



**ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME**

**BAKANLIĞI**

---

**TÜRKİYE’DE TEKNOLOJİ KAZANIMI  
PROJELERİNDE KARŞILAŞILAN  
ZORLUKLAR, RİSKLER VE ÇÖZÜM  
ÖNERİLERİ**

---

**HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ UZMANLIĞI TEZİ**

**Ahmet Emre TOPBAŞ, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Uzman Yardımcısı**

**Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleőtme Araştırmaları Merkezi Baőtkanlıđı**

**Mayıs, 2018**

**Ankara**





**ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME  
BAKANLIĞI**

---

**TÜRKİYE’DE TEKNOLOJİ KAZANIMI  
PROJELERİNDE KARŞILAŞILAN  
ZORLUKLAR, RİSKLER VE ÇÖZÜM  
ÖNERİLERİ**

---

**HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ UZMANLIĞI TEZİ**

**Ahmet Emre TOPBAŞ, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Uzman Yardımcısı**

**Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleőtme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı**

**DanıŐman**

**Mehmet Ali DEĞER, Daire Başkanı**

**Mayıs, 2018**

**Ankara**

## TEZ ONAY SAYFASI

**Görev Yaptığı Birim:** Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Bşk.

**Tezin Teslim Edildiği Birim:** Personel ve Eğitim Dairesi Başkanlığı

T.C.

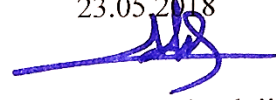
### ULAŞTIRMA, DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI

Ahmet Emre TOPBAŞ tarafından hazırlanan ve sunulan “Türkiye’de Teknoloji Kazanımı Projelerinde Karşılaşılan Zorluklar, Riskler ve Çözüm Önerileri” başlıklı bu tezin uzmanlık tezi olarak uygun olduğunu onaylıyorum.

Tez Danışmanı

Mehmet Ali DEĞER, Daire Başkanı

23.05.2018



Bu çalışma, tez savunma komisyonumuz tarafından Havacılık ve Uzay Teknolojileri Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Ahmet Selçuk BERT Müsteşar Yardımcısı
Üye	Genel Müdür Yardımcısı
Üye	Hasan PEHLİVAN Genel Müdür v.
Üye	Ergün ÖZGÜR Genel Müdür Yardımcısı
Üye	Dr. Battal DOĞAN Genel Müdür Yardımcısı v.
05/07/2018	

Bu tez, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tez yazım kurallarına uygundur.

## TEŞEKKÜR

“Türkiye’de Teknoloji Kazanımı Projelerinde Karşılaşılan Zorluklar, Riskler ve Çözüm Önerileri” isimli tez çalışmamda, tez danışmanım Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığı Ar-Ge Daire Başkanı Sayın Mehmet Ali DEĞER’e, araştırmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Türk Patent ve Marka Kurumu’nda görevli Sınai Mülkiyet Uzman Yardımcısı Sayın Şemsettin BALTA’ya, Başkanlığımızdaki iş arkadaşlarıma, aileme, vefatı ile bizi derin bir hüzne boğan Daire Başkanımız Serkan ÇELİK’e ve proje süresince desteklerini esirgemeyen Başkanımız Sayın Dr. Ali ARIDURU’ya teşekkürlerimi sunarım.

## BEYAN

Bu belge ile sunduğum uzmanlık tezimidaki bütün bilgileri akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplayıp sunduğumu, ayrıca, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmamda bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan eder, tezimle ilgili yaptığım beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ise ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

23.05.2018

Ahmet Emre TOPBAŞ  
Hav. ve Uzay Tek Uzm. Yrd.

## ÖZET

**Bu tezde teknoloji kazanımı projeleri ile Türkiye’de ve dünyada gerçekleştirilen Ar-Ge ve teknoloji kazanımı faaliyetleri incelenmiştir. Uzay alanında Ülkemizin ve gelişmiş ülkelerin patent verileri analiz edilmiş, Ülkemizin uzay alanındaki geçmişi ve gerçekleştirdiği teknoloji kazanımı projeleri araştırılmıştır. Gerçekleştirilen projelerde karşılaşılan zorluklar sınıflandırılmış ve bunlara dayanarak yerli olarak üretimi yapılabilecek bir haberleşme uydusu projesi örneği için riskler belirlenmiştir. Belirlenen bu riskler dört değişik durum için analiz edilerek seviyelerine göre sınıflandırılmış, risk azaltma faaliyetleri önerilmiştir. Yerli haberleşme uydusu örneği için yapılan risk analizleri, Ülkemizde gerçekleştirilebilecek diğer teknoloji kazanımı projeleri için genelleştirilerek çözüm önerilerinde bulunulmuştur.**

## ABSTRACT

**In this thesis, technology acquisition projects, R&D and technology acquisition activities in Turkey and in the World were investigated. In the space field, the patent datum of our country and the developed ones were analyzed, moreover, the space history and the completed technology acquisition projects in Turkey were investigated. The challenges faced in the completed projects were classified and based upon these the risks for an example -indigenous communication satellite development case- were specified. The risks specified were analyzed for four different case, and they were classified according to their levels. The risk analyses of the indigenous communication satellite development project example, were generalized for the other possible technology acquisition projects would be conducted in our country and the solution recommendations were made.**



## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
BEYAN.....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
KISALTMA LİSTESİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	14
2. TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJELERİ .....	18
2.1. Teknoloji Kazanımı.....	18
2.1.1. Teknoloji Kazanımı Projeleri .....	19
2.1.2. Teknoloji Kazanımı ve Ar-Ge Projeleri Arasındaki Temel Farklar .....	23
2.2. Dünyada Gerçekleştirilen Ar-Ge ve Teknoloji Kazanımı Faaliyetleri .....	26
2.2.1. Genel Bakış .....	26
2.2.2. Uzay Alanında Gerçekleştirilen Projelerin Teknoloji Kazanımı ve Ar-Ge Yönlere Değerlendirilmesi .....	29
2.2.3. Diğer Ülkeler Tarafından Uzay Alanında Gerçekleştirilen Faaliyetlerin Değerlendirilmesi .....	32
3. TÜRKİYE’DE UZAY ALANINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER & GERÇEKLEŞTİRİLEBİLECEK TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJESİ ÖRNEĞİ .....	41
3.1. Uzay Alanında Gerçekleştirilen Faaliyetler .....	41
3.1.1. Genel Bakış .....	41
3.1.2. Gerçekleştirilen Projeler:.....	43
3.1.3. Devam Etmekte Olan Projeler: .....	49
3.1.4. Türkiye Uzay Ajansı ve Mevzuat Çalışmaları: .....	50
3.2. Teknoloji Kazanımı Projesi Örneği – Haberleşme Uydusu Geliştirilmesi .....	51
3.2.1. Haberleşme Uyduları: .....	52
3.2.2. Dünyadaki Haberleşme Uydusu Platformları: .....	55
3.2.3. Türkiye’nin Mevcut Teknolojik Altyapısının Yerli Haberleşme Uydusu Üretilmesi Örneği Açısından Değerlendirilmesi:.....	62
4. TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJELERİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR & KARŞILAŞILABİLECEK RİSKLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	65

4.1. Projelerde Karşılaşılan Zorluklar .....	65
4.1.1.Gelişmekte Olan Teknolojik Altyapı: .....	65
4.1.2.Yurtdışı Tedarik Zorlukları: .....	66
4.2. Projelerde Karşılaşılabilecek Riskler .....	68
4.2.1.Riskler: .....	68
4.2.2.Risk Analizi:.....	73
5. SONUÇ .....	85

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. B64G Patent Sınıfında ABD’de Öne Çıkan Kuruluşlar .....	35
Tablo 2. B64G Patent Sınıfında Japonya’da Öne Çıkan Kuruluşlar .....	38
Tablo 3. B64G Patent Sınıfında Çin’de Öne Çıkan Kuruluşlar.....	39
Tablo 4. Bilsat Uydusu Teknik Özellikleri.....	44
Tablo 5. RASAT uydusu teknik özellikleri .....	46
Tablo 6. Göktürk-2 Uydusu Teknik Özellikleri.....	48
Tablo 7. Bazı Haberleşme Uyduları Platformları .....	55
Tablo 8. Olasılık Puanı Ölçeği.....	73
Tablo 9. Kalite Ölçeği.....	74
Tablo 10. Bütçe Ölçeği .....	74
Tablo 11. Takvim Ölçeği .....	74
Tablo 12. Risk Sınıflandırma Ölçeği .....	75
Tablo 13. Risk Analiz Tablosu (Kalite-Bütçe-Takvim Unsurlarının Eşit Derecede Öneme Sahip Olduğu durum).....	76
Tablo 14. Risk Azaltma Planları (Kalite-Bütçe-Takvim Unsurlarının Eşit Derecede Öneme Sahip Olduğu durum).....	76
Tablo 15. Risk Analiz Tablosu (Kalite unsurunun öncelikli olduğu durum) .....	79
Tablo 16. Risk Analiz Tablosu (Bütçe unsurunun öncelikli olduğu durum).....	80
Tablo 17. Risk Analiz Tablosu (Takvim unsurunun öncelikli olduğu durum).....	81
Tablo 18. Alternatif Risk Azaltma Planları (Takvim unsurunun öncelikli olduğu durum).....	81
Tablo 19. Risk Analizlerinin Karşılaştırılması .....	82
Tablo 20. Risk Analizlerinin Karşılaştırılması .....	88

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Teknoloji kazanımı proje yaşam döngüleri modelleri .....	21
Şekil 2. Bazı G-20 Ülkelerinin Gayri Safi Yurtiçi Hasıllarından Ar-Ge Faaliyetlerine Yapmış Olduğu Harcamalar .....	27
Şekil 3. Bazı G-20 Ülkelerinin Ar-Ge Faaliyetlerine Yapmış Olduğu Harcamaların Gayri Safi Yurtiçi Hasıllarına Oranı .....	28
Şekil 4. NASA Jet İtme Laboratuvarı tarafından geliştirilen dijital görüntü algılayıcıları .....	29
Şekil 5. Kalp nakli bekleyen hastalar için tasarlanmış olan kalp pompası tasarımı .....	30
Şekil 6. Şarjlı El Süpürgeleri .....	31
Şekil 9. BİLSAT Uydusu Elektromanyetik Uyumluluk Testleri .....	45
Şekil 10. RASAT Uydusu Fırlatıcıya Yerleştirilirken .....	47
Şekil 11. Güneş Panelleri Katlı Göktürk-2 Uydusu .....	48

## KISALTMA LİSTESİ

<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>Ar-Ge</b>	: Araştırma ve Geliştirme
<b>CCSDS</b>	: Consultative Committee for Space Data Systems
<b>CPC</b>	: İş Birliği Patent Sınıfları (Cooperative Patent Classification)
<b>Cubesat</b>	: Standart 10cm3 büyüklüğündeki küplerden oluşan uydu platformu
<b>Çin</b>	: Çin Halk Cumhuriyeti
<b>ÇOBAN</b>	: Çok Bantlı Kamera
<b>DARPA</b>	: Amerika Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (Defense Advanced Research Projects Agency)
<b>DMC</b>	: Afet İzleyici Takım Uydu (Disaster Monitoring Constellation)
<b>DPT</b>	: Devlet Planlama Teşkilatı
<b>EHF</b>	: Aşırı Yüksek Frekans (Extremely High Frequency)
<b>ESA</b>	: Avrupa Uzay Ajansı (European Space Agency)
<b>FDIR</b>	: Hata tespit, ayırma ve kurtarma (Fault detection, isolation and recovery)
<b>G-20</b>	: 20'ler Grubu (Group of 20)
<b>GEO</b>	: Yerdurağan Yörünge (Geostationary Orbit)
<b>GEZGİN</b>	: Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme
<b>GPS</b>	: Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
<b>GSYH</b>	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>GTO</b>	: Yerdurağan Transfer Yörüngesi (Geostationary Transfer Orbit)
<b>HD</b>	: Yüksek Çözünürlüklü (High Definition)
<b>HUTGM</b>	: Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü
<b>Isp</b>	: Özgül İtke
<b>JAXA</b>	: Japon Uzay Ajansı (Japan Aerospace Exploration Agency)
<b>kg</b>	: kilogram
<b>KHK</b>	: Kanun Hükmünde Kararname
<b>km</b>	: kilometre
<b>kW</b>	: kilowatt
<b>m</b>	: metre

<b>mN</b>	: miliNewton
<b>MS</b>	: Çok Bantlı (Multi Spectral)
<b>N</b>	: Newton
<b>NASA</b>	: Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics And Space Administration)
<b>NATO</b>	: Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North Atlantic Treaty Organization)
<b>OECD</b>	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development)
<b>s</b>	: saniye
<b>SHF</b>	: Süper Yüksek Frekans (Super High Frequency)
<b>SSCB</b>	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyeti Birliği
<b>SSM</b>	: Savunma Sanayi Müsteşarlığı
<b>SSTL</b>	: Surrey Satellite Technology Limited
<b>STM A.Ş.</b>	: STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.
<b>PAN</b>	: Pankromatik
<b>RF</b>	: Radyo Frekansı
<b>TBMM</b>	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
<b>TUSAŞ</b>	: Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.
<b>TÜBİTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>TÜBİTAK BİLTEN</b>	: TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri Ve Elektronik Araştırma Enstitüsü
<b>TÜBİTAK Uzay</b>	: TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
<b>TUA</b>	: Türkiye Uzay Ajansı
<b>UDHB</b>	: Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
<b>UHF</b>	: Ultra Yüksek Frekans (Ultra High Frequency)
<b>USET</b>	: Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi
<b>V</b>	: Volt
<b>vb.</b>	: ve benzeri
<b>vd.</b>	: ve diğerleri
<b>VHF</b>	: Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency)
<b>WIPO</b>	: Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (World Intellectual Property Organisation)



## 1. GİRİŞ

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının teşkilat yapısı ve görevleri 1 Kasım 2011 tarihli 655 sayılı KHK ile düzenlenmiş olup, bahse konu KHK'nın ikinci maddesinde Bakanlığımızın görevleri belirtilmiştir. 655 Sayılı KHK'nın ikinci maddesinin birinci fıkrasının (b) ve (g) bentlerinde;

“(b) Havacılık sanayi ve uzay teknolojilerinin geliştirilmesi, kurulması, kurdurulması, işletilmesi ve işlettirilmesi, havacılık sanayi ve uzay biliminin geliştirilmesi ile uzaya yönelik yeteneklerin kazanılması hususlarında, ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon içerisinde, milli havacılık sanayi ve uzay teknolojileri ile uzay politika, strateji ve hedeflerini belirlemek ve uygulamak, gerektiğinde güncellemek.

(g) Uydu ve hava araçları tasarım ve test merkezleri, uydu, fırlatma araç ve sistemleri, hava araçları, simülatörler, uzay platformları dahil havacılık sanayi, uzay teknolojileri ve uzayla ilgili her türlü ürün, teknoloji, sistem, araç ve gereçleri yapmak, yaptırmak, kurmak, kurdurmak, işletmek, işlettirmek, geliştirmek ile bunların yurtiçinde tasarımı, üretimi, entegrasyonu ve gerekli testlerinin yapılmasını sağlamak amacıyla plan, proje ve çalışmalar yapmak, bu amacın gerçekleşmesini uygun teşviklerle desteklemek, bu teşviklere ilişkin usul ve esasları belirlemek, bu hususlarda ilgili ticari, sanayi ve eğitim kuruluşları ile kamu kurum ve kuruluşları arasında gerekli işbirliği ve koordinasyonu sağlamak.” hükümleri bulunmaktadır.

655 sayılı KHK'nın on dördüncü maddesi Bakanlığımız merkez teşkilatı birimi Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün görevlerini bildirmekte, bu maddenin birinci fıkrasının (a) ve (d) bentlerinde;

“(a) Havacılık sanayi ve uzay teknolojilerinin geliştirilmesi, kurulması, kurdurulması, işletilmesi ve işlettirilmesi, havacılık sanayi ve uzay biliminin geliştirilmesi ile uzaya yönelik yeteneklerin kazanılması hususlarında, ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon içerisinde, milli havacılık ve uzay teknolojileri ile uzay politika, strateji ve hedefleri hakkında teklif hazırlamak.



(d) Uydu ve hava araçları tasarım ve test merkezleri, uydu, fırlatma araç ve sistemleri, hava araçları, simülatörler, uzay platformları dahil uzay ve havacılıkla ilgili her türlü ürün, teknoloji, sistem, tesis, araç ve gereçleri yapmak, yaptırmak, kurmak, kurdurmak, işletmek, işlettirmek, geliştirmek ile bunların yurtiçinde tasarımı, üretimi, entegrasyonu ve gerekli testlerinin yapılmasını sağlamak amacıyla plan, proje ve çalışmalar yapmak veya yaptırmak, bu amacın gerçekleşmesini uygun teşviklerle desteklemek, bu teşviklere ilişkin usul ve esasları hazırlamak, bu hususlarda ilgili ticari, sanayi ve eğitim kuruluşları ile kamu kurum ve kuruluşları arasında gerekli işbirliği ve koordinasyon çalışmalarını yapmak.” hükümleri yer almaktadır.

655 sayılı KHK’nın on dokuzuncu maddesi Bakanlığımız merkez teşkilatı birimi Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Araştırmaları Merkezi Başkanlığının görevlerini bildirmekte, bu maddenin birinci fıkrasının (a), (b) ve (c) bentlerinde;

“(a) Bakanlık ilgili hizmet birimleri ve kuruluşlarıyla işbirliği içerisinde araştırma ve geliştirme faaliyeti yapmak ve bu amaçla program hazırlamak ve uygulamak.

(b) Bakanlık ilgili hizmet birimleri ve kuruluşlarıyla işbirliği içerisinde yerli, yabancı ve uluslararası araştırma ve geliştirme kuruluşlarına araştırma ve geliştirme faaliyeti yaptırmak ve bu amaçla program hazırlamak ve uygulamak.

(c) Bakanlık ilgili hizmet birimleri ve kuruluşlarıyla işbirliği içerisinde yerli, yabancı ve uluslararası üniversitelere araştırma ve geliştirme faaliyeti yaptırmak ve bu amaçla program hazırlamak ve uygulamak.” hükümleri yer almaktadır.

655 sayılı KHK’nın kırkıncı maddesi ile de araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi ile ilgili hükümler belirlenmiş olup, bu maddenin birinci ve ikinci fıkralarında;

“(1) Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, her üç ayda bir giderlerinin karşılanmasından sonra kalan miktarın %20’sini, 5018 sayılı Kanun gereğince genel bütçeye yapılacak ödemedden önce takip eden ayın onbeşine kadar, 5809 sayılı Kanununun 6 ncı maddesinin birinci fıkrasının (i) bendi uyarınca araştırma ve geliştirme gelirleri olarak genel bütçeye gelir kaydedilmek üzere Bakanlığın merkez muhasebe birimi hesabına aktarır ve Bakanlığa bildirir. Aktarılan tutarlar karşılığında araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi amacıyla ilgili tertiplere ödenek kaydetmeye ve bu ödeneklerden yılı içerisinde harcanmayan tutarları ertesi yıl

bütçesine devren ödenek kaydetmeye Bakan yetkilidir. Ödeneklerin kullanımına ilişkin usul ve esaslar Bakanlık tarafından belirlenir. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, elektronik haberleşme sektöründe öncelikli olarak desteklenmesini öngördüğü alanlara ilişkin görüşünü, her yıl 1 Eylül tarihine kadar bir rapor halinde Bakanlığa bildirir. Bakanlık, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi kapsamında, gerekli gördüğü bilgileri her türlü kamu kurum ve kuruluşlarından istemeye yetkilidir. Kendilerinden bilgi istenen kurumlar bu bilgileri mümkün olan en kısa zamanda vermekle yükümlüdürler.

(2) Birinci fıkrada belirtilen araştırma ve geliştirme destekleri için ayrılan ödenekten havacılık ve uzay teknolojilerine ilişkin araştırma ve geliştirme destekleri de verilebilir.” hükümleri bulunmaktadır.

Yukarıda belirtilen 655 sayılı KHK maddelerinden de açıkça anlaşılacağı üzere Bakanlığımız görevleri arasında, uzay teknolojileri ile havacılık sanayisinin geliştirilmesinin ve bu alanlarda uygun teşviklerin sağlanmasının önemli bir yer tuttuğu görülmektedir.

Bu çalışma ile Bakanlığımızın görevleri doğrultusunda, uzay alanında desteklenebilecek teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılabilecek riskler analiz edilmiştir ve risk azaltma planları oluşturulmuştur. Tespit edilen riskler, Ülkemizde gerçekleştirilecek diğer teknoloji kazanımı projeleri için genelleştirilerek, bunlara uygun risk azaltma faaliyetleri önerilmiştir.

Ülkemizin geleceği açısından önem arz eden uzay teknolojilerinin geliştirilmesi, teknoloji kazanımı projelerinin başarıyla ve amacına hizmet eder şekilde tamamlanması hususlarında Ülkemizin mevcut durumunun yansıtılması ve ileride gerçekleştirilecek çalışmalar için kılavuz oluşturulması bu çalışmanın hedefleri arasındadır.

Buna istinaden çalışmanın bundan sonraki bölümünde öncelikle teknoloji kazanımı projesinin tanımı gerçekleştirilmiş, dünyada gerçekleştirilen teknoloji kazanımı ve ar-ge projeleri incelenerek, uzay alanında gerçekleştirilen projelerin yenilikçi yönleri ve teknoloji kazanımı projelerinin faydaları değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümünde Ülkemizin uzay alanında gerçekleştirdiği faaliyetler ve tamamladığı teknoloji kazanımı projeleri incelenmiştir. Ülkemizin uzay alanındaki mevcut altyapısının incelenmesi sonucunda, Türkiye’de

gerçekleştirilebilecek bir teknoloji kazanımı projesi olarak yerli haberleşme uydusunun geliştirilerek üretilmesi örneği oluşturulmuştur. Dördüncü bölümde Ülkemizin uzay alanındaki mevcut altyapısı değerlendirilmiş, teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılan zorluklar sınıflandırılmıştır. Yerli haberleşme uydusu projesi örneği için teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılan zorluklardan yola çıkılarak, projede karşılaşılabilecek riskler dört farklı durum için analiz edilmiştir. Risklerin sınıflandırması gerçekleştirilerek risk azaltma planları oluşturulmuştur. Beşinci bölümde, yerli haberleşme uydusu projesi özelinde tanımlanan riskler, Ülkemizde gerçekleştirilecek diğer teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılabilecek riskler olarak genelleştirilmiştir. Genel hale getirilen bu riskler için risk azaltma faaliyetleri önerilerinde bulunulmuştur.

## 2. TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJELERİ

### 2.1. Teknoloji Kazanımı

Üyesi olan ülkelerde bilim, teknoloji ve inovasyon alanlarında gerçekleştirilen faaliyetleri takip etme yükümlülüğü de bulunan OECD tarafından teknoloji kazanımı:

“Teknoloji ve bilgi kazanımı; dış kaynaklı bilgi ve teknolojinin, bunların kaynağı ile aktif işbirliğinde bulunmaksızın kavranmasını içermektedir. Dış kaynaklı bilgi, bu bilgiyi bünyesinde barındıran makineler ve ekipmanlar şeklinde vücut bulabilir. Yeni bilgiye sahip çalışanların işe alınması, sözleşmeli araştırma ve danışmanlık hizmetlerinin kullanılması teknoloji ve bilgi kazanımı kapsamındadır. Fiziki olarak vücut bulmayan teknoloji veya bilgi, yapabilme bilgisini, patentleri, lisansları, tescilli markaları ve yazılımı da kapsamaktadır.”

olarak açıklanmıştır (OECD Terimler Sözlüğü, Mart 2018).

Cambridge Üniversitesi Teknoloji Yönetimi Merkezi'nin teknoloji kazanımı ve korunumu için hazırlanmış olduğu kılavuzda ise aşağıdaki açıklamalar yer almaktadır (Mortara ve Ford, 2012).

“Teknoloji kazanımı firmanın kendi içinde gerçekleştirdiği araştırma ve geliştirme faaliyetlerinden ziyade dış kaynaklardan yeni teknolojilerin getirilmesini içermektedir. Uzmanlık gerektiren teknik becerilerin ve yeteneklerin elde edilmesi genellikle zordur ve bir firma teknolojinin kendi dâhilinde üretilmesi imkânına sahip olamayabilir ya da buna yönelik kaynak tahsis etmek istemeyebilir. Yeni teknolojilerin getirilmesi firmaya hem yeni ürünlerin geliştirilmesi hem de yeni marketlere girilmesi için fırsat sağlayabilir.”

“Doğası gereği teknoloji kazanımı, kazanım süreçlerinin değişik evreleri ile ilişkili işlem bedelleri olan bir teknoloji transferidir. Bu süreç, firma birleşmelerini ve tamamen satın alımları, lisanslamayı, alt yükleniciye vermeyi, ortaklıkları, müşterek Ar-Ge ve üniversite-sanayi işbirliğini kapsayan çok sayıda olası teknoloji kazanımı yolları ile daha da karmaşıklaşır.

Tüm durumlarda orijinal teknolojiyi özümsemek, uyarlamak ve geliştirmek, teknolojinin korunmasını uygun stratejiler ile tesis etmek için azımsanmayacak miktarda kaynak ayırmaya ihtiyaç vardır. Teknolojinin transferine ilişkin olarak her bir kaynak bulma mekanizması için farklı zorluklar bulunmaktadır.”

