde meydana gelen artış **Şekil 1**’de görülmektedir.

Şekil 1. Son 20 Yılda Fırlatma Sayısı⁶



Fırlatma maliyetlerinin düşürülmesi, çoklu fırlatma (çok uydunun bir defada fırlatılması), tekrar kullanılabilirlik, hava aracı platformlarından fırlatma, uzay mekiği çalışmaları, fırlatma sektöründe gelecek 20 yılı şekillendirecek çalışmalar olarak göze çarpmaktadır.

Tekrar kullanılabilir fırlatma sistemlerinin ortaya çıkması ile birlikte fırlatma maliyetleri düşmeye başlamıştır. İlk kademelerin yanı sıra üst kademelerin de yeniden kullanılabilirdiği fırlatma araçlarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar hâlihazırda yapılmaktadır.

1.2.3. Uzaktan Algılama

Genel uzay yatırımları içinde, en önemli yatırım başlıklarından birisini uzaktan algılama alanı oluşturmaktadır. Öncelikli bir alan olması nedeni ile gelişmiş ülkelerin yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerin de yer gözlem konusunda harcamaları oransal olarak yüksektir. Uzaktan algılama uydularından elde edilen görüntü ve veriler; çevre, şehircilik, haritacılık, tarım, doğal kaynakların tespiti, afetlerin önceden öngörülmesi ve izlenmesi, güvenlik, meteoroloji gibi pek çok farklı alanda kullanılabilmektedir.

Uzaktan algılama uydularında artan performans ve çözünürlükle birlikte, son yıllarda

⁶ Space Foundation, Space Report q4, 2020

üretilecek verinin giderek büyümesi, elde edilen verilerin etkin bir şekilde işlenmesini zorlaştırmaktadır. Önümüzdeki yıllarda uzaktan algılama amaçlı görev sayısının artmasıyla toplanan verilerin uzun dönemli saklanması ve işlenmesi daha önemli bir konu haline gelecektir.

1.2.4. Uydu Tabanlı Konumlama ve Zamanlama

Uydu tabanlı konumlama ve zamanlama, uzay alanında en büyük geri dönüş sağlama potansiyeline sahip alanlardan biridir. Uydu tabanlı konumlama ve zamanlama sistemleri; akıllı ulaşım uygulamaları, havacılık, şehircilik, haritacılık, denizcilik, savunma, otonom araçlar, finansal operasyonlar ve kritik altyapıların eş zamanlanması gibi birçok alanda aktif olarak kullanılmaktadır.

Uydu tabanlı konumlama sistemleri hem askeri hem de sivil kullanım alanları bulunan çift kullanımlı sistemlerdir. Uydu tabanlı konumlama sistemlerine yatırım yapan ülkelerin temel amacı; konumlama, navigasyon ve zamanlama yetenekleri açısından yabancı kaynaklara bağlı olmamak; aynı zamanda sivil konumlama pazarından ticari getiri elde etmektir.

Tablo 3. Dünyada Aktif Küresel ve Bölgesel Konumlama Sistemleri

Sistem	Ülke/Birlik	Kapsama Alanı	Durum
GPS	ABD	Küresel	1995'ten beri tam kapasite ile hizmet vermektedir.
GLONASS	Rusya	Küresel	2011'den beri tam kapasite ile hizmet vermektedir.
Galileo	AB	Küresel	Küresel kapsamaya ulaşmış olan sistemin yeni uyduların fırlatılmasıyla önümüzdeki yıllarda tam kapasiteye erişmesi planlanmaktadır.
BeiDou	Çin	Küresel	2020'de tam kapasiteye ulaşmıştır.
NavIC	Hindistan	Bölgesel	2018'den beri tam kapasite ile hizmet vermektedir.
QZSS	Japonya	Bölgesel	Başlangıçta bir GPS destek sistemi olarak tasarlanan sistem, 2018'den beri dört uydu ile hizmet vermektedir. 2023 yılında uydu sayısının yediye tamamlanarak sisteme bağımsız çalışma kabiliyeti kazandırılması planlanmaktadır.

Tablo 3'te görüldüğü gibi, günümüzde faaliyette olan altı farklı uydu tabanlı konumlama sistemi bulunmaktadır. ABD'ye ait GPS, Rusya'ya ait GLONASS, AB'ye ait Galileo ve Çin'e ait BeiDou küresel kapsamaya; Hindistan'a ait NavIC ve Japonya'ya ait olan QZSS ise bölgesel kapsamaya sahiptir. Avusturalya, Yeni Zelanda, Güney Kore, Pakistan ve Türkiye gibi ülke-

ler de bölgesel konumlama sistemi geliştirmeyi hedeflemektedir.

Önümüzdeki yıllarda özellikle son kullanıcılar için konumlama doğruluğunun ve hassasiyetinin artırılmasına yönelik destek sistemlerinin ön plana çıkması beklenmektedir. Diğer önemli bir konu ise konumlama sinyallerinin engellenmesi ve yanıltılmasına yönelik önleyici sistemlerin geliştirilmesidir. Kritik sistemler için hizmetin sürekliliğinin sağlanması da önemli bir çalışma alanıdır.

1.2.5. Uzay Bilimleri, Keşif Araçları ve İnsanlı Uzay Misyonları

Uzay bilimleri ve keşif araçlarına yönelik harcamalar, küresel uzay harcamalarında üst sıralarda yer almaktadır. Bu araçların geliştirilmesi genellikle uzay ajansları tarafından planlanmakta ve yürütülmektedir.

Uzay keşif görevlerinin geçmişine bakıldığında, 1959 yılında Pioneer-4 uzay aracı ilk defa Dünya'nın yörüngesinden çıkarak Güneş yörüngesine girmiştir. Daha sonra, Güneş sistemindeki gezegenlere ve onların uydularına yönelik keşif görevleri gerçekleştirilmiştir. Güneş sisteminin sınırları dışında, yıldızlararası bölgede görev yapmakta ve iletişimi sürdürmekte olan uzay araçları bulunmaktadır.

Bunlara ek olarak asteroidlere yönelik iniş ve numune geri döndürme operasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu alanda yeni operasyonlar da planlama aşamasındadır.

Son yıllarda Ay görevlerinde büyük bir artış görülmekte ve önümüzdeki yıllarda da bu görevlerin artarak devam etmesi beklenmektedir. Özellikle ABD, Çin ve Rusya bu alanda ön sırada yer almaktadır. Ay'da yakıt üretimi ve Ay'daki doğal kaynaklardan ekonomik getiri elde etmenin yanı sıra Ay'ı derin uzay görevleri için bir ara istasyon (gateway) olarak kullanmak başlıca motivasyon kaynakları olarak görülmektedir.

Mars, Dünya'dakine benzer bir yapı göstermektedir. Mars'ın Dünya'daki elementlerden ve donmuş halde olan su gibi bileşiklerden bol miktarda içerdiği değerlendirildiğinden Ay'dan sonraki en önemli hedef haline gelmiştir.

Günümüzde insanlı uzay faaliyetleri genellikle Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station – ISS) operasyonları ile gerçekleştirilmektedir. 1998 yılından bu yana kullanılmakta olan ISS'nin yeni modüller ile takviye edilmesinin yanı sıra, yeni uzay istasyonları inşa çalışmaları da uzay alanında gelişmiş ülkelerin gündemindedir.

1.2.6. Haberleşme

Haberleşme uyduları, ağırlıklı olarak, TV yayıncılığı, internet, telefon hizmetleri, şifreli ve güvenli haberleşme gibi işlevleri yerine getirmektedir. Sivil ve ticari kullanıcılar, haberleşme pazarını önemli ölçüde belirlemektedir. Teknolojik açıdan Ka-bant uydu haberleşmeye ilerleyen yıllarda büyük talepler olacağı beklenmektedir.

Bu alanda, özellikle elektrikli itki sistemlerine olan yönelimle birlikte, uydu ömürlerinde artış beklenmektedir. Ayrıca, uydulara yörüngede ulaşılarak teknik hizmet verilmesi de araştırılan konulardan birisidir. Böylece, uydu yenileme periyotlarının azaltılması ve uzay çöprü problemine yönelik olumlu katkı sağlanması düşünülmektedir.

Yer sabit yörüngedeki haberleşme uydularına, ikincil görev yükü olarak navigasyon görev yükü ilave edilebilmektedir. Haberleşme uyduları yaygın olarak yer sabit yörüngede kullanılmakla birlikte, son yıllarda takım uydular şeklinde alçak yer yörüngesinde de kullanılmaya başlanmıştır.

1.2.7. Uzay Güvenliği

Uzay güvenliği, genel anlamı ile uzaya erişimi ve uzaydaki varlıkların işletimini “güvenilir ve sürdürülebilir” bir şekilde yapabilmek anlamına gelmektedir. Bu kapsamda uzaydaki nesnelerin izlenmesi, çarpışma analizlerinin yapılması, art niyetli girişimlere karşı koruyucu tedbirler alınması gibi konularda yapılan harcamalar bu alana dâhil edilmektedir. ABD, Hindistan, Japonya, Çin, Rusya gibi ülkelerin ve Avrupa Birliği’nin güncel uzay stratejileri incelendiğinde, hemen hemen her ülkenin uzay güvenliğine dair hedefleri bulunduğu görülmektedir. Uzaydaki nesne sayısının artması; Alçak Dünya Yörüngesi (LEO) bazlı çok sayıda uydu içeren haberleşme ve yer gözlem sistemlerinin kurulması ve kurulmaya devam edecek olması; işlevini kaybeden ve yörüngede hareket etmeye devam eden uzay araçları ve onların parçalarından oluşan uzay çöplerinin çoğalması ve diğer olası saldırgan tehditlere karşı uyduların ve astronotların korunması ihtiyacı günümüzde uzayda faaliyet yürüten ülkelerin öncelikli konuları arasında yer almaktadır. Bu alandaki yatırımların önümüzdeki yıllarda artarak devam edeceği öngörülmektedir.

1.3. Uzay Alanında Ön Plana Çıkan Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerin Değerlendirilmesi

Uzay yarışı, 1957 yılında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) tarafından uzaya gönderilen ilk uydu olan Sputnik-1 ile başlamıştır. 1961 yılında ise yine SSCB tarafından Yuri Gagarin, Vostok 3KA kapsülü içerisinde uzaya fırlatılmış ve uzaya çıkan ilk insan olmuştur.

Sputnik-1 ile başlayan uzay yarışında ABD ve SSCB başı çeken ülkeler olmuş, sonrasında Fransa ve Kanada gibi ülkeler de bu yarışa katılmışlardır. Günümüzde ABD ve Rusya uzay çalışmalarında hala önlerde yer alırlarken; onları Çin, Japonya, Hindistan gibi ülkeler ve Avrupa Uzay Ajansı ile Avrupa Birliği ülkeleri izlemektedir.

Ülkelere göre uzay çalışmalarındaki dönüm noktaları **Tablo 4**’te gösterilmektedir:

Tablo 4 Uzay Çalışmalarındaki Dönüm Noktaları

Program	Ülke / Birlik	Yılı	Bilgi
Sputnik-1	SSCB	1957	Yörüngeye yerleştirilen ilk uydudur.
Pioneer 4	ABD	1959	Dünya'nın çekim yörüngesinden kurtularak güneş yörüngesine girmiştir.
Vostok 3KA	SSCB	1961	İlk insanlı uzay görevidir.
Syncom 3	ABD	1964	Yer-sabit yörüngedeki ilk operasyonel haberleşme uydusudur.
Luna-9	SSCB	1966	Ay'a inen insan yapımı ilk araçtır.
Apollo 11	ABD	1969	Ay'a gerçekleştirilen ilk insanlı iniş görevidir.
Salyut 1	SSCB	1971	İlk uzay istasyonudur.
Mars 2	SSCB	1971	Mars'a inen ilk insan yapımı araçtır.
Mariner 9	ABD	1971	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından Mars yörüngesine yerleştirilmiştir.
Pioneer 10	ABD	1972	Jüpiter, Satürn ve Uranüs'ün yakınından geçmiş, Güneş sistemi dışına ulaşmıştır. İletişim aktif değildir.
Landsat 1	ABD	1972	İlk uzaktan algılama uydusudur.
Skylab	ABD	1973	ABD'nin ilk uzay istasyonudur.
Voyager 2	ABD	1977	Dış gezegenlerin incelenmesinde görev yapmış ve 2018 yılında Güneş Sistemi'nin dışına çıkarak yıldızlararası bölgeye girmiştir.
Voyager 1	ABD	1977	2012 yılında Güneş Sistemi'nin dışına çıkarak yıldızlararası bölgeye girmiştir.
Mir	SSCB/Rusya	1986	SSCB ve sonrasında Rusya tarafından 15 yıl boyunca kullanılmış uzay istasyonudur.
Hubble Uzay Teleskobu	ABD	1990	Birçok gök cisminin keşfinde rol oynamış uzay teleskobudur.
Cassini-Huygens	ABD	1997	Satürn gezegenini, halkalarını ve uydularını incelemek üzere gönderilmiştir. Huygens uzay sondası, Satürn'ün uydusu Titan'a 2005'te başarılı bir iniş gerçekleştirmiştir.

