

Bilim, Teknoloji ve Yenilik
Politikalar Kurulu

MİLLİ UZAY PROGRAMI'NIN

DEĞERLENDİRİLMESİ

POLİTİKA NOTU • ŞUBAT 2021

"Uzay da izi olmayanın, Dünya da sözü olmaz."

Prof. Dr. Alim Rüstem ASLAN

"MİLLİ UZAY PROGRAMI" NIN DEĞERLENDİRİLMESİ

GİRİŞ

İnsanoğlu kafasını çevirip gökyüzüne baktığında, tabii olarak görülen nesnelerin tabiatını da merak etmiştir. Bu merak, farklı bir yaklaşım üzerinden En'am suresi 74-81. ayetlerde¹ Hz. İbrahim (as)'ın ay, güneş ve yıldızların ilah olamayacağını, babası ve kavmine anlatması üzerinden de okumak mümkündür (Sorularla-islamiyet, 2020). Sonrasında Antik Yunanda insanların merakını uyandıran uzay ile ilgili ilk çalışmalar edebiyat alanında başlamıştır. İlk olarak Cyrano de Bergerac'ın edebi eserlerinde aya ve güneşe yapılan seyahatlerden, 200 yıl sonra Jules Verne ve H.G. Wells tarafından yazılan kitaplarda ise uzaya yapılan seyahatler ve dünya dışı varlıklardan bahsedilmektedir. Kurgusal, hayali olan bu yolculuklar 20 yy başlarında roket teknolojisinde yapılan gelişmelerle gerçeğe dönüşmüştür. Bunda özellikle Tsiolkovsky, Goddard ve Oberth'in çalışmaları önemli rol oynamıştır (Ekşi ve diğ., 2019).

Uzayı keşfetme çalışmaları birçok veçhesi ile uluslararası ortaklıklara gereksinim duymaktadır. Bu durum uzay araştırmalarının çok geniş çıkarılara hizmet etmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Şu ana kadar yapılan uzay

programları, insanoğlunun sahip olduğu bilgiyi artırdı, onu elinde bulunduran ülkelere ulusal prestij ve gücün göstergesi olarak hizmet etti, ulusal güvenlik ve askeri gücü artırdı ve genel manda halka önemli faydalar sağladı (Britanica, 2021). Girişimciler, 21 yüzyılın başlarında, uzayda ticari potansiyele sahip birkaç alan olduğunu tesit ettiler. Özel olarak finanse edilen uzay yolculuğu ya da uzay turizmi de bunlardan biridir.

UZAY TEKNOLOJİSİNİN ÖNEMİ

Uzayın genellikle deniz seviyesinden 90 - 100 km (Karman hattı) yukarıdan başladığı kabul edilir. Uzay teknolojiler, dünyadakileri de içeren benzersiz çalışma ortamından yararlanarak veya bunlarla mücadele ederek; hareket özgürlüğü, küresel görüş alanı, hız, erişim özgürlüğü, yakın vakum, mikro yerçekimi, izolasyon ve aşırı ortamlara -sıcaklık, titreşim, ses ve basınç gibi ulaşılmasını sağlar (NATO, 2020). Bir diğer ifade ile uzay teknolojileri; uzaya ulaşım, uzayda araç ve sistemlerin kullanılması ve sürekliiliğinin sağlanması, uzaydan yeryüzüne dönüş için gerekli olan bilim ve uygulamalarıdır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin başlıca zenginlik kaynağı ve itici gücüdür. Bu minvalde uzay teknolojisi ile uğraşan kişi sayısının artırılması ülkelerin gelecek hedefleri açısından hayati bir konudur (Aslan, 2017).

Ülkelerin savunma ve güvenliklerinin sağlanmasında önemli yapı taşlarından biri olan ve stratejik varlıklar olarak kabul edilen **uydu ve uzay sistemlerinin**, gelişen teknoloji ve beraber kullanım alanlarının çoğalmasıyla birlikte bü-

¹ En'am suresi 74-81. ayetlerin tefsiri:

74. İbrahim, babası Âzer'e demişti ki: "Sen putları tanrı mı ediniyorsun? Doğrusu ben seni ve kavmini açık bir sapıklık içinde görüyorum."

75. Böylece biz İbrahim'e göklerin ve yerin melekûtunu (muhteşem varlıklarını) gösteriyorduk ki, kesin inananlardan olsun.

76. Üzerine gece bastırınca, bir yıldız gördü: "Rabb'im budur." dedi. Yıldız batınca da: "Ben batanları sevmem." dedi.

77. Ay'ı doğarken gördü: "Rabb'im budur." dedi. O da batınca: "Yemin ederim ki, Rabbim bana doğru yolu göstermeseydi, elbette sapıklığa düşen topluluktan olurum." dedi.

78. Güneş'i doğarken görünce: "Rabb'im budur, bu hepsinden büyük." dedi. O da batınca dedi ki: "Ey kavmim! Ben sizin (Allah'a) ortak koştuğunuz şeylerden uzağım."

79. "Ben yüzümü tamamen, gökleri ve yeri yoktan var edene çevirdim ve artık ben asla Allah'a ortak koşanlardan değilim."

80. Kavmi onunla tartışmaya başladı. O da onlara dedi ki: "Beni doğru yola erdirdiği halde Allah hakkında benimle mücadele mi ediyorsunuz? O'na ortak koştuğunuzdan hiç korkmuyorum, ancak Rabbimin dilediği şey hariç. Rabbim ilmiyle her şeyi kuşatmıştır. Hiç düşünmez misiniz?"

81. "Hakkında hiçbir delil indirmediği halde, siz Allah'a ortak koşmaktan korkmuyorsunuz da ben sizin ortak koştuğunuzdan nasıl korkarım?" Eğer bilerseniz söyleyin, bu iki topluluktan hangisi güven içinde olmaya daha layıktır?

tün dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemi artmıştır. Bugün uzayda konuşlu sistemlerin;

- Dünyanın herhangi bir yerine kısıtlama olmadan iletişim ve erişim imkânı sağlaması,
- Konumlama ve zaman bilgisini hassas bir şekilde belirlemesi ve kullanıcıya ulaştırması,
- İstihbarat bilgisine katkı sağlaması, sayesinde millî güvenlik açısından caydırıcılık faktörünü arttırmakla birlikte muharebe sahasının kontrolünün ve hâkimiyetinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (SSSSD, 2018-2022).

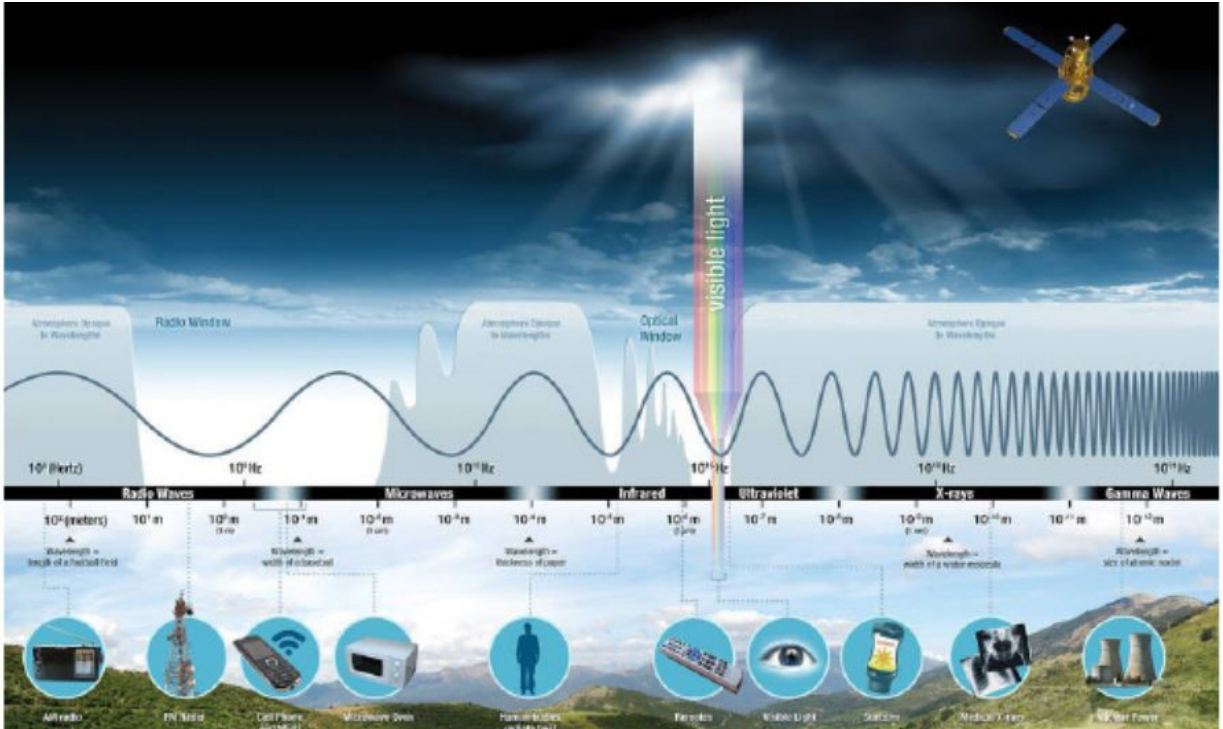
DÜNYADAKİ UZAY ÇALIŞMALARI

Uzay için yapılan ilk çalışmalar Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyeti Birliği (SSCB)'nin ay programları ile başladı. Uzayın keşfindeki önemli dönüm noktaları Tablo 1'de gösterilmiştir. Sovyet Sosyalist Cumhuriyeti Birliği tarafından 1957 yılında uzaya gönderilen ilk uydu Sputnik 1 ile dış uzayın keşfi ve devletler tarafından kullanımı başlamış oldu.