Yukarıdaki açıklamalar ışığında teknoloji kazanımı, elde bulunmayan teknolojinin çeşitli yöntemler vasıtasıyla yeni bir ürün geliştirebilecek seviyede özümsemesi olarak tanımlanabilir. Daha rahat anlaşılabilmesi için bazı teknoloji özümseme yöntemleri aşağıda listelenmiştir;

- Kazanılacak teknolojiye vakıf çalışanların işe alınması,
- Danışmanlık ve sözleşmeli araştırma hizmetlerinin satın alınması,
- Lisanslama,
- Üniversite-sanayi işbirliği,
- Müşterek Ar-Ge faaliyetleri,
- Alt yüklenici edinme veya ortaklık kurma,
- Şirket birleşmeleri veya satın alımları vb.

Bahsedilen dış kaynaklı teknoloji kazanım yöntemlerinin yerine, bir firma kendi dahilinde gerçekleştireceği Ar-Ge faaliyetleri ile de istenilen teknolojiyi elde edebilir. Ar-Ge faaliyetleri sonucunda elde edilen teknoloji birçok açıdan avantajlı gözükse de, teknolojinin bu şekilde kazanılması istenilen hedeflere ulaşılmasında, özellikle düşük maliyet ile hızlı bir şekilde ürün üretilerek markete sokulması gibi hedeflerin olduğu durumlarda güçlük yaşanmasına sebebiyet verebilir.

### **2.1.1. Teknoloji Kazanımı Projeleri**

Dünya çapında faaliyetleri bulunan ve proje yönetiminin standartlaşmasında referans gösterilebilecek bir dernek olan Proje Yönetimi Enstitüsüne tarafından proje kavramı; kendine özgü bir ürün, hizmet oluşturmak veya sonuç elde etmek amacıyla belirli bir süre için üstlenilen gayret olarak tanımlanmıştır (Proje Yönetimi Enstitüsü, 2017).

Bu bağlamda teknoloji kazanımı projelerinin sonucunda sahip olunmayan teknolojinin özgün bir ürün üretebilecek veya hizmet sunabilecek seviyede kavranmasını beklemek yerinde olacaktır. Teknoloji kazanımı projeleri sonucunda yeni teknoloji veya bilginin özgün bir ürün veya hizmet şeklinde vücut bulması, teknolojinin veya bilginin uygulanabilir bir biçimde özümsemiğinin somut delili olarak sunulabilir. Bununla birlikte elde edilen teknoloji ve bilgi aracılığıyla, bu bilgi ve teknolojilerin sınırlarının ötesine geçilebiliyor olması, yeni patentlerin elde edilmesi veya yeni bir markanın tescil edilmesi vb. çıktılarının elde edilmesi, teknolojinin ve bilginin doğru özümsemiğinin, teknoloji kazanım projesinin hedefine ulaştığının bir başka göstergesi olarak görülebilir.

Teknoloji kazanımı projeleri temel olarak aynı proje evrelerini içermekle birlikte, farklı durumlar bu evrelerin değişik şekillerde teşkil edilmesini gerektirebilir. Buna istinaden Eskelin tarafından teknoloji kazanım projelerinde üç tür proje yaşam döngüsünün kullanılabileceği ifade edilmiştir (Eskelin, 2002). Bunlar;

- Temel Proje Yaşam Döngüsü
- Aşamalı Proje Yaşam Döngüsü
- Çok Çözümlü Proje Yaşam Döngüsü

Olarak sınıflandırılmıştır.

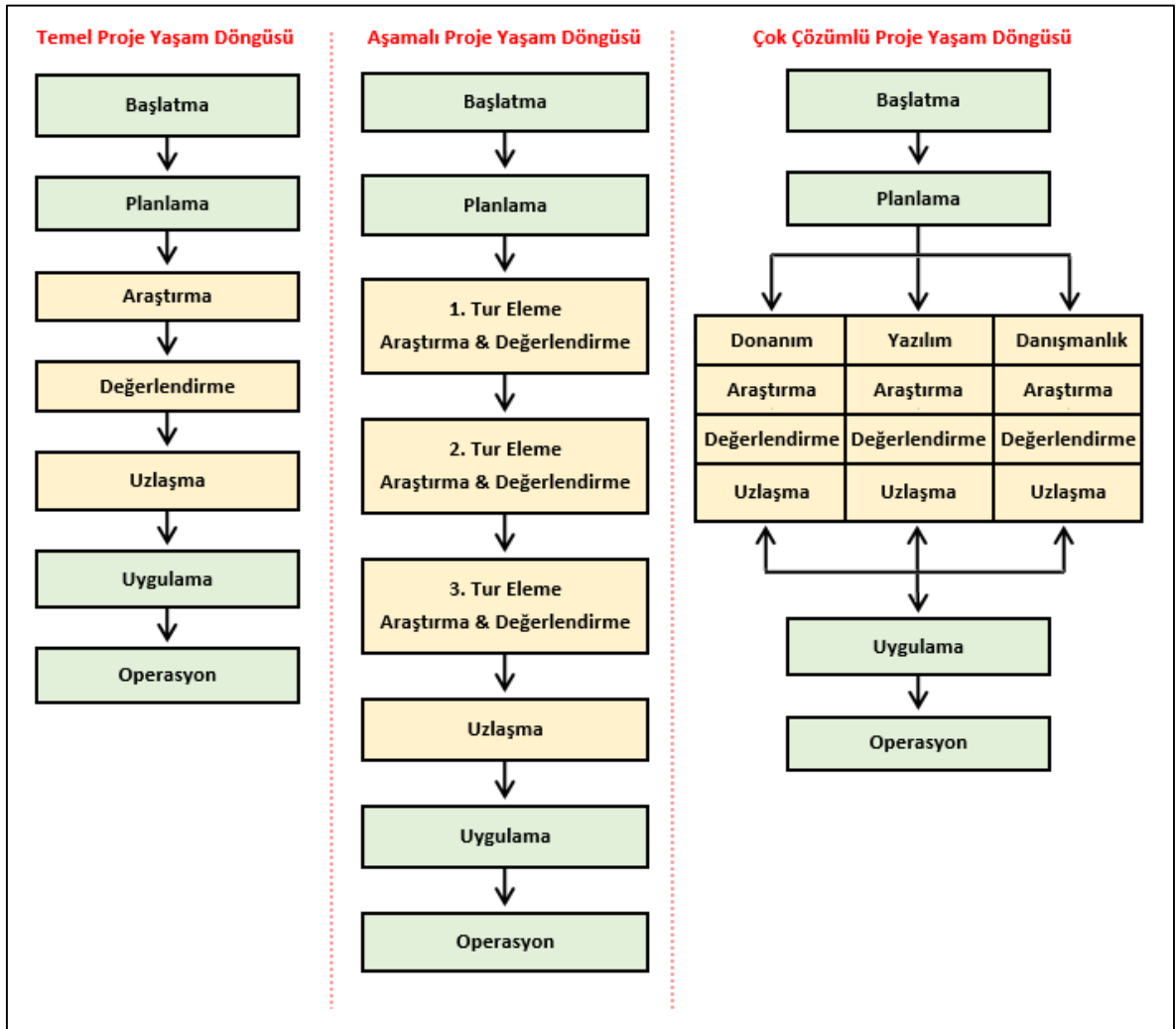
Temel Proje Yaşam Döngüsünde, döngünün her bir evresinin bir sonraki evre başlamadan tamamlandığı farz edilmektedir. Bu tip bir yaşam döngüsü karmaşık projelerin yürütülmesini ve kat edilen mesafenin takip edilmesini kolaylaştırmakta, fakat her bir tedarikçinin ayrı ayrı araştırılıp değerlendirilmesini gerektirdiği için sınırlı sayıda tedarikçinin olduğu ve tek çözüm yöntemini kapsayan teknoloji kazanım projelerinde kullanılabilmektedir.

Aşamalı Proje Yaşam Döngüsü, Temel Proje Yaşam Döngüsü ile aynı evreleri içermekte, tedarikçileri araştırma ve değerlendirme evresinde birden fazla aşamanın bulunması ile farklılaşmaktadır. Bu tür döngülerde çok sayıda tedarikçi sayısının mahiyeti gitgide artan birden fazla araştırma ve değerlendirme turunun gerçekleştirilerek azaltılması, son tura kalan az sayıda tedarikçinin temel proje yaşam döngüsünde olduğu seviyede araştırılıp değerlendirilmesi esas alınmaktadır.

Çok Çözümlü Proje Yaşam Döngüsü de Temel Proje Yaşam Döngüsü ile aynı süreçlere sahiptir, fakat bazı projelerde farklı disiplinler için o disiplinlerde uzmanlaşmış farklı tedarikçilerin yer almasına ihtiyaç duyulmasından ötürü bunların araştırılıp değerlendirilmesinin kendi içlerinde yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, bir projede donanım için ayrı, yazılım için ayrı ve danışmanlık için ayrı tedarikçilere ihtiyaç duyulabilir. Her bir alandaki tedarikçinin/tedarikçilerin kendi alanlarında ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Şekil-1’de teknoloji kazanım projeleri için bahsedilen farklı yaşam döngüleri gösterilmektedir.

Şekil 1. Teknoloji kazanımı proje yaşam döngüleri modelleri



Teknoloji kazanımı projelerinin tüm yaşam döngülerinin evrelerine bakıldığı zaman genel olarak sürecin, projenin başlatılması, planlamanın yapılması, olası tedarikçilerin araştırılması, değerlendirilmesi, seçilen tedarikçi/tedarikçilerle uzlaşmanın sağlanması (Sözleşme koşullarına karar verilmesi vb.), tedarikçinin çözümünün uygulanması, edinilen teknolojinin kullanılması şeklinde işlediği görülmektedir. Teknoloji kazanımı projelerinin yaşam döngülerinin evrelerine ilişkin kısa açıklamalar aşağıda verilmiştir;

**Başlatma:** Bir proje, proje açıkça tanımlandığı ve organizasyondaki karar verici makamların projenin sürdürülmesinde mutabık kaldığı zaman doğar. Başlatma süreci ticari ihtiyaçların tanımlanması ve proje beyanının oluşturulmasını da kapsamaktadır.

**Planlama:** Bu süreç tedarikçinin araştırılması ve değerlendirilmesi, tedarikçi ile uzlaşmanın sağlanması, teknolojinin uygulanması ve kullanılmasını düzenlemek için gerçekleştirilen tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Proje planının oluşturulması, gereksinimlerin tanımlanması ve önceliklendirilmesi, çözümün tanımlanması, tedarikçilerin belirlenerek iletişime geçilmesi genellikle planlama evresi dâhilindedir.

**Araştırma:** Bu evre olası tedarikçileri ve teknolojilerini öğrenmek için gerçekleştirilen tüm faaliyetleri içermektedir. Genellikle araştırmanın kapsamı projenin büyüklüğü ve önemi ile uyumlu olmalıdır. Tedarikçileri ve teknolojilerini araştırmaya yönelik bazı yöntemler:

- Hazır bir araştırmayı satın alma
- Araştırmayı yapmak için de bir taşeron tutma
- Teklife çağrı dokümanı kullanma
- Tedarikçinin referansları ile iletişime geçme
- Tedarikçinin teknoloji gösterimini
- Tedarikçi konferansı düzenleme
- Tedarikçinin çözümünü pilot kullanımla test etme

şeklinde sıralanmaktadır.



**Değerlendirme:** Olası tedarikçiler ve teknolojileri araştırılıp, farklılıkları ortaya konulduktan sonra, proje takımı tarafından son kararı vermeye yetkili proje destekleyicisine değerlendirme sonucu hakkında bilgi vererek tavsiyede bulunabilir.

**Uzlaşma:** Tedarikçinin/tedarikçilerin seçimini müteakip, sözleşme takımı tedarikçi ile kurulacak ilişkinin şartlarını müzakere eder. Bu süreçte, sözleşme takımı stratejiyi belirler, plan geliştirerek ticari ve yasal müzakereleri kapsayan uzlaşmaya varma faaliyetlerini yürütür.

**Uygulama:** Seçilen tedarikçi ile bir sözleşme üzerinde uzlaşma sağlandıktan sonra, tedarikçinin çözüm önerisi uygulanabilir. Bu evre genellikle, tedarikçinin teknolojisinin herhangi bir şekilde geliştirilmesini, test edilmesini ve tahkim edilmesini kapsamaktadır. Tedarikçiler çözümlerini nasıl uygulayacaklarını en iyi kendileri bileceklerdir.

**Operasyon:** Proje takımı sistemi uyguladıktan sonra, proje takımından operatörlere bir geçiş süreci vardır. Yeni teknolojiyi opere etmek, devam etmekte olan düzeltme ve iyileştirmeleri yönetmeyi, yeni teknolojide destek hizmeti vermeyi ve projenin kapatılmasını kapsamaktadır.

Eskelin tarafından yukarıda bahsedilen açıklamaların ve süreçlerin, yarım milyon dolar ile on milyon dolar arasında bütçe büyüklüğüne sahip teknoloji kazanımı projeleri için hazırlandığı ifade edilmekle birlikte, teknoloji kazanımı projelerine dâhil olan herkesin bunlardan faydalanabileceği belirtilmiştir (Eskelin 2001). Genel proje yönetimi kuralları çerçevesinde ve teknoloji kazanımı projeleri hakkında kaynakların çok sınırlı olması nedeniyle yukarıda belirtilen açıklamalardan azami ölçüde faydalanılmıştır.

### **2.1.2. Teknoloji Kazanımı ve Ar-Ge Projeleri Arasındaki Temel Farklar**

Teknoloji kazanımı projelerinden bahsederken Ülkemizde farklı anlamlar yüklenebilen Ar-Ge kavramına değinmeden geçmemek gerekir.

OECD'nin Ar-Ge taramaları için standart uygulamaları belirlemek amacı ile hazırlamış olduğu Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge; insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının arttırılması ve bu dağarcığın yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmalar olarak tanımlanmıştır (Frascati Kılavuzu, 2002).

Frascati kılavuzunda ayrıca Ar-Ge'yi ilgili diğer faaliyetlerden ayırabilmek için gözetilecek temel ölçütün, Ar-Ge'nin içerisinde görülebilir bir yenilik unsurunun bulunması ve bilimsel ve/veya teknolojik belirsizliklerin giderilmesi, yani bir sorunun çözümünün genel bilgi stoğuna ve ilgili alana ilişkin tekniklere sahip bir kişi açısından görülebilir olmadığı durumların olduğu belirtilmiştir.

TÜBİTAK tarafından da yeni bir ürün geliştirmek ve geliştirilmesine bilimsel altyapı sağlamak amacıyla gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri, mevcut bir ürünün daha etkin ve ucuz üretilmesi ya da hiç üretilmemiş ama ileride üretilmesi planlanan, pazarda öncü olmak amacıyla herhangi bir alanda araştırmaya kaynak ayırmak olarak tanımlanmıştır (TÜBİTAK Proje Eğitimi Sunumu, Şubat 2018).

Yukarıda verilen tanımlar doğrultusunda Ar-Ge projeleri sonunda elde edilen çıktılarda bir yenilik unsurunun bulunmasının esas olduğu söylenebilir. Yani hâlihazırda bulunan yeni bilgi ve teknolojinin özümsemiği teknolojik kazanım projelerinin aksine, bir projenin Ar-Ge projesi olarak sınıflandırılabilmesi için proje sonunda çıktı olarak yeni bilgi ve teknolojinin üretiliyor olması gerekmektedir. Böylelikle Frascati kılavuzunda belirtildiği üzere insan, kültür ve toplumun bilgisini kapsayan bilgi dağarcığının hacmi arttırılmış ya da mevcut bilgi dağarcığı ile yeni uygulamalar tasarlanmış olacaktır.

Teknoloji kazanımı projeleri, içinde Ar-Ge faaliyetlerini de içerebilen süreçleri kapsayan projelerdir. Bu tür projelerde projenin kısıtları (süre, maliyet vb.) göz önünde bulundurularak, Ar-Ge faaliyetlerinin proje kapsamında yer alıp almayacağına karar verilebilir. Teknoloji kazanımı projeleri kapsamında gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri, mevcut sonucun farklı

yöntemler kullanılarak elde edilmesi şeklinde ifade edilebilir. Yalnız bu faaliyetlerin hedeflerinde mevcut sonucun daha etkin veya ucuz elde edilmesinin bulunması gerekmektedir.

Bir organizasyonun kendi içinde gerçekleştirdiğini düşündüğü Ar-Ge faaliyetleri, her ne kadar organizasyonun bilgi dağarcığını artırsa bile, organizasyonunun elde ettiği sonuç veya sonucu elde ederken kullandığı yöntem içerisinde bir yenilik bulunmuyorsa bunu uluslararası standartlara göre Ar-Ge olarak sınıflandırmak uygun olmayabilir. Örneğin; bir firma piyasada bulunan fakat erişimi sınırlı olan bir yazılımı kendisi geliştirmek istediği takdirde, geliştirme faaliyetleri sonucunda firmanın bilgi dağarcığı artmış olacaktır, fakat geliştirilen yazılım ile bilgisayar yazılımı geliştirme alanına veya yazılımın kullanılacağı alana bir yenilik getirilmiyorsa uluslararası çerçevede bu faaliyetin Ar-Ge niteliği taşımadığı değerlendirilebilir.

Bu örnek daha da genişletilerek, teknoloji kazanımı projeleri ile Ar-Ge projeleri arasındaki farklar daha net anlaşılacaktır. Piyasada bulunan yazılımı kendi bünyesinde geliştiren firma, bu teknolojiyi farklı yöntemler ile de bünyesine dâhil edebilecektir. Firma istediği yazılımı geliştirmiş kişi/kişileri işe alabilir, ya da geliştirme işi için taşeron kullanabilir veya yazılımı geliştirmeden belirli bir lisans altında kullanabilir. Firma için istenilen yazılım teknolojisinin geliştirme faaliyetleri dışında elde edebilmenin birden fazla yolu mevcuttur.

Teknoloji kazanımı projeleri sonucunda asıl hedef yeni bilgi veya teknolojinin uygulamaya aktarabilecek seviyede kavranması olduğundan, doğal olarak yeni bilgi veya teknoloji özümsemediği takdirde bu tür projelerin başarısızlıkla sonuçlanması durumu ortaya çıkabilmektedir. Ar-Ge projelerinde ise öngörülen hedeflere ulaşılmaya bile, bu hedeflere kullanılan yöntemlerle ulaşılamadığı bilgisinin elde edilmesinden ötürü bilgi dağarcığı genişlemiş olacaktır. Bu nedenle genellikle Ar-Ge projelerinde bir başarısızlık durumu belirlemek mümkün değildir.

Kısaca özetlemek gerekirse teknoloji kazanım projeleri bilgi ve teknolojinin yeni uygulamalarını da kapsayabilmesi nedeniyle, belirli miktarda Ar-Ge niteliği taşıyabilmektedir. Bununla birlikte, dış kaynaklı bilgi ve teknoloji elde edilirken herhangi bir yenilik unsuru bulunmuyor, bilimsel ve/veya teknolojik belirsizlik giderilmiyor ise, teknoloji kazanımı

projesini Ar-Ge faaliyeti olarak nitelendirmek uluslararası literatüre uygun olmayacaktır. Bir başka deyişle, bir teknoloji kazanımı projesi başarıyla tamamlandığı takdirde illa ki Ar-Ge faaliyetinin gerçekleştirildiği ifade edilemez. Ayrıca teknoloji kazanımı projelerinin başarılı/başarısız olma kriterleri daha net iken, çoğu kez Ar-Ge projelerinde başarısızlık kriterini belirlemek pek mümkün olmamaktadır.

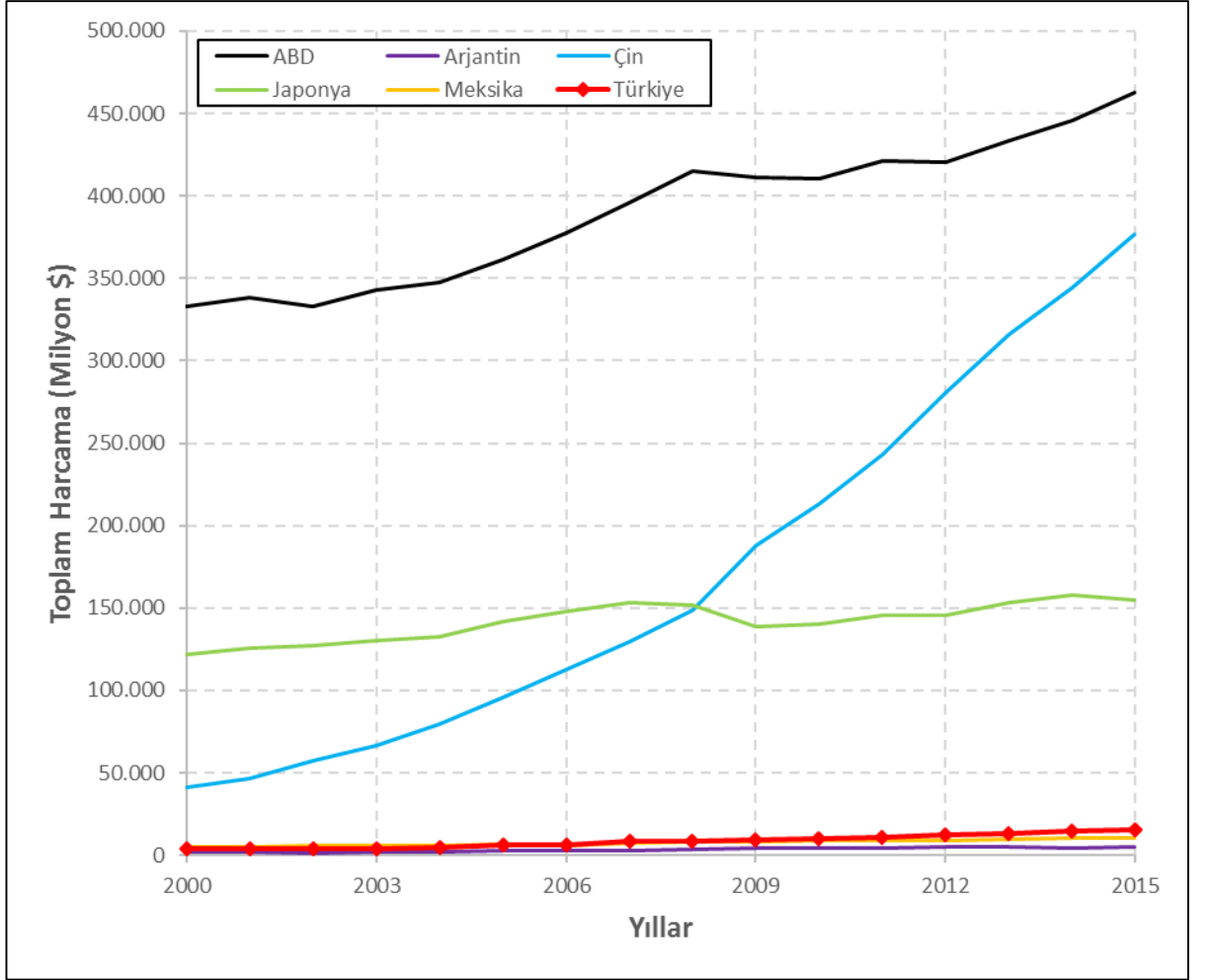
## **2.2. Dünyada Gerçekleştirilen Ar-Ge ve Teknoloji Kazanımı Faaliyetleri**

### **2.2.1. Genel Bakış**

Değişik ülkelerde gerçekleştirilen Ar-Ge ve teknoloji kazanımı projelerinin incelenmesi ülkelerin bu faaliyetlere yaklaşımını ve teknoloji kazanımı ile Ar-Ge arasındaki ilişkiyi daha iyi anlayabilmek adına faydalı olacaktır. Şekil 2’de 2000-2015 yılları arasında milyon dolar bazında Ar-Ge faaliyetlerine en çok harcama yapan ilk üç ülke ve Ülkemizle aynı seviyelerde harcama yapan bazı ülkeler gösterilmektedir.