Program	Ülke / Birlik	Yılı	Bilgi
Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS)	Çok Uluslu	1998	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), Rusya Federal Uzay Ajansı (ROSCOSMOS), Japonya Uzay Araştırma Ajansı (JAXA), Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Kanada Uzay Ajansı (CSA) tarafından işletilen çok uluslu, günümüzde hala aktif olarak kullanılan uzay istasyonudur. 420 ton ağırlığıyla uzaydaki en büyük insan yapımı nesnedir.
New Horizons	ABD	2006	2018 yılında Güneş Sistemi'nin dışına çıkarak yıldızlararası bölgeye girmiştir.
Selene	Japonya	2007	Ay yörüngesine Japonya tarafından gönderilen ilk uydudur.
Chang'e 1	Çin	2007	Ay yörüngesine Çin tarafından gönderilen ilk uydudur.
Tiangong-1	Çin	2011	Çin'in ilk uzay istasyonudur. 2018'de atmosfere girerek kontrollü olarak düşürülmüştür.
Curiosity	ABD	2011	Mars'a keşif görevi için gönderilmiş bir yüzey aracıdır. (Ağustos 2012'de başarılı şekilde inişi gerçekleşmiştir.)
Mangalyaan	Hindistan	2013	Mars yörüngesine yerleştirilen Hindistan uydusudur.
Hayabusa-2	Japonya	2014	JAXA tarafından geliştirilen araç Ryugu asteroidinden numune almış ve Dünya'ya getirmiştir.
OSIRIS-REx	ABD	2016	Bennu asteroidinden numune alarak Dünya'ya getirme amacıyla gönderilmiştir. Uzay aracının 2023 yılında Dünya'ya dönmesi planlanmaktadır.
Tiangong-2	Çin	2016	Çin'in uzay laboratuvarıdır.
Tianwen-1	Çin	2020	Çin tarafından Mars'a gönderilen uydu ve yüzey aracı görevidir.
Hope	BAE	2020	Uluslararası iş birliği ile Mars yörüngesine gönderilmiştir.
Perseverance	ABD	2020	Mars'a yüzey aracı ve helikopter gönderilmiştir. (Şubat 2021 itibarıyla başarılı şekilde inişi gerçekleşmiştir.)
Chang'e 5	Çin	2020	Ay'a iniş yapmış ve yüzeyden numune alarak Dünya'ya geri getirmiştir.



|TÜRKİYE |DURUM ANALİZİ

2.1. Türkiye'deki Duruma Genel Bakış

Uzay bütçesi ve yetişmiş insan gücü 2000'li yıllardan itibaren artış gösteren Türkiye, bil-hassa haberleşme ve yer gözlem uyduları vasıtasıyla kazanmış olduğu önemli kabiliyetler ve sahip olduğu eğitilmiş insan gücü ile uzay endüstrisinde önemli bir oyuncu olmaya adaydır. Uzaya erişim ve uzayın kullanımında bağımsızlığın güvenceye alınması, uzay ekosisteminin güçlendirilmesi, uzayın toplum yararına kullanılması imkânlarının geliştirilmesi, küresel uzay pazarından ülkemizin giderek daha fazla pay alması, uzayın barışçıl amaçlarla kullanımını destekleyen uluslararası iş birliği imkânlarının geliştirilmesi ülkemizin öncelikli hedefleri arasındadır. Son yıllarda, özel sektör kuruluşları ve üniversiteler artan oranda uzay faaliyetlerinde yer almaya başlamıştır. Bunun yanı sıra, Türkiye'de başka sektörlerde faaliyet gösteren ama kabiliyetleri ile uzay faaliyetlerine entegre olabilecek bir üretim altyapısı bulunmaktadır. Ayrıca, genç ve nitelikli insan kaynağımız önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Ülkemizin uzay faaliyetleri, son yıllarda önemli ölçüde gelişmekle birlikte, uzay alanı Türkiye açısından hala gelişime açık durumdadır. Nitekim Dünya'da hâlihazırda aktif olan uyduların %1'inden azı Türkiye'ye aittir. Benzer şekilde, uzay pazarından aldığımız pay henüz istenilen seviyede değildir. Uzay havası, uzay bilimleri ve fırlatma konusundaki kapasite de henüz istenen seviyede değildir. Uzay tarihçesi kazandırılmış alt sistem ve uzay platformlarımızın nicelik ve nitelik olarak arttırılması önemlidir.

Milli Uzay Programı, ülkemizin, uzay alanında güçlü ve zayıf yanlarını, uzaya ilişkin kabiliyetlerini, ihtiyaçlarını ve yeni faaliyet alanlarını tespit etmek için hayati önem taşımaktadır. Önümüzdeki 10 yılı kapsayan Milli Uzay Programı'nın hazırlanması ile Türkiye, uzaya ilişkin odaklandığı çalışma konularını belirlemiştir.

2.2. Türkiye Uzay Ekosistemi

Türkiye'nin uzay ekosistemi; uydu işleticileri, uzay verilerinin kullanıcıları, araştırma geliştirme kurumları, üretim merkezleri, eğitim kuruluşları, planlayıcı ve destekleyici kurumlar olarak geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Türkiye'de uzay faaliyetlerinde yerli ve milli yetkinliklerin kazanılmasına ve teknolojik bağımsızlığın sağlanmasına yönelik olarak geçmiş yıllarda kapsamlı bir dönüşüm başlamıştır. Bu dönüşümün ortaya çıkardığı en önemli oluşum ise 13 Aralık 2018 tarihli ve 30624 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 23 sayılı Türkiye Uzay Ajansı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesiyle kurulan Türkiye Uzay Ajansı (TUA)'dır. TUA'nın kurulması, bu alanda

on yıllardır duyulan bir eksikliği gidermiştir. Uzay; ekonomik, teknolojik, stratejik ve politik bakımlardan öncelikli bir konu olarak benimsenmiş olup TUA'nın kuruluşu ile Türkiye'de uzay faaliyetlerinin hız kazanması beklenmektedir.

TUA'nın, ülkemizin uzay kabiliyetlerinin artmasına, ihtiyaçların ve önemli teknolojik gelişim alanlarının tespitine, geniş bir yelpazede yer alan birçok kurumun uyumlu bir şekilde çalışmasına, mükerrer yatırımların önlenmesine ve uzay ekosisteminin gelişmesine büyük bir katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, ülkemizi uzay alanında tüm uluslararası kurum ve kuruluşlar nezdinde temsil etmek, yürütülen çalışmaları koordine etmek, milli stratejileri belirlemek, dışa bağımlılığı azaltmak, uluslararası rekabet gücünü arttırmak ve dış uzayın barışçıl amaçlarla kullanımı gibi konular TUA'nın görev ve yetkileri arasındadır.

2.3. Türkiye'nin Önemli Uzay Çalışmaları

Gelişmekte olan bir uzay ekosistemine sahip olan Türkiye, haberleşme ve yer gözlem uydusu tasarlama, üretme ve test etme yetkinliğine sahiptir. Fırlatma kabiliyeti geliştirme çalışmalarına başlanmış durumdadır. Ayrıca Türkiye, sahip olduğu altyapı ve insan kaynağıyla, uzay sistemlerine yönelik birçok ihtiyacını yerli ve milli imkânlarla karşılayabilir duruma gelmiştir.

Türkiye'nin önemli uzay çalışmaları, uydu ve fırlatma çalışmaları alt başlıklarında değerlendirilecektir.

2.3.1. Uydu Çalışmaları

Türkiye son 25 yılda uzay alanında önemli bir yol kat etmiş ve kendi uydularını üretecek bilimsel ve teknik altyapıya sahip hale gelmiştir. Türkiye'nin uydu projelerine **Tablo 5**'te yer verilmiştir.

Türkiye, uydu faaliyetlerine ilk olarak haberleşme uyduları ile adım atmıştır.

1994 yılında TÜRKSAT 1B uydusunun fırlatılmasının ardından, sırasıyla 1996 yılında TÜRKSAT 1C, 2001 yılında TÜRKSAT 2A, 2008 yılında TÜRKSAT 3A uyduları fırlatılmıştır. TÜRKSAT 3A, 4A, 4B ve 5A uyduları halen aktiftir. TÜRKSAT 5A haberleşme uydusu 8 Ocak 2021 tarihinde uzaya gönderilmiştir. Tamamen elektrikli itki sistemine sahip olan TÜRKSAT 5A, mevcut aktif haberleşme uydularını destekleyecek şekilde hizmet verecektir. 19 Aralık 2021 tarihinde fırlatılan haberleşme uydusu TÜRKSAT 5B'nin yüksek veri iletim kapasitesi ile geniş bir coğrafyada ülkelerin veri haberleşme altyapısını desteklemesi planlanmaktadır.

TÜRKSAT 6A projesi, ülkemizin milli haberleşme uydusunu geliştirmek hedefiyle yürütülmektedir. Bünyesinde birçok ilki barındıran TÜRKSAT 6A haberleşme uydusunun önü-

müzdeki yıllarda uzaya fırlatılması ve uydunun haberleşme alanında ülkemizi daha da üst seviyelere taşıması planlanmaktadır.

Uzaktan algılama uyduları da Türkiye’de önemli bir faaliyet alanını oluşturmaktadır. BİL-SAT projesi kapsamında, TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-U-ZAY)’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 tasarım, 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.

Tablo 5. Türkiye'nin Uzay Alanındaki Temel Uydu Çalışmaları

İsim	Yıl	Temel Özellik
TÜRKSAT 1B	1994	Fırlatılan ilk uydu
TÜRKSAT 1C	1996	Avrupa ile Orta Asya arasında doğrudan bağlantı
TÜRKSAT 2A	2001	TV yayını amaçlı / Rusya kapsama alanında
BİLSAT	2003	Uzaktan algılama uydusu
TÜRKSAT 3A	2008	Yüksek kullanım kapasiteli / Haberleşme ve TV yayını
RASAT	2011	Türkiye'de tasarlanan ilk yer gözlem uydusu
TÜRKSAT 4A	2014	Çin-İngiltere-Afrika kapsama alanında / TV yayını
TÜRKSAT 4B	2015	Hızlı İnternet
GÖKTÜRK 2	2012	Yüksek çözünürlüklü milli yer gözlem uydusu
GÖKTÜRK 1	2016	İlk metre-altı yer gözlem uydusu
TÜRKSAT 5A	2021	Üç kıtada yayın ve veri iletimi
TÜRKSAT 5B	2021	Kapsamlı yayın alanı ve hızlı internet hizmeti
TÜRKSAT 6A	Devam ediyor	İlk milli haberleşme uydusu
İMECE	Devam ediyor	Yerli ve milli yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusu
GÖKTÜRK 3	Planlanıyor	SAR Uydusu / Yüksek çözünürlük
GÖKTÜRK 1Y	Planlanıyor	Göktürk 1 uydusunun yerini alacak

GÖKTÜRK-2 projesi ile Türkiye yüksek çözünürlüklü bir uyduyu yerli imkânlarla geliştirmiştir. GÖKTÜRK-1 projesi kapsamında metre-altı çözünürlükte bir uydunun tedariki gerçekleştirilmiş, bunun yanı sıra proje kapsamında uyduların üretim ve testlerinin yapılacağı Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET), TUSAŞ bünyesinde hizmete girmiştir. 2017 yılında başlatılan İMECE Yer Gözlem Uydusu Projesi ile Türkiye'nin yüksek çözünürlüklü görüntü ihtiyaçlarını karşılamak üzere metre-altı çözünürlüklü uydu geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Hâlihazırda aktif durumda bulunan GÖKTÜRK-1 ve GÖKTÜRK-2 uyduları uzaktan algılama alanında faaliyet göstermektedir.

Bu çalışmaların neticesinde birçok uydu alt sistemi (uçuş bilgisayarı, verici ve alıcı antenler, uydu yapıları vb.) Türkiye'de geliştirilmiştir. Hâlihazırda çeşitli uydu bileşenlerinin (uydu itki sistemi, Güneş paneli, pil, SAR görev yükü, optik ve radar görev yüklerine ait çeşitli bileşenler vb.) ülkemizde geliştirilmesi ve uzay tarihçesi kazandırılması yönünde çalışmalar devam etmektedir.

Türkiye'de küp uydu çalışmaları 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde başlamıştır. Türkiye'nin bilimsel ve deneysel küp uydu çalışmalarına **Tablo 6**'da yer verilmiştir. Günümüzde, birçok üniversite ve kuruluş küp uydularla ilgili çalışmalar yürütmektedir.

Tablo 6. Türkiye'nin Bilimsel ve Deneysel Küçük Uydu Çalışmaları

İsim	Fırlatma Tarihi	Kategori
İTÜpSAT1	2009	Deneysel
TÜRK SAT 3USAT	2013	Amatör Radyo Haberleşme
BeEagleSat	2017	Bilimsel
HAVELSAT	2017	Bilimsel
UBAKUSAT	2018	Amatör Radyo Haberleşme
ASELSAT	2021	Deneysel

Dünyada küp uydulara ve küçük uydulara olan ilgi artmaktadır. Nispeten düşük maliyetli ve kısa geliştirme sürelerine sahip ve uzaydan veri alma sıklığını önemli ölçüde arttırabilen bu sistemlere yönelik ülkemizdeki çalışmaların önümüzdeki yıllarda artarak devam etmesi hedeflenmektedir.

Türkiye'nin uydu ve uzay çalışmalarına ilişkin hazırlanan Yol Haritası **Şekil 2**'de sunulmuştur.



Şekil 2. Türkiye Uydu Yol Haritası 1994-2040

2.3.2. Fırlatma Çalışmaları

Türkiye'nin uzaya bağımsız erişiminin sağlanması amacıyla Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) ile ROKETSAN arasında 2018 yılında imzalanan sözleşme kapsamında Mikro Uydu Fırlatma Sistemi (MUFS), geliştirilmeye başlanmıştır. Projenin amacı, Türk uydu programlarının sürdürülebilirliğini destekleyecek uydu fırlatma kabiliyetini kazanmak ve uzaya bağımsız olarak ulaşmaktır. Program kapsamında Türkiye'de bir Uydu Fırlatma Merkezi de kurulması için çalışmalar devam etmektedir.

MUFS Geliştirme Projesi kapsamında ROKETSAN tarafından geliştirilen SR-0.1 sonda roketinin ilk prototipi, sıvı yakıtlı motor teknolojisiyle 2020 yılında uzaya gönderilmiştir. Bu başarılı test atışı, Türkiye'nin uzayda bilimsel çalışmalara başlaması açısından da tarihi bir adım olmuştur.

MUFS Geliştirme Projesi tamamlandığında, 100 kilogram ve altındaki ağırlığa sahip mikro uyduların, LEO'ya yerleştirilebilmesi kabiliyeti kazanılması hedeflenmektedir.

SSB ile Delta V Uzak Teknolojileri arasında imzalanan sözleşme kapsamında, hibrit yakıt teknolojisi temelli bir uzak roket motorunun deneysel prototipinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2.4. Üretim ve Test Yetenekleri / Altyapı Envanteri

Ülkemizin uzak teknolojileri alanında çevresel testlere yönelik termal vakum, titreşim, akustik, elektromanyetik girişim ve uyumluluk, radyasyon, şok, kütle özellikleri ölçüm ve test altyapıları bulunmaktadır. Çevresel test koşulları konusunda bunlara ek olarak görsel analiz sistemleri, uydu itki sistemleri, nem, toz ve buzlanma ölçümlerine yönelik çeşitli test altyapıları mevcuttur.

İşlevsel testlere ve entegrasyona yönelik olarak güneş paneli açılma, kompakt anten, lazer takibi yöntemiyle hassas konumlandırma ile tümleşik test altyapıları bulunmaktadır. Ayrıca optik görev yüklerinin testleri de ülkemizde yapılabilmektedir. Yıldız izler, ataletsel navigasyon sistemi ve bileşenlerinin geliştirilmesi konusunda da çalışmalar mevcuttur.