1. Dünya Savaşı yıllarında başlayan havacılık faaliyetleri (roket, füze vs.) neticesinde hava

gücünün önemli bir savaş unsuru olduğunun anlaşılmıştır. Burada edinilen tecrübeler ile havacılık ve uzay bilimlerinin önemi artmış ve bu alanlarda yapılan çalışmalar daha da artmıştır. 2. Dünya Savaşıyla beraber havacılık ve uzay teknolojilerinin savunma sanayisinde yeri daha da önem kazanmıştır. Özellikle günümüzde askeri güç anlamında satih kavramı kaldırılarak uzay kavramını kara, deniz ve havanın ardından 4 bir kuvvet olarak gören devletler bulunmaktadır (Erdem, 2018).

Uzay, 19 yüzyılda demiryolunun ve 20 yüzyılda havacılığın etkisine benzer olarak yakın tarihte güçlü devletlerin ulusal amaçlarına ulaşma aracı olmuştur. **"Uzay Yarışı"** adı verilen bu dönemde dış uzayın barışçıl amaçlarla kullanıldığından emin olmak isteyen diğer ülkeler konuyu Birleşmiş Milletlere taşımışlardır. 18 Aralık 1958 tarihinde toplanan Birleşmiş Milletler Genel Kurulu 1348 (XIII) sayılı karar ile uzayın barışçıl amaçla kullanılmasının önemini vurgulamış ve bu amaçla da Birleşmiş Milletler Dış Uzayın Barışçıl Amaçlarla Kullanımı Komitesi'nin (UNCOPUOS) kurulmasına karar vermiştir. Bu komite 1959 yılında faaliyete geçmiştir. Kısaca amacı tüm insanlık yararına uzayın keşfi ve kullanımına yönelik çalışmaları izlemek ve işbirliği çabalarını koordine etmek-



Şekil 1. Elektromanyetik Spektrum (NASA, 2021)

tir. Bu komite Türkiye’de UBAKK (Uzayın Barış-
çıl Amaçlarla Kullanılması Komitesi) olarak bi-
linmektedir. Bu komitenin faaliyetleri Birleşmiş
Milletler Uzay İşleri Ofisi (UNOOSA - United

Nations Office of Outer Space Affairs) tara-
findan yürütülmektedir (Ekşi ve diğ., 2019; Yal-
cın, 2016).

Tablo 1. Uzayın Keşfindeki Önemli Dönüm Noktaları (Ekşi ve diğ., 2019)

Tarih	Olay	Ayrıntılar	Ülke veya ajans
04 Ekim 1957	İlk uydu	Sputnik 1	SSCB
03 Kasım 1957	Uzaya gönderilen ilk hayvan	Laika adlı köpek Sputnik 2 ile	SSCB
14 Eylül 1959	Sert araziye iniş (Ay) yapan ilk uzay aracı	Luna 2	SSCB
07 Ekim 1959	Ay’ın karanlık tarafının ilk fotoğrafları	Luna 3	SSCB
01 Nisan 1960	İlk uygulama uydusunun gönderilmesi	TIROS 1 (hava tahmin uydusu)	ABD
11 Ağustos 1960	Dünya yörüngesinden geri dönüş	Discoverer 13 (Corona keşiflerinin bir parçası) uydu programı)	ABD
12 Nisan 1961	Dünya yörüngesindeki ilk insan	Yury Gagarin Vostok 1 ile	SSCB
14 Aralık 1962	Diğer bir gezegenden (Venüs) ilk bilgilerin alınması	Mariner 2	ABD
16 Haziran 1963	Uzaydaki ilk kadın	Valentina Tereshkova Vostok 6 ile	SSCB
26 Temmuz 1963	Coğrafi bölgede faaliyet gösteren yörüngedeki ilk uyku	Syncom 2 (telekomünikasyon uydusu)	ABD
18 Mart 1965	Uzaydaki ilk yürüyüş	Aleksey Leonov Voskhod 2 ile	SSCB
14 Temmuz 1965	Mars’a gönderilen uzay aracından ilk fotoğraflar	Mariner 4	ABD
03 Şubat 1966	Aya yumuşak iniş	Luna 9	SSCB
24 Nisan 1967	Uzay çalışmalarındaki ilk kayıp	Vladimir Komarov Soyuz 1 ile	SSCB
24 Aralık 1968	Ay yörüngesindeki ilk insan	Frank Borman, James Lovell, ve William Anders Apollo 8 ile	ABD
20 Temmuz 1969	Ay’da ilk insan yürüyüşü	Neil Armstrong Apollo 11 ile	ABD
24 Eylül 1970	İnsansız uzay aracı ile ay örneklerinin geri getirilmesi	Luna 6	SSCB
15 Aralık 1970	Diğer bir gezegene (Venüs) ilk iniş	Venera 7	SSCB
19 Nisan 1971	İlk uzay üssünün fırlatılması	Salyut 1	SSCB
13 Kasım 1971	Mars yörüngesine ilk uzay aracının gönderilmesi	Mariner 9	ABD
02 Aralık 1971	Mars’ın yumuşak yüzeyine ilk uzay aracı	Mars 3	SSCB
03 Aralık 1973	Jüpiter’e ilk uzay aracı gönderilmesi	Pioneer 10	ABD
17 Temmuz 1975	Uzaydaki ilk kenetlenme	Apollo ve Soyuz uzay aracı arasında ApolloSoyuz Test Projesi sırasında	ABD, SSCB
20 Temmuz 1976	Mars’tan ilk fotoğraflar	Viking 1	ABD
01 Eylül 1979	Satürin’e ilk uzay aracının gönderilmesi	Pioneer 11	ABD
12-14 Nisan 1981	Uzaya gönderilen ve geri gelen ilk uzay aracı	Columbia uzay aracı	ABD
24 Ocak 1986	Uranus’a ilk uzay aracı gönderilmesi	Voyager 2	ABD
13 Mart 1986	Kuyrukuydüzün çekirdeğine yakın geçen ilk uzay aracı	Halley Kuyrukdu yıldızındaki Giottoya	ABD
24 Ağustos 1989	Neptün’e ilk uzay aracının gönderilmesi	Voyager 2	ABD
25 Nisan 1990	Uzaya ilk teleskop gönderilmesi	Hubble Uzay Teleskobu	ABD
07 Aralık 1995	Jüpiter yörüngesindeki ilk uzay aracı	Galileo	ABD
02 Kasım 2000	Uluslararası uzay üssüne ilk ekibin gönderilmesi	William Shepherd, Yury Gidzenko, ve Sergey Krikalyov	ABD, Rusya
14 Şubat 2000; 12 Şubat 2001	İlk kez asteroidin yörüngesine (2000) bir uzay aracının yerleştirilmesi sonra yüzeyine (2001) uzay aracının indirilmesi	EROS adlı asteroidde NEAR	ABD
21 Haziran 2001	Özel olarak finanse edilen ilk kişisel suborbital yükseklikteki uzay aracı 100 km’nin üzerinde (62 mil)	Mike Melvill SpaceShipOne	Mojave Havacılık Girişimler (ticari ortak girişim)
01 Temmuz 2004	Satürin yörüngesindeki ilk uzay aracı	Cassini-Huygens	ABD, Avrupa Uzay Ajansı, İtalya
14 Ocak 2005	Bir başka gezegenin uydusuna ilk iniş (Satürn uydusu Titan)	Cassini-Huygens uzay aracının roketi Huygens	ABD, Avrupa Uzay Ajansı, İtalya
13 Haziran 2010	Asteroide ait örneklerin dünyaya getirilmesi	Hayabusa	Japonya
17 Mart 2011	Merkür yörüngesindeki ilk uzay aracı	Messenger	ABD

yaptığı toplam harcama oranı ise 70,8 milyar dolar olarak belirtilmiştir. Önümüzdeki on yıl boyunca, dünya uzay bütçelerinin orta vadede büyüme eğilimini sürdüreceği ve 2024 yılına kadar tahmini 84,6 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir (Seminari, 2019). Yaklaşık 71 milyar dolarlık küresel uzay bütçesinin, 276 milyon doları yani %0,39'u Türkiye'ye aittir.