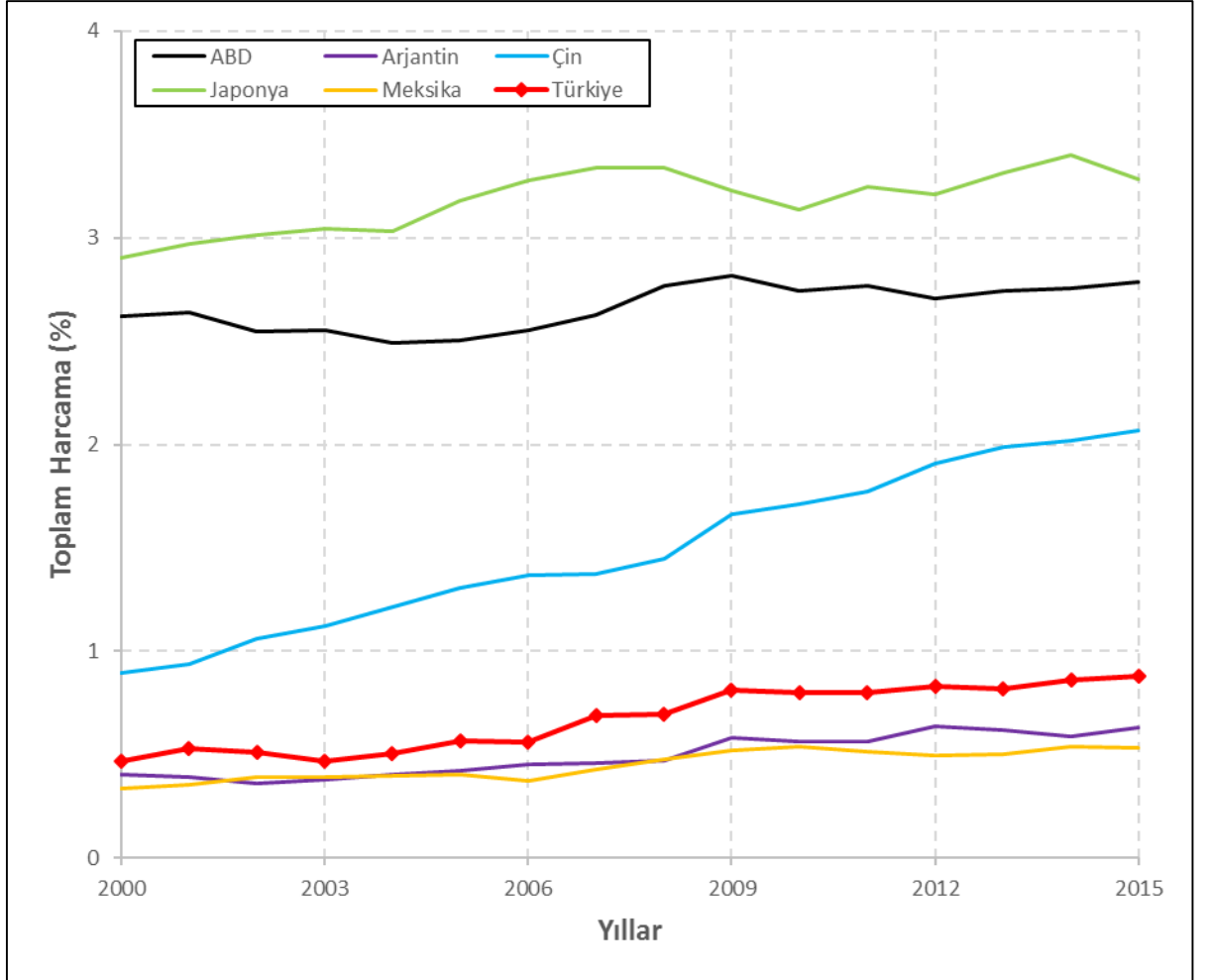
OECD veritabanından elde edilen verilere göre 2015 senesinde ABD gayri sarfi yurtiçi hasılasının 463 milyar dolarını Ar-Ge harcamalarında kullanmıştır. G-20 ülkeleri arasında Çin yaklaşık 377 milyar dolar Ar-Ge harcaması ile ikinci sırada yer almakta, Japonya yaklaşık 155 milyar dolar harcama ile üçüncü sırada yer almaktadır (OECD Veritabanı, Ocak 2018).

Şekil 2. Bazı G-20 Ülkelerinin Gayri Safi Yurtiçi Hasıllarından Ar-Ge Faaliyetlerine Yapmış Olduğu Harcamalar



Ülkemiz tarafından 2015 yılı içerisinde Ar-Ge faaliyetleri için yaklaşık 16 milyar dolarlık bir harcama gerçekleştirilmiştir. Gelişmekte olan bir diğer G-20 ülkesi Meksika tarafından yaklaşık olarak 11 milyar dolar Ar-Ge faaliyetlerinde kullanılmış, Arjantin tarafından ise bu alanda takribi 5 milyar dolar harcama yapılmıştır.

Şekil 3. Bazı G-20 Ülkelerinin Ar-Ge Faaliyetlerine Yapmış Olduğu Harcamaların Gayri Safi Yurtiçi Hasıllarına Oranı



Bazı G-20 ülkelerinin Şekil 3’te verilen Ar-Ge faaliyetlerine yapmış oldukları harcamaların gayri safi yurtiçi hasıllarına oranı incelendiğinde, 2015 senesinde dolar cinsinden en fazla Ar-Ge faaliyeti harcamasında bulunan ilk üç ülkenin, yüzdesel olarak da Türkiye ve yakın seviyedeki ülkelerin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir (OECD Veritabanı, Ocak 2018).

Ar-Ge faaliyetlerine hem miktar hem de yüzdesel olarak yüksek harcama yapan ABD, Çin ve Japonya’nın, Dünya Bankası verilerine göre, 2016 yılı itibariyle gayri safi yurtiçi hasıla bakımından da dünya çapında ilk üçte yer aldığı görülmektedir (Dünya Bankası, Ocak 2018). Bu nedenle ekonomi ve teknoloji bakımından halen gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilen

Ar-Ge ve teknoloji kazanımı faaliyetlerini değerlendirirken, ekonomik ve teknolojik açıdan gelişmiş olarak sınıflandırılacak ülkelerin Ar-Ge ve teknoloji kazanımı yaklaşımlarını göz önünde bulundurmak yerinde olabilir.

Bir sonraki bölümde ileri teknolojiler ihtiva eden ve birçok alanda gelişimlere öncülük eden uzay alanında bahse konu ülkelerin gerçekleştirdiği faaliyetler teknoloji kazanımı ve Ar-Ge arasındaki ilişkiyi inceleyebilmek adına değerlendirilmiştir. Ancak verilerin kısıtlı ve çok genel olması nedeniyle ülkelerin tüm alanlarda gerçekleştirdiği Ar-Ge ve teknoloji kazanımı çalışmalarını değerlendirebilmek mümkün olamamıştır.

### **2.2.2. Uzay Alanında Gerçekleştirilen Projelerin Teknoloji Kazanımı ve Ar-Ge Yönlerinin Değerlendirilmesi**

Uzay alanında gerçekleştirilen projeler ile farkında olmadan günlük hayatımızda karşılaştığımız veya uzay sektörü dışında uygulanabilir birçok yeni teknoloji kullanılabilir hale gelmiştir. Etkili olması açısından aşağıdaki resimlerde uzay teknolojisinin günlük hayatımıza yansımalarına dair bazı örnekler verilmektedir.

Şekil 4. NASA Jet İtke Laboratuvarı tarafından geliştirilen dijital görüntü algılayıcıları

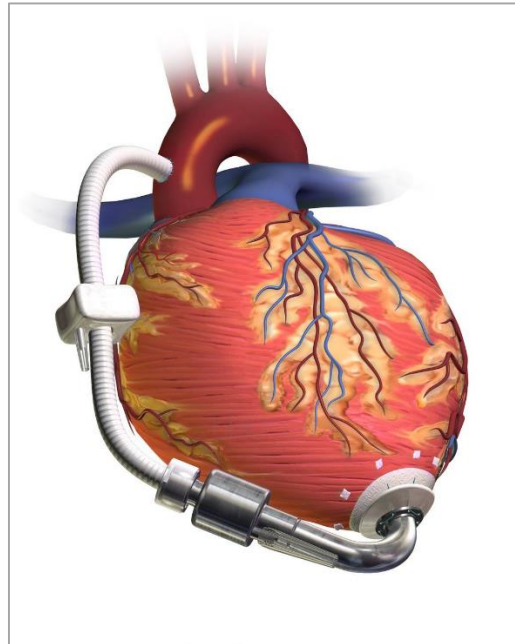


Kaynak: (NASA, Şubat 2018).

Şekil 4'te gösterildiği üzere cep telefonlarımız ile fotoğraf çekilmesinden, dental radyolojiye kadar birçok kullanım alanı olan dijital görüntü sensörü konsepti ilk kez NASA Jet İtke Laboratuvarı tarafından 1960'larda ortaya konulmuştur. 1990'lı yıllarda dijital görüntü sensörleri gezegenler arası seyahat eden uzay araçları için ihtiyaç duyulan bilimsel görüntü kalitesinde yine Jet İtke Laboratuvarı tarafından minyatürize edilerek 1995 yılında ticarileştirilmiştir. Uzay görevleri için minyatür hale getirilen bu sensörlerin ticarileşmesi ile cep telefonlarımızla her gün birçok defa yaptığımız gibi fotoğraf çekebilmek, endoskopide kullanılan hap kameraların üretilmesi mümkün hale gelmiştir (NASA, Şubat 2018).

Şekil 5'te kalp nakli bekleyen yüzlerce insanı donör kalp bulunana kadar hayatta tutan bir teknoloji olan kalp pompasının tasarımı görülmektedir. Bu tasarım uzay sanayinde kullanılmakta olan roket motorlarındaki sıvı akışı benzetiminin, kanın kalp pompasında akışının modellenmesinde kullanılması sayesinde gerçekleştirilebilmiştir (NASA, Şubat 2018).

Şekil 5. Kalp nakli bekleyen hastalar için tasarlanmış olan kalp pompası tasarımı



Kaynak: (NASA, Şubat 2018).



Ayın keşfi esnasında astronotların ihtiyaç duyduğu kablosuz, batarya bazlı numune toplayıcı teknolojisinin iyileştirilmesi sayesinde, evlerimizde sıklıkla kullanılan Şekil 6'da bir örneği gösterilmekte olan şarjlı el süpürgeleri üretilmiştir. Aynı teknoloji yine kablosuz matkapların ve çalı budama makinalarının üretiminde de kullanılmıştır (NASA, Şubat 2018).

Şekil 6. Şarjlı El Süpürgeleri



Kaynak: (NASA, Şubat 2018).

Uzay görevlerindeki ihtiyaçlardan ötürü ortaya çıkan ve sonradan dünyadaki yaşamımızda da önemli değişikliklere kapı açan daha bir çok örnek bulunmaktadır. Uyduların zayıflayan sinyallerinin tespitinde kullanılan teknolojinin enkaz altındaki insanların kalp atışlarının tespitinde kullanılması, Mars görevinde yaşam destek sistemi için keşfedilen doğal omega-3 yağ asidi kaynağının bebek mamalarında kullanılması, atış rampalarında kullanılan şok emicilerin artık köprülerde ve binalarda kullanılıyor olması, ...vb. gibi birçok yenilik uzay sektörü sayesinde elde edilmiştir (NASA, Şubat 2018).

Uzayın zorlu koşullarında tanımlanmış görevleri yerine getirebilmek için hâlihazırda elde bulunan teknolojilerin yanı sıra yeni teknolojilere ihtiyaç duyulması sebebiyle uzay projelerinin Ar-Ge ve teknoloji kazanımı nitelikleri oldukça yüksektir. Uzay teknolojilerinin kazanılması için birçok devlet tarafından farklı Ar-Ge ve teknoloji kazanımı projeleri yürütülmüştür. Yukarıda verilen resim ve örneklerden anlaşılacağı üzere bu projeler sadece uzay alanında yeniliklere yol açmamış, diğer alanlarda da çığır açıcı gelişmelerin meydana gelmesini sağlamıştır.

### 2.2.3. Diğer Ülkeler Tarafından Uzay Alanında Gerçekleştirilen Faaliyetlerin Değerlendirilmesi

Bir önceki bölümde ifade edildiği üzere uzay alanında gerçekleştirilen faaliyetlerinin diğer birçok alana öncülük ettiği gözlemlenmektedir. Bu nedenle ülkeler tarafından gerçekleştirilen Ar-Ge ve teknoloji kazanımı faaliyetlerini incelerken birçok alanda bu tür faaliyetlere öncülük eden uzay sektörünün dünyadaki uygulamalarını değerlendirmek işaret verici olabilir. Bunu yapabilmek için dünyada uzay alanında gerçekleştirilen patent verilerinden faydalanacaktır. Genel olarak patentler daha nitelikli göstergelerin bulunmadığı durumlarda inovasyon ve Ar-Ge faaliyetleri için gösterge olarak kabul edilmektedirler (Thomas, Sharma, ve Jain, 2011). Uzun zaman dilimleri boyunca patent bilgilerinin kamu erişimine açık olması ve fazla maliyet gerektirmemesi patentleri cazip veri kaynakları kılmaktadır. Patent verilerinin incelenmesiyle sadece inovasyon faaliyetlerinin düzeyine ilişkin verilere ulaşılmamakta, aynı zamanda organizasyonların inovasyon ve teknolojik yetkinliklerinin türleri ve ülkelerin teknolojik olarak güçlü yanları gibi çok faydalı bilgilere de ulaşılabilmektedir (Oltra, Kemp ve Vries, 2008).

Bölüm 2.1.4'te belirtilen Ar-Ge harcamaları yüksek ve Ülkemize yakın seviyedeki ülkelerin gerçekleştirmiş olduğu Ar-Ge ve teknoloji kazanımı çalışmalarını değerlendirebilmek için uzay alanında bu ülkelerin elde etmiş olduğu patent verileri incelenmiştir. Uzay alanındaki patentlerin uluslararası sınıf kodu B64G olup, bu sınıf "Kozmonotik: Araçlar veya Araçlar için Ekipmanlar (Cosmonautics: Vehicles or Equipments Therfor)" olarak adlandırılmıştır.

B64G patent sınıfı kendi içinde sekiz adet temel konu başlığına ayrılmıştır. Bu başlıklar ve kodları aşağıda verilmiştir.

- B64G 1/00: Kozmonotik Araçlar
- B64G 3/00: Kozmonotik Araçları Gözleme veya Takip Etme
- B64G 4/00: Uzay Kullanımı İçin Özel Olarak Adapte Edilmiş Aletler
- B64G 5/00: Araçlara Yönelik Yer Ekipmanları (Başlatma kuleleri, yakıt doldurma tertibatları vb.)
- B64G 6/00: Uzay Kıyafetleri

- B64G 7/00: Kozmonotik koşulların benzetimi (Örneğin; mürettebata uzay koşullarına yönelik kondisyon kazandırmak için simülatörler gibi.)
- B64G 9/00: Diğer
- B64G 2700/00: Uzay Seyahati; yapay uydular; uzay keşfi

Yukarıda belirtilen ana konu başlıkları da kendi içlerinde alt konu başlıklarına sahiptir. Avrupa Patent Ofisi'ne göre en çok alt konu başlığına sahip B64G 1/00 sınıfının en alt seviye konu başlıkları dahil toplamda 88 adet alt kırımın bulunmaktadır. Benzer şekilde diğer ana konu başlıkları ile birlikte B64G patent sınıfına ait 96 adet alt kırımın bulunmaktadır (Avrupa Patent Ofisi, şubat 2018). Bu alt kırımınlar organizasyonların inovasyon ve teknolojik yetkinliklerinin türlerini ve ülkelerin teknolojik olarak güçlü yanlarını yansıtmaları açısından önem arz etmektedirler.

Türk Patent ve Marka Kurumunun verilerine göre Ülkemizde B64G sınıfında 21 adet patent başvurusu bulunmaktadır. Bu başvurulardan 12 adedi yabancı organizasyonlar tarafından ülkemizde yapılmış başvurular olup, 8 adedi yerli başvurulardır, kalan bir adet patent başvurusu hakkında bilgiye erişilememiştir. Türk Patent Enstitüsü tarafından yabancı firmaların/kuruluşların patentlerinin tescillenmiş olduğu, yerli patent başvurularının ise henüz sonuçlandırılmadığı görülmüştür. Tarihsel olarak incelendiğinde B64G sınıfında Ülkemizdeki ilk patent başvurusunun 1982 yılında gerçekleştirildiği, ilk yerli başvurusunun ise 2007 yılında yapıldığı görülmektedir (Türk Patent ve Marka Kurumu, şubat 2018).

WIPO verilerine göre, geçmişten günümüze B64G sınıfında ABD'de patent ofisine kayıtlı 6549, Japonya patent ofisine kayıtlı 3724, Çin'de ise 2921 adet patent bulunmaktadır. Rusya her ne kadar ekonomik olarak ve yaptığı Ar-Ge harcamaları bakımından ABD, Japonya ve Çin'den geride bulursa da, B64G sınıfındaki kayıtlı patent sayısı oldukça fazladır. Rusya'nın SSCB döneminde verilen 153 patenti ile birlikte toplam 3623 adet patenti bulunmaktadır. ABD'de 1950, Rusya'da 1960, Japonya ve Çin'de ise 1990'lardan itibaren B64G sınıfında patent tesciline başlanmıştır (WIPO, şubat 2018).

Ar-Ge harcamaları bakımında Ülkemiz ile yaklaşık seviyelerde bulunan Meksika'nın 12 Arjantin'in 11 adet B64G sınıfında tescilli patenti bulunmaktadır. Ülkemizde olduğu gibi bu

patentlerin bir kısmı yabancı organizasyonlar tarafından Meksika ve Arjantin’de tescil edilmiştir. Bu ülkelerin kendilerinin üretmiş olduğu patentler de 2000’li yıllarda ortaya çıkmaya başlamıştır (WIPO, Şubat 2018).

Her ne kadar Türk Patent Enstitüsü’nün tescil ettiği B64G sınıfı yerli patentimiz olmasa da, Patent İşbirliği Antlaşması (Patent Cooperation Treaty – PCT) çerçevesinde ülkemizin 5 adet tescilli patenti bulunmaktadır. Bu patentlerin tümü 2009 yılından sonra tescil edilmiştir (WIPO, Şubat 2018).

Verilen patent sayıları ve patent tescil tarihleri değerlendirildiğinde, Ülkemizin uzay alanındaki Ar-Ge ve teknoloji kazanımı faaliyetlerine Meksika ve Arjantin’e benzer şekilde 2000’li yıllarda başladığını söyleyebiliriz. Uzay alanında Ar-Ge faaliyetlerine ülkemize göre daha erken fakat ABD ve Rusya’ya göre oldukça geç başlayan Japonya ve Çin’in Ar-Ge faaliyetlerinde yapmış oldukları harcamalar ile doğru orantılı bir şekilde hızlı bir ivme yol aldığı gözlemlenmektedir.

Ülkemizde ve dünyada uzay alanında gerçekleştirilen faaliyetlerin içeriğine bakmak için ülkelerin hangi B64G sınıfı alt konu başlıklarında patent tescil ettiği incelenebilir. Öncelikle Türkiye’nin Patent İşbirliği Antlaşması çerçevesinde tescil etmiş olduğu uzay alanındaki beş adet patentin üçünün uzay araçlarında kullanılan itki sistemlerinin adaptasyonu ve düzenlenmesi ile ilgili olduğu, birinin hava ve uzay araçları için iniş sistemleri ile ilgili olduğu ve sonuncusunun ise test aparatı ile ilgili olduğu görüşmüştür. B64G patent sınıfına ait 96 alt kırımdan 3 ü ile ilgili çalışmaların gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır. Türk Patent Enstitüsü’ne yapılan 8 adet yerli başvuru incelendiğinde de büyük yeniliklerden ziyade daha çok hâlihazırda olan sistemin yeniden düzenlenmesine yönelik patent başvurularının yapıldığı değerlendirilmektedir.

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere teknoloji kazanımı projesinin sonucunda elde bulunmayan teknolojinin özgün bir ürün geliştirebilecek seviyede özümsemesi beklenilmektedir. Ülkemizin uzay alanında Patent İşbirliği Antlaşması çerçevesinde tescil edilmiş patentleri ve ülkemizde yapılan yerli patent başvuruları esaslı yeniliklerden ziyade

mevcut olan sistemlerin adaptasyonu ve düzenlenmesine yönelik çalışmaları yansıtmaktadır. Bu nedenle Türkiye’de uzay alanında gerçekleştirilen çalışmaları teknoloji kazanımı olarak nitelendirmek daha doğru olacaktır. Gerçekleştirilen çalışmalar Ar-Ge faaliyetleri de içeriyor olabilir fakat çıktılar incelendiğinde yapılan çalışmaların teknoloji kazanımı niteliğinin daha ağır bastığı görülmektedir.

Uzay alanında en çok patente sahip ABD’nin patent verileri bu ülkenin B64G patent sınıfının tüm alt kırımlarına yönelik çalışmaların gerçekleştirdiğini göstermektedir. Çünkü CPC çerçevesinde B64G patent sınıfı kırımları Avrupa Patent Ofisi ve ABD Patent ve Marka Ofisi ile birlikte belirlenmiştir (ABD Patent Ofisi, Şubat 2018). Bu alt kırımlara bakıldığında sistem adaptasyonu ve düzenlemesi faaliyetlerinin ötesinde alt sistem, ekipman, bileşen ile malzeme seviyesinde çalışmaların gerçekleştirildiği, gezegenler ve yıldızlar arası seyahatler gibi insanlık için büyük atılım denilebilecek çalışmaların yapıldığı anlaşılmaktadır.

B64G sınıfında ABD’de tescil edilen patent sayısının çok fazla olmasından ötürü bu patentlerin her birinin içeriğini değerlendirme imkânı bulunmamaktadır. Bundan ziyade, patent tescil sayısı bakımından öne çıkan şirketlerin incelenmesi gerçekleştirilen faaliyetlerin değerlendirilmesi açısından kolaylık sağlayabilir. WIPO verilerine göre B64G sınıfında ABD’de en çok patent tesciline sahip kuruluşlar Tablo 1’de gösterilmektedir (WIPO, Şubat 2018).

Tablo 1. B64G Patent Sınıfında ABD’de Öne Çıkan Kuruluşlar

<b>Kuruluş/Firma Adı</b>	<b>Patent Sayısı</b>
Boeing	363
Lockheed Martin	173
NASA	311
Hughes Electronics	126
Space Systems/Loral	109
Hughes Aircraft	106
TRW	95
Aerospatiale Societe Nationale Industrielle	75
Honeywell International	55

Tablo 1'e bakıldığında, NASA'nın toplamda 311 patenti ile birlikte bazı özel firmalara göre daha az patent tescil ettirdiği düşünülebilir. Fakat bu tablo sadece B64G patent sınıfındaki patent tescillerini göstermektedir. NASA'nın uzay araştırmalarında kullandığı birçok teknoloji farklı patent sınıflarında tescil edilmiştir. Ayrıca ABD'de uzay alanında Blue Origin (Kuruluş: 2000), Space X (Kuruluş: 2002), Spire Global (Kuruluş: 2012) vb. gibi sektör için genç fakat yenilikçi birçok firma listede bulunmamaktadır. Bu firmalar ortaya koydukları ürünler ile uzay endüstrisinde büyük değişiklere imza atmış olsalar da, henüz genç olmaları ya da patent yayınlamayı riskli görmelerinden (Space X firmasının uzun vadeli hedefleri açısından patent yayınlamayı tercih etmemesi gibi) ötürü patent sayısı bakımından köklü kuruluşlara göre geride kalmışlardır. Bu sebeple Tablo 1'i ABD'de uzay alanında faaliyet göstererek öne çıkan köklü organizasyonların listesi olarak değerlendirmek yerinde olacaktır.

Boeing firması uzay sektöründe çeşitli boyut ve kapasitede uydu platformlarını, GPS sistemini, uluslararası uzay istasyonuna yönelik iyileştirmeleri ve fırlatma aracını (Lockheed Martin ile birlikte) ticari ürün gamında bulundurmaktadır. Bununla birlikte çeşitli devlet kuruluşları ile birlikte yeniden kullanılabilir uzay uçağı, mürettebat ya da kargo taşımaya yönelik uzay kapsülü, Ay ötesi ve derin uzay görevleri için fırlatma aracı gibi araştırma projelerinde de yer almaktadır (Boeing, Şubat 2018).

Lockheed Martin firması ticari olarak haberleşme ve gözlem uyduları satmakta, fırlatma aracı hizmeti sunmakta iken, gezegen ve astroid keşif, insanlı derin uzay seyahati gibi bilimsel araştırmalar için gerekli araçların geliştirmesine yönelik projeleri de yürütmektedir (Lockheed Martin, Şubat 2018).

Zamanının önde gelen uydu üreticisi olan Hughes Aircraft firmasının B64G patent sınıfında sistem ve alt sistemler ile ilgili birçok tescilli patenti bulunmaktadır. Şirketin 1985 yılında General Motors tarafından satın alınmasının gerçekleşmesi ile Hughes Electronics şemsiyesi altında faaliyetlerine devam etmiştir. Hughes alt şirketleri ilk yerdurağan yörünge haberleşme ve hava gözlem uydularını sırasıyla 1963 ve 1966 tarihlerinde geliştirmişlerdir. 2000 yılına dünya görevde olan ticari uyduların %40'ını Hughes tarafından üretilen uydular oluşturmuştur. Ticari olarak uydu üretiminin yanı sıra aya yumuşak iniş (Surveyor-1), Jüpiter'in atmosferinin

incelenmesi (Galileo sondası) gibi bilimsel araştırma projelerinde yer almışlardır (US Centennial of Flight, Şubat 2018).

Yerdurağan yörüngede en fazla uyduya sahip ABD firması olan Space Systems/Loral, 2012 yılında Kanadalı MacDonald, Dettwiler and Associates firması ile birleşerek MAXAR Technologies bünyesine dâhil edilmiştir. Space Sytems/Loral firmasının ticari kabiliyetleri iki temel uydu platformunu, dünya gözlem ve haberleşme uydularını, uzaya yönelik çeşitli altsistem, mühendislik ve test hizmetlerini kapsamaktadır. Bununla birlikte firma NASA ve DARPA ile birlikte uzayda uydu inşa etme, yörüngede robotik bakım hizmet ve alçak yörünge uydularını yörüngede yenileştirerek hizmet ömrünü uzatma gibi uzay sektörünün geleceğini şekillendirecek projelerde yer almaktadır (Space Systems/Loral, Şubat 2018).