Ülkemizde fırlatma test altyapıları kurulmaktadır. Bu kapsamda, itki ve yanma teknolojileri laboratuvarları, sıvı yakıt geliştirme ve karakterizasyon laboratuvarları çalışmaya başlamıştır.

Ülkemiz, elektrikli itki sistemlerini, optik sistemleri, elektronik sistemleri (anten, yarı iletkenler, entegre devreler vb.) temiz oda şartlarında uluslararası uzak standartlarına uygun şekilde üretecek çeşitli tesislere sahiptir.

Benzer şekilde, kompozit yapıların, çok katmanlı yalıtım battaniyesi gibi bileşenlerin üretimine yönelik çeşitli kabiliyetler hâlihazırda mevcuttur. Ayna kaplama, kimyasal prosesler,

yüzey ve boya işlemleri, ısıt işlemler konusunda da kabiliyetler gelişmektedir.

Tüm bu üretim ve test tesislerinin güncel ihtiyaçlar doğrultusunda takviye edilmesi ve ihtiyaçlar temelinde yeni tesisler kurulması önem taşımaktadır.

2.5. Uzay Bilimleri

Ülkemizde mevcut durumda 38 adet teleskop bulunmaktadır (**Tablo 7**). Bu teleskop altyapılarının büyük bir kısmı bilim toplum faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Ülkemizde yer tabanlı astronomik gözlemler gelişmiştir. Ayrıca spektrumun yüksek enerji bölgesi ile ilgili uydu tabanlı astronomi çalışmaları da sürdürülmektedir.

Tablo 7. Ülkemizdeki Uzay Bilimleri Altyapısı ve Teleskop Envanteri

Şehir	Kurum Adı	Teleskop Çapı (m)
Adana	Çukurova Üniversitesi UZAYMER	0.50, 0.30
Adıyaman	Adıyaman Üniversitesi Gözlemevi	0.60
Ankara	Ankara Üniversitesi Kreiken Rasathanesi	0.80, 0.40, 0.35, 0.15
	ODTÜ Gözlemevi	0.38
Antalya	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi	1.50 (RTT150), 1.00 (T100), 0.60 (T60), 0.40 (ROTSE), 0.40 (YT40), 0.30 (BİTOM)
	Akdeniz Üniversitesi Gözlemevi	0.60 (UBT60), 0.25 (AUT25)
Çanakkale	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi	1.22, 0.40, 0.30
Erzurum	Atatürk Üniversitesi ATASAM (Doğu Anadolu Gözlemevi)	4.00 (DAG), 0.50 (ATA50), 0.30 (MASS/DIMM), 0.30 (GDIMM)
Eskişehir	Eskişehir Teknik Üniversitesi Yunus Emre Gözlemevi	0.60, 0.40, 0.40
İstanbul	Kandilli Rasathanesi	0.20
	İstanbul Üniversitesi Gözlemevi	0.60 (IST60), 0.40 (IST40)
	Yeditepe Üniversitesi	0.40, 0.15
İzmir	Ege Üniversitesi Gözlemevi	0.40, 0.35
Kayseri	Erciyes Üniversitesi UZAYBİMER	0.40, 0.35 ve Radyo: 12.8
Malatya	İnönü Üniversitesi Gözlemevi	0.35
Samsun	Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi	0.35

TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG), envanterinde bulunan teleskoplar ile üniversitelerin ve araştırma kurumlarının gözlemsel astronomi ve astrofizik araştırmaları için teleskop hizmeti sunmakta ve araştırma altyapısı sağlamaktadır.

Atatürk Üniversitesi ATASAM bünyesinde kurulmakta olan 4 metre çaplı DAG teleskobunun özellikle kırmızı ötesi bölgede gözlemsel astronomi ve astrofizik araştırmalarına önemli katkılar sağlaması beklenmektedir. Erciyes Üniversitesi'nde bulunan radyo teleskop ise Türkiye'deki tek radyo teleskoptur.

Ülkemizde optik gözlemler konusunda uzmanlaşmış araştırma gücünün var olmasının yanı sıra, optik alan dışında farklı dalga boylarında altyapıların ve bunlara ilişkin insan kaynağının geliştirilmesi öngörülmektedir.

2.6. İnsan Kaynağı, Eğitim Kuruluşları ve Destekler

Ülkemiz, insan kaynağı yetiştirme konusuna çok önem vermektedir. Her yıl üniversitemizden havacılık ve uzay mühendisliği, uzay mühendisliği ve uçak mühendisliği alanlarında çok sayıda yetişmiş insan gücü mezun olmaktadır. Uzay faaliyetleri için ihtiyaç duyulan farklı mühendislik alanlarına yönelik bölümler (bilgisayar mühendisliği, makine mühendisliği, elektrik-elektronik mühendisliği vb.) ve uzay bilimlerine yönelik bölümler (astronomi ve uzay bilimleri, uzay bilimleri ve teknolojileri, fizik ve fizik mühendisliği vb.) vardır. Mevcut çok sayıda bölümün niteliksel olarak geliştirilmesi, uzay alanında altyapı ve laboratuvar imkânlarının artırılması önem taşımaktadır.

İnsan kaynağının uzay alanında yürütülecek projelerde etkin şekilde görevlendirilmesi halinde önemli bir potansiyel oluşacağı aşikârdır. Bu insan kaynağının bir kısmı ülke içinde üniversiteler ile havacılık ve uzay sektöründe istihdam edilmekte, bir kısmı farklı sektörlerle yönelmekte, önemli bir kısmı ise yurtdışına gitmektedir. Beyin göçünü önlemek, tersine beyin göçü sağlamak ve bu alanda yetişmiş iş gücünden azami faydayı sağlayabilmek için öncelikli olarak Türkiye Uzay Ajansı'nın güçlendirilmesi ve uzay projelerinin sayıca artırılması yoluyla uzay sektörünün geliştirilmesi önemlidir.

MİLLİ UZAY PROGRAMI HEDEFLERİ



BOĞAZ GİRİŞ TERTİBATI

KABLO BAĞLAMA KAYIŞLARI
DELİKLİ MERKEZ



BAĞLANTI ELEMANLARI

YÜZBEÇ UCU

YÜZBEÇ KOŞULUĞU

YÜKLÜ ODA MONTAJI

YALITIMLI KUBBE

BAŞLATICI ODASI
DÜZENİSİ

YILDIZ NOKTASI
DESTEK HALKASI



FENOLİK NOZUL EKI

YAN BÖLÜM
AKTUATOR

İTİCİ

DOĞRUSAL ŞEKLİ YÜK

SABİT KOMUT

DÖŞEME LEVHASI

BURUN GİRİŞ TERTİBATI

MİLLİ UZAY PROGRAMI HEDEFLERİ

Türkiye'nin Milli Uzay Programı kapsamında 10 hedef belirlenmiştir. Söz konusu hedefler belirlenirken dikkate alınan temel politikalar;

- ★ **Uzaya Bağımsız Erişim,**
- ★ **Kritik Teknolojilerde Millilik,**
- ★ **Bilime Katkı,**
- ★ **Barışçıl Amaçlarla Kullanım,**
- ★ **Yumuşak Güç,**
- ★ **Ticari Fayda,**
- ★ **Toplumsal Farkındalık**



olmuştur.

3.1. Ay Araştırma Programı

3.1.1. Giriş

Günümüzde, uzay teknolojilerinde ilerlemiş ülkeler arasında Ay ve Mars yarışı hızlanmıştır. Bu yarış sadece milli gurur veya bilimsel ilerleme güdüsüyle yapılmamaktadır. Yeni egemenlik alanlarında fiili sınırlar çizilirken, teknolojik, ekonomik ve siyasi sonuçları olan bir satranç oyunu da oynanmaktadır.

Bu şartlar altında, başlatılan Ay Araştırma Programı (AYAP) ile Türkiye de Ay ve diğer gök cisimlerine yönelik çalışmalarda kendine bir rol edinmektedir. Programın başarıya ulaşması; elde edilen teknolojilerin uzay ve diğer alanlarda maddi katkıya dönüştürülmesi, bilim alanında ülkemizin yerinin yükseltilmesi, toplumda bilime ve teknolojiye olan ilginin arttırılması, uluslararası iş birlikleri yoluyla ülkemizin yumuşak gücünün arttırılması gibi pratik sonuçlarının yanında, ileride az sayıda ülkenin sahip olabileceği imkânlarla sahip olmamızı da sağlayacaktır.

3.1.2. Amaç

Programın amacı, Ay yüzeyine milli teknolojilerle bir gezenaraç (rover) göndererek;

- ★ Fırlatma ve itki teknolojileri ile derin uzayda çalışan uzay sistemleri konusunda deneyim elde etmek, sistemlerimize uzay tarihçesi kazandırmak,
- ★ Ay'a ulaşan sayılı ülkeler arasına girerek ülkemize uzay alanında sınıf atlatmak,
- ★ Uzay başta olmak üzere, bilim ve teknoloji konularında ülkemizdeki farkındalığı arttırmak,

- ★ Gezenaraç üzerindeki bilimsel deneylerle Dünya bilim ve teknolojisine katkıda bulunmak,
- ★ Bilim ve teknoloji alanında uluslararası iş birliği imkânlarımızı artırmak ve
- ★ Mars ve asteroidler gibi gök cisimlerinde yapılacak araştırmaların teknik altyapısını oluşturmaktır.

3.1.3. Strateji ve İlkeler

Programı mümkün olan en az risk ve yüksek verimle gerçekleştirirken, azami teknoloji kazanımını sağlayabilmek için şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Uzaya yönelik hâlihazır yeteneklerden azami derecede yararlanılacaktır. Bu çerçevede, uzay araçlarının sistem tasarımı ve entegrasyonu milli olacaktır.
- ★ Her aşamada teknoloji kazanımı sonraki aşama düşünülerek planlanacak, ancak riski aşırı yükseltmeyecek seviyede tutulacaktır.
- ★ Ay yüzeyine ulaşacak bilimsel yüklerin seçimi, tasarımı ve verilerin değerlendirilmesinde üniversitelerimizin ve bilim camiamızın katkısı azami seviyede tutulacaktır.
- ★ Ay Araştırma Programı aşamalı bir şekilde planlanarak risk ve takvim dengelenecektir.
- ★ Projelere katılmak isteyen yabancı ülke kuruluşları olması durumunda, projelerin milli teknoloji kazanımını bozmayacak şekilde uluslararası iş birliği yolu açık tutulacaktır.

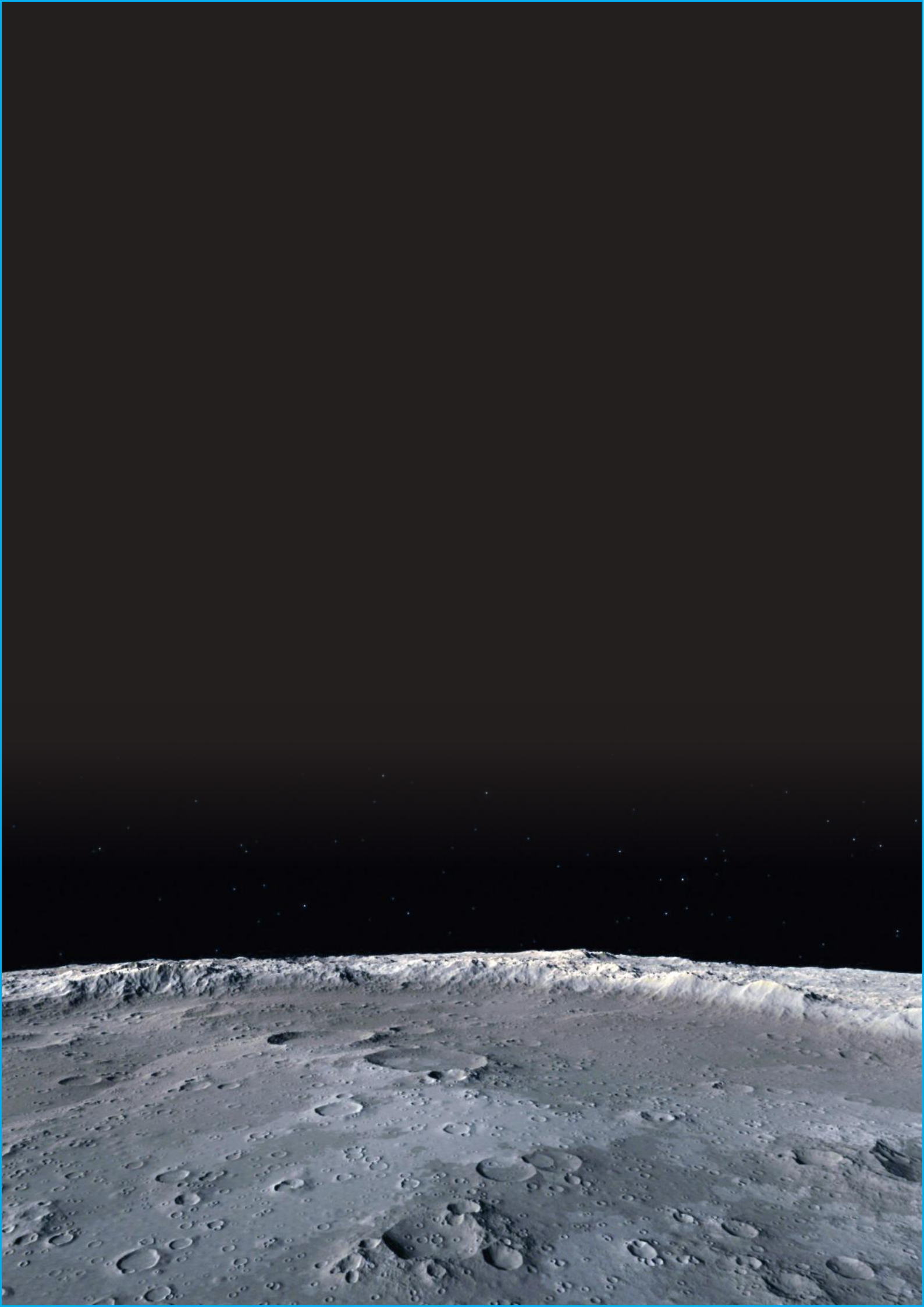
3.1.4. Projeler ve Faaliyetler

Program, iki aşamalı olarak planlanmıştır. İlk aşamada Dünya yörüngesine uluslararası iş birliği ile çıkarılacak yerli uzay aracımız Ay'a ulaşacaktır. AYAP-1 adlı uzay aracı milli olarak geliştirilmiş hibrit roket motorunu uzayda ateşleyerek Ay'a sert iniş gerçekleştirecektir.