40,096
United States**

3,158
France

2,161
Germany

2,115
European Union

1,127
Italy

5,833
China

3,056
Japan

4,170
Russia

25
Ireland

125
Norway

127
Sweden

58
Finland

47
Denmark

90
Poland

28
Belarus

28
Ukraine

73
Azerbaijan

50
Kazakhstan

13
Slovenia

12
Hungary

59
Czech Rep.

76
Austria

62
Romania

202
Switzerland

300
Spain

28
Portugal

5,279
ESA & Eumetsat

22
Greece

88
Luxembourg

143
Netherlands

247
Belgium

894
United Kingdom

10
Mexico

33
Venezuela

83
Nicaragua

44
Bolivia

110
Argentina

122
Brazil

276
Turkey

177
Egypt

165
Saudi Arabia

142
Iran

186
Oman

383
UAE

77
Israel

61
Pakistan

1,493
India

170
Laos

70
Bangladesh

30
Thailand

10
Malaysia

29
Singapore

205
Indonesia

272
Australia

45
Vietnam

593
South Korea

35
Taiwan

80
Morocco

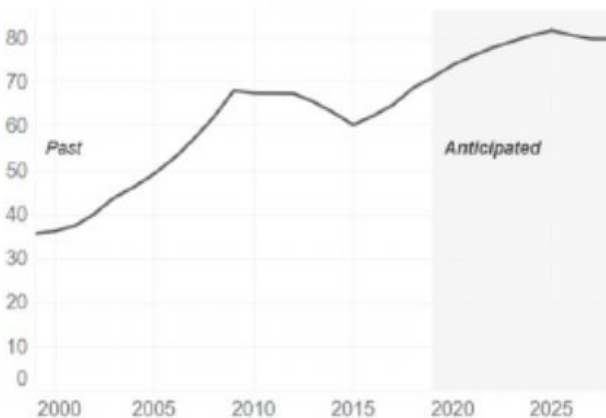
75
Algeria

48
Nigeria

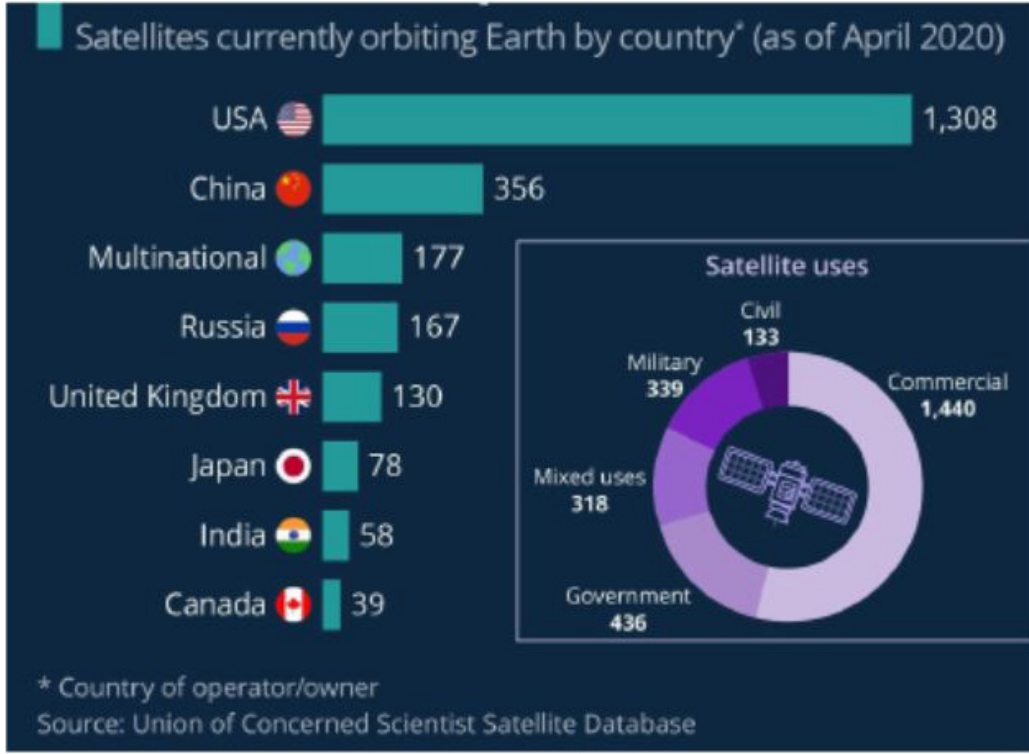
42
Angola

36
South Africa

WORLD GOVERNMENT SPACE EXPENDITURES, USD billions
1999 - 2028



Year	Civil (Billions)	Defense (Billions)
2000	20	15
2005	25	22
2009	35	33
2015	37	23
2020	45	30
2024	48	34
2025	50	30



Şekil 3. Uzayda En Fazla Uydusu Olan Ülkeler (statista.com, 2020)

Önemli Kuruluşlar: Dünya ülkelerinde uzay keşifleri için bilimsel çalışmaların yapılması, projelerin üretilmesi için kurulmuş olan organizasyonlar şunlardır (NASA, 2021/b);

- Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi-NASA
- Rusya Federal Uzay Ajansı-Roskosmos,
- Avrupa Uzay Ajansı-ESA,
- Japonya Uzay Araştırma Ajansı-JAXA
- Kanada Uzay Ajansı-CSA

Bazı Önemli Hususlar ve Yapılmakta Olan Çalışmalardan Kısa Başlıklar:

• **Roketler** oldukça pahalı sistemlerdir. Örneğin; yüksek menzil kabiliyetine sahip bir uçak 50 milyon dolar ya da ortalama bir roket yaklaşık 50 milyon dolar maliyetindedir. Ayrıca 2010'lu yıllara kadar kullanılan konvansiyonel tip roketler bir kere kullanılmakta olduğunda dolayı maliyetler tekrar etmekte idi. Bu alanda yapılan iyileştirmelerden önemli birisi, tekrar kullanılabilen roket teknolojisidir. Bu alanda öncü çalışmalar Amerikan meşeli SpaceX şirketi tarafından yürütülmektedir ve çalışmalar büyük yol kat edilmiş durumdadır. Bunun dışında NASA'nın da tekrar kullanılabilen bir sistemi geliştirme çalışmaları da bulunmaktadır.

Bu çalışmaların birçoğu uluslararası niteliğe sahip olup birçok ülke de bu çalışmalara destek vermektedir. Uzay çalışmaları uluslararası bir konu olmasından dolayı çok uluslu ve çok disiplinli bir çalışma ortamıdır (AA, 2018).

• **Uzay yolculuklarının** süresi hem mürettebatın psikolojik hem de fizyolojik sağlığını doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı yolculukların süresinin kısılması ile uzay radyasyonuna maruz kalma süresi de düşürülecektir ancak nükleer reaktörden çıkan radyasyonun uzay aracının içindeki olası etkisi hâlâ bir risk kaynağı olarak belirsizliğini korumaktadır (BBC, 2021).

• Yapılan araştırmalarda uzay radyasyonunun "**radyasyon hastalığı**", merkezi sinir sistemi sorunları ve dejeneratif hastalıklarla kanser riskini artırabileceğine dair kanıtlar bulunmuştur. mDolayısıyla dışarıda ne kadar çok kalınacak olursa, işlerin yanlış gitme riski de o kadar artacaktır (BBC, 2021; NASA, 2021). Şekil 1'de elektromanyetik spektrum kanakları ve değerleri verilmiştir.

• 2035'e kadar Mars'a astronot göndermeyi hedefleyen NASA, bu yolculukta **nükleer roket** kullanma seçeneğini değerlendirmektedir.

Mevcut teknolojiyle Mars'a insansız uzay yolculuğu en az 7 ay sürmektedir. İnsanlı yolculukta bu süre en az 9 aya çıkmaktadır. Seattle merkezli Ultra Safe Nuclear Technologies (US-NC-Tech) şirketi ise üzerinde çalıştığı, **Nükleer Termal Tahrik (NTP)** sistemli bir motorla bu sürenin üç aya düşürülebileceğini iddia etmektedir (BBC, 2021).

- Bugün roketlerin çoğu kimyasal motorlarla çalışmaktadır. Bu motorlarla da Mars'a gidilebilir ancak bu uzun zaman almaktadır. Gidiş-geliş en az 3 yıl sürmektedir. NASA, Mars'a daha hızlı gitmeyi planlamaktadır. Bu durumda ekibin dış uzayda geçirdiği süre asgariye indirilmiş olacaktır (BBC, 2021).

- NTP uzay aracının doğrudan dünyadan fırlatılmayacağını, kimyasal motorla yörüngeye taşınan **nükleer reaktörün** buradan ateşlenebileceği belirtilmektedir. NTP sisteminde ısının uranyum yakıtından elde edildiği bir nükleer reaktör kullanılmaktadır. Bu termal enerji, sıvı iticiyi (genellikle sıvı hidrojen) ısıtmaktadır. Isıtma sonucu sıvı, gazla dönüşerek itme kuvveti oluşturulmaktadır. NTP roketlerinin itme kuvveti, kimyasal roketlerin itme kuvvetinin iki katına yakındır (BBC, 2021).

- 20 Aralık 2019 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri dünyada ilk olarak Hava Kuvvetlerine bağlı Uzay Kuvvetleri Komutanlığı adında bir birim oluşturmuştur (USSF Mission, 2021). Ardında Fransa da bu yarışa katılarak hava ve uzay kuvvetlerini kuracaklarını belirtmiştir (Sputnik, 2020)

- Uzay yolculuğunun maliyetini azaltmak ve uzaydaki bulunan atık roket ve uydu kirliliğini engellemek amacıyla tekrar kullanılabilen roketler üzerine yıllardır çalışmalar yapılmakta ve bunu Amerikalı SpaceX firması "Falcon 9" isimli roketi ile başarmıştır. 550 ton ağırlığında iki kademeli olarak tasarlanan roket, Marsa 4 ton faydalı yük taşıyabilme yeteneğine sahiptir. NASA'dan alınan mali destek ile başlanılan proje tamamlanarak ilk başarılı fırlatma 2010 yılında yapılmıştır. Falcon 9 roketi 8 kez uzay görevi yaparak tekrar kullanım rekorunu da kırmış bulunmaktadır (Cuthbertson, 2021; SpaceX, 2021).

- Uluslararası Uzay İstasyonu (UÜİ), ilk par-

çaları 1998 yılında uzaya gönderilen UÜİ aslında içinde mürettebat barındırabilen büyük bir uydudur. İlk mürettebatını 2000 yılında kabul eden UÜİ, o günden beridir kesintisiz olarak bilim insanlarını barındırmaktadır. UÜİ projesi yukarıda isimleri belirtilen beş katılımcı uzay ajansı tarafından gerçekleştirilen bir uluslararası projedir (NASA, 2021/b).