2002 yılında Northrop Grumman satın alınan TRW firması ürün gamında, nükleer tespit, keşif, takip ve röle uydularını, Ay'a inişte de kullanılan roket motorlarını bulundurmaktaydı. Buna benzer ticari faaliyetleri ile birlikte TRW şirketi, NASA ile birlikte uzay sondası (Pioneer-11), Marslı biyolojik deneyleri ve çeşitli uzay gözlemevi projelerinde yer almıştır (Dyer, 1998). Firmanın havacılık ve uzay bölümü halen Northrop Grumman altında faaliyet göstermektedir.

Honeywell firması uzay alanında otomatik tanımlama sistemi alıcısı, dönüölçer, telemetri, tepki tekeri gibi birçok altsistem ve ekipman seviyesi ticari ürüne sahiptir. Ayrıca şirket Satürn araştırmalarında kullanılan Cassini uzay aracı ve uluslararası uzay istasyonunda kullanılmak üzere biyolojik analiz ekipmanı projelerinde de yer almıştır (Honeywell, Mart 2018).

Aerospatiale Societe Nationale Industrielle firması aslında Fransız menşeli bir firma olup, şu anda Airbus şirketler birliğinin bir parçasıdır. Yukarıda bahsedilen firmalar dışında da ABD'de uzay alanında faaliyet göstermekte olan kobiler ve görece yeni kurulmuş firmalar bulunmaktadır. Her ne kadar bu firmalar patent tescili bakımından ön planda olmasalar da, bu firmaların uzay sektörüne yeni açılımlar sağlamaları beklenmektedir.

WIPO verilerine göre B64G sınıfında Japonya'da en çok patent tesciline sahip kuruluşlar Tablo 2'de gösterilmektedir. ABD örneğinde olduğu gibi Japonya için Tablo 2'de verilen liste

Japonya’da uzay alanında faaliyet göstermekte olan köklü kuruluşları yansıtmaktadır. Bu köklü kuruluşlar hakkında aşağıda kısa bilgiler bulunmaktadır (WIPO, Şubat 2018).

Tablo 2. B64G Patent Sınıfında Japonya’da Öne Çıkan Kuruluşlar

<b>Kuruluş/Firma Adı</b>	<b>Patent Sayısı</b>
Mitsubishi Electric	463
Mitsubishi Heavy Industries	158
Toshiba	120
Nec	96
Ishikawajima Harima Heavy Industries	65
Space Systems/Loral	56
IHI Aerospace	51
TRW	48
JAXA	47

Mitsubishi Grup bünyesinde bulunan Mitsubishi Electric firmasının ticari olarak uydu platformu bulunmakta, haberleşme uyduları, uydu altsistemleri ve ekipmanları üretip satmaktadır. Sadece ticari ürünler ortaya koymayan Mitsubishi Electric şirketi aynı zamanda JAXA ve çeşitli devlet kurumları ile birlikte dünyanın en büyük antenine sahip yerdurağan yörünge uydusu (ETS-VII) ve uluslararası uzay istasyonu için Japon deney modülü (Kibo) geliştirilmesi gibi oldukça iddialı ve yenilikçi projelerde yer almaktadır (Mitsubishi Electric, Şubat 2018). Mitsubishi Grup’nun bir diğer alt şirketi Mitsubishi Heavy Industries ise fırlatma sistemleri üzerine uzmanlaşmıştır. Fırlatma araçlarına ilişkin çeşitli altsistem ve ekipmanlar da yine şirket tarafından üretilmekte/geliştirilmektedir. Bu şirket de JAXA ile birlikte geliştirme projelerinde (Yeni nesil fırlatma aracı H3 ve uluslararası uzay istasyonuna yük taşıma amaçlı transfer aracı HTV gibi) yer almaktadır (Mitsubishi Heavy Industries, Şubat 2018).

Toshiba firması uzay faaliyetlerine NEC şirketi altında devam etmektedir. NEC firması tarafından ticari olarak çeşitli uydu sistemleri, alt sistemleri, sensör ve yer sistemleri üretilmektedir. Ticari faaliyetlerin yanında şirket astreoidlerden örnek alma gibi üst düzey bilimsel görevlere yönelik projelerde ana yüklenici konumundadır (NEC, Şubat 2018).



Ishikawajima Harima Heavy Industries şirketi oldukça geniş ürün yelpazesinde fırlatma araçlarını, bunların alt sistemlerini, itki sistemleri ve ekipmanlarını, uzay araçları için çeşitli sensör ve kameraları bulundurmaktadır. Atmosfere yeniden giriş gibi zorlu bilimsel görevler için ise sistem, alt sistem ve ekipmanlar geliştirmektedir/üretmektedir. IHI Aerospace şirketi Ishikawajima Harima Heavy Industries'in Nissan Motorlarının Havacılık Uzay ve Savunma bölümünü 2000 yılında bünyesine katması sonucunda kurulmuştur (IHI, Şubat 2018).

Tablo 2'ye bakıldığında JAXA'nın patent sayısının özel şirketlerden daha az olduğu görülmekle birlikte, JAXA Tablo 2'de belirtilen şirketlerin birçoğunun yer aldığı bilimsel/araştırma projelerinin müşterisi/fonlayıcısı konumundadır. Ayrıca JAXA'nın da NASA'da olduğu gibi B64G sınıfı dışında da birçok patent sınıfında tescilli patenti bulunmaktadır.

WIPO verilerine göre B64G sınıfında Çin'de en çok patent tesciline sahip kuruluşlar Tablo 3'te gösterilmektedir. Tablo 3 incelendiğinde, Çin'de uzay alanındaki faaliyetlerin şirketler tarafından değil enstitü ve üniversiteler tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir (WIPO, Şubat 2018). Bu nedenle uzay alanında ticari faaliyetlerden ziyade Ar-ge faaliyetlerine ağırlık verildiği söylenebilir.

Tablo 3. B64G Patent Sınıfında Çin'de Öne Çıkan Kuruluşlar

<b>Kuruluş/Firma Adı</b>	<b>Patent Sayısı</b>
Harbin Institute of Technology	87
Shanghai Satellite Engineering Institute	72
Shanghai Aerospace System Engineering Institute	57
Beijing Institute Of Spacecraft System Engineering	45
Harbin Institute Of Technology	40
China Academy Of Launch Vehicle Technology	39
Beijing Institute Of Spacecraft Environment Engineering	28
Beihang University	28
Northwestern Polytechnical University	26
Beijing Institute of Control Engineering	24

Ekonomik bakımdan ve Ar-ge faaliyetleri açısından gelişmiş olan ABD, Japonya ve Çin'in patent verileri bu ülkelerin uzay alanında Ar-Ge faaliyetlerine önem verdiğini göstermektedir. ABD ve Japonya Ar-Ge faaliyetlerinin yanında uzay alanında geçmişten beri ürettiği ürünleri/geliştirdiği teknolojileri ticarete dökmüştür. Ticari olarak yürütülen faaliyetler arasında uydu platformları kullanılarak üretilen çeşitli haberleşme ve gözlem uyduları, uydu alt sistem ve ekipmanlar, ilgili yer sistemleri bulunmaktadır. Başka bir deyişle, bahse konu dünyaya yönelik görevlerde kullanılan uydu teknolojilerinin ABD ve Japonya için eski olduğu, ticari olarak yürütülebilecek kadar olgunlaştığı söylenebilir.

ABD, Çin ve Japonya dışında, Avrupa Birliği ve Rusya'da uzay alanında oldukça aktiftir. Avrupa Birliğinde AIRBUS ve Thales firmaları tarafından ticari olarak haberleşme ve gözlem uyduları üretilmekte, AIRBUS Grup tarafından fırlatma hizmeti sunulmaktadır. Bununla birlikte bu firmalar ESA ile birlikte birçok bilimsel görevlerde ve Ar-Ge projelerinde yer almaktadırlar.

### **3. TÜRKİYE'DE UZAY ALANINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER & GERÇEKLEŞTİRİLEBİLECEK TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJESİ ÖRNEĞİ**

#### **3.1. Uzay Alanında Gerçekleştirilen Faaliyetler**

##### **3.1.1. Genel Bakış**

Ülkemizde gerçekleştirilebilecek bir teknoloji kazanımı projesi örneği oluşturabilmek için Türkiye'nin uzay alanındaki kapasitesini ve geçmişini göz önünde bulundurmamız gerekmektedir. Ülkemizin uzay faaliyetleri haberleşme ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak, 1968 yılında İran ve Yugoslavya'nın istasyonlarının kullanımı ile başlamıştır. Ülkemizdeki ilk uydu yer istasyonu 1979 yılında hizmete girmiştir (Taşlıcalı, 2005).

Uydu haberleşmesi İNTELSAT uydularından transponder kiralanarak gerçekleştirilmiş, Ülkemizin kendisinin sahip olduğu ilk haberleşme uydusu olan Türksat-1B 1994 yılında yörüngeye yerleştirilmiştir (Taşlıcalı, 2005). Bundan önce Türksat-1A uydusu 24 Ocak 1994'te yörüngeye yerleştirilmek üzere Aerospatiale firmasının Ariane 4 roketi ile fırlatılmıştır, fakat roketin üçüncü kademesinde yaşanan arıza nedeniyle fırlatma başarısızlıkla sonuçlanmıştır (Milliyet, 1994). Türksat-1A uydusunun maliyeti sigorta firmaları ve Aerospatiale firması tarafından karşılanmış (Independent, 1994), yerine Alcatel Alenia Space Industries firması tarafından üretilen Türksat-1B uydusu 10 Ağustos 1994'te fırlatılmıştır. Yine Alcatel Alenia Space Industries tarafından üretilen Türksat-1C uydusu 10 Temmuz 1996 tarihinde fırlatılmıştır. Türksat-1B ve Türksat-1C uyduları ile ülkemiz uydu terminolojisi ile tanışmış, kendi uydusunu işletmeye başlamıştır (TÜRKSAT A.Ş., Mart 2018).

Artan ihtiyaçlar doğrultusunda 10 Ocak 2001 tarihinde Ariane Space şirketi tarafından üretilen Türksat-2A uydusu fırlatılmıştır. Bunu takiben Thales Alenia Space Industries tarafından üretilen Türksat-3A uydusu 13 Haziran 2008 tarihinde, Mitsubishi Electric Corporation tarafından üretilen Türksat-4A ve Türksat-4B uyduları sırasıyla 14 şubat 2014 ve 16 Ekim 2015 tarihlerinde uzaya gönderilmiştir. Bu uydular vasıtasıyla ülkemizce işletilen uyduların kapsama alanları Afrika, Avrupa, Ortadoğu, Orta Asya ve Güney Batı Asya'ya ulaşmıştır.

9-10 Kasım 2017 tarihinde düzenlenen 3. Global SatShow'da sözleşmeleri imzalanan Türksat-5A ve Türksat-5B uydularının 2020 ve 2021 yıllarında hizmete alınmasıyla uydu filomuz daha da güçlenecek, yerli firmaların bahse konu uyduların üretimine katkı sağlaması, böylelikle haberleşme uydu teknolojilerine yönelik olarak ülkemizin kabiliyetleri arttırılacaktır.

Türkiye'de uzay alanında özgün ürün üretmeye yönelik ilk faaliyetler olarak TÜBİTAK BİLTEN'in 1998'de uydu teknolojileri konusunda çalışmalara başlaması ve ardından Uydu Teknolojileri Grubu'nun kurulması olarak gösterilebilir. 2000'den sonra ise ülkemizin uzay alanındaki üretim faaliyetleri oldukça hız kazanmıştır. 2001-2003 yılları arasında DPT'nin sağladığı destekle İngiliz Surrey niversitesinin kuruluşu olan Surrey Satellite Technology Limited şirketi ile birlikte teknoloji transferi yöntemiyle BİLSAT uydusu yapılmıştır. Bunu takiben 2004-2011 yılları arasında DPT desteğiyle ülkemizin ilk yerli üretim yer gözlem uydusu olan RASAT uydusu yapılmıştır. 2007-2012 yıllarında ise Türk Hava Kuvvetleri'nin yüksek znrlkl istihbarat uydusu ihtiyaını karşılamak için GÖKTÜRK-2 uydusunun üretimi gerçekleştirilmiştir (Tübitak Uzay, Nisan 2018). Büyük btçeli projelerin yanısıra 2009 yılından itibaren "Cubesat" uydu platformu kullanılarak ülkemizde nano uydu (1-10 kg) retimine de başlanmıştır.

Yatırım maliyetleri Bakanlığımız bünyesinde TÜRK SAT A.ř. ve SSM tarafından karşılanan USET tesisi 2015 yılında açılmış İtalyan Telespazio firmasının yürüttüğü GÖKTÜRK-1 Programı kapsamında, GÖKTÜRK-1 uydusunun testleri bu tesiste gerçekleştirilmiştir (TUSAş, Mart 2018).

Gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında Ülkemizin uzay alanında oldukça genç bir oyuncu olduğu, uzay faaliyetlerinin 2000’li yıllardan sonra hız kazandığını, bundan önce sadece dışarıdan uydu tedariki ve uydu operatörlüğünün gerçekleştirildiği görülmektedir.

### **3.1.2. Gerçekleştirilen Projeler:**

#### **Bilsat:**

Türkiye’de tasarım aşamasından üretim ve test aşamasına varacak bütün safhaları içeren bir uydu projesini gerçekleştirebilme yeteneğine sahip olmak amacı ile TÜBİTAK BİLTEN (2006 yılında TÜBİTAK BİLTEN’in ismi TÜBİTAK Uzay olarak değiştirilmiştir) bünyesinde başlatılan BİLSAT projesi, 2001-2003 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Uydu üretebilme ve test edebilme teknolojisini kazanabilmek adına, tecrübeli bir firma ile birlikte çalışma kararı alınmış ve buna istinaden uluslararası bir ihale gerçekleştirilmiştir. Yapılan ihale sonucunda İngiliz SSTL Limited şirketi ile işbirliği yapılmıştır. Rus yapımı Cosmos-3 roketi tarafından fırlatılan BİLSAT uydusu 23 Eylül 2003 tarihinde yörüngeye yerleştirilmiştir (Yüksel, Tunalı, Gürol ve Leloğlu, 2006).

Proje kapsamında çeşitli sürelerle toplamda TÜBİTAK BİLTEN tarafından görevlendirilen araştırmacı ekibi İngiltere’nin Surrey şehrinde gerçekleştirilen çalışmalara katılmış, böylelikle uydu teknolojileri konusunda önemli bir birikim elde edilmiştir. Uydu yapım sürecinin araştırmacılar tarafından daha iyi öğrenilebilmesi için mühendislik modeli yerine geçebilecek bir uydu da üretilmiştir.

Ayrıca proje kapsamında yer istasyonu ve uydu üretim/test laboratuvarları kurulmuş, yerli imkânlarla geliştirilen ürünlere (ÇOBAN ve GEZGİN) uzay tarihçesi kazandırılmıştır. Bu ekipmanlar Ülkemiz tarafından tasarlanıp ve üretilen, uzay tarihçesine sahip ilk ürünler olmaları açısından önem arz etmektedirler.

Projenin ana başlıkları aşağıda verilmektedir:

- Uydunun üretilmesi ve yörüngeye yerleştirilmesi
- Fırlatma sigortası

- TÜBİTAK BİLTEN bünyesinde uydu üretimine yönelik altyapının kurulması
- SSTL sahipliğinde bulunan ve BİLSAT uydusunda kullanılacak fikri mülkiyetin 10 yıl süreli kullanım hakkının elde edilmesi
- TÜBİTAK BİLTEN personelinin uydunun mühendislik modelinin yapılması yoluyla proje içerisinde aktif rol alması ve bu yolla teknoloji transferi

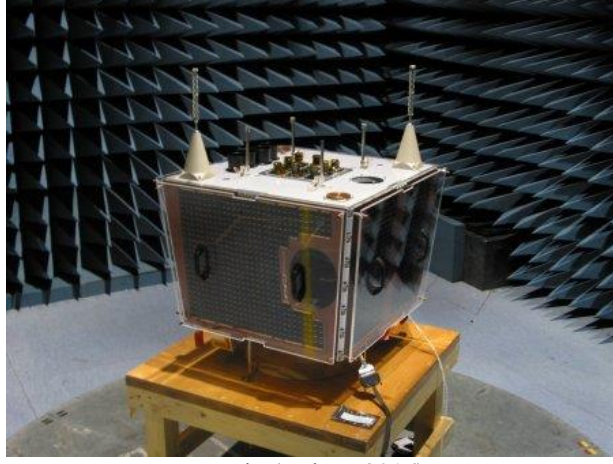
Proje sözleşmesinin çok önemli bir avantajı da, SSTL firması tarafından BİLSAT uydusunda kullanılacak parçaların tamamının 10 yıl süreyle, TÜBİTAK Uzay tarafından ticari olmayan projelerde kullanım hakkının verilmesi olarak ifade edilmiştir. Uzay sektöründe daha önceden uzayda kullanılarak tarihçe kazandırılan ekipmanların projelerde kullanılması olası riskleri oldukça azaltmaktadır. BİLSAT projesinin sözleşmesinde bulunan bahse konu madde ile TÜBİTAK Uzay tarafından gerçekleştirilen diğer projelerde de riskin azaltılması/kontrol edilmesi mümkün hale gelmiştir (Yüksel vd., 2006).

BİLSAT uydusu 2003-2006 yılları arasında içinde İngiltere, Cezayir, Nijerya ve Çin'in yer aldığı DMC takım uydu sisteminin bir üyesi olarak görev yapmıştır. DMC takım uydu sisteminin amacı benzer yörüngedeki uyduların uygun şekilde yerleştirilerek, dünyanın her tarafının günde en az bir kez görüntülenmesi, afet durumunda en uygun uydu ile ilgili alanı görüntüleyerek, bunları ihtiyaç makamına iletilmesi olarak belirlenmiştir. DMC uluslararası afet yardım kuruluşunun bir parçası olarak görüntüleri ücretsiz olarak sağlamıştır. BİLSAT uydusu Ağustos 2006 tarihi itibarıyla pil hücrelerinden iki tanesinin ömrünü tamamlaması nedeniyle enerji depolayamaz hale gelmiş ve görevini planlanandan önce tamamlamıştır (Çoban, 2016). BİLSAT uydusunun teknik özellikleri Tablo 4'te (Yüksel vd., 2006) resmi ise Şekil 9'da verilmektedir.

Tablo 4. Bilsat Uydusu Teknik Özellikleri

<b>Kütle</b>	129 kg
<b>Yörünge</b>	686 km, güneş eşzamanlı
<b>Stabilizasyon</b>	3 eksen
<b>Görünteliyici</b>	26.7 m MS, 12.6 m PAN
<b>İtki Sistemi</b>	Var
<b>Faydalı Yükler</b>	ÇOBAN, GEZGİN, sakla-ilet iletişim

## Şekil 7. BİLSAT Uyduu Elektromanyetik Uyumluluk Testleri



Kaynak: (Çoban, 2016).

### **Rasat:**

BİLSAT projesi kapsamında elde edilen deneyim sayesinde Ülkemizin yerli olarak üretilen ilk yer gözlem uydusu RASAT, 2004-2011 yılları arasında DPT desteği ile geliştirilmiştir. 17 Ağustos 2011 tarihinde Rusya'dan uzaya fırlatılan RASAT, görev süresi 3 yıl olarak tasarlanmış olmasına rağmen, 17 Ağustos 2017 tarihinde yörüngedeki altıncı yılını doldurmuştur.

Proje kapsamında TÜBİTAK Uzay bünyesindeki uydu montaj, entegrasyon ve test altyapısı geliştirilmiş, uydu tasarım, üretim ve test konularında 100'den fazla uzman yetiştirilmiştir. RASAT uydusu ile Türkiye yerli olarak küçük uydu geliştirebilme, üretebilme ve test edebilme yeteneğini kazanmıştır.

TÜBİTAK Uzay tarafından RASAT projesinin amaçları aşağıdaki gibi açıklanmıştır;

- BİLSAT Projesi ile bir uydunun tasarımından yörüngede devreye alınmasına kadar geçen her evrede kazanılan bilgi ve beceriyi pekiştirmek,
- Güncel teknolojileri kullanarak uzay ortamına uygun sistemler geliştirmek ve uzayda başarıyla çalıştırarak bu sistemlere uçuş tarihçesi kazandırmak,
- Türkiye'nin uzaktan algılama alanında ihtiyaçlarına azami ölçüde cevap vermek,

- Türkiye'nin uzay teknolojileri için hâlihazırda kullanılabilir yeteneklerini belirleyip azami ölçüde kullanmak,
- Uydu teknolojileri konusunda yetişmiş insan gücünü arttırmak,
- Geliştirdiği kritik modüllerle Türk uzay sanayisinin ihtiyaçlarını karşılamak,
- TÜBİTAK Uzay'ın uzay amaçlı yeteneklerini Türkiye'ye ve Dünyaya kanıtlamaktır.

RASAT projesi ile ayrıca yerli olarak geliştirilen uçuş bilgisayarı (BİLGE), 100Mbs X-Bant verici ve gerçek zamanlı görüntü işleme (GEZGİN-2) ekipmanları ile yerli uçuş ve yer istasyonu yazılımlarına tarihçe kazandırılmıştır. RASAT uydusunun teknik özellikleri Tablo 5'te (Çoban, 2016), resmi ise Şekil 10'da verilmektedir.

Tablo 5. RASAT uydusu teknik özellikleri

<b>Ağırlık</b>	93 kg
<b>Yörünge</b>	689 km'de dairesel, güneşe eşzamanlı
<b>Yönelim kontrolü</b>	3 eksen kontrollü
<b>Yörünge süresi</b>	98.8 dakika
<b>Ekvator geçişi yerel zamanı</b>	10:30
<b>Uzamsal çözünürlük</b>	Pankromatik: 7.5 m Çok bantlı: 15 m
<b>Tahmini ömür</b>	3 yıl
<b>Tayfsal çözünürlük (µm)</b>	0.42-0.73 (Pankromatik) 1. Bant: 0.42 - 0.52 (Mavi) 2. Bant: 0.55 - 0.58 (Yeşil) 3. Bant: 0.58 - 0.73 (Kırmızı)
<b>Radyometrik çözünürlük</b>	8 bit
<b>Zamansal çözünürlük</b>	4 gün
<b>Şerit genişliği</b>	30 km
<b>Faydalı yükler</b>	- Optik faydalı yük - BİLGE: Spacewire veriyolu kullanabilen uçuş bilgisayarı - GEZGİN-2: JPEG2000 algoritmaları ile yüksek hızda çok bantlı görüntü sıkıştırma ve şifreleme yapabilen yeni nesil görüntü işleme kartı - X-Bant Verici Modülü



Şekil 8. RASAT Uyduyu Fırlatıcıya Yerleştirilirken



Kaynak: (Girişim Haber, Mart 2018).

### **Göktürk-2:**

Türkiye'nin üçüncü nesil yer gözlem uydusu Göktürk-2 projesi, TÜBİTAK 1007 Programı kapsamında Milli Savunma Bakanlığı ve TÜBİTAK ortaklığında, TÜBİTAK UZAY ana yürütücülüğünde, TUSAŞ firması ile birlikte 1 Mayıs 2007'de yürürlüğe giren sözleşme ile başlamıştır (TUSAŞ, Mart 2018). 2007-2012 yılları arasında Türk Hava Kuvvetleri'nin yüksek çözünürlüklü istihbarat uydusu ihtiyacını karşılamak için geliştirilen Göktürk-2 uydusu 18 Aralık 2012 günü Çin'in Jiuguan üssünden uzaya fırlatılmıştır.

Göktürk-2 uydusunda TÜBİTAK Uzay'ın RASAT uydusu için geliştirdiği ve tarihçe kazandırdığı bazı alt sistemlerin ana sistem olarak kullanılmıştır. Ayrıca uydu için yeni olarak yakın kızıl ötesi kamera modülü (KUZGUN) ve yönelim ekipmanları kontrol modülü de geliştirilerek uzay tarihçesi kazanmıştır. Göktürk-2 uydusu ile birlikte ülkemiz yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusu geliştirme yeteneği kazanmıştır. Türk Hava Kuvvetleri tarafından kontrol edilen Göktürk-2 uydusu 5 yıllık görev ömrü için tasarlanmıştır.