İlk aşama sonunda, uzay araçlarının sevki için geliştirilen motorlar, yörünge belirleme ve kontrol yazılımları, uzak mesafe haberleşme, otonomi gibi temel teknolojiler uzayda doğrulanmış olacaktır. İlk aşamanın Cumhuriyetimizin 100. kuruluş yıldönümü olan 2023 yılı sonuna kadar gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

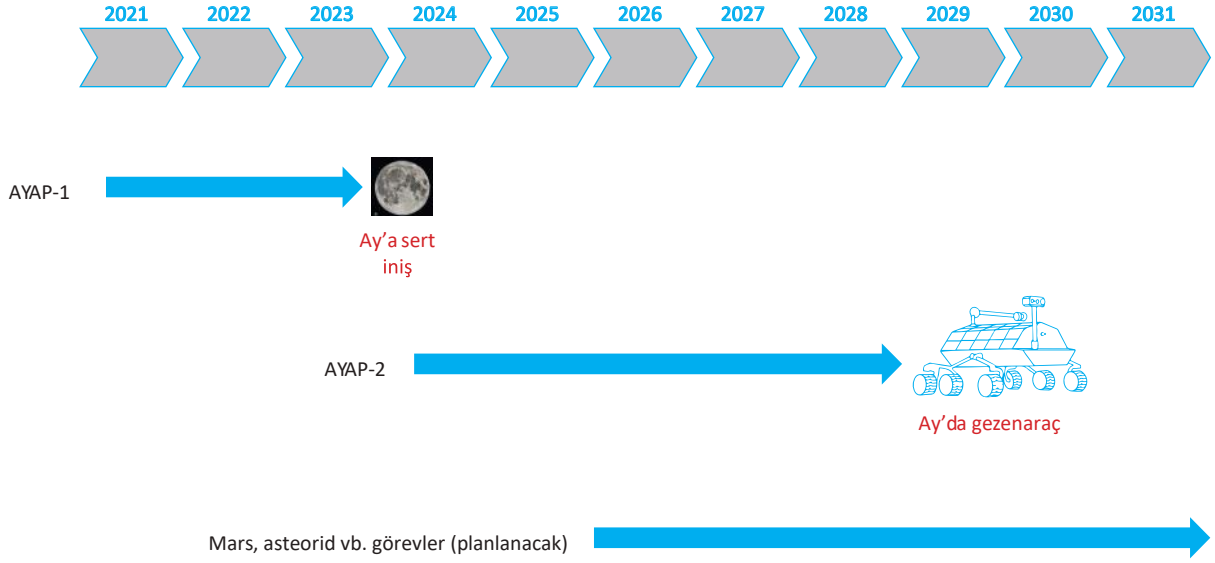
İkinci aşamada ise, milli fırlatma aracımızla uzaya çıkacak ve yerli motorlarımızla Ay'a ulaşacak olan AYAP-2 uzay aracı, Ay yüzeyine yumuşak iniş gerçekleştirecektir. AYAP-2 içerisinde bulunan gezenaraç Ay yüzeyine inecek ve burada bilimsel araştırmalar yapacaktır. Bu aracın 2028 yılında Ay'a ulaşması hedeflenmektedir.

Projelerin başarı ile ilerlemesi durumunda gök cisimlerine ulusal ve uluslararası projeler planlanacaktır. Doğrulan teknolojilerin Milli Uzay Programı'nı desteklemesi, ticarileştirilmesi ve başka teknoloji alanlarına transfer edilmesi için mekanizmalar oluşturulacaktır.



3.1.5. Gantt Diyagramı

Önerilen faaliyet ve projelerin zaman planı **Şekil 3**'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Ay Görevi Faaliyetleri Gantt Diyagramı

3.2. Uydu Üretiminin Tek Çatı Altına Toplanması ve Yerli Uydu Geliştirme Programı

3.2.1. Giriş

Uzay teknolojilerine yönelik çalışmalar günümüze kadar çeşitli kurum ve kuruluşların koordinasyonu altında yürütülmüştür. Bu süre içerisinde, uyduların ve alt sistemlerinin tasarım, üretim, test ve entegrasyonu için önemli seviyede yetenekler elde edilmiştir. Bu yeteneklerin farklı kurum ve kuruluşların bünyesinde toplanması sebebiyle, bir uzay sisteminin tasarlanmasından işletilmesine kadar olan her aşamada, hızlı hareket edilmesi zorlaşmakta, mükerrer yetenekler ortaya çıkmakta ve kaynaklar verimli olarak kullanılamamaktadır. Temel yeteneklerin kademeli olarak bir çatı altında toplanması ile elde edilen yeteneklerin Milli Uzay Programı'na verimli ve etkili şekilde hizmet etmesinin önü açılacaktır.

3.2.2. Amaç

Yeni nesil uydu geliştirme alanında dünya ile rekabet edebilecek ticari bir marka ortaya çıkarılması amacıyla uydu üretiminin tek çatı altına toplanması hedeflenmiştir. Böylece;

- ★ Uydu üretim faaliyetlerinin en yüksek verimlilik ve etkinlikle yürütülmesi,
- ★ Uydu teknolojilerinde bağımsızlık hedefinin asgari kaynakla gerçekleşmesi,
- ★ Özel sektörün kamu yeteneklerinden kolay bir şekilde tek noktadan yararlanması ve

- ★ Türk uzay sanayisinin rekabetçiliğinin artırılması sağlanacaktır.

3.2.3. Strateji ve İlkeler

Uydu üretiminin tek çatı altında toplanması ve yerli uydu geliştirme programının verimli bir şekilde hayata geçirilmesi amacıyla aşağıdaki stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Ülkemizin sahip olduğu temel uydu üretim, test ve entegrasyon kabiliyetleri, Türkiye Uzay Ajansı koordinasyonunda kurulacak olan bir milli şirket bünyesinde kademeli olarak birleştirilecek,
- ★ Rekabetçi yapının korunmasına dikkat edilecek ve
- ★ Var olan altyapıdan etkin ve ekonomik şekilde yararlanılması sağlanacaktır.

3.2.4. Projeler ve Faaliyetler

Türkiye Uzay Ajansı koordinasyonunda ilgili kurum ve kuruluşlarla gerekli çalışmalar tamamlanarak, şirket kurulumu gerçekleştirilecektir.

3.3. Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi (BKZS) Programı

3.3.1. Giriş

Küresel ölçekte uydu tabanlı konumlama, zamanlama ve seyrüsefer sistemlerinden günümüzde iç güvenlik, havacılık, karayolları, demiryolları, bilişim, bankacılık, afet yönetimi, haritacılık, haberleşme, tarım, madencilik ve denizcilik sektörüne kadar birçok sivil alanda yaygın biçimde yararlanılmaktadır. Kullanımı giderek yaygınlaşan ve günlük hayatlarımızın bir parçası haline gelen bu sistemlerden yararlanılması artık bir seçenek olmaktan çıkarak bir zorunluluğa dönüşmüştür. Endüstri 4.0, nesnelerin interneti, akıllı şehirler, otonom sistemler vb. birçok yeni teknolojik uygulama bu sistemlerin üzerine kurgulanmakta ve bu sistemlere dayalı olarak katma değer üreten uygulamalar yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle, küresel seyrüsefer uydu sistemleri (GNSS, Global Navigation Satellite Systems) ile sağlanan hizmetlerin kesintisiz olarak sunulması artık dünyadaki ülkeler için kritik önemi haiz bir konu haline gelmiştir.

Gerek küresel, gerek bölgesel nitelikteki tüm seyrüsefer uydu sistemlerinden yararlanan kullanıcıları bekleyen tehlike, GNSS alıcılarına ulaşan sinyallerin yeryüzünde aynı frekanslarda yayın yapan sistemlerle kolaylıkla engellenebilmesi, alıcıların karıştırılabilmesi, hatta yanıltılabilmesidir. Ayrıca, güneş fırtınaları gibi doğa olayları sırasında ya da siber saldırılar yüzünden uydular işlevlerini yitirebilmektedir. Bu gibi durumlarda GNSS'lerin uzun süre gayri faal kalması riski mevcuttur. GNSS'ye dayalı uygulamaların kesintiye uğramasının ülke ekonomileri üzerinde büyük zararlara yol açacağı anlaşıldığından tedbirler alınmaya

çalışılmaktadır. Ancak, bu sistemlerin tam anlamıyla yerini alabilecek bir teknoloji henüz mevcut değildir.

Dünyanın önemli ekonomileri arasında bulunan Türkiye'nin de olası GNSS kesintilerinden ciddi seviyede etkilenmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle, alternatif konumlama, zamanlama ve seyrüsefer sistemlerinin ve yardımcı kaynakların planlanması gerekmektedir.

3.3.2. Amaç

Tüm küresel ve bölgesel seyrüsefer uydu sistemlerine müdahale ihtimali bulunduğundan hareketle, önceliğin alternatif konumlama, zamanlama ve seyrüsefer tekniklerine verilmekte olduğu da göz önüne alınarak, kademeli olarak ilerleyecek bir program önerilmektedir. Bu program ile:

- ★ GNSS'lerde meydana gelebilecek olası kesintilerden ve müdahalelerden, öncelik kritik sistemler olmak üzere, etkilenmenin asgari derecede tutulması,
- ★ Konumlama, zamanlama ve seyrüsefer hizmetlerinden kullanıcıların daha yüksek doğrulukta ve emre amadelikte faydalanması,
- ★ Ülkemizin konumlama sistemleri pazarından pay alması hedeflenmektedir.

3.3.3. Strateji ve İlkeler

Programın amacına yüksek verimlilik ile ulaşmasını ve kritik teknolojilerin düşük riskle kazanımını sağlayabilmek için aşağıda belirlenmiş olan stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Bölgesel konumlama, zamanlama ve seyrüsefer sistemi programı kapsamında mevcut olan altyapı ve yetenekler kullanılarak tamamlayıcı yatırımların gerçekleştirilmesi,
- ★ Mevcut yeteneklerin geliştirilmesi ile öncelikli ihtiyaçların karşılanması,
- ★ Birbirini tamamlayıcı birden fazla GNSS sisteminden istifade edilmesi,
- ★ Programın tanımlanmasına yönelik fizibilite çalışması gerçekleştirilmesi,
- ★ Programa yönelik kritik teknolojilerin hızla geliştirilmesi hedeflenecektir.

3.3.4. Projeler ve Faaliyetler

Bölgesel konumlama, zamanlama ve seyrüsefer sistemi programı aşağıdaki başlıklar altında aşamalı olarak planlanmıştır.

3.3.4.1. Fizibilite Çalışması

Her ne kadar aşağıdaki başlıklarda ana hatlar belirlenmişse de, kullanıcıları ve tüm paydaşları ve şu ana kadar yapılmış tüm çalışmaları da dikkate alan bir fizibilite çalışması yapılması ihtiyacı vardır. Bu amaçla, fizibilite çalışması başlatılarak, kaynakların verimli

kullanılmasını sağlayacak ayrıntılı bir yol haritası ortaya konacaktır.

3.3.4.2. Mevcut Sistemlerin Dayanıklılığının Artırılması

Öncelik kritik sistemlerde olmak üzere, olası GNSS kesintileri ve müdahalelerinin, ülkemizde işleyen sistemler üzerinde oluşturacağı olumsuz etkilerin asgari seviyeye düşürülmesi amaçlanmıştır.

Bunun için, öncelikle kritik alıcıların, Dünyada küresel hizmet veren dört GNSS sisteminin aynı anda en az ikisinden istifade etmeleri sağlanacaktır. Ayrıca; stratejik sektörlerin konumlama, zamanlama ve seyrüsefer ihtiyacının kesintisiz sürdürülebilmesi için, uydulardan ve yerden sağlanan bilgileri beraber kullanan yapay zekâ, algılayıcılar, yapay görüş, nesnelerin interneti vb. teknolojilere dayalı alternatif sistemler geliştirilecektir.

3.3.4.3. Uydu Tabanlı Destek Sistemi (SBAS)

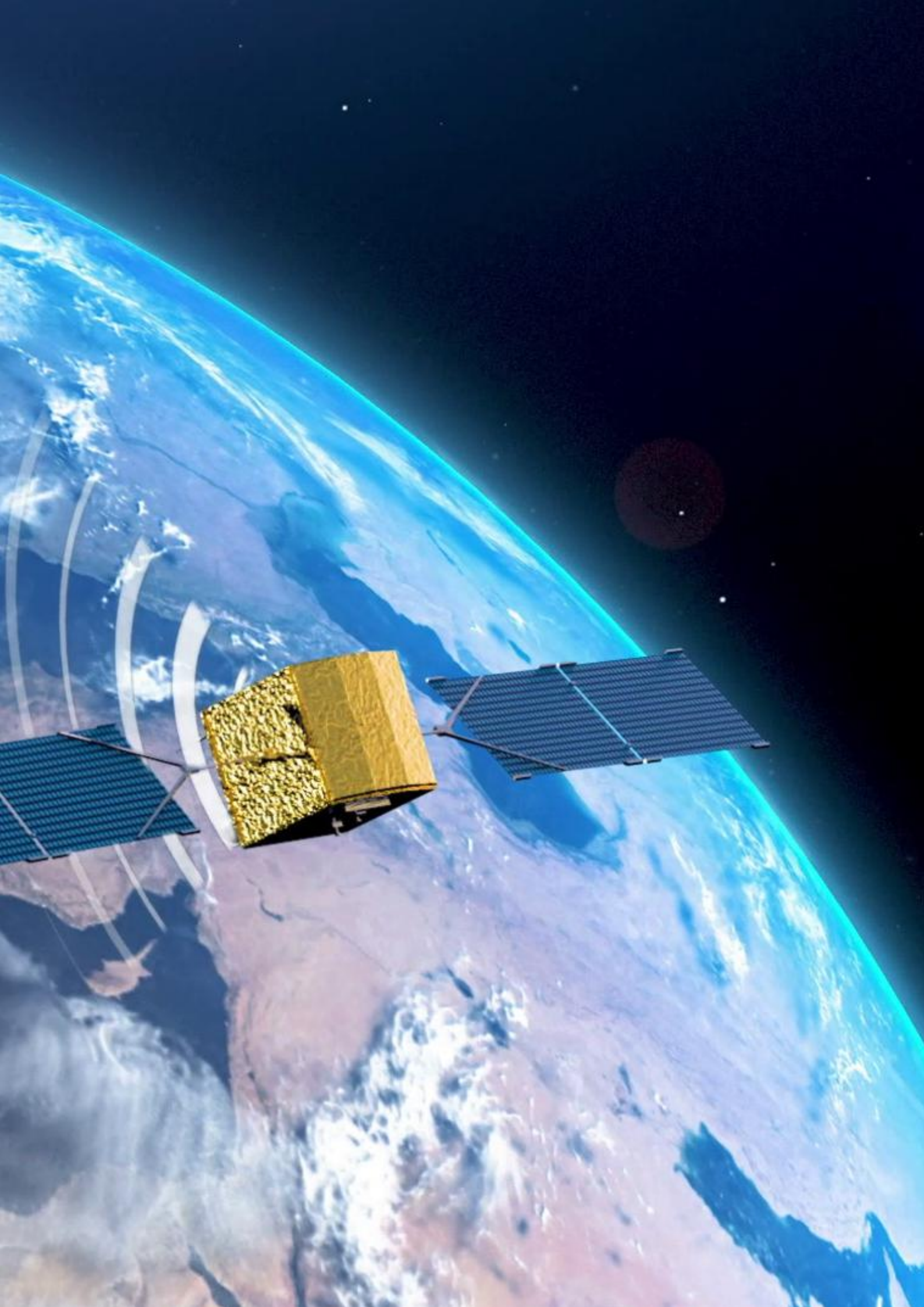
Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafyaya bölgesel olarak hizmet sağlayan bir uydu tabanlı destek sistemine ihtiyaç bulunmaktadır. Sivil havacılıktaki gelişmeler, kısaca SBAS olarak bilinen bu sistemler üzerine kurgulanmaktadır. Dünya üzerinde kurulu SBAS sistemleri birbirleriyle çalışabilmektedir. Halen ülkemizin bir SBAS sistemi bulunmamaktadır. Avrupa Birliği SBAS sistemi olan EGNOS ise ülkemizi kısmen kapsamaktadır. Bu sistemin hizmet alanının tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde arttırılmasını temin için gerekli müzakereler yapılması, ilave karasal referans istasyonlarının planlanması çalışmaları yürütülecektir.