- NASA'nın Mars keşif programı dahilinde uzun soluklu son görevi olan "Mars Perseverance Mission" 18 Şubat 2021 tarihinde Mars'a başarılı bir şekilde iniş yaptı. Temmuz 2020'de uzaya gönderilen Perseverance (Azim) isimli aracın görevi geçmişte yaşamış mikroskobik canlıların izini sürerek ileride insan yaşamına uygunluğu test etmek. Görevin hedefi Mars'ta bulunan Jezero Krateri'nden numuneler almak suretiyle 1 Mars yılı (687 dünya günü) boyunca incelemeler yaparak 2030'lu yıllarda dünyaya geri dönmek. ABD bu görev ile Marsa 9 kez başarılı şekilde araç gönderen tek ülke olma özelliğini kazandı (NASA, 2021/c; Hürriyet, 2021).

ÜLKEMİZDEKİ UZAY ÇALIŞMALARI VE ÖNEMİ

On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)'nin 107 sayfasında *"Ülkemizin havacılık ve uzay alanında küresel rekabette konumunun güçlendirilmesi sağlanacaktır. Milli Uzay Programı hazırlanarak uygulamaya konulacaktır. Türkiye Uzay Ajansının kurumsal kapasitesi geliştirilerek etkinliği artırılacaktır."* ifadelerine yer verilmiştir. Uzay çalışmaları insanlığın geleceği açısından yeni bir mücadele ve muharebe alanıdır. Bu bağlamda ülkemizin ve insanlığın güvenliğinin sağlanması için vazgeçilmez bir neme sahiptir.

Savunma Sanayi'nde devam eden uydu ve yer istasyonu projeleri dikkate alındığında uydu platformları, görev yükleri, yer kontrol istasyonları ve terminalleri ile **fırlatma araçları** gibi faaliyet alanlarında **TUSAŞ, ASELSAN, ROKETSAN** ve **TÜBİTAK** gibi firma ve kurumlarla çalışılmaya devam edilmektedir. Ülkemizdeki gelişmeler ve ihtiyaçlar dikkate alınarak uydu ve uzay sektöründe hangi ürünlerin geliştirilmesi gerektiği ortaya konulmaktadır (SSS-SD, 2018-2022).

Uydu/uzay sistemlerinin geliştirilmesi ve üretilebilmesi için yüksek maliyetli altyapı ya-

tırımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan alt yapı yatırımlarının ekonomik getirilerinin, projeler başladıktan uzun yıllar sonra gerçekleşmesi sebebiyle, uydu/uzay sistemlerinin geliştirilmesi yüksek maliyetli projeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla, ülke kaynakları ile geliştirilen ve uzay şartlarında başarıyla çalıştırılarak tarihçe kazandırılan ürünlerin planlanan tedarik projelerinde kullanılması önem arz etmektedir. Uydu/uzay sistemlerinin geliştirilmesi için planlanan projelerde, yakın zamanda ülkemize kazandırılan **Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi'nin, Optik Mükemmeliyet Merkezi'nin** (OPMER) ve diğer mevcut altyapıların azami şekilde kullanılması gerekmektedir.

Uydu/uzay sektörünün sürdürülebilirliği ve uluslararası alanda rekabet edilebilmesinin tarihçe kazandırılmış ürünlerin arttırılması ile mümkün olacağı değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda sistem/alt sistem tasarımı, üretimi ve test faaliyetlerinin desteklenmesi, maliyeti etkin çözümlerle deneysel uyduların uzaya gönderilmesi süreçlerine yön verilecek ve gerekli destekler sağlanacaktır.

Savunma sanayinin sektör bazında 2016 yılı savunma ve havacılık ciro dağılımı Şekil 5'de

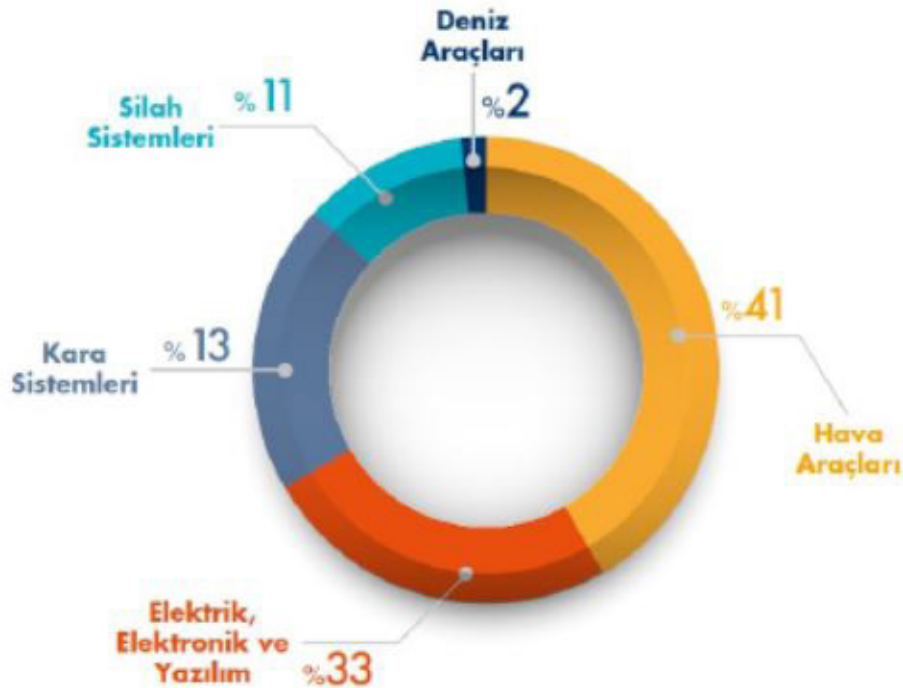
gösterilmiştir. Net satış rakamları bazında **havacılık ve uzay sektörleri** ile elektrik-elektronik ve yazılım sektörünün başı çektiği görülmektedir. Bunun bir nedeni, ilgili sektörlerde ASELSAN ve TUSAŞ gibi yüksek cirolu TSKGV iştiraki firmalarının yer almasıdır. Vakıf firmaları ciro bazında savunma sektörünün yaklaşık %50'sini temsil etmektedir (SSSSD, 2018-2022). EK-2'de 2018- 2022 Savunma Sanayii Sektörel Strateji dokümanında belirtilen sektörel stratejik amaçlar, hedefler ve faaliyetler verilmiştir.

Japonya Kyushu Teknoloji Enstitüsü ve İstanbul Teknik Üniversitesi işbirliği protokolü kapsamında UBAK-USAT küp uydusu üretilmiş ve 02.04.2018 tarihinde Falcon roketi ile fırlatılmıştır. Deneysel Haberleşme Uydusu uzaydaki Haziran 2020 görevini atmosfere girmek suretiyle tamamlamıştır (Baygeldi, 2018).

Konuyla ilgili Hedefler, Kurumlar ve Çalışmalar:

Türkiye 1994 yılında ilk uydusu TÜRKSAT 1A'yı uzaya fırlatmış, ancak roketteki arıza nedeniyle uydu kısa süre sonra okyanusun sularına gömülmüştü. Fakat aynı yıl TÜRKSAT 1B uydusu yörüngeye oturtulmuştur. O zamandan bu yana Türkiye uydu çalışmalarına devam et-

Şekil 5. Sektör Bazında 2016 Yılı Savunma ve Havacılık Ciro Dağılımı (SSSSD, 2018-2022)