Göktürk-2 projesinin hedefleri aşağıdaki gibi belirtilmiştir;

- Uzay ve uydu sistemlerine yönelik elde edilmiş operasyonel bilgi ve tecrübenin iyileştirilmesi,
- Uzay alanına yönelik yazılım ve donanım teknolojisinin geliştirilmesi,
- Uzman insan gücünün yetiştirilmesi, geliştirilmesi ve sayısının artırılması,
- Uzay teknolojilerinde kullanılacak alt yapının geliştirilmesi,

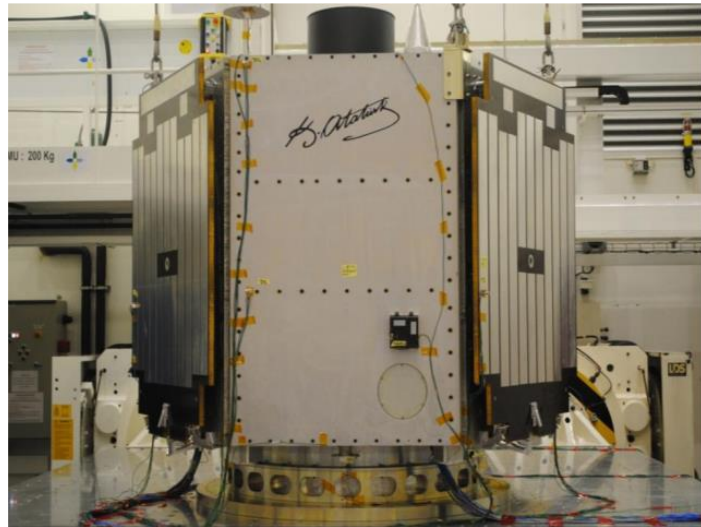
- Kamu kurum ve kuruluşlarının gözlem ve araştırma ihtiyaçlarının öz kaynaklarımızla giderilmesi.

Göktürk-2 uydusunun teknik özellikleri Tablo 6'da, resmi ise Şekil 11'de verilmektedir (Çoban, 2016).

Tablo 6. Göktürk-2 Uydusu Teknik Özellikleri

<b>Yörünge</b>	686 km dairesel, güneşe eş zamanlı
<b>Tasarım Ömrü</b>	5 yıl
<b>Ağırlık</b>	409 kg
<b>Görüntü Çözünürlüğü</b>	
<b>Şerit Uzunluğu</b>	640 km
<b>1 kare Görüntü Alanı</b>	20 km x 20 km
<b>Aynı Noktayı Yeniden Görüntüleme Süresi</b>	Ortalama 2.5 gün en fazla 5 gün
<b>Görüntü Depolama Kapasitesi</b>	45 kare (Kayıpsız sıkıştırma ile)
<b>İstenilen Noktayı Çekme Hassasiyeti</b>	<1 km
<b>Yer Konumlama Hassasiyeti</b>	<1 km
<b>Geniş Alan Görüntüleme</b>	100 km x 34 km
<b>Stereo Görüntüleme</b>	100 km x 20 km
<b>Görüntü İndirme Hızı</b>	100 Mbit/s

Şekil 9. Güneş Panelleri Katlı Göktürk-2 Uydusu



Kaynak: (Çoban, 2016).

Yukarıda bahsedilen büyük bütçeli ve görece kapsamlı projelerin yanında, “Cubesat” platformları kullanılarak İTÜ ve amatör telsizciler tarafından bir birimlik ITÜPSAT ve üç birimlik TURKSAT3USAT uydu projeleri de gerçekleştirilmiştir.

### **3.1.3. Devam Etmekte Olan Projeler:**

#### **İmece Uydusu ve Altsistemler:**

Kalkınma Bakanlığının 2013 yılı yatırım programında yer alan İMECE Uydu Sistemleri Alt Yapı Projesi kapsamında BİLSAT, RASAT ve GÖKTÜRK-2 projelerinde elde edilen birikimden faydalanarak metre altı çözünürlükte görüntü sağlayabilecek uydularda kullanılacak uydu alt sistemlerinin ülke içerisinde geliştirilmesi için gereken alt yapının oluşturulmasını hedeflenmiştir.

TÜBİTAK Uzay bünyesinde aşağıdaki alt yapıların geliştirileceği ifade edilmiştir.

- Hiperspektral Uydu Kamerası Alt Yapısı
- Elektro Optik Uydu Kamerası Alt Yapısı
- Haberleşme Sistemi Alt Yapısı
- Yıldızizler Alt Yapısı
- Güneş Algılayıcısı Alt Yapısı
- Tepki Tekerleri Alt Yapısı
- Yeni Nesil Uçuş Bilgisayarı Alt Yapısı

Yukarıda bahsedilen altsistemlerin yanı sıra İMECE altsistem projeleri kapsamında güneş paneli, güneş hücresi ve lityum iyon batarya ve çok katmanlı yalıtım battaniyesi ekipmanlarının da geliştirilmesi planlanmaktadır. Yurt içinde geliştirilecek bu altsistem ve ekipmanların kullanılacağı ve tarihe kazandırılacağı İMECE uydusunun elektro-optik ve hiper-spektral kamera taşıması, metre altı çözünürlüğe sahip olması planlanmaktadır.

İmece Projeleri dışında, Bakanlığımızca desteklenmekte olan Türksat 6A ve UBAKUSAT projeleri, STM A.Ş. firmasının kendi öz kaynaklarıyla mikro sınıfı (<100kg) gözlem uydusu

LAGARİ ve denizlerde gemilerin takibine yönelik olarak otomatik tanımlama sistemi yükü taşıması planlanan altı birimlik “Cubesat” uydusu PİRİSAT projelerini yürüttüğü bilinmektedir. Yine İTÜ tarafından çeşitli “Cubesat” uydusu projelerine devam edilmektedir.

#### **3.1.4. Türkiye Uzay Ajansı ve Mevzuat Çalışmaları:**

Türkiye Uzay Ajansı kurulmasına yönelik çalışmalar 2 Mart 2001 tarihinde, 2001/2127 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile başlamıştır. Başta Türk Silahlı Kuvvetler olmak üzere farklı kurum ve kuruluşların katılımı ile çeşitli mevzuat çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

61. ve 62 Hükümet Programlarında da yer alan Türkiye Uzay Ajansı'nın kuruluş çalışmalarının yürütülmesi görevi Bakanlığımıza verilmiştir.

Konu ile ilgili olarak yurt içinde ve yurt dışında Çalıştaylar ve toplantılar düzenlenmiş, bu toplantılarda elde edilen bilgiler doğrultusunda; TUA'nın kuruluş kanunu taslağı hazırlanarak 25 Mart 2015 tarihinde Bakanlar Kurulunda imzaya açılmıştır.

TUA Kanun taslağı, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanı Sayın Fikri İŞİK'in eksik kalan imzası nedeniyle kadük kalmıştır.

64. Hükümet Programında da TUA kurulması yer almıştır. Bu kapsamda TUA Kuruluş Kanunu taslağı çalışmaları HUTGM tarafından yürütülmüş olup 2017 yılı Şubat ayı içerisinde TBMM gönderilmiştir. Ancak henüz yasalaşmamıştır.

2017 yılında hazırlanarak TBMM'ye gönderilen son kanun tasarısı metnine göre Türkiye Uzay Ajansı'nın temel görevleri:

- Uzay ve havacılık politikasını belirlemek ve uygulamak,
- Uzay ve havacılık bilim ve teknolojilerinde dışa bağımlılığı azaltmak ve uluslararası alanda ülkemizin rekabet gücünü arttırmak,
- Uzay ve havacılık alanında Ar-Ge ve teknoloji geliştirme faaliyetlerini gerçekleştirmek ve desteklemek,

- Ülkemizde çeşitli kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör tarafından uzay alanında yürütülmekte olan faaliyetlerin koordinasyonunu sağlamak,
- Uzaya ilişkin ulusal egemenlik kapsamındaki hakları yönetmek,
- Ülkemizin uzay alanındaki hak ve menfaatlerinin korunması ve güvence altına alınması için ulusal ve uluslararası kuruluşlarla koordinasyon yürütmek,
- Uzay alanında uluslararası kuruluşlar ve ülkeler ile ilişki kurmak, uluslararası anlaşma yapmak
- Okyanuslar ve kutuplar ile ilgili araştırmalar yapmak,

olarak ifade edilebilir (Türkiye Uzay Ajansı Kanun Tasarısı Metni, Mart 2018).

Uzay ajansının kurulması ile Ülkemizde uzay alanında gerçekleştirilen çalışmalar koordine edilerek, bu alanda hâlihazırda kısıtlı olan kaynakların etkin ve verimli kullanılması gerçekleştirilebilecektir. 2020’li yıllarda 550-600 milyar dolar büyüklüğe ulaşması beklenen uzay pazarından ülkemizin daha yüksek bir pay alabilmesi, uluslararası haklarımızın korunabilmesi ve genişletilebilmesi için Türkiye Uzay Ajansı’nın kurulmasının oldukça etkili olacağı değerlendirilmektedir.

### **3.2. Teknoloji Kazanımı Projesi Örneği – Haberleşme Uydusu Geliştirilmesi**

Ülkemizin uzay alanında ürün geliştirme deneyiminin, “Cubesat” projeleri hariç, gözlem uyduları üzerine olduğu görülmektedir. Uzaya erişim ihtiyacımızın haberleşme ve iletişim sağlayabilmek nedeniyle ortaya çıktığı, bu ihtiyacımızı halen yurtdışından tedarik ettiğimiz haberleşme uyduları ile giderdiğimiz göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye’de uzay alanında atılacak bir sonraki adımın, yerli haberleşme uydusunun üretilmesi olacağı aşikârdır.

Bu nedenle, tezin bu bölümünde bir haberleşme uydusu platformunun yerli olarak üretilmesi örneği teknoloji kazanımı projesi olarak ele alınmıştır. Bir sonraki bölümde bu örnek üzerinden ve uzay alanında gerçekleştirdiğimiz diğer projelerde karşılaştığımız zorluklar değerlendirilerek, teknoloji kazanımı projelerinde Ülkemizin karşılaşılabileceği riskler analiz edilecektir.

### 3.2.1. Haberleşme Uyduları:

Haberleşme uydusu radyo sinyallerini aktarıcılar (transponder) vasıtasıyla güçlendiren ve bir noktadan diğerine aktaran yapay bir uydudur. Böylelikle dünya üzerinde farklı noktalarda bulunan kaynak verici ile alıcı arasında bir iletişim kanalı kurulmuş olur. Haberleşme uydularının televizyon, telefon, radyo, internet ve askeri kullanım alanları bulunmaktadır. Hâlihazırda kamu ve özel sektör tarafından kullanılmakta olan iki binin üzerinde haberleşme uydusu dünya yörüngesinde bulunmaktadır (Britannica, Mart 2018).

Haberleşme uydularının kullanım alanlarını kısaca özetlemek gerekirse;

**Telefon:** Haberleşme uydularının ilk ve tarihi bakımından en önemli uygulaması uzun mesafe telefon haberleşmesidir. Sabit olan genel aktarmalı telefon şebekesi karasal hatlardan gelen telefon çağrılarını dünya üzerinde bir yer istasyonuna aktarmakta, istasyon vasıtasıyla çağrılar yer durağan yörüngede bulunan bir haberleşme uydusuna gönderilmektedir. Uydu-yer bağı ile sinyaller dünyadaki başka bir yer istasyonuna gönderilmekte, buradan da genel aktarmalı telefon şebekesi aracılığıyla istenilen terminale ulaştırılmaktadır. Fiber optik teknolojisinin kullanılmasıyla deniz altı haberleşme kablolarında meydana gelen ilerleme sayesinde 20. Yüzyılın sonlarına doğru haberleşme uydularından telefonlar aracılığı ile yararlanmada düşüş yaşanmıştır.

Buna rağmen Ascension Adası, Saint Helena, Diego Garcia gibi deniz altı kablolanın mümkün olmadığı uzak adalarda uydu telefonu hizmeti halen devam etmektedir. Ayrıca bazı ülke ve kıtaların bazı bölümlerinde karasal hat telekomünikasyon hizmeti oldukça nadir olarak bulunmaktadır veya bulunmamaktadır (Örneğin; Güney Amerika, Afrika, Kanada, Çin, Rusya ve Avustralya'nın bazı büyük bölümleri). Uydu telefonu hizmeti bu gibi bölgelerin yanı sıra Antartika ve Grönland da halen kullanılmaya devam etmektedir. Açık denizdeki gemiler ve uçaklar da genellikle uydu telefonlarını kullanmaktadırlar.

Uydu telefon haberleşmeciliğinin birkaç yöntemi bulunmaktadır. Genellikle izole bölgelerde ana karayla bağlantı halinde bulunan yerel telefon sistemleri bulunmaktadır. Ayrıca

radyo sinyallerini telefon sistemine uygun hale getiren hizmetler de bulunmaktadır. Bu tür sistemlerde, neredeyse her türlü uydu haberleşme amacıyla kullanılabilir. Uydu telefonları yer durağan veya yakın yörünge takım uydularına bağlanabilmekte, çağrılar bu takım uydular vasıtasıyla genel aktarmalı telefon şebekesine bağlı bir uyduya yollanmaktadır.

**Televizyon:** Televizyon ana pazar olmaya başladıkça, yer-durağan yörünge uyduları bu amaçla kullanılmaya başlamışlardır. Kuzey Amerika’da televizyon ve radyo yayınları için iki çeşit uydu yayını yapılmaktadır. Bunlar Doğrudan Uydu Yayını (Direct broadcast satellite), ve Sabit Uydu Hizmetidir (Fixed Service Satellite). Kuzey Amerika’da yagın olarak kullanılan bu terimler, Avrupa’da bu iki tip uydunun ayrımı çok fazla bulunmadığından –iki uydunun özelliklerini de bulduran uydular bulunduğundan- nadir olarak kullanılmaktadırlar.

Sabit uydu hizmetleri C-bandında ve Ku-bandının düşük kısımlarında gerçekleştirilmektedirler. Genellikle canlı yayın, ücretli ve şifreli yayın gibi kullanımları bulunsa da, okul ve üniversitelerde uzaktan öğretim, video konferans ve ticari haberleşme gibi amaçlar için de sabit uydu hizmetleri kullanılabilir. Sabit uydu hizmetinin Ülkemizde çok yaygın bir kullanımı ise kablo televizyon yayınlarıdır.

Doğrudan yayın uydusu, çanak antenlere doğrudan yayın yapan haberleşme uydularıdır. Bu tip uydular genellikle mikrodalga Ku-Bandının üst bölümünde yayın yaparlar. Doğrudan uydu yayını hizmeti Doğrudan Eve (Direct-To-Home) uydu televizyon hizmetleri için kullanılmaktadır. Örneğin, ABD’deki DirecTV, Kanada’daki Bell V, Birleşik Krallık, İrlanda ve Yeni Zelanda’da Freesat.

Daha düşük frekansta ve güçte yayın yapan FSS uydularının yayını alabilmek için, DBS uydularına göre daha büyük çaplı çanak antenlere (Ku-Band için 1-2.5 m arası, C-Band için 3.6m ya da daha fazlası) ihtiyaç duyulmaktadır.

Yakın zamanlarda televizyon yayını amacıyla Ka-band aktarıcılara sahip uydular da uzaya gönderilmişlerdir. Bazı üreticiler doğrudan uydu yayını hareketli olarak alabilmek için özel antenler geliştirmişlerdir. GPS sistemini kullanarak bu antenler otomatik olarak DBS

uydularına yönelmektedir. Uçaklarda verilen canlı yayın hizmeti bu tip antenler kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

**Radio yayıncılığı:** Uydu radyosu ABD başta olmak üzere çeşitli ülkelerde ses yayını hizmeti sunmaktadır. Uydu radyosu veya ücretli radyo (Subscription radio) uydular tarafından yayınlanan dijital radyo sinyalidir. Karasal radyo sinyallerine göre çok daha geniş bir coğrafi sınıra sahip olması sebebiyle, aynı yayının geniş bir alanda dinlenmesine olanak sağlamaktadır.

Uydu radyosu ABD gibi bazı ülkelerde yer temelli radyo hizmetlerine anlamlı bir alternatif olmuştur. Bu ülkelerde hizmet vermekte olan mobil servis sağlayıcıları sayesinde, dinleyicilerin tüm kıta botunca seyahat ederken aynı yayını dinlemesi mümkün hale gelmiştir. Uydu radyosuyla başka hizmetler de (Music Choice vb.) sunulabilmektedir. Fakat bu hizmetler sabit konumlu bir alıcıya ve çanak antene ihtiyaç duymaktadırlar. Her hâlükârda, anten uydu yayını alabileceği temiz bir görüşe sahip olmalıdır. Uzun binalar, köprüler veya garaj gibi sinyalleri belirsizleştirdiği alanlarda tekrarlayıcılar kullanılarak dinleyicilerin uydu radyosu hizmetini alması sağlanabilir.

Uydu radyo servisleri genellikle ticari kuruluşlar tarafından abonelik bazlı olarak sunulmaktadırlar. Çeşitli servisler deşifre edici ve sinyalleri çalıcı donanım gerektiren kişiye özel sinyallerdir. Yayın sağlayıcılar haberler, hava durumu, spor ve müzik kanallarını içeren çeşitli içerikleri kullanıcılara sağlanan donanım sayesinde iletmektedirler.

Yüksek nüfus yoğunluğunun bulunduğu yerlerde, karasal radyo yayını kullanmak hem daha ucuz, hem de kalabalık nüfusa ulaşmanın kolay bir yoludur. Bundan dolayı nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bazı ülkelerde (Birleşik Krallık gibi) radyo servisleri uydu radyosundan daha çok modern bir karasal yayıncılık sistemi olan Dijital Ses Yayını hizmeti veya HD radyo olarak değerlendirilmiştir.

**Amatör radyoculuk:** Amatör radyo operatörleri amatör radyo trafiğini iletmek amacıyla tasarlanan amatör uydulara erişime sahiptirler. Bu tip amatör uyduların birçoğu uzayda tekrarlayıcı olarak görev yapmakta olan tekrarlayıcılar olup, bu uydulara amatörler tarafından



UHF veya VHF radyo ekipmanları ve Yagi ve çanak antenler gibi yüksek yönelimli antenler kullanılarak erişim sağlanmaktadır. Fırlatma maliyetlerinden ötürü, şu anda bulunan amatör uyduların birçoğu oldukça alçak Dünya yörüngelerine yerleştirilmekte ve belirli sürede sınırlı sayıda kısa süreli bağlantı sağlayabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Bazı amatör uydular aynı zamanda X.25 veya benzeri protokoller kullanarak veri iletim hizmeti sağlamaktadır.

**İnternet Erişimi:** 1990'lerden sonra, uydu haberleşme teknolojisi geniş bant veri bağlantıları aracılığıyla internet bağlantı aracı olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu teknoloji uzak yerleşim yerlerinde, geniş banda erişim olmayan veya servislerin yüksek kullanılabilirliğine ihtiyaç duyan kullanıcılar için oldukça kullanışlıdır.

**Askeri:** Haberleşme uydularının küresel komuta kontrol sistemleri gibi askeri uygulamaları mevcuttur. Haberleşme uydularını kullanan bazı askeri sistemlere örnek olarak, NATO uyduları, MILSTAR, DSCS, Skynet, FLTSATCOM uyduları verilebilir. Hindistan da ilk askeri haberleşme uydusu olan GSAT-7'yi 2013 yılında fırlatmıştır. Askeri haberleşme uyduları genellikle, UHF, SHF (X-Bant) veya EHF (Ka-Bant) frekanslarında yayın yapmaktadırlar.

### 3.2.2. Dünyadaki Haberleşme Uydusu Platformları:

Haberleşme uydusu platformlarının teknik özelliklerini daha iyi anlamamızı sağlayabilecek ticari olarak üretilen bazı haberleşme uydusu platformları bu bölümde incelenmiştir. Tablo 7'de incelemesi gerçekleştirilen haberleşme uyduları listelenmiştir.

Tablo 7. Bazı Haberleşme Uyduları Platformları

Platform İsmi	Firma Adı	Ülke
SpaceBus	Thales Alenia Space	Fransa
DS-2000	Mitsubishi Electric	Japonya
Alphabus	EADS Astrium & Thales Alenia	Fransa
SmallGEO	OHB System	Almanya
GEOStar-2	Orbital	ABD
702sp	Boeing	ABD
DFH-4 (Dongfanghong-4)	GreatWall Industry Corporation	Çin
LS-1300	Space Systems/Loral	ABD

### **Spacebus:**

Thales Alenia Space tarafından üretilerek Türksat 2A ve 3A'da da kullanılan Spacebus GEO uydu platformları her türlü sabit ve hareketli yayın servisleri için tam erişimli bir çözüm sunabilmektedir. İki değişik güç gereksinimi için 50-volt'luk Spacebus3000 ve 100 volt'luk Spacebus4000 olarak iki değişik alternatif bulunmaktadır (THALES Group, Mart 2018).

Türksat 2A'da kullanılan Spacebus 3000 platformunun geniş bir uzay tarihçesi bulunmaktadır. Platform modülerlik özelliği sayesinde karışık anten ve "çoklayıcı" tasarımlarına olanak sağlayabilmektedir. Platforma ait temel özellikler aşağıdaki verilmektedir (Gunther's Space Page, Mart 2018):

- Yaygın fırlatma sistemleri ile uyumlu,
- 15 yıldan fazla görev ömrüne sahip,
- 4100 kg'lık toplam uydu ağırlığı için, 500 kg ve 6.5 kW'e kadar faydalı yük kapasitesi,
- Tam regüle - iki adet güç barasına sahip,
- Üç eksen kontrollü, yüksek FDIR'a sahip, dört tepki tekerli bir yönelim kontrol sistemine sahip,
- 15 yıllık görev sonunda 8.7 kW'e kadar güç üretebilen silisyum tabanlı güneş panelleri bulunmakta,
- Güvenilirliği yüksek çift yakıtlı bir itki sistemine sahiptir.

Türksat 3A'da kullanılan Spacebus 4000 platformu, (toplam fırlatma ağırlığı B3 versiyonu için 3000 kg, C4 için 5900kg) orta sınıf iletişim uyduları için geniş bir çözüm yelpazesi sunmaktadır. Bu platform, tercihe göre bir çok bantta yayın yapan (Ku, C, Ka, X, S, L) faydalı yükleri destekleyebilmektedir. Platformun temel özellikleri aşağıda verilmektedir (Gunther's Space Page, Mart 2018):

- 3000'den 5900 kg'a kadar kütleyle sahip,
- 11.6 kW'a kadar faydalı yük destekleyebilmekte
- Ku Bant'ta tipik olarak 80-100 arası aktif kanal desteklenebilmektedir. Ayrıca Ku/C ve Ka bantlarında standart ekipman ve tasarımlar sunulabilmektedir. X, S ve L bantları ise isteğe bağlı olarak platforma eklenebilmektedir.
- 100 V güç barası.

**DS-2000:**

MELCO tarafından üretilen DS-2000 platformu Türksat 4A ve 4B’de de kullanılmıştır, Platform ilk olarak 2006’da bir Japon iletişim uydusu olan MTSAT-2 ile uzay tarihçesi kazanmıştır. Daha sonra standart bir ticari uydu için gerekli olan modifikasyonlar ile birlikte DS-2000 adıyla son formuna ulaşmıştır. MELCO firması tarafından bu platformu değişik varyasyonları müşterine taleplerine uygun bir şekilde üretebilmektedir. Platformun temel özellikleri aşağıda verilmektedir (Gunther’s Space Page, Mart 2018);

- 5000kg’a kadar kütleyle sahip,
- 15 kW’a kadar faydalı yük gücü sağlayabilmekte,
- Ortalama olarak 72 aktarıcı destekleyebilen,
- 15 yıldan fazla görev ömrüne sahip,
- Piyasadaki birçok fırlatıcı ile uyumlu,
- Çeşitli bantlarda çalışan faydalı yükleri destekleyebilmekte.

**Alphabus:**

AlphaBus, Astrium ve Thales tarafından geliştirilmiş bir platformdur (Gunther’s Space Page, Mart 2018). İlk olarak 2007’de siparişi verilerek, Inmarsat 4A F4 görevinde kullanılan Alphabus platformu, 12-22 kW aralığındaki faydalı yük gücünü karşılayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bunun yanında fırlatma kütlesi 8,8 ton’a kadar çıkabilmektedir.

AlphaBus’ın boyutlandırılabilir güç, ısı kontrol ve itki sistemi gibi değişebilir özelliklere haiz bir tasarımının olması sebebiyle sayesinde uydu operatörlerinin farklı gereksinimlerini karşılayabilecek şekilde şekillendirilebilir.

Ayrıca platformun uçuş oryantasyonun 90 derece değişecek şekilde modifiye edilebilir olması, besleyici/yansıtıcı konfigürasyonunun ve çok daha geniş yansıtıcıların platforma konuşlanacak yerleşim planının çeşitlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Platformun temel özellikleri ise aşağıdaki verilmektedir;

- Yapı karbon ve alüminyum paneller (2800mmx2490mm), fırlatıcı ara yüzü(1666mm) ile merkezi silindirden oluşmakta,
- 500 N’lik yeröte itki motoru ve 16 adet 10 N’luk yardımcı itki motora sahip,

- 4200 kg. kapasiteli yakıt tankına ve iki adet 150 litrelik helyum tanklarından oluşan çift yakıtlı kimyasal itki sistemine sahip,
- PPS1350 motorlar, motor yönlendirme birimi ve 350 kg zenon kapasiteli yakıt tankından oluşan elektrikli itki sistemine sahip,
- 50 ve 100 V'luk bara gerilimi ile uyumlu Güç sistemi,
- Galyum Arsenit tabanlı güneş panelleri (her biri 4-6 panelden oluşan 2 adet kanat)

### **SmallGEO:**

İletişim uyduları piyasası geliştikçe, üreticinin ve görevin optimum ihtiyaçlarını karşılayabilecek küçük ve az maliyetli uydu gereksinimi ortaya çıkmıştır. OHB System AG firması tarafından geliştirilmekte olan SmallGEO platformu bu gereksinimi karşılayacak bir sistem olarak tasarlanmıştır (OHB, Mart 2018).