Ayrıca, hâlihazırda operasyonel olan ve bir yer-tabanlı artırım sistemi olan TUSAGA-AKTİF desteklenecek ve işaret dağıtımının uzaydan yapılması planlanacaktır.

Bu sayede, ülkemizdeki kullanıcılar, daha hızlı ve doğru olarak söz konusu hizmetlere ulaşabileceklerdir.

3.3.4.4. Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi (BKZS)

GNSS sistemlerinden sağlanan sivil hizmetler herhangi bir sınırlama olmaksızın kullanılabilir. Ancak, yüksek seviyede doğruluk sağlayan konumlama hizmetleri açısından değerlendirildiğinde, başka ülkelerin kontrolü altındaki GNSS sistemlerinden hassas dönemlerde istifade edilememeye ihtimali bulunmaktadır. Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafyada ihtiyaç duyulan konumlama ve hassas zaman bilgisinin, 7/24 güvenli bir şekilde ve tamamıyla ülkemizin kontrolü altında olan güvenilir bir bölgesel seyrüsefer uydu sistemi aracılığıyla sağlanması hedeflenmektedir. Kısaca BKZS olarak adlandırılan Bölgesel Konumlama ve Zamanlama Sistemi hedefi kapsamında; öncelikli olarak bir ön fizibilite çalışması yapılacak ve sistemin yapılabilirliği incelenecektir. Bir konumlama uydu takımı oluşturulması, yer kontrol sistemi kurulması ve konumlama alıcıları geliştirilmesine yönelik çalışmalar planlanacaktır.

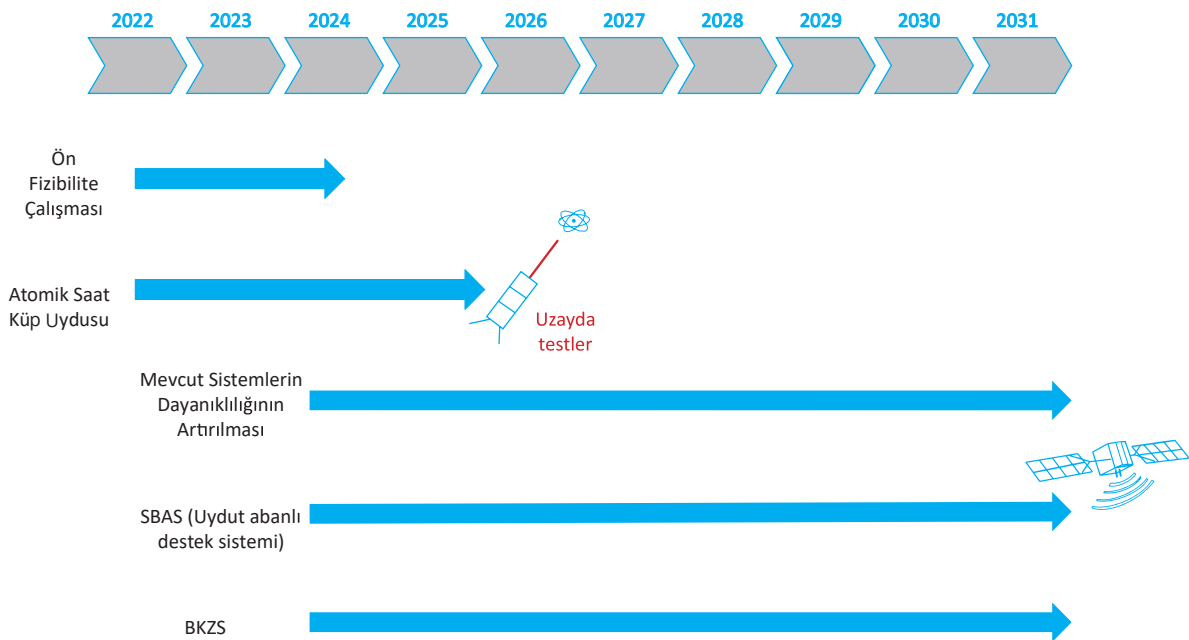


BKZS bileşenlerinin azami seviyede milli imkânlarla geliştirilmesi ve üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, konumlama uydularında kullanılabilecek kritik yerli bileşenlerin (atomik saat vb.) geliştirilmesi ve üretilmesi desteklenecektir. Deneysel küp uydu projeleri gerçekleştirilerek bu bileşenlerin uzayda test edilmesi ve uzay tarihçesi kazanması sağlanacaktır. İlerleyen süreçte; bir deneysel BKZS uydusu fırlatılarak uzayda sistem ve alt bileşen seviyesi testler gerçekleştirilecektir. Bu sayede, konumlama uydusu üretimi ve işletimine yönelik tecrübe kazanılacak; sistem bileşenlerinin ve tam işlevsel uyduların geliştirilmesi için geri bildirim elde edilecektir. Birinci BKZS uydusunun ilk aşamada bir artırım sistemi olarak kurgulanması ve ilaveten SBAS görev yüküne sahip olması planlanmaktadır. Dördüncü BKZS uydusundan itibaren kullanıcılara milli GNSS konumlama, zamanlama ve seyrüsefer hizmeti sunulmaya başlanması, TUSAGA-Aktif sisteminin BKZS ile çalışabilir hale yükseltilerek, hassas konum bilgisi üretmek için kullanılması, uydu takımı tamamlandıktan sonra sistemin tam performansına ulaşmış olması, müteakiben atılacak uydular ile BKZS kapsama alanının genişletilmesi hedeflenmektedir. Bununla birlikte yapay zekâ ve yer tabanlı sistemlerle beraber çalışacak yenilikçi bir uydu sisteminin kurulması amacıyla gerekli çalışmalar yürütülecektir.

3.3.5. Gantt Diyagramı

Önerilen faaliyet ve projelerin zaman planı **Şekil 4**'te gösterilmiştir.

Şekil 4. Bölgesel Konumlama, Zamanlama ve Seyrüsefer Sistemi (BKZS) Faaliyetleri Gantt Diyagramı



3.4. Uzaya Erişim ve Uzay Limanı Programı

3.4.1. Giriş

Uzaya erişim, uzay alanında yapılan çalışmaların hayata geçirilmesinde kritik önemi haizdir. Günümüzde özel şirketlerin bile sağladığı uzaya erişim hizmeti; bilim ve teknolojinin uygulanması ve sürdürülebilirliği, diğer sektörlerle getirdiği teknolojik gelişmeler, sağladığı prestij ve uluslararası ilişkilerle kazanılacak diplomatik güç bakımından elde edilmesi gereken bir kabiliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple Milli Uzay Programı'nın gerçekleştirilmesi açısından uzaya bağımsız erişim kabiliyetinin kazanılması için çalışmalar başlatılmıştır.

Uzaya bağımsız erişim kabiliyetine sahip olmak için mücadele etmek, ülke içerisinde farklı alanlarda teknolojik gelişmeleri de beraberinde getirecektir. Alt sistemlerin tasarımı ve üretimi sırasında gerçekleştirilecek Ar-Ge çalışmaları, malzeme ve yakıt alanlarında hayata geçirilecek projeler ve fırlatma sistemlerinin kurulması için yapılacak çalışmalar daha sonra farklı alanlarda uygulama olanağı bulacak, yeni buluşlar ve ürünler ortaya çıkaracaktır.

3.4.2. Amaç

Programın amacı, ülkemize bağımsız fırlatma yapma yeteneği kazandırılması yoluyla;

- ★ Kendi yaptığı uzay araçlarını bağımsız bir şekilde uzaya gönderebilmek,
- ★ Ülkemizde fırlatma teknolojilerine yönelik sürdürülebilir ve rekabetçi bir sanayi ekosistemi oluşturmaktır.

3.4.3. Strateji ve İlkeler

Program, ülkemizde yapılmış çalışmaları da dikkate alarak mümkün olan en az riskle ve en etkin şekilde gerçekleştirilirken azami teknoloji kazanımı sağlanabilmesi için şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Programda yer alacak çalışmaların ilgili kurum ve kuruluşlarla eş güdümlü olarak yürütülmesi,
- ★ Fırlatma aracı geliştirme programının maliyet etkin, rekabetçi ve sürdürülebilir şekilde gerçekleştirilmesi için uzay limanı seçeneklerini de dikkate alan fizibilite çalışması gerçekleştirilmesi,
- ★ Küresel ölçekte teknoloji geliştirme ve ticarileştirme fırsatlarının göz önünde bulundurulması,
- ★ Kritik teknolojilerin kazanılması amacıyla teknoloji geliştirme yol haritasının oluşturulması,
- ★ Ticari faaliyetleri de dikkate alan bir fırlatma yeteneğinin kazanılmasını temin amacıyla



- ★ İla, uluslararası iş birlikleri yapılması,
- ★ Ulaşılabak fırlatma sisteminin yetenekli ve rekabetçi bir sistem olarak tüm dünyada öne çıkabilmesi için yenilikçi teknoloji kullanımının teşvik edilmesi.

3.4.4. Projeler ve Faaliyetler

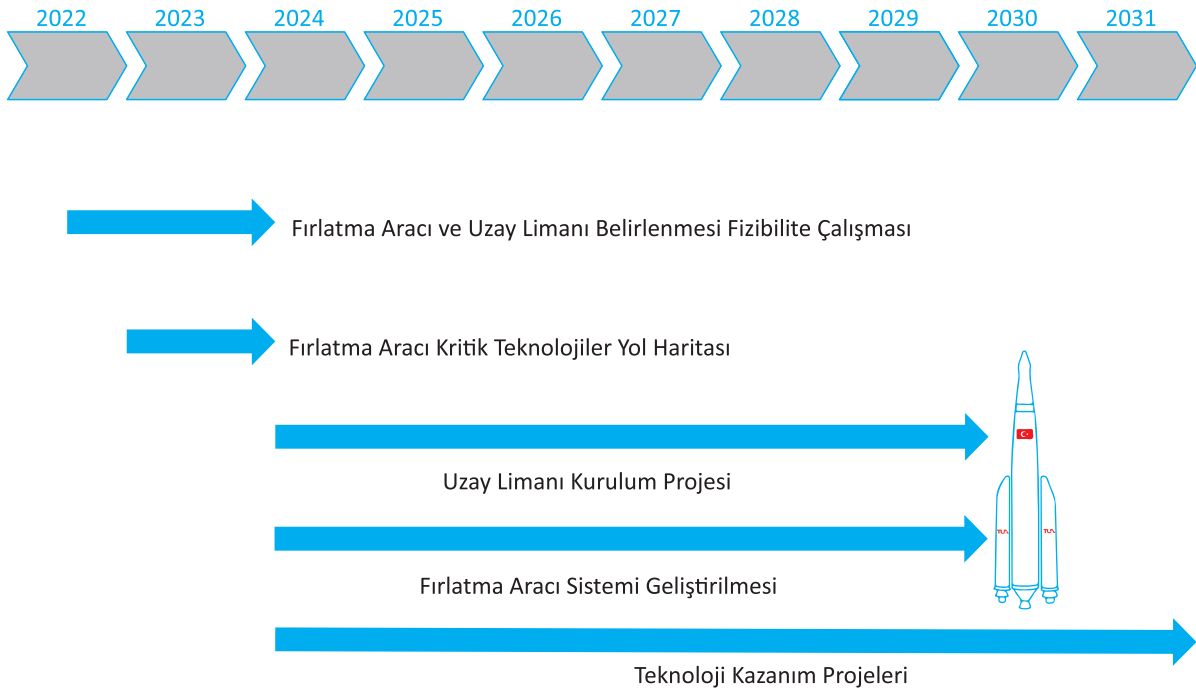
Bağımsız fırlatma yeteneğinin kazanılması için hem paralel hem aşamalı bir yaklaşım oluşturulacaktır. Bu çerçevede;

- ★ Uygun fırlatma aracının ve uzay limanının belirlenmesine yönelik fizibilite çalışması yapılacaktır.
- ★ Fırlatma aracına ait kritik teknoloji yol haritası oluşturulacaktır.
- ★ Fizibilite çalışması sonuçlarına göre isterleri tanımlanan uzay limanını kurma projesi başlatılacaktır.
- ★ Öncelikli hedefe uygun olacak özelliklerde bir Fırlatma Aracı Sistemi geliştirilecektir.
- ★ Kritik teknolojilere yönelik teknoloji kazanım projeleri gerçekleştirilecektir.