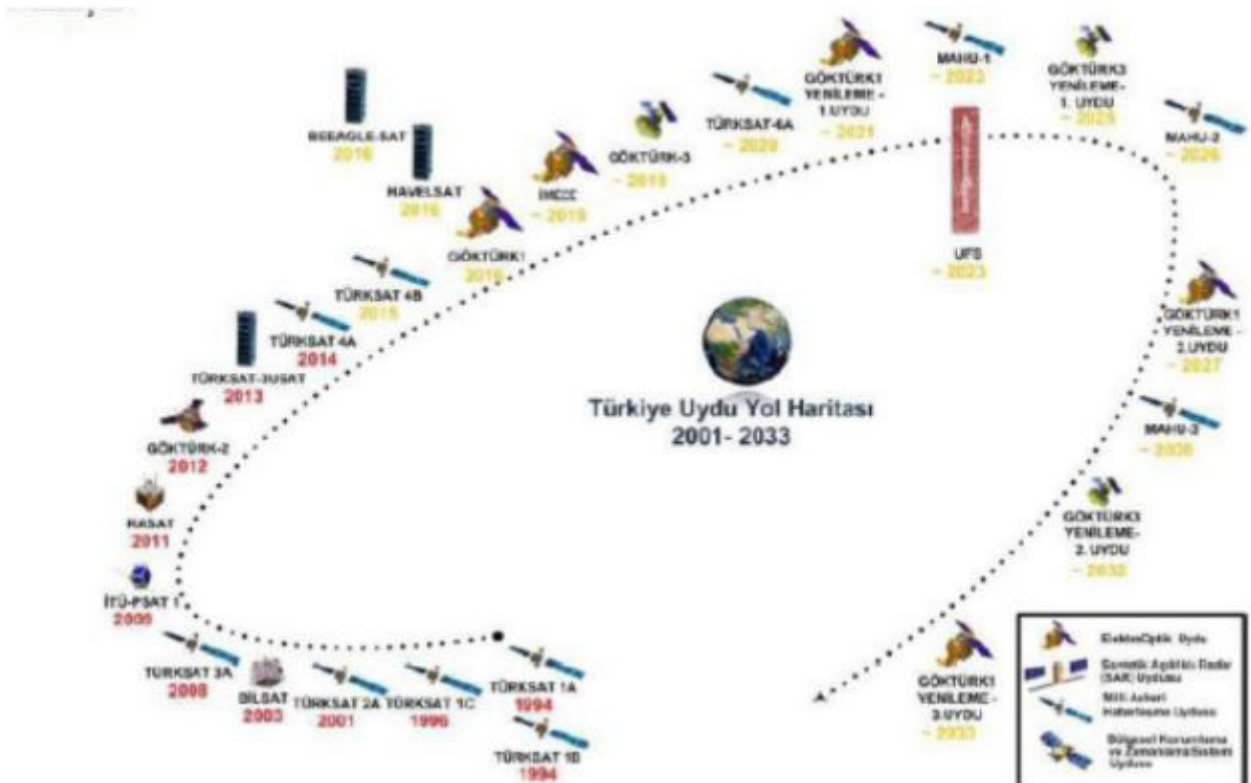


mektedir. Uzayda uydu sahibi olan 30 ülkeden biri olan Türkiye'nin; üçü haberleşme (TÜRK-SAT-3A, TÜRK-SAT-4A, TÜRK-SAT-4B) ve üçü de gözlem (GÖKTÜRK-1, GÖKTÜRK-2 VE RASAT) olmak üzere aktif 6 uydusu bulunmaktadır. Türkiye'nin TÜRK-SAT-1B, TÜRK-SAT-1C, TÜRK-SAT-2A isimli 3 haberleşme uydusu ve BİLSAT isimli 1 gözlem uydusu olmak üzere toplam 4 uydusu ömrünü tamamlamıştır. Türkiye'nin ilk yerli ve milli uydusu olan RASAT, 2011 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir. 2020 yılında ise İMECE² adlı uydunun yörüngeye yerleştirilmesi planlanmaktadır (Ekşi ve diğ., 2019). 1994-2033 yılları arasında ülkemizin uydu yol haritası Şekil 6'da gösterilmiştir.

Ayrıca en yeni haberleşme uydumuz olan TÜRK-SAT-5A, AIRBUS'ın Fransa'nın Toulouse şehrindeki tesislerinde üretilerek SpaceX şirketinin Cape Canaveral'daki fırlatma merkezinden FALCON 9 roketi ile 8 Ocak 2021 tarihinde başarılı bir şekilde fırlatıldı ve ilk sinyal alındı.

2021'in 2 çeyreğinde yörüngesine oturarak görevine başlaması planlanan TÜRK-SAT-5A Türkiye'nin 7 aktif uydusu olmuş olacak. TÜRK-SAT-5B uydusunun 2021 Haziran ayında ve TÜRK-SAT-6A uydusunun da 2022 yılında fırlatılması planlanmaktadır (Türksat, 2021; Hürriyet, 2021/b).

Şekil 6. 1994-2033 Yılları Arası Türkiye Uydu Yol Haritası (Aslan, 2017)



² Türkiye'nin yerli ve milli gözlem uydusu İMECE, 70 milyon doların üzerinde bir projedir. Bu projede 2 yıllık bir gecikme söz konusudur (AA, 2020).

2018 yılında kurulmuş olan Türkiye Uzay Ajansı, uzay alanında birikmiş kabiliyetlerimizi tek çatı altında koordine etmek ve bu alanda yeni, güçlü bir sinerji oluşturmayı amaçlamıştır. Ajans, kamu kuruluşlarından özel sektöre, üniversitelerden uluslararası ortaklara kadar tüm paydaşların katkılarıyla Milli Uzay Programı'nı hazırlamıştır. Milli Uzay Programında, Türkiye'nin uzaydaki 10 yıllık vizyon, strateji, hedef ve projeleri yer almaktadır. TUA'nın çalışması ve lasmanın özeti **"Gökyüzüne Bak Ay'ı Gör"**³ ifadesinde yatmaktadır (Sanayi Bakanlığı, 2021).

Türkiye Uzay Ajansı'nın Stratejik 10 Hedefi: Milli Uzay Programı ile belirlenen stratejik 10 hedef aşağıdaki gibidir (Sanayi Bakanlığı, 2021):

1. Ay Görevi: Cumhuriyet'in 100'ncü yılında uluslararası iş birliği ile yakın Dünya yörünge-sinde ateşlenecek milli ve özgün hibrit roketle Ay'a sert iniş gerçekleştirilecek. İkinci aşamada, ilk fırlatma bu kez milli roketle yapılacak ve Ay'a yumuşak iniş gerçekleştirilecek.

2. Yerli Uydu: Yeni nesil uydu geliştirme alanında dünya ile rekabet edebilecek ticari bir marka ortaya çıkartılacak. Türkiye'nin uydu üretim kabiliyeti, Türkiye Uzay Ajansı'nın koordinasyonunda kurulacak olan tek bir milli şirket bünyesinde birleştirilecek.

3. Bölgesel Konumlama: Türkiye'ye ait bölgesel konumlama ve zamanlama sistemi geliştirilecek. Bu konuda kritik teknolojilere güdümlü projeler yoluyla yatırım yapılacaktır.

4. Uzay Limanı: Uzaya erişimi sağlamak amacıyla bir uzay limanı işletmesi kurulacaktır. Türkiye için en uygun fırlatma alanı ve teknolojisi belirlenecek. Fırlatma tesis altyapısı oluşturulacaktır.

5. Uzay Havası: Uzay havası veya meteorolojisi olarak tabir edilen alana yatırım yapılarak uzaydaki yetkinlik arttırılacaktır. Özellikle

iyonosfer araştırmaları desteklenecek. Uzay havası gözlemlerini toplayan bir birim oluşturulacaktır.

6. Uzay Nesneleri: Türkiye, astronomik gözlemler ve uzay nesnelerinin yerden takibi konularında daha yetkin bir konuma getirilecek. Radyo teleskoplarıyla bilim insanları, uzaydan gelen radyo dalgaları üzerinde çalışabilecek. Aktif uydular ve uzay çöpleri yerden ve uzaydan izlenecek.

7. Uzay Sanayisi: Uzay alanında sanayi kümelenmesi ile entegre çalışmalar yürütülecek. Uzay teknolojisi ürünleri ve hizmetleri ihraç edilecek. Yüksek nitelikli insan kaynağı için istihdam oluşturulacaktır.

8. Uzay Teknolojileri Geliştirme Bölgesi: ODTÜ ile birlikte yerli ve yabancı yatırımcılarla ev sahipliği yapacak bir uzay teknoloji geliştirme bölgesi kurulacaktır. Uygun teşvik mekanizmalarıyla uzay alanına devşirilebilecek yeteneklere sahip KOBİ'lerin bu bölgede yer alması sağlanacaktır.

9. Uzay Farkındalığı: Uzay alanında etkin ve yetkin insan kaynağını geliştirmek amacıyla uzay farkındalığı oluşturulacaktır. Net olarak tanımlanmış alanlarda yüksek lisans ve doktora bursları verilecek. Ulusal, uluslararası yaz okulları, kurslar ve çalıştaylar organize edilecek.

10. Türk Astronot: Bir Türk vatandaşı, bilim misyonuyla uzaya gönderilecek. Böylece Türkiye, uluslararası uzay istasyonunun altyapısından yararlanarak bilimsel deney yapma imkanına kavuşacaktır. Türkiye'nin uzay alanında görünürlüğü artacaktır.

Türkiye Uzay Ajansı'nın Yaptığı Protokoller:

• Türkiye Uzay Ajansı koordinasyonunda TUSAŞ, TÜRKSAT ve TÜBİTAK UZAY arasında "Milli Uydu Üretim Şirketi Kurulmasına İlişkin Protokol" imzalandı.

• Türkiye Uzay Ajansı ile İstanbul Teknik Üniversitesi arasında "Havacılık ve Uzay Teknolojileri Alanlarında Bilimsel ve Teknolojik İş Birliği Protokolü" imzalandı.

³ 5 şubatta Göbeklitepe yakınlarında bulunan gizemli monolitte, Göktürk alfabesiyle **"Gökyüzüne bak, Ay'ı gör"** ifadesi yer almıştı. Programda LED ekranda metal bloğun görseline yer verildi. Monolit, Milli Uzay Programı'nın tanıtımına yönelik dikilmiştir (Sanayi Bakanlığı, 2021).

- Türkiye Uzay Ajansı, Sabancı Üniversitesi ve TÜBİTAK Uzay arasında "Artırılmış X-Işını Zamanlama ve Polarimetri Uydusu Geniş Alan İzleme Uygulama Yazılımı Proje Sözleşmesi" imzalandı.

- Türkiye Uzay Ajansı, Ortadoğu Teknik Üniversitesi ve ODTÜ Teknokent arasında kurulacak "Uzay Teknoloji Geliştirme Bölgesinde Ortak Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme Çalışmaları Yapılması ve İşbirliği Protokolü" hakkında oldu (Sanayi Bakanlığı, 2021).