SmallGEO platformunun, düşük yatırım riski, değişimlere çabuk uyum ve hızlı gelişim takvimi, geliştirme takvimi ve güvenilirliği arttırmaya yönelik olarak az karmaşıklık gibi avantajları bulunmaktadır.

Platform, geniş bir ölçekte farklı GEO uygulamalarını kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Platformun temel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Görev ihtiyaçlarına göre uyarlanmış alternatif itki sistemleri (kimyasal, kimyasal/elektrik ve tam elektrikli itki),
- Baştan sona hızlı üretim; paralel entegrasyon, faydalı yük ve platform testleri
- Küçük ve orta ölçekli faydalı yük üretim hattı (320'den 600 kg'a faydalı yük kütlesi ve 2'den 7 kW' a kadar faydalı yük gücü)
- 2-3.5 ton kütleyle sahip,
- En az 15 yıllık görev ömrü,
- Yüksek hassasiyetli gözlem veya bilimsel görevler için kullanılabilme,
- Birçok fırlatma sistemi ile uyumluluk.

300kg faydalı yük ve 15 yıllık görev ömrü hedefiyle tasarlanan SmallGEO platformu itki sistemi açısından oldukça ilginç bir platformdur. Bu platform hibrit bir itki sistemi mimarisine sahiptir. Kimyasal itki sistemi ile GTO'dan GEO'ya gidilmesi, diğer yörünge işlemlerinin ise elektrikli itki sistemi ile yapılması öngörülmektedir.

Elektrikli itki sisteminin görevleri arasında doğu-batı, kuzey-güney mevzi koruma manevraları, teker boşaltma, gerektiğinde konum değiştirme manevraları (intermediate repositioning) ve görev ömrü sonunda çöp yörüngesine transfer işlemi yer almaktadır. Xenon soğuk gazlı itki sisteminin takla sönümlenme ve güvenli kip operasyonlarında kullanılması düşünülmektedir.

### **GEOSTar-2:**

Orbital firması tarafından üretilmekte olan GEOSTar-2 diğer yüksek güç kapasiteli uydu platformlarının yanında, az-orta güç kapasiteli (1kW-5.55kW) ve az maliyetli uydu platformu pazarını hedef almaktadır (Orbital, Mart 2018).

GEOSTar-2 modüler ve hafif bir tasarıma sahiptir. Böylece entegrasyon süreçleri olabildiğince az işgücü ve zaman gerektirmektedir. Güç sistemi barası ise 35 V'tur. Modüler yapı ve standart ara yüzler sayesinde, montaj ve faydalı yük testleri paralel olarak yürütülebilmektedir. Böylece entegrasyon süreci kısaltılabilmektedir.

Görev süresinin ihtiyaçlarına göre, GEOSTar-2 500kg'den fazla faydalı yük ve 5.55 kW'a kadar güç kapasitesine sahip olabilmektedir. GEOSTar-2 platformu boyutları ve kütlesine göre tüm fırlatma sistemleri ile uyumludur. GEOSTar-2, görece daha az masraflı olabilecek, çoklu fırlatma seçeneğine de uyum sağlayabilmektedir.

Platformun temel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Kuru ağırlık 800-1,500 kg
- Faydalı yük kapasitesi 500 kg
- 15 yıl görev ömrü
- 24 ay içerisinde teslimat,

- Ariane, Soyuz, Land Launch Proton, H2A, Falcon-9, Sea Launch fırlatma araçları ile uyumlu
- Yapı Boyutları: 1.75 m x 1.7 m x 1.8 m
- 15 yıl ortalama görev ömrü için faydalı yük gücü 5,55 kW'e kadar,
- GaAs Güneş Panelleri
- Çift Yakıtlı (transfer) ve Tek Yakıtlı (yörüngede) İtki alt sistemleri

### **702sp:**

Boeing firması küçük uydular için 702SP platformu üretilmiştir. 702SP'nin genel özellikleri aşağıda verilmektedir (Boeing, Mart 2018);

- Güç kapasitesi 2-8 kW (3-18 kW'a kadar genişletilebilir)
- Tümüyle elektrikli itki, düşük fırlatma ağırlığı, yüksek faydalı yük kapasitesi (5 yansıtıcı anten içerebilmektedir.)
- Falcon 9, Ariane 5, Sea Launch, Proton, Soyuz, Atlas 5 and Delta IV gibi ticari fırlatıcılar ile uyumlu,
- Düşük kütleyle sahip olduğundan diğer %20 maliyet avantajı sağlayabilir,
- Görev ömrü 15 yılı aşabilir,
- X-, C-, Ku-, ve Ka-band frekanslarında işletilebilir ve ek faydalı yükleri barındıracak şekilde tasarlanabilir. Örneğin; çeşitli algılayıcılar, UHF ve askeri frekanslar gibi.

### **Dongfanghong-4:**

Çin Uzay Teknolojileri Akademisi tarafından üretilen DFH-4 (Dongfanghong-4), doğrudan Fransız Alcatel Alenia firmasından teknolojik destek alınarak geliştirilmiştir. 2001 yılında DFH-4 programı resmen başlamış olup, 2006 yılında başarılı bir şekilde hizmete alınmıştır.

ABD, Avrupa ve Rusya'nın üretmekte olduğu aynı sınıf uydulara göre düşük maliyetli bir alternatif olarak, DFH-4 uluslararası uydu marketinde kullanıma sunulmuştur. Hedef kitlesi olarak ise gelişmekte olan ülkeler bulunmakta olup, üretim, fırlatma ve operasyona almayı

içeren uygun bir paket sunmaktadır. Bu paket içinde ayrıca, yer istasyonu kurulumu, personel eğitimi ve program masraflarının finansmanı da bulunmaktadır.

DFH-4 platformu, 15 yıllık görev ömrüne sahip 3-eksen kontrollü bir platformdur. Fırlatma ağırlığı 5100-5400 kg arasında ve faydalı yük kapasitesi 600-800 kg arasında değişmekte olup, 3100kg yakıt kapasitesine sahiptir. Görev faydalı yük ve servis bölümü içerir. DHF-4 faydalı yük için 6-8 kW güç sağlayabilmektedir. Çin fırlatma platformları için tasarım gerçekleştirilmiş olsa da, Avrupa ve Rus roketleriyle de uyumludur. Platformun temel özelliklerinden aşağıda bahsedilmektedir (Gunther's Space Page, Mart 2018).

- 5,100kg fırlatma ağırlığı,
- 600kg faydalı yük ağırlığı,
- 3,100kg yakıt kütlesi,
- 10,5kW güneş panel gücü, 8 kW faydalı yük gücü,
- 15 yıl tasarım ömrü,
- 100V güç barası,
- Galyum Arsenit güneş hücreleri,
- Boyutlar: 2.36m X 2.10m X 3.60m,
- 22-52 aktarıcı destekleyebilmekte.

### **LS-1300:**

SS Loral tarafından üretilmekte olan önceden S-1300 olarak bilinen LS-1300'in değişik görevler için kullanılacak varyasyonları (1300E, 1300HL, 1300S, 1300X) bulunmaktadır.

Görev ömrü boyunca 5-25 kW arası güç aralığında çalışan LS-1300 platformu, 12-150 adet aktarıcı taşıyabilmektedir. 1980'den beri birden çok kez değişime uğrayan platform alanında en çok tercih edilen platformlardan biri olmuştur. İlk modeli 5kW RF verici güç, 5500 kg kütle kapasitesine sahip olup, son modeli 10kW RF verici güce, 6700 kg kütleyle sahiptir (Gunther's Space Page, Mart 2018).

90 aktif aktarıcıyı destekleyebilecek şekilde tasarlanan LS-1300 platformu 17 yıl hizmet ömrü sağlayabilmektedir (Gunther's Space Page, Mart 2018).

### **3.2.3. Türkiye'nin Mevcut Teknolojik Altyapısının Yerli Haberleşme Uydusu Üretilmesi Örneği Açısından Değerlendirilmesi:**

Genel olarak bakıldığında, Türkiye uzay sektöründe henüz teknoloji üreten bir ülke değil, teknoloji taklit eden bir ülke konumundadır. Ülkemizde gerçekleştirilen yer gözlem uydusu projeleri değerlendirildiğinde; gözlem uydusu teknolojisi öncelikle Bilsat projesinde ortak üretim metodu ile öğrenildiği, Rasat projesi ile öğrenilen teknolojinin pekiştirildiği, Göktürk-2 uydusu ile de daha gelişmiş bir gözlem uydusu üretildiği görülmektedir. İmece Projeleri ile Ülkemiz gözlem uyduları alanında teknoloji taklit etme konumundan çıkarak, birçok kritik altsistemi yerli olarak üretebilme yeteneğine kavuşarak, teknoloji üretebilme yolunda büyük bir adım atmış olacaktır.

Yerli haberleşme uydusu platformu geliştirilirken de, yer gözlem uydularında uygulanan başarılı sürecin takip edilmesi uygun olacaktır. En başta gerçekleştirilecek projelerin, müşterek üretim, lisans altında üretim ile gerçekleştirilmesi haberleşme uyduları teknolojisinin doğru bir şekilde kavranmasını sağlayacaktır. Kapsamlı bir danışmanlık hizmeti alımı ile de teknolojiyi başarılı bir şekilde özümsebilir. Nitekim, Çin bu yolu seçmiş. Dongfanghong-4 haberleşme uydusunu üretirken, Fransız Alcatel Alenia firmasından doğrudan teknik destek almıştır. Benzer şekilde Brezilya'da Brazilsat uydu platformunu geliştirirken Amerikan Hughes firması ile müşterek mühendislik ve üretim faaliyetlerinde bulunmuştur (Gunther's Space Page, Mart 2018).

Platform yerli olarak üretilirken, birçok altsistem ve ekipmana ihtiyaç duyulacaktır. Her ne kadar ülkemizde gözlem uyduları alanında kazanılan deneyim sayesinde bazı altsistem ve ekipmanlar geliştirilmiş/geliştirilebilecek olsa da, haberleşme uydularına yönelik altsistem ve ekipmanların birçoğunun yurtdışından tedarik edilmesi elzemdir. Bilsat, Rasat ve Göktürk-2 projelerinde olduğu gibi en başta tedarik ile başlayan teknoloji kazanımı süreci, İmece Projelerinde olduğu gibi kendi altsistem ve ekipmanlarımızın üretilmesi ile neticelenecektir.

Yer gözlem uyduları teknolojisinin kazanılırken, ilk önce 26.7 m MS, 12.6 m PAN çözümlüğe sahip BİLSAT uydusu tecrübeli yabancı bir firma ile çalışılarak üretilmiştir.



Hemen sonra yerli olarak üretilen RASAT uydusu 15 m MS, 7.5 m PAN çözünürlüğüne sahiptir. Akabinde üretilen GÖKTÜRK-2 uydusu MS 5 m, PAN 2.5 m çözünürlüğe sahip olmuştur. İmece Projelerinde ise metre altı çözünürlüğün yerli üretilecek altsistemler ile gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda, teknoloji kazanılırken basit sistemlerden başlanması, gittikçe gelişmiş sistemlere geçilmesinin mantıklı bir yöntem olduğu söylenebilir.

Haberleşme uydusu platformunu yerli olarak üretirken de, Bölüm 3.2.2’de belirtilen büyük boyutlu uyduların ortalama niteliklerinin hedeflenmesi, hatta ortalama niteliklerinin bir tık altının hedeflenmesi teknoloji kazanımının başarıya ulaşma olasılığını arttıracaktır. İlerleyen aşamalarda ise, Bölüm 3.2.2’de belirtilen küçük boyutlu, düşük maliyetli, kolay yapılandırılabilir haberleşme uydularının (SmallGEO, GeoSTAR-2 gibi) üretilmesinin hedeflenmesi yerinde olacaktır. Böylelikle yer gözlem uydusu teknolojisinde başarıyla uyguladığımız teknoloji kazanımından teknoloji üretimine giden süreç, haberleşme uyduları için de gerçekleşmiş olacaktır.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü, haberleşme uydusunun yerli ve milli olarak üretimini, yer gözlem uydularında olduğu gibi teknoloji projesi olarak ele almak yerinde olacaktır. Çünkü gerekli altyapıyı kazanmadan, Ar-Ge niteliği ağır projeler (Japonların ETS-VII, ya da uzayda inşa edilen uydu projeleri gibi) gerçekleştirmeye çalışmak, ihtiyacımız olan haberleşme uydusu teknolojisinin öğrenilmesini zorlaştıracaktır.

Yer gözlem uyduları geliştirilmesinde edinilen deneyimler değerlendirildiğinde, Ülkemizde teknoloji kazanımı projesi olarak gerçekleştirilecek bir haberleşme uydusu projesinin aşağıdaki niteliklere sahip olması beklenmektedir;

- Proje dünyada gelişmiş versiyonları bulunan, fakat Ülkemiz tarafından ilk kez geliştirilecek ve üretilecek olan bir ürünü içerecektir.
- Uydunun görevini ifa etmesi için gerekli bazı altsistem, ekipman ve bileşenler yurtdışından tedarik edilecektir.
- Yer gözlem uydularında elde edilen tecrübeler sayesinde uydunun görevini ifa etmesi için gerekli bazı altsistemler/ekipmanlar yerli olarak üretilebilir.

- Yurtdışından danışmanlık hizmeti alınacak ya da ortak mühendislik faaliyetleri gerçekleştirilecektir.
- İlk etapta dünya çapında yenilikçi bir ürün ortaya konulamayabilir, fakat teknolojinin özümsemesi ile birlikte haberleşme uydusu marketinin dengelerini değiştirebilecek ürünler geliştirilebilir.

Teknoloji kazanımı projelerinin Şekil-1'de verilen proje yaşam döngülerinden, Çok Çözümlü Proje Yaşam Döngüsünün yerli haberleşme uydusu üretimi modeli için kolaylıkla uygulanabilir. Bunun nedeni haberleşme uydusunun, faydalı yük, uydu kontrol, yapısal ve itki sistemi gibi farklı uzmanlıklar gerektiren bir yapıya sahip olmasıdır.

Bir sonraki bölümde yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi örneği ve uzay alanında ülkemizde gerçekleştirilen diğer teknoloji kazanımı projelerinden hareketle, projelerde karşılaşılan zorluklar ve riskler değerlendirilmiş, Ülkemizde gerçekleştirilen/gerçekleştirilecek diğer teknoloji kazanımı projeleri için çıkarımlarda bulunmuştur.

#### **4. TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJELERİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR & KARŞILAŞILABİLECEK RİSKLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

##### **4.1. Projelerde Karşılaşılan Zorluklar**

Ülkemizde uzay sektöründe gerçekleştirilen ürün geliştirme projeleri değerlendirildiğinde, teknoloji kazanımı projelerinde temelde iki tip zorluğun bulunduğu anlaşılmaktadır. Ülkemizin kazanılmak istenilen teknoloji alanına yönelik altyapısının henüz gelişmekte olması ve buna bağlı olarak bazı alt teknolojilerin yurtdışından tedarik edilmesine ihtiyaç duyulabilmesidir.

##### **4.1.1. Gelişmekte Olan Teknolojik Altyapı:**

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere Türkiye'nin uzay alanında ürün geliştirme serüveni 2000'li yıllardan sonra başlamıştır. Bu nedenle, bu alanda gerçekleştirilen teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılan en büyük eksiklik gerekli deneyimin teknoloji altyapısının ülkemizde mevcut olmamasıdır. Yer gözlem uydusu teknolojisi kazanılırken bu eksiklik, müşterek üretim ve danışmanlık alımı faaliyetleri ile giderilmiştir. Yerli bir haberleşme uydusu geliştirilirken de bu zorlukla karşılaşılacaktır. Bu zorluk, danışmanlık alımı, müşterek üretim, patent alımı, lisans altında üretim yöntemleri ile hızla aşılabılır.

Teknolojik altyapımızı değerlendirirken, uzay alanındaki insan kaynağımızı bir gösterge olarak değerlendirebiliriz. Ülkemizde 2015 senesi itibariyle uzay sektöründe yaklaşık olarak 600 kişinin çalıştığı bilinmektedir. Bu sayı ABD'de ve Rusya'da 250 bin, Çin'de 50 bin, Hindistan'da 15 bin, Fransa'da 12 bin, Japonya'da ve Almanya'da 6 bin, İtalya'da 5 bin civarındadır. Gelişmekte olan bir diğer ülke konumundaki Brezilya'da uzay sektöründe 3500 civarında kişi çalışmaktadır. Sektörde çok namı bulunmayan diğer ülkelerden İngiltere'de 3500, İspanya'da 2500, Belçika'da 1500 civarında kişi yer almaktadır.

İnsan kaynağının miktarının düşük olmasının yanı sıra, haberleşme uydusu geliştirilmesi örneği ele alındığında, Ülkemizde daha önceden haberleşme uydusu platformu tasarımı projelerinde yer almış kişi sayısının oldukça az olduğu görülecektir. Türkiye'nin gerçekleştirmiş olduğu gözlem uyduları projelerinde yer alan ve bu nedenle tecrübeleri oldukça kıymetli olan bazı personelin de çeşitli nedenlerden ötürü (Maddi imkanlar, uzay sektörünün Ülkemizde oldukça sınırlı olması vb.) başka sektörlere yöneldiği veya yurtdışına gittiği gözlemlenmektedir. Bu durum ancak uzay sektörünün büyütülmesi, sektör çalışanlarının özlük haklarının iyileştirilmesi ile giderilebilir.

Uzay alanında gelişmiş olan ülkeler ile Ülkemiz kıyaslandığında, yurtdışında sadece sistem seviyesinde projeler yürüten kuruluşların bulunmadığı, aynı zamanda uzmanlaşmış ekipman üreticilerinin bulunduğu görülecektir. Hatta, Türkiye'de uzay alanında çalışmakta olan toplam insan sayısından fazla personele sahip ekipman üreticilerinin bulunabildiği görülmektedir. Örnek vermek gerekirse, Almanya'da bir ekipman üreticisi olan TESAT Spacecom firmasında 1000 civarında kişinin çalıştığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde Rockwell Collins'in sadece uzayda kullanılan tepki tekeri ekipmanları üzerine uzmanlaşmış Hedidelberg'te bulunan tesislerinde 450 civarında personel yıldızizler ekipmanı üzerine uzmanlaşmış Jena Optronik firmasında 230 civarında personel çalışmaktadır.

Ülkemizde uzay sektöründe çalışan insan sayısını ve uzmanlaşmış kurum sayısını artırabilmek için öncelikli olarak yapılması gereken, uzay sektörünü koruyup gelişmesini sağlayacak Türkiye Uzay Ajansı'nın kurulmasıdır. Böylelikle uzay alanında gerçekleştirilen proje sayısının, Ülkemiz açısından en verimli bir biçimde fayda sağlayabilecek bir strateji ile artması sağlanabilir. Proje sayısının artması, insan kaynağının yetişmesine ve uzaya yönelik yan sanayilerin de oluşmasını sağlayacaktır.

#### **4.1.2. Yurtdışı Tedarik Zorlukları:**

Türkiye'de sistem geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen teknoloji kazanımı projelerinde gerekli bir çok altsistem, ekipman ve bileşen yurtdışından tedarik edilmektedir. Bu nedenle

bunların proje takvimiyle uyumlu bir şekilde ve istenilen kalitede tedarik edilmesi projelerin başarısını doğrudan etkileyen bir faktördür.

Göktürk-1 Projesi bu durumun somut bir örneğidir. Proje ile uzay sektöründe satın alma ve tedarik işlerinin kolay yürümediği anlaşılmıştır. Göktürk-1 uydusunda kullanılan optik kameranın tedarikinde yaşanan gecikmeler nedeniyle, proje süresi uzamış, hatta yerli olarak geliştirilen Göktürk-2 uydusu, Göktürk-1'den önce yörüngeye yerleştirilmiştir (Savunma Sanayi, Mart 2018). Bu tür bir problemle yeniden karşılaşmamak için, yapılması gereken kazanılacak teknoloji için gerekli olan kritik alt teknolojilerin de yerli olarak üretilmesidir. Nitekim İmece Projeleri kapsamında, metre altı çözünürlüğe sahip yer gözlem uyduları için gerekli kamera altyapılarının oluşturulması hedeflenmiştir.

Alt bileşen tedarikinde yaşanan sıkıntıların bir sebebi de Ülkemizde uzay sektörünün yeterince büyüklüğe ulaşmamış olmasıdır. Örneğin; Ülkemizde gerçekleştirilen uzay projeleri kapsamında yüz adetten daha az ihtiyaç duyulan uzay koşullarına dayanıklı bir elektronik bileşen, seri şekilde haberleşme uyduları ve/veya diğer türlerde ticari uydular üreten firmalar tarafından binler mertebesinde talep edilebilmektedir. Bu nedenle alt bileşeni sağlayan firma için küçük miktardaki siparişlerin bir ehemmiyeti kalmamakta, tabiri caizse tok satıcı konumuna gelmektedir. Alt bileşen sağlayıcısının, ürününü Türkiye'ye satma ihtiyacının olmaması, zamanında teslimat için yaptırım uygulanmasının da önüne geçmektedir. Ülkemizden az sayıda bileşen talebinin olması, tedarik edilecek elektronik alt bileşenler için birim başına düşen maliyeti de arttırmaktadır. Normalde bu bileşenler toplu şekilde testlere tabi tutularak kalifikasyon süreçlerden geçmekte ve bu testler oldukça maliyetli olmaktadır. Toplu şekilde testlere sokulabilen elektronik alt bileşenlerin test maliyetlerinin bileşen adet sayısından bağımsız olmasından ötürü, az miktarda sipariş durumunda birim başına düşen test maliyeti de artmaktadır.

Bu zorluğun üstesinden gelmek için, teknoloji kazanımı projesinde ihtiyaç duyulacak bileşenlerin, proje başlangıcında stoklanması yoluna gidilebilir. Raf ömrü sınırlı olan ve tedarik süreci uzun bileşenlerde ise tedarik sürecini erken başlatmak bir diğer çözüm olacaktır.

Elektronik alt bileşenlerin tedarikinde karşılaşılan yukarıda bahsedilen durum bazı ekipmanların tedarikinde de ortaya çıkabilmektedir, Ülkemizce siparişi verilen bir ürünün maliyeti, yabancı bir firmanın verdiği sipariştten daha fazlasına mal olabilmektedir. Bu tür bir zorlukta, yabancı firma üzerinden tedarik sürecini gerçekleştirmek çözüm sağlayabilir.

Uzay alanında ekipman üreticileri, ürettikleri her ekipmanı serbestçe satamamakta hatta bu ekipmanlara ilişkin performans bilgilerini serbestçe paylaşamamakta, bağlı oldukları ülkenin kısıtlamalarına (ITAR vb.) tabi olmaktadır. Bu durumun projede tedarik süreçlerinin uzamasına sebep olduğu yürütücüler tarafından ifade edilmiş, ayrıca yabancı ülkelerin siyasi tutumlarının da süreçlerin uzamasına sebebiyet verdiği belirtilmiştir. Bu tür bir durumda birden fazla alternatif tedarikçinin belirlenmesi ya da rafta hazır kısıtlamalara tabi olmayan ekipmanların tercih edilmesi gerekmektedir.

## **4.2. Projelerde Karşılaşılabilecek Riskler**

Bir önceki bölümde tespit edilen zorluklar, teknoloji kazanımı projelerinde risklerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu bölümde, Türkiye’de yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi örneği için, bir teknoloji kazanım projesinde karşılaşılabilecek riskler analiz edilmiştir.

### **4.2.1. Riskler:**

Teknoloji kazanımı projesi olarak gerçekleştirilecek bir yerli haberleşme uydusu platformu üretimi projesinde, aşağıda açıklamaları ile birlikte verilmekte olan riskler ile karşılaşılabılır:

#### **1. Öngörülemeyen tasarım değişiklikleri sonucunda üretimlerin tekrarlanması:**

Teknoloji kazanma projesi süresince öğrenme sürecinin devam etmesi sebebiyle, öğrenilen yeni bilgiler ile proje başlangıcında planlanan tasarımda değişikliğe gidilmesine ihtiyaç duyulabilir. Tasarım değişikliği sonucunda da, tasarımın değiştiği zamana kadar üretimi gerçekleştirilen altsistemlerin, ekipmanların veya diğer bileşenlerin yeni tasarıma göre tekrar üretilmesi gerekebilir.

**2. Öngörülemeyen tasarım değişiklikleri sonucunda tedariklerin tekrarlanması:**

Teknoloji kazanma projesi süresince öğrenme sürecinin devam etmesi sebebiyle, öğrenilen yeni bilgiler ile proje başlangıcında planlanan tasarımda değişikliğe gidilmesine ihtiyaç duyulabilir. Tasarım değişikliği sonucunda da, tasarımın değiştiği zamana kadar tedarigi gerçekleştirilen altsistemlerin, ekipmanların veya diğer bileşenlerin yeni tasarıma göre farklı versiyonlarının tedarik edilmesi gerekebilir.