3.4.5. Gantt Diyagramı

Önerilen faaliyet ve projelerin zaman planı **Şekil 5**'te gösterilmiştir.

Şekil 5. Uzaya Erişim ve Uzay Limanı Programı Gantt Diyagramı



3.5. Uzak Havasına İlişkin Teknolojik Araştırmalar

3.5.1. Giriş

Uzak fiziğinin bir dalı olan uzak havası, Güneş Sistemi'ndeki değişken koşulları inceler. Güneş leke çevrimi ve Güneş fırtınaları, yukarı atmosfer katmanları (stratosfer, mezosfer, termosfer, iyonosfer ve manyetosfer) uzak havasının ilgi alanı içerisinde. Uzak teknolojilerinin gelişmesinin yanında, uzak havasının hayatımızdaki etkilerinin anlaşılması ile birlikte bu alan giderek önem kazanmaya başlamıştır.

Yakın uzayda meydana gelen bu fiziki olaylar öncelikle uzayda bulunan sistemleri etkilemektedir. Uyduların ömürlerini etkilediği gibi, uydulardan sağlanan haberleşme, seyrüsefer gibi hizmetlerde de bozulmalara veya kesintilere neden olabilmektedir. Yeryüzünde ise, Güneş fırtınaları elektrik iletim sistemlerinin devreden çıkması ve büyük alanlarda uzun süreli elektrik kesintilerine neden olabildiği gibi, haberleşmeden jeofizik ölçümlere ve hatta iklime kadar pek çok konuyu etkileyebilmektedir.

Bu nedenle, uzak havasının sürekli izlenmesi, tahmin edilmesi ve fiziki olayların daha iyi anlaşılması gerekmektedir. Çeşitli uluslararası kuruluşlar ve bazı ülkeler bu amaçla merkezler ve projeler oluşturmuş ve uzak havasına yönelik hizmetler verilmektedir.

Ülkemizde de, uzak havasına, uzak bilimine ve astrofiziğe dair çalışmaları koordine edecek, temel hizmetleri verecek ve uluslararası iş birliği çalışmalarını yürütecek bir merkeze ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer taraftan, uzak havası konusunda üniversitelerin ve araştırma kuruluşlarının çalışmalarının desteklenmesi ve uzayda yapılacak deneyler için projelerin oluşturulması ihtiyacı da bulunmaktadır.

3.5.2. Amaç

- ★ İhtiyaç duyulacak uzak görevlerinin güvenliğini ve sürdürülebilirliğini sağlayacak teknik ve bilimsel altyapı ve birikimi oluşturmak,
- ★ Uzak havası servislerinin sürekliliğini sağlamak,
- ★ Uzak havası ve uzak bilimleri konusunda Türkiye'nin bilimsel yetkinliğini ve uluslararası iş birliği seviyesini yükselterek evrensel bilime katkı yapmaktır.

3.5.3. Strateji ve İlkeler

Amaca en etkin şekilde ulaşmak için şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ BKZS alt projeleri içerisinde özellikle iyonosfer araştırmalarını desteklemek,
- ★ Uzak havası araştırmalarını, radyasyona dayanıklı yarı iletken geliştirme çalışmalarını ve radyasyon test altyapılarının kullanımını projeler içerisine entegre etmek,
- ★ Uydu projelerinde, uzak havasına yönelik görev yüklerini desteklemek,



- ★ Uzay havası gözlemlerini toplayan ve uzay havası modelleri çalıştırarak hizmet veren bir merkez oluşturmak,
- ★ Kurulacak merkezin uluslararası kuruluşlar ile birlikte çalışmasını sağlamak.

3.5.4. Projeler ve Faaliyetler

Uzay havası ve ilgili uzay fiziği dallarında istenen seviyeye maliyet-etkin şekilde ve hızla ulaşabilmek için aşağıdaki projeler ve faaliyetler planlanmıştır. Ayrıca, bu alanda toplumda farkındalık oluşturulması ve insan kaynağı yetiştirilmesi hususları ilgili diğer hedefler içerisinde değerlendirilmiştir.

3.5.4.1. Uzay Havası Uygulama Merkezi'nin Kurulması (UHUM)

Bu amaçla, Dünya'da benzer kuruluşların yapı ve işlevleri araştırılacak, Merkez'in modeli ve görev alanları tanımlanacak, bu alanda çalışan paydaşlardan görüşler toplanacak ve bu görüşlerin ışığında mevzuat taslağı oluşturularak idari süreçler başlatılacaktır.

Kurulacak Uzay Havası Uygulama Merkezi'nin, dağınık akademik çalışmaları desteklemesi ve birbirine entegre etmesi, akademik çalışmalar ile servisler (uzay havası, yakın uzay nesnelerinin izlenmesi, uzay ortamı simülasyonları gibi) arasındaki bağı kurması, servislerin sürekliliğini sağlaması ve uluslararası uygun kuruluşlarda Türkiye'yi temsil etmesi beklenmektedir.

3.5.4.2. Radyasyon Dayanım Yeteneklerinin Geliştirilmesi

Öncelikle Türkiye'de kurulu radyasyon test altyapısının uluslararası seviyede kullanılması için koordinasyon yapılacak, ayrıca daha yüksek seviyeli parçacıklarla testler yapılabilmesi için projeler oluşturulacaktır. Buna paralel olarak, uzay ortamında maruz kalınacak radyasyon seviyeleri ile ilgili simülasyon yeteneklerimiz de Milli Uzay Programı'nı destekleyecek bir servise dönüştürülecektir.

Radyasyona dayanıklı bazı elektronik parçaların temini kritik bir alandır. Bu alanda ihtiyaç duyulacak parçalarla ilgili bir plan oluşturulacak ve bu plan çerçevesinde radyasyona dayanıklı yarı iletken tasarımı ve üretimi için projeler desteklenecektir.

3.5.4.3. Altyapı Kurulumu

Uzay havasının izlenmesine yönelik ülkemizde sınırlı sayıda ölçüm cihazları bulunmaktadır. Ölçüm cihazlarının arttırılması ve bir ağ içerisinde kullanılması için aşamalı olarak ölçüm istasyonları kurulacaktır. Kurulumlara manyetik ölçümlerle başlanacak, UHUM'un devreye girmesi ile ölçüm altyapısı kurulumu hızlandırılacaktır.

3.5.4.4. Uzay Deneyleri

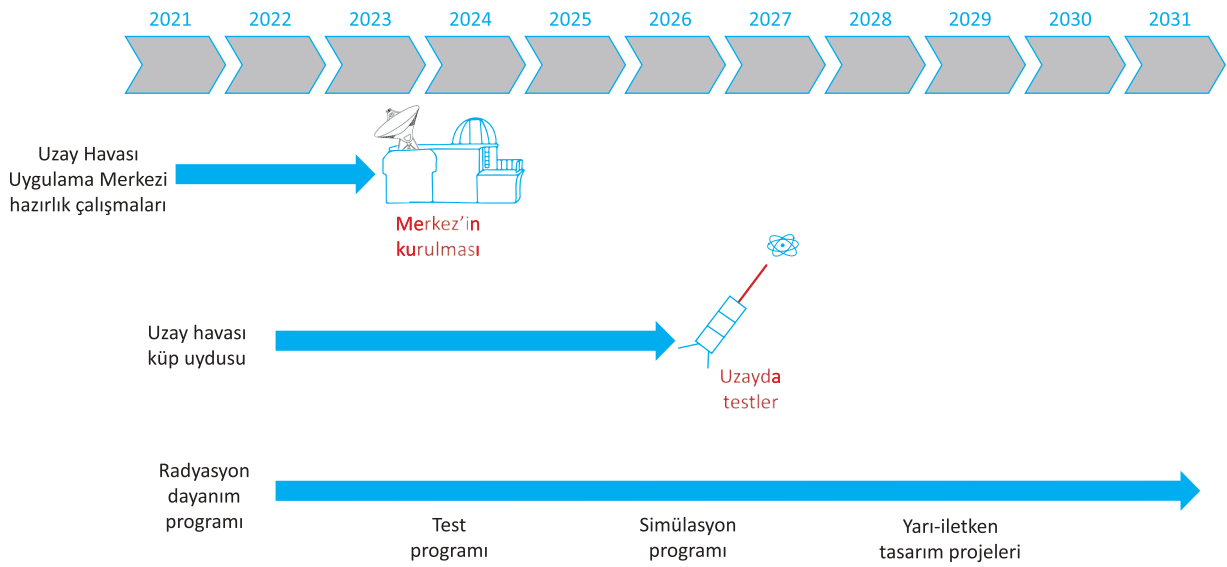
Uzayda yapılacak ölçüm ve deneyler için küçük bütçelerle gerçekleştirilebilen küp uydu

projelerinden yararlanılacaktır. Bunun için, üniversitelerden ve araştırma kuruluşlarından proje teklifleri toplanacak, tekliflerde verinin işlenmesi ve tezler de öngörülecek, gerçekleştirme aşamasında mümkün olduğu kadar KOBİ'ler projeye dâhil edilecek ve projenin risklerini düşürmek için TUA tarafından bir izleme mekanizması oluşturulacaktır.

3.5.5. Gantt Diyagramı

Önerilen faaliyet ve projelerin zaman planı **Şekil 6**'da gösterilmiştir.

Şekil 6. Uzay Havası Faaliyetleri Gantt Diyagramı



3.6. Uzay Nesnelerinin Yerden Gözlemi ve Takibi

3.6.1. Giriş

Her yıl uzaya gönderilen uydular ve roket parçaları ile Dünya'nın yörüngesindeki cisimler hızla artmaktadır. Çarpışan veya denemeler için uzayda vurulan uydulardan dağılan parçaların da katılması ile Dünyamızın etrafında ciddi miktarda uzay çöprü oluşmuştur. Bir santimetre çapından büyük yüzbinlerce cismin yörüngede olduğu hesaplanmaktadır. Bu çöp uzaydaki uydular ve astronotlar için büyük tehlike oluşturmakta ve bu tehlike giderek artmaktadır. Ayrıca, gök taşları ve kuyruklu yıldızların da az da olsa, Dünyamız için tehlike oluşturma riski vardır.

Günümüzde, uzay teknolojilerinde ilerlemiş ülkeler yerde konuşlu çeşitli sistemlerle bu cisimleri tespit edip kataloglamakta ve takip etmektedir. Bu şekilde bu cisimlerden korunmak için önlemler alınabilmektedir. Ayrıca, bazı uyduların yerden izlenerek yörüngelerinin çok büyük doğrulukla bilinmesine ihtiyaç vardır. Doğal gök cisimlerinin izlenmesi de hem tehlikelerin önceden tespiti hem de bilimsel çalışmalar açısından önemlidir.

Yörüngedeki cisimler ile Güneş sistemimizdeki gök cisimlerinin izlenebilmesi için ülkemizde de gözlemler yapılması, cisimlerin robotik sistemlerle tespit ve takip edilmesi ve gözlem sonuçlarının yorumlanmasına ihtiyaç vardır. Bu amaçla, uzayı gözleyen altyapımızı geliştirmek ve Milli Uzay Programı'nı desteklemek için bir program tesis edilmiştir.

3.6.2. Amaç

Programın amacı; aktif uyduların, uzay çöplerinin ve yakın uzay cisimlerinin yerden ve gelecekte uzaydan izlenmesi yoluyla uzay durum farkındalığının elde edilmesi ve böylece;

- ★ Uzaydaki varlıklarımızın güvenliğini sağlamak,
- ★ Uzay programlarımızı asgari risk ile planlayabilmek,
- ★ Uydularımızın yörüngelerini yüksek doğrulukla bağımsız olarak tespit etme yeteneğini kazandırarak işlevlerine katkı sağlamak,
- ★ Uzay varlıklarının güvenliği konusunda uluslararası iş birliğine girebilmek ve
- ★ Uzay cisimlerine yönelik bilimsel analiz çalışmaları gerçekleştirmektir.

3.6.3. Strateji ve İlkeler

Programı gerçekleştirirken, gerekli yetenek seviyesine hızla ulaşabilmek için şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Azami uluslararası iş birliği ile geniş bir coğrafyadan veri toplamak,
- ★ Optik sistemleri ülkemizdeki farklı bölgelerde meteorolojik-atmosferik koşulları dikkate alarak kurmak ve gözlem kalitesini arttırmak,
- ★ Kurulacak optik sistemleri birden fazla işlevi gözeterek verimli kullanmak,
- ★ Optik olmayan sistemler için gerekli teknolojileri önceden geliştirmek üzere küçük ölçekli projeler başlatmak,
- ★ Radyo frekans ve lazer tabanlı yer sistemlerini kademeli olarak devreye almak ve
- ★ Uzay tabanlı sistemleri de orta vadede sisteme eklemlenmek.

3.6.4. Projeler ve Faaliyetler

3.6.4.1. Yakın Uzay Gözlem Sistemi Oluşturulması

Bilimsel ve operasyonel amaçlı otomatik uzay gözlem sistemi oluşturulacaktır. Bu amaçla, hâlihazır teleskop sistemlerinden faydalanılması dışında bir metre çap üzerinde robotik teleskoplar kurularak düşük parlaklıktaki cisimler izlenecektir. Güneş sistemi içindeki cisimlerin izlenmesi için hâlihazır sistemlere uzun vadede büyük çaplı bir teleskop eklenecektir. Bu sistemi işletmek, hizmetleri kullanıcılara sunmak ve diğer uzay servislerini



sağlamak için bir merkez kurulması planlanmaktadır. Operasyonları rutin olarak gerçekleştirme, hizmet verme, bilim dünyasını sistemden yararlandırma ve sistemin gelişiminin sürdürülmesi görevleri bu merkez tarafından gerçekleştirilecektir. Aynı zamanda, uluslararası iş birliği fırsatları araştırılacaktır.

3.6.4.2. İleri Teknoloji Projeleri

Uzay Tabanlı Gözlem

Dünya yörüngesindeki cisimlerin uzaydan gözlenmesi amacıyla öncelikle deneysel bir optik küp uydu görevi gerçekleştirilecektir. Bu görevin başarı ile neticelenmesi halinde Merkez'in işleteceği yer-tabanlı sisteme entegre olacak uzay sistemi tasarlanacaktır.

Lazer

Öncelikle, teknoloji gösterimi amaçlı bir lazer-tabanlı mesafe ölçme sistemi tasarlanıp performans ölçümleri yapılacaktır. Bu çalışmanın sonuçlarından faydalanarak Merkez'in işlettiği operasyonel sisteme entegre olacak bir sistem geliştirilecektir.