Bazı Diğer Önemli Hususlar:

- Türkiye Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-UZAY) ve sivil havacılığı düzenleyen bir kamu kuruluşu olan Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, bütçelerinin %20'sini ajansa yönlendirmiştir. 2019 resmi bütçelere göre, bu tutar tek başına yaklaşık 30 milyon TL'ye (5,7 milyon ABD Doları) ulaşacaktır (Nature, 2019). TUA'nın 2021 yılı bütçesi 38.071.000 TL olarak verilmiştir (Resmi Gazete, 2020).

- 2000'lere doğru Türkiye'de '**uzay alanında ürün geliştirilsin**' şeklinde bir yaklaşım söz konusuydu. İlk uydu (TURKSAT) 1994 yılında satın alındı. Sonrasında 2005 yılı önemli bir dönüm noktasıdır. **Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu** bir uzay programı yayınladı. Bu programın çok önemli bir tarafı vardır. Burada alınan kararlardan hayata geçenler var. Mesela GÖKTÜRK-2 projesi, bu kapsamda bir çalışmaydı. Onun dışında halihazırda yürütülen uydu projelerimiz bulunmaktadır (AA, 2018).

- Sadece TÜBİTAK aracılığıyla son 18 yılda uydu, uzay, fırlatma sistemleri, uzay ekipmanları konularında kamu ve akademi dünyasında 56 projeye 2,1 milyar lira kaynak sağlanmıştır (Munyar, 2021).

- Türkiye'de 2,5 tonluk bir aracı dünya yörüngesine çıkaracak bir fırlatma teknolojisi bulunmaktadır (Sanayi Bakanlığı, 2021).

- Ülkemiz coğrafi konum olarak ağır yükleri uzaya çıkarmakta ticari olarak rekabetçi bir konumda değil. Dolayısıyla uzay limanı işletmesinde 2 hedef gözetilmektedir. Biri 100 kiloya kadar uyduları kendi ülkemizden kendi roketlerimizle uzaya çıkarabilecek **bir fırlatma üssü kurmak**, ikinci hedefimiz ise uluslararası iş

birliğiyle coğrafi konum olarak daha avantajlı bölgede uluslararası iş birliği yaparak bir uzay limanı işletmesi kurmak. Ekvator'a yakın bir ülkeyle ortak **uzay limanı işletmesi** kurmayla ilgili çalışmalar devam ettirilmektedir. Hedef 10 yıl içinde bunun başarılmasıdır (Sanayi Bakanlığı, 2021).

- 2023 yılında ayla ilk temasın gerçekleştirilmesi, 2028'de ise aya **yumuşak iniş** yaparak bir uzay aracının ay yüzeyine indirilmesi planlanmaktadır. 2023 yılında öncelikle uluslararası iş birliğiyle uzay aracını dünya yörüngesine çıkarmak ve uzay aracının hızını aldıktan sonra kendi milli hibrit motorumuzla aya ulaşmak (Sanayi Bakanlığı, 2021).

- **Hibrit roket teknolojileri** alanında Ar-Ge ve üretim gerçekleştirmek için **DELTA V Uzay Teknolojileri A.Ş.** kurulması çalışmaları gerçekleştirilmiştir (SSSSD, 2018).

- Savunma, güvenlik, havacılık ve uzay alanlarında çalışan yan sanayi ve KOBİ'lerin ortak bir alanda bir araya getirilerek, bu alandaki yurt dışı bağımlılığımızın azaltılması ve teknolojik ürün ihracatımızın artırılması amacıyla SSB'nin %60 ortaklığı ile Ankara Kahramankazan mevkiinde TUSAŞ yerleşkesinin bitişiğinde yer alan yaklaşık 730 hektarlık alanda, **"Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas Organize Sanayi Bölgesi (HAB)"** kurulma çalışmaları tamamlanmıştır (SSSSD, 2018).

- **Uydu Çalışmaları:** Esasen, ülkemizin kozmik rekabetteki mücadelesi 1985'ten bu yana sürmektedir. 2012 yılında uzaya fırlattığımız istihbarat uydumuz GÖKTÜRK-2 bunun ilk örneklerinden biridir. Şimdi GÖKTÜRK-3 için çalışılmaktadır (Sanayi Bakanlığı, 2021).

- **İMECE Uydusu:** TÜBİTAK UZAY tarafından geliştirilen, yerli ve milli yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydumuz İMECE'nin de entegrasyon işlemleri tamamlanmış, testleri devam etmektedir. 2022 yılında bu uydumuzun da uzaya fırlatılacağı öngörülmektedir. İMECE yörüngeye yerleştiğinde, tüm kurumlarımızın görüntü ihtiyacını karşılayacak metre altı çözünürlükteki ilk milli gözlem uydumuz olacaktır (Sanayi Bakanlığı, 2021).

- **TÜRKSAT 6-A Uydusu:** Yerli ve millî im-

kanlarla ürettiğimiz ilk haberleşme uydumuz TÜRK SAT 6-A'nın, 2022'de uzaydaki yörüngesine yerleştirilmesi planlanmaktadır.

Teleskop Çalışması: Ülkemizin modern anlamdaki ilk gözlemevi olan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, Türkiye'nin en büyüğü olan 1,5 metre çapında bir teleskoba sahiptir. Erzurum'da, Karakaya Tepeleri üzerinde, 3170 metre yükseklikte Doğu Anadolu Gözlemevi inşa edilmektedir. Bu tesis tamamlandığında, 4 metre çapında Türkiye'nin en büyük optik ve ilk kızılötesi teleskobu devreye alınmış olacaktır (Sanayi Bakanlığı, 2021).

11 SONUÇ

Teknolojideki ilerlemeler sonucu ancak 20 yüzyılda görünenin ötesine geçmiş olan bu arayış, uzay uçuşlarının gerçekleştirilmesi ile birlikte evrenin geri kalanını keşfetme imkanı sunmuştur (Ekşi ve diğ., 2019). Bu bağlamda aşağıdaki hususlar önem arz etmektedir⁴.

- En gelişmiş ülkeler uzayda yaşam merkezleri kurmak üzere çalışmalarını sürdürmektedir.
- Uzayın zorlu koşullarına (vakum, yüksek ve düşük sıcaklıklar, yıpratıcı ortam, uzay radyasyonu gibi) uygun malzeme geliştirmek ve imalat yapmak hayati öneme sahiptir.
- Birçok kişi uzaya yolculuk için yer ayırtmış, ödeme yapmış durumdadır.
- Uzay da maden aramaya yönelik çalışmalar başlamıştır. Sivil ticaret bu yöne kaymaktadır ve dünya da rekabet için bu yetenekleri kazanmak gerekmektedir.
- Bu kapsamda çalışmalara başlamanın en etkin yollarından biri de küçük uydu (özellikle küp uydu) geliştirme çalışmalarına katılmaktır.
- İlk uydu görevine yönelik olarak; uzay ortamı ve güneş etkinliklerine yönelik görev yükleri, uygun hassasiyette üretilecek uydu yapısı (mm boyutlarında özel imalat), radyasyona dayanıklı elektronik baskı devreleri, anten, enerji ve haberleşme sistemleri önemli çalışmalardır.

Neler Yapılmalı?

- Bu tür çalışmalar/projeler devlet politikası olarak düşünülmeli, öyle anlatılmalı ve benimseltilmelidir.
- 2000'li yılların başında %6,73'e kadar çıkan ileri teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içindeki payının, 2009'a kadar sürekli bir düşüşle %3-4 arasına sıkıştığı, izleyen yıllarda da

yüzde 3,4-3,9 arası oranlarda seyrettiği gözlenmektedir (Aktaş, 2020). Uzay çalışmalarını tamamlayıcı yüksek teknoloji yeteneğinin/kabiliyetinin geliştirilmesi elzemdir.

- 2018 yılında yaklaşık %1 düzeyinde olan Ar-Ge harcamalarının GSYH içindeki oranının 2023'te %1,8'e çıkarılması hedeflenmektedir⁵ (STS, 2019). Yaklaşık 10 yıldır dolar bazında Ar-Ge bütçesi %1'ler mertebesinde. Bu düzeydeki Ar-Ge harcamaları ile güçlü bir atılımın gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Ar-Ge bütçesinin 2023'de en az %2,5 düzeylerine çıkarılması gerekmektedir.

• Tarihçe kazandırılmış ürünlerin ihraç edilebilmesi de sektörün sürdürülebilirliği için büyük önem arz etmektedir. Sektör ihracatının artırılmasını teşvik etmek, desteklemek ve özendirmek için **KOBİ ve yan sanayi firmalarının desteklenmesi** de önemlidir. KOBİ ve yan sanayi firmalarının çalışma alanlarına göre **kritik teknolojilere yönelmeleri** ve bu alanlarda uzmanlaşmaları, sektörün gelişimi açısından göz önüne alınması gereken bir diğer husustur (SSSSD, 2018-2022).

- Bu doğrultuda her türlü bilgi ve teknoloji kaynağının kullanılması, yurt dışındaki pazarlara erişim imkânının oluşturulması, yeni ürünlerin geliştirilmesi için gerekli durumlarda yurt dışından uzay alanında faaliyet gösteren alt sistem ve ekipman seviyesinde tasarım-üretim yapan firmaların satın alınması da özendirilmelidir (SSSSD, 2018-2022).

• Uzayla ilgili önümüzdeki en önemli adım aya üs kurulmasıdır. Yani uzaya aydan açılmaktır (AA, 2018). **"Ay, uzaya/yıldızlara açılan kapı"dır (The Moon, Gateway to the Stars)⁶.**

- Uzay çalışmaları her ne kadar bilimsel olarak büyük bir önem arz etse de Amerika Birleşik Devletleri'nin ilk adımını attığı ulusal savunma açısından da önemli bir yere sahiptir.