**3. Mevcut tecrübeler doğrultusunda belirli varsayımlar doğrultusunda oluşturulan proje takviminde, öngörülerin tutmaması nedeniyle gecikme yaşanması:**

İlk kez gerçekleştirilecek bir haberleşme uydusu geliştirilmesi projesinde, projede uygulanacak süreçlerin (tasarım, test, tedarik vb. süreçler) süresinin, proje başlangıcında öngörülenden farklı olması sebebiyle projenin takviminde öteleme veya gecikme yaşanabilir.

**4. Uydu geliştirilirken kullanılacak modellerde, uydunun teknik özelliklerinin tam olarak yansıtılmaması sebebiyle, uçuş modelinde sorunların ortaya çıkması:**

Bir teknoloji ilk kez geliştirilirken, prototiplerin üretilmesi ve bunların üzerinde testlerin gerçekleştirilmesi elzemdir. Haberleşme uydusu geliştirilmesi örneği için, üretilen prototipler, uydunun uzaya gönderilecek uçuş modelinin farklı fiziksel özelliklerini (Isıl-yapısal, elektriksel, ısı-yapısal ve elektriksel) yansıtan geliştirme modelleri olacaktır. Geliştirme sürecindeki modellemenin doğru bir biçimde yapılamaması ihtiyaçları karşılamada yetersiz bir tasarımın ortaya çıkmasına neden olabilir.

**5. Yurtdışından tedarik edilecek altsistem, ekipman, bileşenlerde sorunların yaşanması sebebiyle uydu geliştirme modellerinin üretiminde sıkıntı yaşanması:**

Yerli haberleşme uydusunun geliştirme ve uçuş modelleri üretilirken kullanılacak olan altsistem, ekipman veya bileşenlerde tedarikçi kaynaklı üretim hataları ile karşılaşılabilir. Bu durumda hatalı üretilen altsistem, ekipman ve bileşenin yeniden üretilmesi veya hatanın giderilmesi gerekecektir. Bu süreç uydu geliştirme modelleri üretilirken, modelin üzerinde değişikliğe gidilmesine veya üretim takviminin uzamasına sebep olabilir.

**6. Yurtdışından tedarik edilecek altsistem, ekipman, bileşenlerde sorunların yaşanması sebebiyle uydunun performansında sıkıntıların yaşanması:**

Tedarik edilecek altsistem, ekipman ve bileşenler, ürün kabulü esnasında sorunsuz gözükmese de, uydu uzaya gönderildikten belirli bir süre sonra çalışmayabilir. Buna istinaden uydu performansında düşüş yaşanabilir.

**7. Yerli olarak geliştirilecek ve uzay tarihçesi bulunmayan altsistem, ekipmanlar nedeniyle yörüngede uydu teknik isterlerinin karşılanamaması:**

Yerli olarak geliştirilecek altsistem, ekipman ve bileşenler, yerde gerçekleştirilecek testler esnasında sorunsuz gözükmese de, uydu uzaya gönderildikten bir süre sonra çalışmayabilir. Buna istinaden proje başında kullanıcılar tarafından belirlenerek taahhüt altına alınan teknik şartnamenin karşılanamaması durumu ile karşılaşılabılır.

**8. Uydunun kütle ve fiziksel boyutlarının öngörülenden fazla olması nedeniyle ticari faaliyet gösteren fırlatıcılar ile uyumluluğunun olmaması:**

Yapısal bir sistem ilk kez üretilirken, yapının maruz kalacağı yüklere karşı nasıl davranacağı tam olarak kestirilemeyeceği için, güvenli alanda kalmak adına normalden daha sağlam bir tasarıma gidilmesi olağandır. Haberleşme uydusu örneğinde daha sağlam bir tasarım oluşturulmak istenildiğinde, kütle ve fiziksel boyutlarda artış olabilir ve bu nedenle uyduyu uzaya gönderecek fırlatma sistemleri ile uyumsuzluk ortaya çıkabilir.

**9. Uydu test, montaj ve entegrasyonu sırasında ekipmanlara fiziksel veya elektriksel olarak zarar verilmesi:**

Her ne kadar uydu test, montaj ve entegrasyonu sırasında uygulanacak prosedürler uluslararası standartlar çerçevesinde belirli olsa da, dünyada uzay alanında oldukça tecrübeli kuruluşlarda bile çeşitli nedenlerden (personel kusuru gibi) ötürü ekipmanlara hatta uydulara (bz. NASA Projesi NOAA-19) zarar verilebilmektedir. Ülkemizde ilk kez gerçekleştirilecek bir haberleşme uydusu üretiminde de bu tip sorunlar ortaya çıkabilir.



**10. Uydunun modelleri arasındaki farkların fazla olması durumunda modellerin tasarım ve üretimi için ilave efor ve süre ihtiyacının doğması:**

Haberleşme uyduları geliştirilirken uçuş modeli dahil olmak üzere dört adet uydu modeli üretilmektedir. Bu modeller, geliştirme süreci ile uyumlu olarak uyduyu farklı yönlerden (Isıl-yapısal, elektriksel, ısı-yapısal ve elektriksel) temsil etmektedirler. Projede üretilecek ilk modeller üzerinde gerçekleştirilecek testler sonucunda tasarımda olağandan fazla bir değişikliğe gidilmesi ihtiyacı doğabilir. Tasarım değişikliklerinin fazla olması sonradan üretilecek modellerin üretimini zorlaştırabilir ve üretim süresini uzatabilir.

**11. Proje takviminde meydana gelen/gelebilecek değişikliklerin alt yüklenici (tedarik) faaliyetlerinde sorunlara yol açması:**

Projede takviminin uzadığı, kısaldığı veya takvimin alt kırımlarında kaymaların yaşandığı, bunlarla birlikte tedarik kalemlerinin değişmeyen teslim zamanlarının olduğu durumlarda, zamanın öncesinde tedarik ya da tedarigin zamanında gerçekleşmemesi sorunları ortaya çıkacaktır. Proje takviminin uzadığı durumda, zamanından önce tedarigi engelleyebilmek için, alt yüklenicinin tedarik kalemini depolaması gerekecektir. Proje takvim süresinin kısaldığı durumda da, tedarigi zamanında gerçekleştirebilmek için tedarikçi firma fazladan işgücü harcamak zorunda kalacaktır. Her iki durumda da altyüklenici tedarik sürecinde meydana gelebilecek değişiklikleri istemeyebilir.

**12. Ayrı projeler kapsamında geliştirilen alt sistemlerin/ekipmanların proje model felsefesiyle uyumsuz olması nedeniyle sorunlar yaşanması:**

Yerli haberleşme uydusu projesinde, aynı zamanda başka bir proje (Örneğin; yer gözlem uydusu projesi için) kapsamında geliştirilen bir ekipman (Tepki tekeri, dönüölçer vb. ) veya altsistem (itki altsistemi, telemetri altsistemi gibi) kullanılmak istenildiğinde, projelerin farklı model yaklaşımlarına sahip olması nedeniyle, test süreçlerinde sorunlar yaşanabilir.

**13. Uydu test, montaj ve entegrasyon faaliyetlerinin zamanında bitirilememesi veya fırlatma hizmetinde yaşanabilecek sorunlar nedeniyle uydunun yörüngede tesliminin zamanında gerçekleştirilememesi:**

Uydu test, montaj faaliyetlerinde gecikme yaşanması, fırlatıcı firması ile kararlaştırılan fırlatma tarihinin boşa çıkmasına sebep olacaktır. Fırlatma gününde uygun çevre koşullarının bulunmadığı durumlarda da, fırlatmanın iptal edilmesi gerekebilecektir. Bu gibi durumlarda ötürü uydunun yörüngede teslimi istenilen tarihte gerçekleşemeyebilir, ticari uydu operatörlerinin (Ülkemiz için Türksat A.Ş., dünyada SES, Intelsat, Eutelsat,... ) yapacağı karda azalma olabilir, operatörler zarar edebilir veya en kötü durumda uydunun gönderilmesinin planlandığı yörünge hakkı kaybedilebilir.

**14. Altsistem, ekipman veya bileşen tedariklerinde yaşanan gecikmeler nedeniyle projenin toplam süresinin uzaması:**

Haberleşme uydusunun uzaya gönderilecek uçuş modelinin üretiminin tamamlanması için gerekli olan altsistem, ekipman veya bileşen tedariklerinde gecikme yaşandığı takdirde, doğrudan uydunun entegrasyon takvimi etkilenecektir. Entegrasyon takvimindeki değişiklik proje için öngörülen toplam sürenin gerçekleşmemesine sebep olabilir.

**15. Geliştirilecek ekipmanlarda kullanılacak bileşenlerin yer sabit yörünge uzay koşullarına uygun olan tiplerinin temin edilememesi durumunda uydu performans isterlerinin karşılanamaması:**

Haberleşme uydusu projesinde, yerli olarak geliştirilecek ekipmanlar için uzay koşulları için kalifiye edilmiş bileşenlerin temin edilememesi durumunda, daha düşük standartları karşılayan bileşenler kullanılacaktır. Düşük standartları karşılayan fakat uzay koşulları için akredite edilmemiş bileşenler nedeniyle yerli olarak geliştirilecek ekipmanlarda sorunlar ortaya çıkabilir, dolayısıyla uydu uzayda beklenen performansı karşılayamayabilir.

#### 4.2.2. Risk Analizi:

Bir önceki bölümde bahsedilen riskler, matris risk analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Matris risk analizi yöntemine göre risklerin seviyesi aşağıda verilen eşitliğe göre belirlenir;

$$\text{Risk Seviyesi} = \text{Olasılık Puanı} \times \text{Ağırlıklı Etki Puanı}$$

Risklerin gerçekleşme olasılıkları Tablo 1’de verilen ölçek kullanılarak puanlandırılmıştır.

Tablo 8. Olasılık Puanı Ölçeği

Olasılık Puanı	Olasılık Seviyesi	Minimum Gerçekleşme Olasılığı
5	Çok Yüksek	$\%80 \leq \text{Olasılık}$
4	Yüksek	$\%60 \leq \text{Olasılık} < \%80$
3	Orta	$\%40 \leq \text{Olasılık} < \%60$
2	Düşük	$\%20 \leq \text{Olasılık} < \%40$
1	Çok Düşük	$\text{Olasılık} < \%20$

Yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi örneği için risklerin projeyi, kalite, bütçe ve takvim olmak üzere üç şekilde etkileyebileceği düşünülmektedir. Kalite unsuru, haberleşme uydusunun uzaya gönderilecek olan uçuş modelinin, operatör tarafından belirtilen ihtiyaçların ne kadarının karşılanamadığının göstergesidir. Bütçe unsuru, proje başlangıcında öngörülen bütçenin, söz konusu riskin gerçekleşmesi durumunda ne kadar aşılabileceğini göstermektedir. Takvim unsuru da, riskin gerçekleşmesi halinde, projenin planlanan toplam süresinde ne kadar uzama olabileceği belirleyen unsurdur.

Risk analizi gerçekleştirilirken bu üç unsur için Tablo 9-11’de verilen ölçekler oluşturulmuştur. Riskler ölçeklerde belirtilen açıklamalar doğrultusunda değerlendirilerek, bu üç unsurun etki seviyeleri puanlandırılmıştır.

Tablo 9. Kalite Ölçeği

Kalite Etki Puanı	Kalite Etki Seviyesi	Kalite Açısından Risk Etkisinin Şiddeti
5	Çok Yüksek	Ürünün kaybına yol açabilir
4	Yüksek	Ürünün kabulünün başarısız olmasına yol açabilir
3	Orta	Ürünün kabulünün gecikmesine yol açabilir
2	Düşük	Ürünün performansını engellemeyen birçok özelliğin kaybolmasına yol açabilir
1	Çok Düşük	Ürünün performansını engellemeyen bazı özelliklerin kaybolmasına yol açabilir

Tablo 10. Bütçe Ölçeği

Bütçe Etki Puanı	Bütçe Etki Seviyesi	Bütçe Açısından Risk Etkisinin Şiddeti
5	Çok Yüksek	$\% 0,5 \leq$ bütçe artışı
4	Yüksek	$\% 0,3 \leq$ bütçe artışı $< \% 0,5$
3	Orta	$\% 0,15 \leq$ bütçe artışı $< \% 0,3$
2	Düşük	$\% 0,05 \leq$ bütçe artışı $< \% 0,15$
1	Çok Düşük	bütçe artışı $< \% 0,05$

Tablo 11. Takvim Ölçeği

Takvim Etki Puanı	Takvim Etki Seviyesi	Takvim Açısından Risk Etkisinin Şiddeti
5	Çok Yüksek	$\% 5 \leq$ takvimdeki gecikme
4	Yüksek	$\% 3 \leq$ takvimdeki gecikme $< \% 5$
3	Orta	$\% 1,5 \leq$ takvimdeki gecikme $< \% 3$
2	Düşük	$\% 0,5 \leq$ takvimdeki gecikme $< \% 1,5$
1	Çok Düşük	takvimdeki gecikme $< \% 0,5$

Risk denkleminde verilen ağırlıklı etki puanı, risklerin kalite, bütçe ve takvim açılarından etki puanlarının ağırlıklı ortalamasına eşit olup, aşağıda verilen denklem ile hesaplanmıştır. Aşağıdaki denklemde kalite, bütçe ve takvim unsurlarının ağırlıkları eşit olarak alınmıştır. Proje önceliklerine göre etki puanlarının katsayıları değiştirilebilir.

*Ağırlıklı Etki Puanı*

$$= \frac{1}{3} \times \text{Kalite Etki Puanı} + \frac{1}{3} \times \text{Bütçe Etki Puanı} + \frac{1}{3} \times \text{Takvim Etki Puanı}$$

Risk seviyeleri her bir risk için hesaplandıktan sonra Tablo 12’de verilen ölçek yardımı ile sınıflandırmaları gerçekleştirilmiştir. Bu sınıflandırmanın yapılmasındaki neden, riskler için uygulanacak eylemlerin belirlenmesidir. Yüksek seviyeli riskler için risk azaltma planının yanı sıra alternatif bir azaltma faaliyeti daha önerilmiş, orta seviyeli riskler içinse sadece risk azaltma planı önerilmiştir. Uzay alanında gerçekleştirilen projelerde düşük seviyeli riskler riskler, sadece izlenmekte olup, risklerin sınıfının orta ya da yüksek seviyeye gelmesi durumunda azaltma faaliyetleri uygulanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada da, bu sınıftaki riskler için azaltma faaliyeti önerilerinde bulunulmamıştır.

Tablo 12. Risk Sınıflandırma Ölçeği

<b>Risk Seviyesi</b>	<b>Risk Sınıflandırması</b>
$10 < (\text{Olasılık Puanı} \times \text{Ağırlıklı Etki Puanı})$	<b>Yüksek</b>
$5 \leq (\text{Olasılık Puanı} \times \text{Ağırlıklı Etki Puanı}) \leq 10$	<b>Orta</b>
$1 \leq (\text{Olasılık Puanı} \times \text{Ağırlıklı Etki Puanı}) < 5$	<b>Düşük</b>

Matris risk analizi sonucunda belirlenen riskler için Tablo 13’te verilen sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 13’ün ilk sütunu, Bölüm 4.2.1’de numaralandırılmış risklerin indekslerini göstermektedir. Bu risklerin gerçekleşme olasılığı ikinci sütunda, gerçekleşmesi durumunda projeye kalite, bütçe ve takvim unsurları açısından etki seviyeleri, sırasıyla, üçüncü, dördüncü ve beşinci sütunlarda gösterilmiştir.

Bölüm 4.2.1’de bahsedilen 15 adet riskten, 3 adeti düşük seviyeli, 10 adeti orta seviyeli ve 2 adeti yüksek seviyeli risk olarak sınıflandırılmışlardır. Bahse konu sınıflandırma sonucunda önerilen risk azaltma planları Tablo 14’te verilmektedir.

Tablo 13. Risk Analiz Tablosu (Kalite-Bütçe-Takvim Unsurlarının Eşit Derecede Öneme Sahip Olduğu durum)

Risk No	Olasılık Puanı	Kalite Etki Puanı	Bütçe Etki Puanı	Takvim Etki Puanı	Ağırlıklı Etki Puanı	Risk Seviyesi
1	3	1	3	5	3,00	9,00
2	3	1	3	5	3,00	9,00
3	3	1	3	5	3,00	9,00
4	1	3	5	1	3,00	3,00
5	2	3	5	5	4,33	8,67
6	1	5	1	1	2,33	2,33
7	2	3	5	3	3,67	7,33
8	3	3	5	5	4,33	13,00
9	2	1	5	5	3,67	7,33
10	3	1	2	4	2,33	7,00
11	3	1	3	3	2,33	7,00
12	1	2	5	5	4,00	4,00
13	3	3	5	5	4,33	13,00
14	3	2	3	5	3,33	10,00
15	2	3	2	3	2,67	5,33

Tablo 14. Risk Azaltma Planları (Kalite-Bütçe-Takvim Unsurlarının Eşit Derecede Öneme Sahip Olduğu durum)

Risk No	Risk Azaltma Planı	Alternatif Plan	Açıklama
1	<p>- Tasarım sürecinde, doğrulanmış (test, analiz veya uzay tarihçesi ile) bilginin mevcut bulunmadığı durumlarda, profesyonel danışmanlık hizmeti alınması</p> <p>- İlk kez geliştirilecek sistemlerde (haberleşme uydusu, meteoroloji uydusu, uzay teleskobu vb.) sistem mühendisliğini içeren danışmanlık hizmeti alınması</p>	-	-

2	<p>- Tasarım sürecinde, doğrulanmış (test, analiz veya uzay tarihçesi ile) bilginin mevcut bulunmadığı durumlarda, profesyonel danışmanlık hizmeti alınması</p> <p>- İlk kez geliştirilecek sistemlerde (haberleşme uydusu, meteoroloji uydusu, uzay teleskobu vb.) sistem mühendisliğini içeren danışmanlık hizmeti alınması</p>	-	-
3	<p>Projede bulunan iş paketlerinin süreleri hesaplanırken marj eklenmesi. Örneğin; Normal koşullarda 100 gün sürecek bir iş paketi için 120 gün süre ayrılması gibi. Marj ekleme toplam proje süresi üzerinden de yapılabilir. Örneğin; normal koşullarda 48 ay sürmesi planlanan bir proje için 6 ay marj bırakılarak proje süresinin 54 ay olarak belirlenmesi gibi. Toplam proje süresinden yola çıkarak her bir iş paketine düşen marjlar da hesaplanabilir.</p>	-	-
4	-	-	Haberleşme Uydusu geliştirilirken genellikle dört adet prototip kullanılması nedeniyle bu risk oldukça düşük seviyede olduğundan ayrıca bir risk azaltma faaliyeti önerisinde bulunulmamıştır.
5	Tek bir tedarikçiye bağlı kalmamak adına, alternatif tedarikçilerin araştırılması	-	
6	-	-	Haberleşme uydularının alanında uzay tarihçesine sahip birçok firma bulunmaktadır. Bu firmaların kendini kanıtlamış ürünlerinin

			kullanılması riskin gerçekleşme olasılığını düşük seviyede tutacaktır.
7	<p>- Yerli olarak geliştirilecek ekipmanların, ticari olarak faaliyet gösteren uydular üzerinde uzay tarihçesi kazandırılmasını müteakip kullanılması</p> <p>- Ekipmanların birden fazla prototipinin üretilerek aşama aşama test edilmesi, kalifikasyonunun sağlanması</p>	-	-
8	Uydu kütle ve fiziksel özelliklerini uygun seviyede tutabilmek için, uyduyu oluşturan altsistem ve ekipmanların fiziksel özelliklerinin proje başlangıcında sistem mühendisliği kapsamında doğru olarak sınırlandırılması ve bu sınırların üstüne çıkılmasına izin verilmemesi	Uzay alanında teknolojinin hızla gelişmesi sebebiyle, proje gerçekleştirilirken yeni fırlatıcıların piyasa girmesi mümkün olabilmektedir. Bu fırlatıcı firmalar ile temas kurularak kapasitelerinin değerlendirilmesi	-
9	Uydunun test edileceği merkezin ve test edilecek uydunun sigortalanması	-	-
10	İlave efor ve süre ihtiyacını minimum seviyede tutmak için, modeller arasındaki değişikliklerin izlenmesi, etki analizlerinin gerçekleştirilmesi	-	-
11	Alt yükleniciler ile yapılacak sözleşmelerin esnekliğe izin verecek şekilde hazırlanması	-	-
12	-	-	Bu risk maddesi projelerde ortaya çıkabilmekte olup, prototip üretimiyle rahat bir şekilde giderilebilmektedir.



13	Olası fırlatıcı firmaları ile yapılacak sözleşmelerin esnekliğe izin verecek şekilde hazırlanması	- Vardiyalı çalışma - Yörünge tesliminin kritik olduğu durumlarda (Yörünge haklarının kaybedilmesi gibi), alternatif bir uydunun hazır olarak tedarikine yönelik hazırlıkların yapılması	-
14	Kritik altsistem, ekipman ve bileşenlerin yerli olarak üretilmesi		-
15	Ekipmanlarda uzay koşullarına uygun olmayan bileşen kullanılması durumunda, yeterliliğinin testlerle kanıtlanması	-	-

Proje sonunda uzaya gönderilecek haberleşme uydusunun kalitesinin, bütçe ve takvim unsurlarından daha önemli olduğu durum için aşağıdaki denklem kullanılarak risk analizi gerçekleştirilmiştir. Risk analiz sonuçları Tablo 15'te verilmektedir.

*Ağırlıklı Etki Puanı*

$$= \frac{2}{4} \times \text{Kalite Etki Puanı} + \frac{1}{4} \times \text{Bütçe Etki Puanı} + \frac{1}{4} \times \text{Takvim Etki Puanı}$$

Tablo 15. Risk Analiz Tablosu (Kalite unsurunun öncelikli olduğu durum)

Risk No	Olasılık Puanı	Kalite Etki Puanı	Bütçe Etki Puanı	Takvim Etki Puanı	Ağırlıklı Etki Puanı	Risk Seviyesi
1	3	1	3	5	2,50	7,50
2	3	1	3	5	2,50	7,50
3	3	1	3	5	2,50	7,50
4	1	3	5	1	3,00	3,00
5	2	3	5	5	4,00	8,00
6	1	5	1	1	3,00	3,00
7	2	3	5	3	3,50	7,00
8	3	3	5	5	4,00	12,00
9	2	1	5	5	3,00	6,00

10	3	1	2	4	2,00	6,00
11	3	1	3	3	2,00	6,00
12	1	2	5	5	3,50	3,50
13	3	3	5	5	4,00	12,00
14	3	2	3	5	3,00	9,00
15	2	3	2	3	2,75	5,50

Projenin öngörülen bütçe içinde tamamlanmasının, bütçe ve kalite unsurlarından daha önemli olduğu durum için aşağıdaki denklem kullanılarak risk analizi gerçekleştirilmiştir. Risk analiz sonuçları Tablo 16’da verilmektedir.

*Ağırlıklı Etki Puanı*

$$= \frac{1}{4} \times \text{Kalite Etki Puanı} + \frac{2}{4} \times \text{Bütçe Etki Puanı} + \frac{1}{4} \times \text{Takvim Etki Puanı}$$

Tablo 16. Risk Analiz Tablosu (Bütçe unsurunun öncelikli olduğu durum)

Risk No	Olasılık Puanı	Kalite Etki Puanı	Bütçe Etki Puanı	Takvim Etki Puanı	Ağırlıklı Etki Puanı	Risk Seviyesi
1	3	1	3	5	3,00	9,00
2	3	1	3	5	3,00	9,00
3	3	1	3	5	3,00	9,00
4	1	3	5	1	3,50	3,50
5	2	3	5	5	4,50	9,00
6	1	5	1	1	2,00	2,00
7	2	3	5	3	4,00	8,00
8	3	3	5	5	4,50	13,50
9	2	1	5	5	4,00	8,00
10	3	1	2	4	2,25	6,75
11	3	1	3	3	2,50	7,50
12	1	2	5	5	4,25	4,25
13	3	3	5	5	4,50	13,50
14	3	2	3	5	3,25	9,75
15	2	3	2	3	2,50	5,00

Projenin zamanında tamamlanmasının, bütçe ve kalite unsurlarından daha önemli olduğu durum için aşağıdaki denklem kullanılarak risk analizi gerçekleştirilmiştir. Risk analiz

sonuçları Tablo 17’de verilmektedir. Tablo 17 incelendiğinde, yüksek seviyeli risklerin sayısında artış olduğu görülmektedir. Bu nedenle, daha önceden orta seviyeli risk olmaları sebebiyle, Tablo 14’te alternatif azaltma faaliyeti bulunmayan ilk üç risk maddesi ve on dört numaralı risk maddesi için de alternatif risk azaltma planları hazırlanmıştır. Önerilen alternatif risk azaltma faaliyetleri Tablo 18’de verilmektedir.