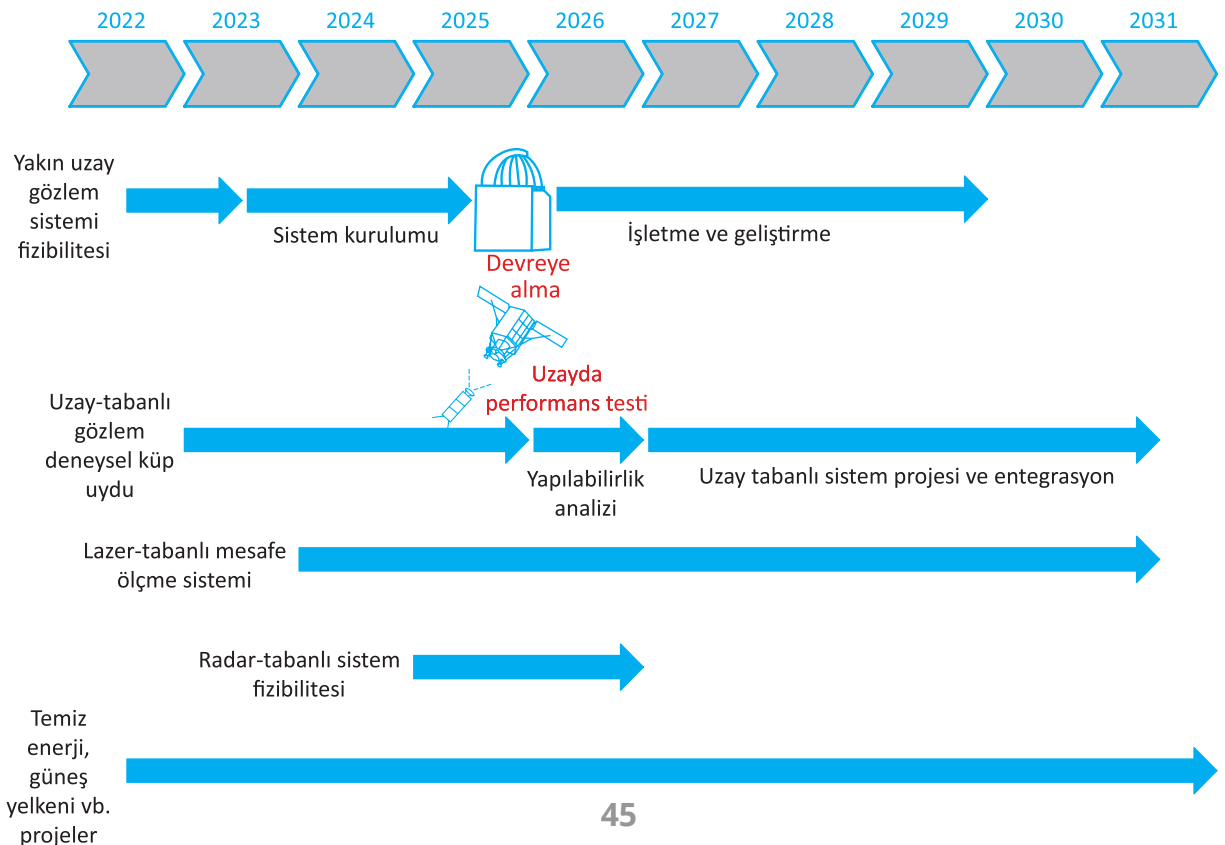
Radar

Düşük maliyetli uzay gözleyen bir RADAR projesi için yapılabirlik analizi gerçekleştirilecektir.

3.6.5. Gantt Diyagramı

Önerilen faaliyet ve projelerin zaman planı **Şekil 7**'de gösterilmiştir.

Şekil 7. Uzay Nesnelerinin Yerden Gözlemi ve Takibi Faaliyetleri Gantt Diyagramı



3.7. Uzay Sanayi Ekosisteminin Geliştirilmesi

3.7.1. Giriş

Uzay, devletlerin sürekli mali destek verdikleri ve stratejik olması sebebiyle kaynak ayrılan bir alan olmuştur. Bununla birlikte, uzay bir süredir özel şirketlerin de faaliyet yürütmeye başladıkları ticari bir alan haline gelmiştir. Bu sayede, uzay faaliyetleri devletlerin bütçesinde bir yük olmaktan yavaş yavaş çıkmaya başlayarak, kazanç sağlayan bir faaliyet haline dönüşmüştür. Uzaya ilişkin mal ve hizmetlerin yurt dışına ihracı da yumuşak güç sağlaması yanında, döviz getirici bir faaliyet haline gelmiştir.

Bu durumun oluşturduğu büyük potansiyeli gören ülkeler, bunu en iyi şekilde değerlendirebilmek amacıyla, bu konudaki faaliyetlerden en yüksek kazancı elde etmek için uzay faaliyetleri ekosisteminin geliştirilmesi çalışmaları yapmaktadırlar. Ekosistem terimi, belli bir ekonomik alanda yürütülen faaliyetlere ilişkin finansman şartları, devlet politikaları, yenilikçilik politikaları, Ar-Ge altyapısı, konuya ilişkin mevzuat ve hatta kültürel ve sosyal normları içeren bir tanıma sahiptir.

Uzay gibi kritik bir alanda önemli hedefleri olan ülkemiz için, uzay sanayi ekosisteminin geliştirilmesi önemli hedeflerdendir.

3.7.2. Amaç

Programın amacı, ülkemizdeki uzay sanayi ekosistemini kuvvetlendirmek yoluyla;

- ★ Zaman içerisinde kendi kendine yeterlilik seviyesi artacak şekilde, sürdürülebilir, yenilikçi, girişimci, dinamik, verimli ve rekabetçi bir uzay sanayi ekosistemi kurmak,
- ★ Kurulacak olan uzay sanayi ekosistemi sayesinde uzay alanını teknolojik ve maddi getiri sağlayan bir faaliyet alanı haline getirmektir.

3.7.3. Strateji ve İlkeler

Uzay sanayi ekosistemini mümkün olan en hızlı ve en etkin şekilde oluşturmak amacıyla şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Ulusal Bilim Teknoloji ve Yenilik Stratejileri, Türkiye Girişimcilik Stratejisi ve Eylem Planı, KOBİ Stratejisi ve Eylem Planı gibi plan ve stratejilere paralel ve bütünleyici bir strateji izlenmesi,
- ★ İlgili tüm kurum ve kuruluşlarla azami eş güdüm halinde olunması,
- ★ Devlet politikaları, mevzuat, finansman, girişimcilik, yenilikçilik, insan kaynağı, fiziki altyapı ve sürdürülebilirlik hususlarının göz önünde tutulması,
- ★ Uzay sanayisinin uluslararası arenada azami seviyede rekabetçi olabilmesi için, ekosistemde yer alan tüm seviyedeki unsurların en verimli ve dinamik olacakları şekilde

ekosistem şartlarının oluşturulması,

- ★ Üniversiteler, araştırma kuruluşları ve enstitüler, özel sektör ve kullanıcılar arasında rolleri netleştirecek ve değer zincirini oluşturacak yapının gerçekleştirilmesi,
- ★ Uzay Teknoloji Geliştirme Bölgesi oluşturarak paydaşların entegrasyonunun artırılması,
- ★ Araştırma projelerinin fonlanmasında tanımlı rollere uygun iş paylaşımı sağlanması ve ticarileştirme bileşeninin özellikle değerlendirilmesi,
- ★ Projelerden ortaya çıkacak fikri hakların ticarileştirmeye uygun şekilde düzenlenmesi ve arka plan fikri haklarının korunması.

3.7.4. Projeler ve Faaliyetler

Arzu edilen uzay sanayi ekosisteminin en hızlı ve verimli bir şekilde kurulması için aşağıda sayılan faaliyetler yürütülecektir:

- ★ Milli Uzay Programı çalışmaları çerçevesinde edinilen veriler uzay sanayi ekosistemi kurulması bakış açısıyla değerlendirilecek ve ihtiyaç olabilecek ek bilgilerin gerekli kurum ve kuruluşlardan temin edilmesi sağlanacaktır.
- ★ Konuya ilişkin tüm mevzuat incelenecek ve paydaşların konuya ilişkin durumları tespit edilecektir.
- ★ Paydaşlarla azami eş güdüm içerisinde, gerekli mevzuat, politika ve strateji oluşturma çalışmaları gerçekleştirilecektir.
- ★ Uzay ekosistemi ile ilgili veriler periyodik olarak izlenecek ve paylaşılacaktır.
- ★ Uydu alanındaki kamu yeteneklerini tek çatı altına toplayacak bir şirket kurulacaktır.

3.8. Uzay Teknolojileri Geliştirme Bölgesi Kurulması

3.8.1. Giriş

Dünyada ilk teknoloji geliştirme bölgesi (TGB) 1951'de ABD'de kurulmuş olmasına rağmen, teknoloji geliştirme bölgesi kavramı 1970'li yıllarda popülerlik kazanmıştır. Ülkemizde daha önce bu alanda çalışmalar olsa da 2001 yılında mevzuatı oluşturulmuş ve esas çalışmalar bu tarihten sonra ağırlık kazanmıştır. Bu alanda çalışmaların artması, tecrübe kazanılması ve teknoloji geliştirme bölgelerinin faydalarının görülmesinden sonra TGB sayısı hızla artmıştır.

Ağustos 2021 sonu itibariyle 89 adet teknoloji geliştirme bölgesi ilan edilmiş olup bunlardan 73'ü faaliyettedir. Bu teknoloji geliştirme bölgelerindeki firma sayısı 6.967 olmuş, 72.399 kişi istihdam edilmiştir.

Uzay alanında özelleşmiş bir teknoloji geliştirme bölgesinin kurulması ile, teknoloji geliştirme bölgelerinin sağladığı genel faydaların yanında, bu alanda çalışan yüksek katma değer üreten firmaların bir araya gelmesi sağlanacak, ülkemizin uzay ekosistemi için çok değerli bir nüve oluşturulacak, Ar-Ge çalışmalarının yüksek bir sinerji ile sürdürülebilir bir şekilde gerçekleşmesi sağlanacaktır.

3.8.2. Amaç

Programın amacı, bir uzay teknoloji geliştirme bölgesi kurulması yoluyla;

- ★ İlgili alanda çalışan şirketleri bir araya toplayarak sinerji yaratmak,
- ★ Şirketlerin Ar-Ge yeteneğini ve yenilikçiliği artırmak ve
- ★ Uzay sanayi ekosisteminin gelişmesine katkıda bulunmaktır.

3.8.3. Strateji ve İlkeler

Uzay Teknoloji Geliştirme Bölgesi'nden azami verimi almak için şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Uygun teşvik mekanizmaları ve tanıtım ile özellikle uzay alanına devşirilebilecek yeteneklere sahip KOBİ'lerin Uzay Teknolojileri Geliştirme Bölgesi'nde yer almasının sağlanması,
- ★ Konuya ilişkin çalışmalar yürüten üniversiteler ile iş birliği yapmak üzere yöntem geliştirilmesi,
- ★ Uzay ekosistemi geliştirilmesi faaliyetleri ile azami eş güdüm sağlanması,
- ★ Uluslararası firmaların da ilgili teknoloji geliştirme bölgesinde yer almasının teşvik edilmesi.

3.8.4. Projeler ve Faaliyetler

Teknoloji geliştirme bölgesinin en uygun yerde ve ilgili tüm firmaları kapsayacak şekilde kurulması için;

- ★ Teknoloji geliştirme bölgesi kuruluşu en geniş şekilde duyurularak, yer alabilecek tüm şirketlerin katılması sağlanacaktır.
- ★ Katılmayı planlayan şirketlerden talep toplanarak teknoloji geliştirme bölgesi altyapısı, ileride olacak genişleme ihtiyaçlarını da dikkate alarak planlanacaktır.
- ★ Yakın yeteneklere sahip teknoloji geliştirme bölgeleri ile iş birliği ve bilgi transferi yapılarak süreç hızlandırılacaktır.
- ★ Altyapı, özellikle çok sayıda küçük teknoloji firmasını misafir edebilecek şekilde tasarlanacaktır.

- ★ Uzay sanayine yönelik test ve hizmetlerden mümkün olduğu kadar bölge içerisinde yararlanılmasına yönelik altyapı planlaması yapılacaktır.
- ★ Uluslararası ve ulusal toplantılara ve eğitimlere ev sahipliği yapacak altyapı oluşturulacaktır.

3.9. Uzay Farkındalığı ve İnsan Kaynağının Geliştirilmesi

3.9.1. Giriş

Uzay, yüksek yetkinlikler gerektiren bir teknoloji alanıdır. Bu alanın en önemli bileşenlerinin başında da yetkin insan kaynağı gelmektedir. İnsan kaynağının, diğer bileşenlerin aksine, hızlı bir şekilde elde edilmesi mümkün olmamaktadır.

Uzay teknolojileri alanında çalışacak kişilerin uygun akademik eğitimi almaları tek başına yeterli değildir. Akademik eğitimleri sırasında gerekli yönlendirme ve stajlar yoluyla desteklenmelerine ihtiyaç vardır. Meslek hayatlarında ise ilgili projelerde görev alarak tecrübe kazanmaları gerekmektedir. Bunun yanında, ilgili uygulama alanlarında yetişmiş insan gücünün uzay alanına kazandırılması için destek programları yapılması da elzemdir.

Uzay projelerinde yapılan hataların çoğunlukla geri dönüşü yoktur ve genellikle çok pahalıya mal olmaktadır. Bu nedenle, bu projelerde çalışacak insan kaynağının uygun şekilde yetiştirilmiş olması şarttır.

Gerek ihtiyaç duyulan insan kaynağının yetiştirilmesi amacıyla yetenekli gençlerin uzay alanına yönlendirilmesi, gerekse toplumun söz konusu faaliyetlere tam desteğinin sağlanması amacıyla, toplumsal olarak uzay farkındalığının oluşturulması çok önemlidir. Ek olarak, toplumun, uzay çalışmalarının sadece bilimsel amaçlarla ya da teknoloji gösterimi için yapılan ulusal gurur oluşturacak çalışmalar değil, aynı zamanda ülkemizin kalkınmasına doğrudan ve dolaylı önemli katkılarda bulunacak stratejik bir saha olduğuna dair farkındalığının sağlanması gerekmektedir. Zaten doğası gereği ilgi çeken bir konu olan uzay alanında, bilim ve toplum çalışmalarına verilen önemin artırılması ile kolaylıkla gereken toplumsal farkındalık elde edilebilir. Uzay alanında elde edilen faydanın diğer bilim ve teknoloji alanlarına da yansımaları olacaktır.