⁴ Bu kısım İTÜ Uzay Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olan "Prof. Dr. Alim Rüstem Aslan'ın 2017 yılında IX. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı'ndaki sunumundan alınmıştır.

⁵ Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün (OECD) son verilerine göre Türkiye gayri safi yurtiçi hasılanının (GSYH) %1'ini Ar-Ge harcamalarına ayırmaktadır. OECD ülkelerinin ortalaması ise %2,4'dür. OECD'inin 2017 verilerine göre, Ar-Ge harcamalarına en fazla pay ayıran ülke %4,6 ile Güney Kore, onu %4,5 ile İsrail takip etmektedir. AB ülkelerinin payı ise %1,97'dir (Euronews.com, 2019).

⁶ <https://www.worldspaceweek.org/the-moon-gateway-to-the-stars/>
<https://govsat.lu/events/space-talk-the-moon-gateway-to-the-stars/>

Gerek anlık görüntüleme açısından gerekse uzay aracılığı ile karşılaşılabilecek saldırılara karşı bir önlem alınması gerekir.

- Uzaya kargo göndermek ve uzay turizmi aşamasına gelerek rekabet edebilmek için öncelikle Türkiye'nin uzay yarışında yerini alarak yetişmiş eleman eksikliğini azaltması ve sanayisini hızlı bir şekilde geliştirmesi gerekmektedir.

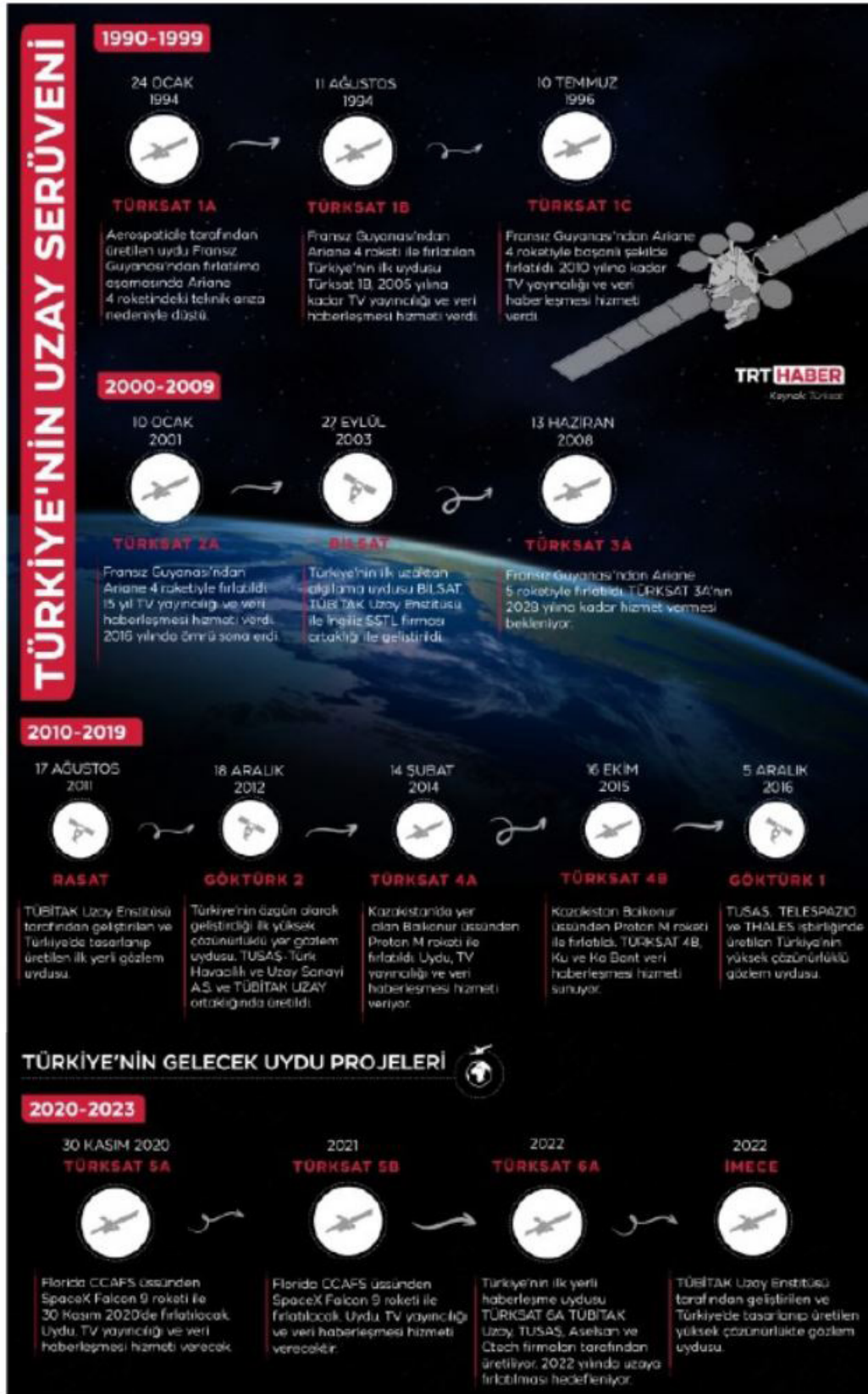
- Uzay araştırmalarına uluslararası arenada katılmak suretiyle kendi teknoloji birikimimize uluslararası birikimi katarak uzay çalışmalarında gelişmiş ülkeler seviyesine gelinmesi için daha proaktif çalışmalar yürütülmelidir.

- **Yeryüzünde adaleti tesis etmenin en kestirme ve emin yolu, gökyüzünde güçlü bir şekilde var olmaktır. Bunun da en kestirme yolu ayda olmaktır. Çünkü ay, uzaya açılan bir koridordur.**

- AA, "Prof. Dr. Aslan: Uzayla ilgili en önemli konu Ay'a üs kurulması", 08.10.2018, <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/prof-dr-aslan-uzayla-ilgili-en-onemli-konu-aya-us-kurulmasi/1275512>
- AA, "Sanayi ve Teknoloji Bakanı Varank: Cumhurbaşkanımız'ın gönlünden geçen bir kadın astronotun uzaya gitmesi", 10.02.2021, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/sanayi-ve-teknoloji-bakani-varank-cumhurbaskanimizin-gonlunden-gecen-bir-kadin-astronotun-uzaya-gitmesi/2139636>
- Ali Baygeldi, "Ülkemizde Uydu ve Uzay Teknolojileri Alanında Faaliyetler ve Türkiye Uzay Ajansı Kurulum Çalışmaları", Ulusal Astronomi Kongresi: UAK 2018, 3-7 Eylül 2018, Kayseri.
- Anthony Cuthbertson, "SpaceX, Falcon 9 roketinin yeniden kullanım sayısında rekor kırdı", 21 Ocak 2021, <https://www.indyturk.com/node/303816/bi%CC%87li%CC%87m/spacex-falcon-9-roketinin-yeniden-kullan%C4%B1m-say%C4%B1s%C4%B1nda-rekor-k%C4%B1rd%C4%B1>
- BBC, "NASA, Mars projesinde nükleer roket kullanabilir: Yolculuk süresi 3 aya inecek", 4 Şubat 2021, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-55933408>
- Euronews, "Türkiye'nin Ar-Ge harcaması ne kadar? En çok hangi ülkeler Ar-Ge'ye yatırım yapıyor?", 06/11/2019, <https://tr.euronews.com/2019/11/06/turkiye-nin-ar-ge-harcamasi-oecd-ortalamasinin-gerisinde-hangi-ulkeler-lider>, Erişim Tarihi: 16.02.2021.
- Hürriyet, "Perseverance nedir? NASA'nın keşif aracı Perseverance'nin görevleri ile ilgili bilgiler", 19.02.2021, <https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/perseverance-nedir-nasanin-kesif-araci-perseverancenin-gorevleri-ile-ilgili-bilgiler-41744019>
- Hürriyet, 2021/b, "TÜRK SAT 5A uydusu teknik özellikleri nedir? Türkiye'nin 7'nci uydusu uzayda", 08.01.2021, <https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/turksat-5a-uydusu-teknik-ozellikleri-nedir-turkiyenin-7nci-uydusu-uzayda-41709696>
- İrem Gül Ekşi, İrem Boztepe, Deniz Kurban, Leyla Özcan, İsmail Uçar, Kamil Burak Bilgin ve Önder Öztürk, "Uzay ve Tıp Neredeyiz? Ne Yapmalıyız?", Med J SDU 2019; 26(4): 498-504.
- John M. Logsdon, Space exploration, <https://www.britannica.com/science/space-exploration>, Erişim Tarihi: 15.02.2021.
- NASA, "Perseverance Overview", 2021/c, <https://www.nasa.gov/perseverance/overview>
- NASA, International Cooperation, 2021/b, https://www.nasa.gov/mission_pages/station/cooperation/index.html, Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- NASA, Why Space Radiation Matters, 2021/a, <https://www.nasa.gov/analog/nsrl/why-space-radiation-matters>, Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- NATO, "Science & Technology Trends 2020-2040", Exploring the S&T Edge, NATO Science & Technology Organization, March 2020.
- On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, s.107, Temmuz 2019
- Osman Yalçın, "Havacılık, Hava Gücünün Doğuşu Ve Birinci Dünya Savaşına Etkisi", Ankara Üniversitesi Türk İnkılâp Tarihi Enstitüsü Atatürk Yolu Dergisi, Sayı: 59, Güz 2016, s. 181-236
- Prof. Dr. Alim Rüstem Aslan, "İTÜ Uzay Mühendisliği Bölümü Sunumu", IX. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı, Mayıs 2017
- Resmi Gazete, "Ödenek Cetveli", <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/12/202012-B210.pdf>
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Türkiye'nin Uzay Yolculuğu Başlıyor", 09.02.2021/b, <https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/turkiyenin-uzay-yolculugu-basliyor>

- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı; "Gelecek için Uzak", 13.02.2021, <https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/gelecek-icin-uzay>
- Simon Seminari, "Op-ed | Global government space budgets continues multiyear rebound", November 24, 2019, <https://spacenews.com/op-ed-global-government-space-budgets-continues-multiyear-rebound/>
- Simon Seminari, "The Space Economy and its Socioeconomic Benefits" Sunumu, 2019/b.
- Sorularlailamiyet, "Hz. İbrahim'in Ay ve Güneşe önce Rabbim deyip, sonra batanları sevmem demesi, ismet sıfatıyla ters düşmez mi?", 06.06.2020, <https://sorularlailamiyet.com/hz-ibrahimin-ay-ve-gunes-once-rabbim-deyip-sonra-batanlari-sevmem-demesi-ismet-sifatiyla-ters>
- Space Talk – The Moon, Gateway to the Stars, Event On October 10th 2019, <https://govsat.lu/events/space-talk-the-moon-gateway-to-the-stars/>
- SpaceX, "Falcon 9", <https://www.spacex.com/vehicles/falcon-9/>, Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- Sputniknews, "Yarışa Fransa da katıldı: Potansiyel hasmane hamlelere karşı yeni uzay programına 4.3 milyar euro harcayacak", 24.07.2020, <https://tr.sputniknews.com/avrupa/202007241042520923-yarisa-fransada-katildi-potansiyel-hasmane-hamlelere-karsi-yeni-uzay-programina-43-milyar-euro/>, Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- SSSSD, 2018-2022 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı.
- Statista.com, "Infographic: The Countries with the Most Satellites in Space", <https://tr.pinterest.com/pin/253186810289898188/>
- STS, "2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi", 18 Eylül 2019
- Talip Aktaş, "İhracatta yüksek teknoloji ürünü payı yerinde sayıyor", 05 Şubat 2020, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/ihracatta-yuksek-teknolojili-urunun-payi-yerinde-sayiyor/461842>
- Tolga Erdem, "Uluslararası İlişkilerde Yeni Perspektif: Astropolitiğe Giriş", Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Haziran 2018 Cilt 20 Sayı 1(431-446)
- TRT Haber, Türkiye'nin uzay serüveni, 13 Ekim 2020, <https://www.trthaber.com/haber/infografik/turkiyenin-uzay-seruveni-522984.html>
- Türksat, Türksat 5A'dan ilk sinyal alındı, 08 Ocak 2021, <https://www.turksat.com.tr/tr/haberler/turksat-5adan-ilk-sinyal-alindi>
- USSF, "Mission", <https://www.spaceforce.mil/About-Us/About-Space-Force/Mission/>, Erişim Tarihi: 21.02.2021.
- Vahap Munyar, "Yeryüzündeki adaletin yolu gökyüzünde güçlü var olmaktan geçiyor", 11 Şubat 2021, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/yeryuzundeki-adaletin-yolu-gokyuzunde-guclu-var-olmaktan-geciyor/610542>
- World Space Week 2019, "The Moon: Gateway to the Stars", <https://www.worldspaceweek.org/the-moon-gateway-to-the-stars/>, Erişim Tarihi: 16.02.2021.

EK-1: Türkiye'nin Uzay Serüveni



Şekil E1. Türkiye'nin Uzay Serüveni (TRT Haber, 2020).

EK-2: 2018-2022 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dokümanı'nda belirtilen sektörel stratejik amaçlar, hedefler ve faaliyetler

Sektörel Stratejik Amaçlar-1:

1: Sürdürülebilir uydu ve uzay sektörü için teknoloji ve alt sistem sahipliği

Sektörel Hedefler:

1.1 Yurt içi imkân ve kabiliyet kazanılması amacıyla maliyet, kalite, performans, takvim vb. hususlar dikkate alınarak tedarik projelerinin öncelikli olarak yurt içi geliştirme modeli ile gerçekleştirilmesi,

1.2 Yurt içinde olmayan teknolojiler ile tasarımı yapılmayan/üretilmeyen alt sistemlerin sektöre kazandırılması,

1.3 Yurt içinde kazanılmış kabiliyetlerin devamlılığının sağlanması, yatırım tekrarı ve kaynak israfının önlenmesi amacıyla yurt içinde tasarlanmış veya üretilmiş sistem/ alt sistem/ ekipmanların müteakip projelerde kullanılması ve yurt içi firmaların yeni projelerde yer almasının sağlanması.

Faaliyetler:

a. Gerçekleştirilecek projelerde ana yüklenicilerin yerli firmalar olması sağlanarak projelerdeki yerlilik oranının artırılması sağlanacaktır.

b. Yurt dışından tedarik edilen alt sistem ve ekipmanların yurt içinde üretilmesi ve üretimi yapılan ancak operasyonel olarak kullanılmayan uzay kesimi ekipmanlarına uzay tarihçesi kazandırılması maksadıyla Ar-Ge ve TKY projelerine önem verilecektir. Bu kapsamda aşağıdaki alt sistem, yazılım ve ekipmanların yerleştirilmesine destek verilecektir:

- Sar (Sentetik Açıklıklı Radar) ve Elektro-Optik Görev Yükleri,
- Göreve Yönelik Uydu Platformu,
- Uydu Görev Bilgisayarı Yazılımı,
- Uydu Yer İstasyonları Yazılımları,
- Uydu Güç Alt Sistemi Kapsamında Güneş Panelleri ve Pil,
- Görüntü İşleme ve Kıymetlendirme Algoritmaları,
- Yüksek Hızlı X Bant Aktarıcı,
- TR Modül.

c. Yurt içinde geliştirilen ve mevcut projelerde tarihçe kazandırılacak olan uydu ve yer kesimi ekipmanlarının müteakip projelerde de kullanılması maksadıyla yapılacak sözleşmelere gerekli girdiler yapılacaktır.

Sektörel Stratejik Amaç-2:

Uydu/uzay sistemlerinin tasarım, üretim, entegrasyon ve testlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli altyapının kurulması, geliştirilen uydu sistem ve alt sistemlerinin ekonomik değere dönüştürülmesi

Sektörel Hedefler:

2.1 Uydu tasarım, entegrasyon ve testlerine yönelik alt yapı, bilgi birikimi ve insan kaynağı oluşturulması,

2.2 Konu ile ilgili çalışan yurt içi firmalarımızın ve geliştirilen uydu sistem ve alt sistemlerimizin dünya çapında tanınmasının sağlanması.

Faaliyetler:

a. Maliyet etkin uydu platformlarının geliştirilmesi için uzay alanındaki ilgili firmalarla koordineli çalışmalar gerçekleştirilecektir.

b. Uzay alanındaki küçük ölçekli firmaların yetenekleri tespit edilerek, gelişimlerini sağlayacak destek mekanizmaları belirlenecektir.

c. Yerli olarak geliştirilen teknolojilerden ticari olarak yararlanmak için uluslararası işbirliği toplantılarında bu teknolojilerin tanıtımı yapılacaktır.

Sektörel Stratejik Amaç 3:

Ülkemizdeki uzay sektörünün seviyesinin arttırılması ve rekabet gücünün teşvik edilmesi için ihtiyaç duyulan alanlarda insan kaynağı görevlendirilmesi ve bu insan kaynağının aktif olarak kullanılarak sektör dışına çıkmamalarının sağlanması

Sektörel Hedefler:

3.1 Uzay sektöründe görevlendirilen insan kaynağının devamlılığının sağlanması ve beyin göçünün önüne geçilmesi için insan kaynakları yönetim planının hazırlanması,

3.2 Türkiye'deki ilgili paydaşlarla birlikte; uzay bilimi ve teknolojileri uygulamaları ile havacılık ve uzay hukuku, finansı, yönetimi ve

benzeri alanlarda insan kaynağının ve yurt içi birikimin geliştirilmesi,

3.3 Üniversitelerde uzay teknolojilerine yönelik lisansüstü ve doktora çalışmalarının SAYP projeleri kapsamında desteklenmesi,

3.4 Uzay sektörüne ilginin artırılması için üniversite-sanayi işbirliği programları çerçevesinde uzun dönemli staj programlarının başlatılması, uzay alanında proje yarışmalarının teşvik edilmesi.

Faaliyetler:

- a. Projelerde görev alan firmaların ilgili öğretim elemanlarıyla tanışmaları sağlanacaktır.
- b. Uzay sektöründeki insan kaynağının korunmasına yönelik ilgili firmalara bu yönde toplantılar gerçekleştirilecektir.
- c. Uzay alanındaki hukuk, sigorta, finans, pazarlama gibi teknik olmayan konularda gerçekleştirilen konferans ve eğitimlere firmalarla birlikte katılım sağlanacaktır.
- d. Firmaların ve insan kaynağının yetkinliklerinin artırılması için SSB'nin ilgili birimleri ile koordineli bir şekilde Ar-Ge ve TKY projeleri başlatılacaktır.
- e. Uzay sektöründeki firmaların üniversiteleri ziyaret etmesi sağlanarak üniversite öğrencilerinin bu alanda bilgi sahibi olması sağlanacaktır.