3.9.2. Amaç

Programın amacı, ülkemizin uzay teknolojilerindeki hedeflerini yakalamasında ihtiyaç duyulacak insan kaynağının en iyi şekilde sağlanması ve uzay çalışmalarına toplumsal desteğin azami seviyeye çıkarılması için çalışmalar yapılmasıdır.

3.9.3. Strateji ve İlkeler

Amaca en etkin şekilde ulaşmak için şu stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Bilim-toplum çalışmaları yapılması/yaptırılması/desteklenmesi suretiyle uzay konusunun popülerleştirilmesi,
- ★ Beyin göçünün engellenmesi ve yurtdışında yerleşmiş olan yetişmiş insan gücünün ülkemize geri döndürülmesi,
- ★ İnsan kaynağı yetiştirme amaçlı güdümlü akademik projelerin ve tezlerin yaptırılmasına yönelik kaynak ve burs sağlanması,
- ★ İnsan kaynağı yetiştirilmesi konusunda akademik ve yarı akademik kuruluşlarla iş birliği programları oluşturulması,
- ★ Yurt içi ve yurt dışında stajların, değişim programlarının kurgulanması.

3.9.4. Projeler ve Faaliyetler

Uzay farkındalığı ve insan kaynağının geliştirilmesi için aşağıdaki faaliyetler kurgulanmıştır:

1. Uzay alanında ihtiyaç duyulan insan kaynağının ve uzmanlık alanlarının tespit edilmesi amacıyla, bu alanda çalışan sanayi ve araştırma kuruluşlarında anket ve benzeri çalışmalar yapılması yoluyla insan kaynağı envanterinin oluşturulması,
2. Milli Uzay Programı kapsamında, ihtiyaç duyulacak insan kaynağının tespitinin yapılması ve bu kaynağı oluşturmaya yönelik bir yol haritası oluşturulması,
3. Eksiklik görülen alanlarda lisans, yüksek lisans veya doktora programları oluşturulması için üniversiteler ve YÖK ile eş güdüm halinde hareket edilmesi,
4. Her yıl düzenlenecek, uzay farkındalığını artırmaya yönelik geleneksel etkinliklerin başlatılması, mevcut etkinliklere destek olunması ve benzer uluslararası etkinliklere ev sahipliği yapılması,
5. Milli Uzay Programı'na uygun olarak bilim toplum faaliyetleri, sanayi-akademi iş birliği programları, akademik burs, proje desteği ve benzeri faaliyetlerin planlanması ve gerçekleştirilmesi,
6. Sanayinin ihtiyaç duyduğu özel alanlarda kısa kurslar, çalıştaylar ve yaz okulları düzenlenmesi,
7. Uluslararası kurs, çalıştay ve yaz okullarından bazılarının Türkiye'de gerçekleştirilmesi için ilgili kuruluşlar nezdinde girişimler yapılması.

3.10. Türk Astronot ve Bilim Misyonu Programı

3.10.1. Giriş

Bir uzay aracında, aracı yönetmek veya diğer görevleri yerine getirmek amacıyla eğitilmiş

ve uzaya gönderilmiş kişilere ABD’de astronot, Rusya’da kozmonot ve Çin’de taykonot adı verilmektedir. Henüz kabul görmüş bir Türkçe karşılığı bulunmayan terim için ülkemizde uzun yıllardır astronot kelimesi kullanılmaktadır.

Uzaya çıkmış olmanın birden fazla tanımı bulunmakla birlikte en sık kullanılan tanım 100 km yüksekliğin, diğer adıyla Karman hattının üstüne çıkmış olmağıdır. Bugüne kadar yaklaşık 38 ülkeden 600 kişi Karman hattını geçmiştir. Ancak henüz bir Türk vatandaşı uzaya çıkmamıştır.

ABD ile Sovyetler Birliği arasında soğuk savaş sürerken, SSCB’nin ilk uydusu olan Sputnik 1’i fırlatmasıyla uzay yarışı başlamıştır. Önce uzaya, sonra ise Ay’a insan göndermek bu yarışın önemli bir bileşeni olmuş ve yarışın bu kısmı 1969’da ABD’nin Ay’a insan indirmesi ile sonuçlanmıştır. Bu yıllarda uzayda insan faaliyetlerinin birinci amacı siyasi prestij elde etmek olmakla birlikte elde edilecek bilimsel bilgi ve özellikle teknoloji de önemli teşvik unsurları olmuştur.

İnsanlı uçuşlarla ilgili yarış, yörüngeye yerleştirilen ve içerisinde insanların uzun sürelerle kalabildiği uzay istasyonları ile devam etmiştir. Bu yarış daha sonra iş birliğine dönüşmüş ve NASA (ABD), Roscosmos (Rusya), JAXA (Japonya), ESA (Avrupa) ve CSA (Kanada) iş birliği ile Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station, ISS) projesi gerçekleştirilmiştir. ISS’de çeşitli testler ve bilimsel deneyler yapılabilmektedir. 2020 sonuna kadar 20 farklı ülkeden 258 astronot, kozmonot ve yolcu ISS’de bulunmuştur.

Diğer taraftan, ülkemiz uzay teknolojilerindeki ilerlemesini hızlandırmak gayreti içerisinde. TUA’nın kuruluşu ve Milli Uzak Programı’nın ilan edilmesi ile birlikte Türkiye’deki uzay faaliyetlerinin ivme kazanması beklenmektedir. Bu çerçevede, Türk insanının uzaya gitmesi ve bilimsel deneyler gerçekleştirmesi de tamamlayıcı bir faaliyet olarak planlanmıştır.

3.10.2. Amaç

Türk astronot ve bilim misyonunun amacı şunlardır:

- Bir Türk vatandaşının uluslararası iş birliği ile uzaya erişimini ve uzayda gerçekleştirilecek bilimsel faaliyetlerde yer almasını sağlayarak;
- ★ Uzayda yapılabilecek araştırmalar konusunda Türk bilim insanlarına fırsat sağlamak,
- ★ Türkiye’nin uzay alanında görünürlüğünü arttırmak,
- ★ Genç nesilleri uzay alanında çalışmaya teşvik etmek,
- ★ Bilim ve teknolojiye olan ilgiyi arttırmak,
- ★ Uzay biyolojisi ve uzayda kapalı ekosistemler konusunda bilgi birikimi sağlamak.

3.10.3. Strateji ve İlkeler

Amaca en etkin şekilde ulaşmak için aşağıdaki stratejiler ve ilkeler göz önünde tutulacaktır:

- ★ Uluslararası iş birliği programları içerisinde uzaya Türk astronot gönderilmesi konusunu müzakere etmek,
- ★ Uzayda yapılacak deneyler için üniversite ve araştırma kuruluşlarından teklif toplamak,
- ★ Türk astronotların bilim ve toplum alanındaki çalışmalarını önceden planlamak,
- ★ Uzay biyolojisi alanında destekleyici deneyler yapmak.

3.10.4. Projeler ve Faaliyetler

3.10.4.1. Uzay'da Türk İnsanı

Türk bilim insanlarının uzayda deneyler yapabilmesi amacıyla uluslararası iş birliği müzakereleri TUA koordinasyonunda yürütülecektir. Program, uzay deneyleri ve bilim ve toplum faaliyetleri ile entegre şekilde uygulanacaktır. Uzayda gerçekleştirilebilecek deneyler için üniversiteler, araştırma kuruluşları ve araştırmacılardan teklifler toplanarak değerlendirilecektir. Uzaya çıkacak kişinin sadece görevi yerine getirmesi değil, aynı zamanda görev sonrası gerçekleştirilecek konferanslar, söyleşiler, konuşmalar vb. faaliyetler ile gençlerimizde ve Türk toplumunda bilime ve teknolojiye olan ilgiyi canlı tutması beklenmektedir.

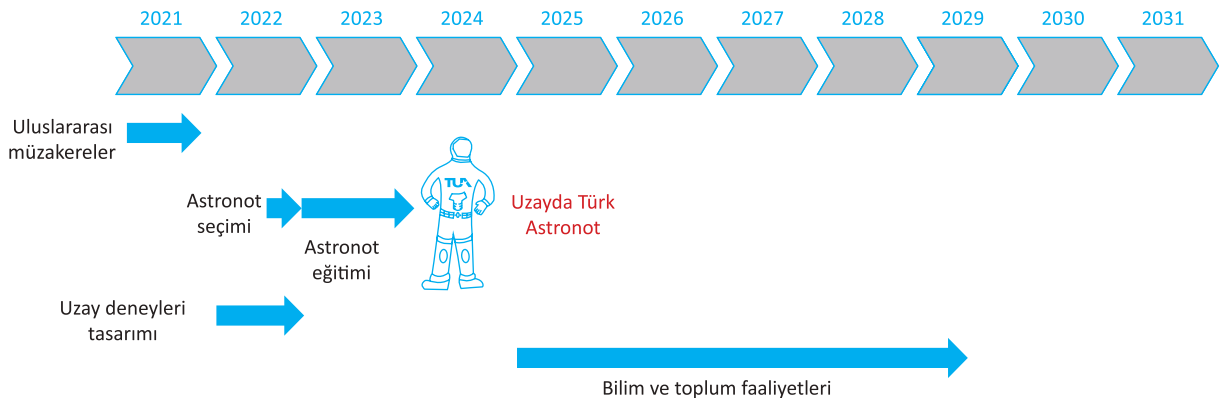
3.10.4.2. Uzay Biyolojisi Deneyleri

Uzayda kapalı ve sürdürülebilir ekosistemler oluşturma konusunda yetenek geliştirilmesi beklenmekte ve bu yetenekten ileride Ay Araştırma Programı'nda da faydalanılması hedeflenmektedir. Mühendisler ve biyoloji uzmanlarının bir arada çalışmasını gerektiren bu alanda deneyler yapılabilmesi için uluslararası iş birliği fırsatları değerlendirilecektir.

3.10.5. Gantt Diyagramı

Önerilen faaliyet ve projelerin zaman planı **Şekil 8**'de gösterilmiştir.

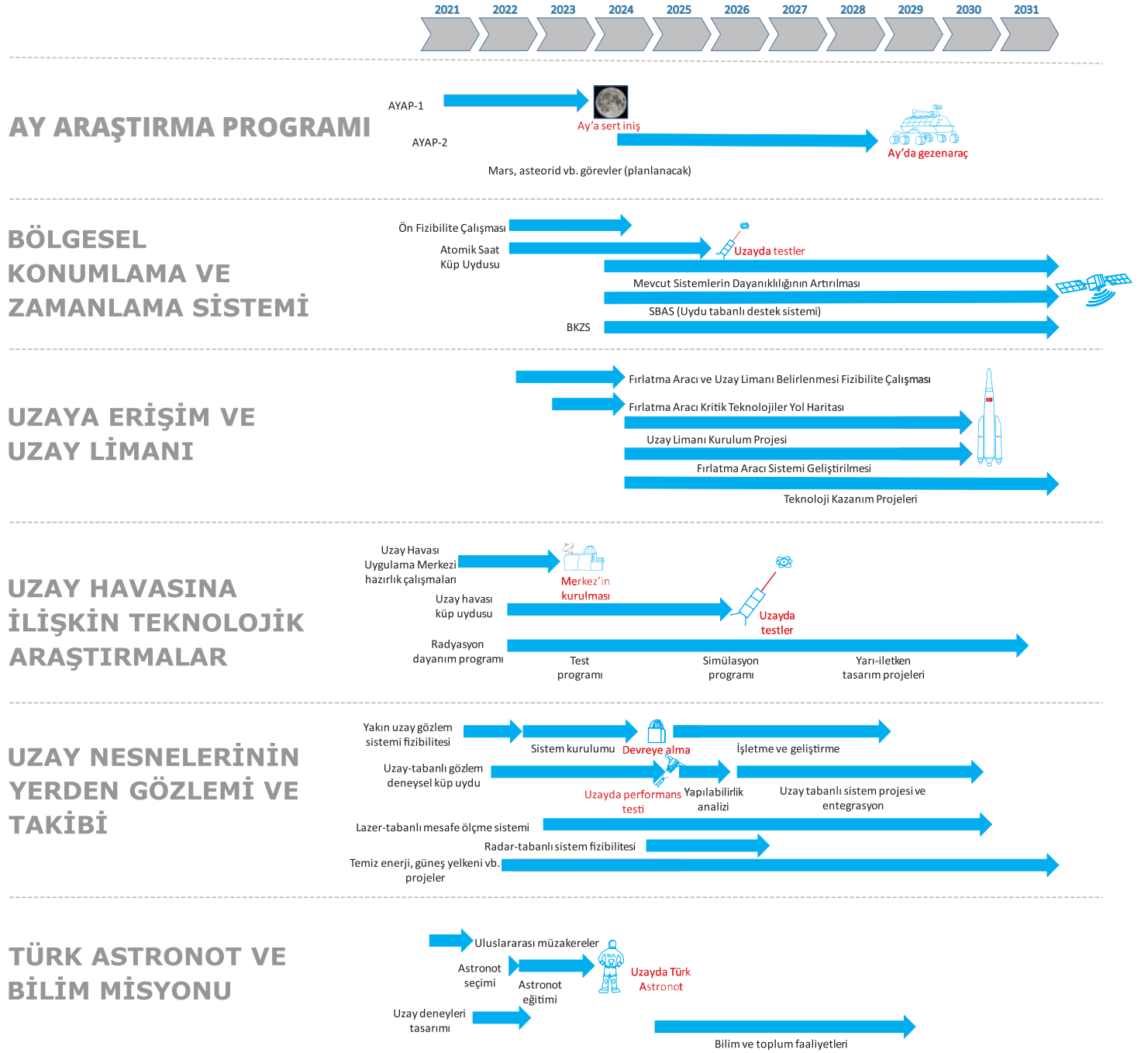
Şekil 8. Türk Astronot ve Bilim Misyonu Gantt Diyagramı





MİLLİ UZAY PROGRAMI HEDEFLERİ GANTT DİYAGRAMI

Şekil 9. Milli Uzay Programı Hedefleri Gantt Diyagramı





Türkiye
Uzay Ajansı

İşçi Blokları Mahallesi Muhsin
Yazıcıoğlu Caddesi **No:** 51/C
Çankaya / ANKARA
Tel: +90 312 412 8929



www.tua.gov.tr