*Ağırlıklı Etki Puanı*

$$= \frac{1}{4} \times \text{Kalite Etki Puanı} + \frac{1}{4} \times \text{Bütçe Etki Puanı} + \frac{2}{4} \times \text{Takvim Etki Puanı}$$

Tablo 17. Risk Analiz Tablosu (Takvim unsurunun öncelikli olduğu durum)

Risk No	Olasılık Puanı	Kalite Etki Puanı	Bütçe Etki Puanı	Takvim Etki Puanı	Ağırlıklı Etki Puanı	Risk Seviyesi
1	3	1	3	5	3,50	10,50
2	3	1	3	5	3,50	10,50
3	3	1	3	5	3,50	10,50
4	1	3	5	1	2,50	2,50
5	2	3	5	5	4,50	9,00
6	1	5	1	1	2,00	2,00
7	2	3	5	3	3,50	7,00
8	3	3	5	5	4,50	13,50
9	2	1	5	5	4,00	8,00
10	3	1	2	4	2,75	8,25
11	3	1	3	3	2,50	7,50
12	1	2	5	5	4,25	4,25
13	3	3	5	5	4,50	13,50
14	3	2	3	5	3,75	11,25
15	2	3	2	3	2,75	5,50

Tablo 18. Alternatif Risk Azaltma Planları (Takvim unsurunun öncelikli olduğu durum)

Risk No	Alternatif Plan
1	- Ortak üretim, lisans altında üretim veya patent haklarının alımı - Yurtdışında daha önce haberleşme uydusu geliştirilmesi projelerinde çalışmış tecrübeli kişilerin projeye dahil edilmesi

2	- Ortak üretim, lisans altında üretim veya patent haklarının alımı - Yurtdışında daha önce haberleşme uydusu geliştirilmesi projelerinde çalışmış tecrübeli kişilerin projeye dahil edilmesi
3	- Vardiyalı çalışma - Mümkün olduğu müddetçe, proje takviminin alt kısımlarının paralel olarak yürütülmesi
14	- Tedarik süreci uzun sürebilecek, altsistem, ekipman veya bileşenlerin depolama açısından sıkıntı doğurmayacak olanlarının, ihtiyaç hasıl olmadan stoklanması - Depolama açısından sıkıntı doğuracak olanların ise tedariklerine erken başlanması

Kalite, bütçe ile takvim unsurlarının eşit ağırlıklı etkiye sahip olduğu ve her birinin öncelik gösterdiği durumlara yönelik hesaplanan risk seviyeleri Tablo 19’da karşılaştırılmıştır.

Tablo 19. Risk Analizlerinin Karşılaştırılması

Risk No	Eşit Ağırlıklı	Kalite Öncelikli	Bütçe Öncelikli	Takvim Öncelikli
1	9,00	7,50	9,00	10,50
2	9,00	7,50	9,00	10,50
3	9,00	7,50	9,00	10,50
4	3,00	3,00	3,50	2,50
5	8,67	8,00	9,00	9,00
6	2,33	3,00	2,00	2,00
7	7,33	7,00	8,00	7,00
8	13,00	12,00	13,50	13,50
9	7,33	6,00	8,00	8,00
10	7,00	6,00	6,75	8,25
11	7,00	6,00	7,50	7,50
12	4,00	3,50	4,25	4,25
13	13,00	12,00	13,50	13,50
14	10,00	9,00	9,75	11,25
15	5,33	5,50	5,00	5,50

Tablo 19 incelendiğinde, kalite unsurunun proje için daha önemli olduğu durumda, hesaplanan risk seviyelerinin, tüm unsurların eşit ağırlığa sahip olduğu duruma göre daha düşük olduğu, fakat risklerin sınıflandırmalarının değişmediği görülmüştür.

Poje bütçesinin aşılmasının istenilmediği, bu nedenle bütçe unsurunun ağırlıklı etkisinin daha yüksek olduğu durumda, hesaplanan risk seviyelerinin, tüm unsurların eşit ağırlığa sahip durum ile yakın olduğu, yine risklerin sınıflandırmalarında bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.

Projenin zamanında bitirilmesinin daha fazla önem arz ettiği durumda ise, risklerin seviyelerinin genel olarak arttığı, bazı orta seviyeli risklerin sınıflarının değişerek yüksek risk seviyeye geldiği anlaşılmaktadır. Tablo 19’da verilen risk analizi karşılaştırması, teknoloji kazanımı projelerinde takvim baskısı bulunmasının mevcut risklerin seviyelerini yükseltebileceğini göstermektedir.

Bölüm 4.2.1’de belirtilen riskler, Ülkemizde gerçekleştirilecek teknoloji kazanımı projelerinde sıkça karşılaşılabileceğimiz risklerin yerli haberleşme uydusu örneği için özelleşmiş ifadeleridir. Bu nedenle, bu risklerin Türkiye’de gerçekleştirilecek diğer teknoloji projelerinde (Fırlatma sistemi geliştirilmesi, yerli yolcu uçağı geliştirilmesi,...vb.) karşılaşılabilecek benzerleri için Tablo 14 ve 18’de önerilen azaltma faaliyetleri uygulanabilir. Örneğin; bir başka teknoloji kazanımı projesi olarak yerli yolcu uçağı üretilmesi durumunda, uçağın motoru henüz Ülkemizde böyle bir altyapı olmadığı için yurtdışından tedarik edilecektir. Bu da haberleşme uydusu için Bölüm 4.2.1’de belirtilen yurtdışı tedarik zorluğu temelli risklerin (2, 3, 5, 6, 11 ve 14 numaralı riskler) geliştirilecek yolcu uçağı için de bulunmasına neden olacaktır. Böyle bir durumda Tablo 14 ve Tablo 18’de ilgili riskler için belirtilen azaltma planları uygulanabilir olacaktır.

Uzay sektörü dünyada 1950’li yıllardan itibaren gelişmeye başlamıştır. Teknoloji kazanımı projelerinin gerçekleştirileceği diğer alanlara göre daha genç ve olgunlaşmamıştır, bu nedenle daha fazla risk ihtiva etmektedir. Örneğin; uzaya gönderilen bir sistemde bir sorun çıktığında, Dünya’ya yeniden getirilerek tamir edilmesi henüz mümkün değildir. Bir başka örnek vermek

gerekirse uzay alanında altsistemler, ekipmanlar ve bileşenler, az sayıda firma tarafından üretilmekte, birçok kısıtlamaya tabi olmaktadır.

Bu nedenle yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi ve üretimi için Bölüm 4.2.1’de belirtilen riskler, teknoloji kazanımı projeleri açısından en kötü senaryo için geçerli olan ve en kapsayıcı riskler olarak değerlendirilebilir. Buna bağlı olarak riskler için önerilen azaltma faaliyetleri de Ülkemizde gerçekleştirilecek birçok teknoloji kazanma projesinde geçerli olacaktır.

## 5. SONUÇ

Teknoloji kazanımı, elde bulunmayan teknolojinin çeşitli yöntemler (Ortak üretim, patent alımı vb. yöntemler) vasıtasıyla yeni bir ürün geliştirebilecek seviyede özümsemesidir. Bu nedenle, teknoloji kazanımı projelerinin sonucunda sahip olunmayan teknolojinin özgün bir ürün üretebilecek veya hizmet sunabilecek seviyede kavranması beklenilmektedir.

Teknoloji kazanım projeleri bilgi ve teknolojinin yeni uygulamalarını da kapsayabilmesi nedeniyle, içerisinde Ar-Ge faaliyetlerini de barındırabilir. Bununla birlikte, dış kaynaklı bilgi ve teknoloji elde edilirken herhangi bir yenilik unsuru bulunmuyor, bilimsel ve/veya teknolojik belirsizlik giderilmiyor ise, teknoloji kazanımı projesini Ar-Ge faaliyeti olarak nitelendirilemez. Çünkü Ar-Ge faaliyetlerini ilgili diğer faaliyetlerden ayıran temel ölçüt, görülebilir bir yenilik unsurunun bulunması ve bilimsel ve/veya teknolojik belirsizliklerin giderilmesidir.

Dünya Bankası verilerine göre, 2016 yılı itibariyle gayri safi yurtiçi hasıla bakımından da dünya çapında ilk üçte yer alan ABD, Çin ve Japonya'nın, Ar-Ge faaliyetlerine hem miktar hem de yüzdesel olarak yüksek harcama yapan ülkeler olduğu görülmüştür. Ülkemizin ise Ar-Ge faaliyetlerine yaptığı harcamalar, gelişmekte olan G-20 ülkelerinden Meksika ve Arjantin ile yakın seviyededir.

Uzay sektöründe gerçekleştirilen faaliyetlerde, elde bulunan teknolojilerin yanı sıra yeni teknolojilere ihtiyaç duyulması sebebiyle, uzay projelerinin Ar-Ge ve teknoloji kazanımı nitelikleri oldukça yüksektir. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetlerine en fazla harcama yapan ABD, Çin ve Japonya ile Ülkemize yakın seviyelerde harcama yapan Meksika ve Arjantin'in, Ar-Ge ve teknoloji kazanımı faaliyetleri uzay sektöründe tescil edilen patentler üzerinden analiz edilmiştir.

Patent analizi neticesinde Meksika ve Arjantin'in uzay alanındaki teknoloji kazanımı faaliyetlerine Ülkemiz gibi 2000'li yıllardan sonra başladığı, tescil edilen patent sayılarının oldukça düşük (<20) olduğu görülmüştür. ABD, Çin ve Japonya'da uzay alanında tescil edilen patent sayıları binler mertebesinde. Uzay alanındaki patent sınıfının kodu B64G olup, ABD'nin bu sınıfın 96 alt kırılımının tamamında patentlerinin bulunduğu, Ülkemiz tarafından ise 96 adet kırılımın 3'ü ile ilgili patent tescilinin yapıldığı anlaşılmıştır. Ülkemizin tescil edilen patentleri ve patent başvuruları incelendiğinde, bunların mevcut olan sistemlerin adaptasyonu ve düzenlenmesine yönelik çalışmaları içerdiği görülmüştür. Bu nedenle Türkiye'de uzay alanında gerçekleştirilen faaliyetlerin, teknoloji kazanımına yönelik olduğu değerlendirilmektedir.

ABD, ve Japonya'da patent sayısı bakımından öne çıkan kuruluşların yaptığı çalışmalar kurum bazlı incelendiğinde, Ülkemizin yeni kazanmaya çalıştığı teknolojilerin olgunlaştırılarak ticari hale döküldüğü görülmüştür. Bu kurumlar tarafından ayrıca, ticari olarak yürütülen faaliyetlerin yanında Ar-Ge niteliği yüksek projelerin de icra edildiği anlaşılmaktadır. Çin'de ise uzay alanındaki faaliyetlerin şirketler tarafından değil enstitü ve üniversiteler tarafından gerçekleştirildiği, bu nedenle uzay alanında ticari faaliyetlerden ziyade Ar-ge faaliyetlerine ağırlık verildiği değerlendirilmektedir.

Tezin üçüncü bölümünde, Türkiye'nin uzay alanında gerçekleştirdiği faaliyetler irdelenmiş, gerçekleştirilen teknoloji kazanımı projeleri incelenmiştir. Ülkemizin uzay alanındaki deneyiminin, "Cubesat" projeleri hariç, gözlem uyduları üzerine olduğu görülmüştür. Uzay haberleşmesine yönelik ihtiyacımızı halen yurtdışından tedarik ettiğimiz haberleşme uyduları ile giderdiğimizden ötürü, Türkiye'de uzay alanında gerçekleştirilecek teknoloji kazanımı projesinin yerli haberleşme uydusunun üretilmesi olacağı değerlendirilmiştir.

Türkiye'nin mevcut teknolojik altyapısı yerli haberleşme uydusu üretilmesi örneği açısından incelenmiş, yer gözlem uydularında başarıyla uyguladığımız teknoloji kazanımı sürecinin, haberleşme uyduları için de uygulanabileceği değerlendirilmiştir.



Çalışmanın dördüncü bölümünde, yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi örneği ve uzay alanında ülkemizde gerçekleştirilen diğer teknoloji kazanımı projelerinden hareketle, projelerde karşılaşılan zorluklar ve riskler değerlendirilmiştir. Ülkemizde teknoloji kazanımı projelerinde iki temel zorluğun bulunduğu görülmüştür. Bunlar;

- Gelişmekte Olan Teknolojik Altyapı,
- Yurtdışı Tedarik Zorlukları,

Olarak ifade edilmiştir. Tespit edilen zorluklar neticesinde, teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılabilecek riskler, yerli haberleşme uydusu üretilmesi örneği üzerinden analiz edilmiştir. Bu kapsamda 15 adet risk belirlenmiş, matris risk analizi yöntemi ile projede kalite, bütçe ve takvim unsurları açısından 4 farklı durum için analizler yapılmıştır. Tüm unsurların proje riskleri üzerinde eşit etkilerinin bulunduğu durum için, 15 adet riskten 3 adetinin düşük seviyeli risk, 10 adetinin orta seviyeli risk, geriye kalan 2 adetinin ise yüksek seviyeli risk olduğu görülmüştür. Projede takvim baskısı olduğu durumda risklerin seviyesinin yükseldiği, orta seviyeli 4 adet riskin yüksek seviyeye geldiği görülmüştür. Tüm orta seviyeli riskler için risk azaltma faaliyetleri önerilmiş, yüksek seviyeli riskler için ise azaltma faaliyetlerinin yanında alternatif planlar hazırlanmıştır.

Uzay sektörünün, ulaşımın diğer modlarına (havacılık, demiryolu, denizcilik vb.) göre oldukça yeni olmasının ve birçok bilinmezi barındırmasının, bu alanda gerçekleştirilen teknoloji kazanımı projelerinin, diğer alanlarda gerçekleştirilecek olanlara göre daha fazla risk ihtiva etmesine neden olacağı değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu tezde yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi projesi örneği ile gerçekleştirilen risk analizlerinin ve azaltma planlarının, ulaşımın diğer modlarında gerçekleştirilecek teknoloji kazanımı projelerine uygulanabilir olduğu değerlendirilmektedir.

Yerli haberleşme uydusu geliştirilmesi ve üretimi örneği için Bölüm 4.2.1’de tanımlanmış risklerin ve ilgili azaltma planlarının Ülkemizde gerçekleştirilecek diğer teknoloji kazanımı projeleri için genelleştirilmiş sürümleri Tablo 20’de verilmektedir.

Tablo 20. Teknoloji Kazanımı Projelerinde Karşılaşılabilecek Riskler ve Çözüm Önerileri

Risk No	Risk Tanımı	Uygulanabilecek Risk Azaltma Faaliyetleri
1	Teknoloji öğrenilirken, öngörülemeyen tasarım değişiklikleri sonucunda üretimlerin ve tedariklerin tekrarlanması	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasarım sürecinde, doğrulanmış (test, analiz vb.) bilginin mevcut bulunmadığı durumlarda, profesyonel danışmanlık hizmeti alınması</li> <li>- İlk kez geliştirilecek sistemlerde, sistem mühendisliğini içeren danışmanlık hizmeti alınması</li> <li>- Ortak üretim, lisans altında üretim veya patent haklarının alımı ile yerli üretimin gerçekleştirilmesi</li> <li>- Yurtdışında daha önce kazanılmak istenilen teknoloji alanında çalışmış alanında uzman kişilerin projeye dahil edilmesi</li> </ul>
2	Mevcut tecrübeler doğrultusunda belirli varsayımlar doğrultusunda oluşturulan proje takviminde, öngörülerin tutmaması nedeniyle gecikme yaşanması	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projede bulunan iş paketlerinin süreleri hesaplanırken marj eklenmesi. Örneğin; Normal koşullarda 100 gün sürecek bir iş paketi için 120 gün süre ayrılması gibi. Marj ekleme toplam proje süresi üzerinden de yapılabilir. Örneğin; normal koşullarda 48 ay sürmesi planlanan bir proje için 6 ay marj bırakılarak proje süresinin 54 ay olarak belirlenmesi gibi. Toplam proje süresinden yola çıkarak her bir iş paketine düşen marjlar da hesaplanabilir.</li> <li>- Vardiyalı çalışma</li> <li>- Mümkün olduğu müddetçe, proje takviminin alt kırınımlarının paralel olarak yürütülmesi</li> <li>- Proje bitiş süresinin, kritiklik arz ettiği durumlarda alternatif ürünün hazır olarak tedarik edilmesi için gerekli çalışmaların yapılması</li> </ul>

3	<p>- Teknoloji öğrenilirken kullanılacak prototipin, üretilecek sistemin teknik özelliklerini yansıtamaması sebebiyle, son üründe sorunların yaşanması</p> <p>- Prototip ile son ürün arasındaki farklılıkların fazla olması durumunda ilave efor ve süre ihtiyacının hasıl olması</p> <p>- Ayrı projeler kapsamında geliştirilen alt sistemlerin/ekipmanların proje model felsefesiyle uyumsuz olması nedeniyle sorunlar yaşanması</p>	<p>- Birden fazla prototip kullanılarak, her bir prototip için gittikçe kapsamlı testlerin uygulanması</p> <p>- İlave efor ve süre ihtiyacını minimum seviyede tutmak için, modeller arasındaki değişikliklerin izlenmesi, değişikliklerin etki analizlerinin gerçekleştirilmesi</p>
4	<p>Yurtdışından tedarik edilecek altsistem, ekipman veya bileşenlerde sorunların yaşanması sebebiyle, öğrenilecek teknoloji için üretilecek sistemin prototiplerinde ve son ürünün performansında sorunların yaşanması</p>	<p>- Tek bir tedarikçiye bağlı kalmamak için alternatif tedarikçilerin araştırılması</p> <p>- Altsistem, ekipman veya bileşenler yurtdışından tedarik edilirken, kazanılacak teknolojide geniş tarihçesi bulunan ve kendini ispatlamış firmaların tercih edilmesi</p>
5	<p>Yerli olarak geliştirilecek ve tarihçesi bulunmayan altsistemler/ekipmanlar nedeniyle kazanılacak teknoloji için üretilecek sistemin istenilen performansı sağlayamaması</p>	<p>- Yerli olarak geliştirilecek altsistemlerin/ekipmanların, daha az risk içeren projelerde tarihçe kazandırılmasını müteakip kullanılması</p> <p>- Altsistemlerin/ekipmanların birden fazla prototipinin üretilerek aşama aşama test edilmesi, kalifikasyonunun sağlanması</p>
6	<p>Teknoloji öğrenilirken, geliştirilen sistemin mekanik özelliklerinin öngörülenden farklı olması nedeniyle, sistemin kullanılacağı platform ile uyumluluğun sağlanamaması</p>	<p>- Sistemin mekanik özelliklerini uygun seviyede tutabilmek için, altsistem ve ekipmanların fiziksel özelliklerinin proje başlangıcında sistem mühendisliği kapsamında doğru olarak sınırlandırılması ve bu sınırların üstüne çıkılmasına izin verilmemesi</p> <p>- Geliştirilen sistemin uyumlu olabileceği yeni platformların araştırılması</p>

7	Teknoloji kazanma sürecinde gerçekleştirilecek, test, montaj ve entegrasyon sırasında, geliştirilecek olan sisteme, bunun alt bileşenlerine veya test merkezine fiziksel veya elektriksel olarak zarar verilmesi	- Test merkezinin ve test edilecek sistemin/sistem bileşenlerinin sigortalanması
8	Proje takviminde meydana gelen/gelebilecek değişikliklerin alt yüklenici faaliyetlerinde sorunlara yol açması	- Alt yükleniciler ile yapılacak sözleşmelerin esnekliğe izin verecek şekilde hazırlanması
9	Altsistem, ekipman veya bileşen tedariklerinde yaşanan gecikmeler nedeniyle projenin toplam süresinin uzaması.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kritik altsistem, ekipman ve bileşenlerin yerli olarak üretilmesi</li> <li>- Tedarik süreci uzun sürebilecek, altsistem, ekipman veya bileşenlerin depolama açısından sıkıntı doğurmayacak olanlarının, ihtiyaç hasıl olmadan stoklanması</li> <li>- Depolama açısından sıkıntı doğuracak olanların ise tedariklerine erken başlanması</li> <li>- Tedarik edilecek altsistem, ekipman veya bileşenlerin rafta hazır versiyonlarının seçilmesi</li> </ul>

Unutulmamalıdır ki teknoloji kazanımı projeleri ile gelişmiş ülkelerin teknolojik seviyesini yakalamak mümkün gözükmemektedir. Bu şekilde ancak dünyanın ticari hale getirmiş olduğu teknolojiler takip edilebilir. Teknoloji üretmek ise içinde gerçek Ar-Ge faaliyetlerini de kapsayan çok daha zorlu bir süreçtir. Bu nedenle teknoloji üreten bir ülke olmaya giden yolda gerekli altyapı, tecrübe ve bilgi birikiminin kazanılması için üzerinde bulunduğumuz teknoloji taklit etme basamağının hızla atlanması gerekmektedir. Basamağı atlarken, teknoloji kazanımı projelerinde karşılaşılabilecek bu tezde belirtilen risklerin göz önünde bulundurulması, önerilen risk azaltma faaliyetlerinin uygulanarak risklerin azaltılması veya giderilmesi faydalı olacaktır.

## **KAYNAKLAR**

ÇOBAN, H. (2016): Türkiye'nin yer gözlem uydu sistemleri ve ormancılık uygulamalarında kullanılabilirliği. Türkiye Ormancılık Dergisi, 17(1): 99-107.

DYER, D. (1998). TRW: Pioneering Technology and Innovation Since 1900. Harvard Business Press. pp. 173–174, 272–273.

ESKELIN, A. (2002): Managing technology acquisition project life cycles. PM Network, 16 (3), 44-46.

ESKELIN, A. (2001): Technology acquisition: Buying the future of your business. Addison-Wesley Professional

Frascati Kılavuzu (2002): OECD. Orjinalden çeviren: TÜBİTAK

MORTARA, L. ve FORD, S. (2012): Technology acquisitions: A guided approach to technology acquisition and protection decisions. Cambridge, Birleşik Krallık: Cambridge Institute for Manufacturing, 4.

OLTRA, V., KEMP, R. ve VRIES, F. (2008): Patents as a measure for eco-innovation. Avrupa Komisyonu Raporu No: 044513

Proje Yönetimi Enstitüsü. (2017): A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide Sixth Edition.

TAŞLICALI, A.K. (2005): Cumhuriyetimizin 100. Kuruluş Yılında Türkiye'nin Uzay Vizyonu Ne Olmalıdır? V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu

Türksat Hevesi Yarım Kaldı. (25.01.1994), Milliyet

THOMAS, V.J., SHARMA, S. ve JAIN, S.K. (2011): Using patents and publications to assess R&D efficiency in the states of the USA. World Patent Information 33, 4-10.

YÜKSEL, G., TUNALI, E., GÜROL, S. ve LELOĞLU, U. M. (2006): TÜBİTAK-UZAY yer gözlem uydusu çalışmaları ve görüntü temin politikaları. I. Uzaktan Algılama – Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu

### **İnternet Kaynakları**

<https://aerospace.honeywell.com/ens/product-listing/space> : Honeywell

<https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm> : OECD Veritabanı

<http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf> : Dünya Bankası

<http://online.turkpatent.gov.tr/EPATENT/servlet/PreSearchRequestManager> : Türk Patent ve Marka Kurumu

<https://patentscope.wipo.int/search/en/result.jsf> : Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü

<http://savunmasanayi.org/gokturk-1/>: Savunma Sanayi

<http://space.skyrocket.de/> : Gunther's Space Page

<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6875> : OECD Terimler Sözlüğü

<http://uzay.tubitak.gov.tr/> : Tübitak Uzay

[https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en\\_EP#!/CPC=B64G2700/00](https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en_EP#!/CPC=B64G2700/00) : Avrupa Patent Ofisi

<https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/turkiyenin-ilk-uydu-merkezi-acildi/44942> : Anadolu Ajansı

<http://www.astrium.eads.net/en/programme/eurostar-series-czw.html> : Astrium EADS

<http://www.boeing.com/space/#/overview> : Boeing

<https://www.britannica.com> : Britannica

<http://www.centennialofflight.net/essay/Aerospace/Hughes/Aero44.htm> : US Centennial of Flight

<http://www.girisimhaber.com/post/2016/08/18/RASAT-Dunya-Etrafindaki-Ilk-Turunu-Atti.aspx> : Girişim Haber

[https://www.ihl.co.jp/en/products/aeroengine\\_space\\_defense/rocket\\_system/](https://www.ihl.co.jp/en/products/aeroengine_space_defense/rocket_system/) : IHI

<https://www.independent.co.uk/news/world/faulty-rocket-leaves-turks-lost-for-words-1409447.html> : Independent

<http://www.mhi.com/products/space/> : Mitsubishi Heavy Industries

<http://www.mitsubishielectric.com/bu/space/index.html> : Mitsubishi Electric

<https://www.nec.com/en/global/solutions/space/> : NEC

<https://www.nasa.gov/offices/oct/40-years-of-nasa-spinoff> : NASA

<https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/space.html> : Lockheed Martin

<https://www.ohb-system.de/> : OHB

<http://www.orbital.com/> : Orbital

<http://www.roketsan.com.tr/> : Roketsan A.Ş.

<https://www.sslmda.com/html/about-us.php> : Space Systems/Loral

<https://www.tai.com.tr/urunler/uzay> : TUSAŞ

<https://www.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem26/yil01/ss466.pdf> : Türkiye Uzay Ajansı Kanun Tasarısı Metni

<http://www.thalesgroup.com/> : THALES Group

[http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/proje\\_yazma\\_egitimi-1\\_bolum.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/proje_yazma_egitimi-1_bolum.pdf) : TÜBİTAK-  
“Proje Eğitimi-1” Sunumu.

<https://www.turksat.com.tr/> : Türksat A.Ş.

<https://www.uspto.gov/web/patents/classification/cpc/html/cpc-B64G.html> : ABD Patent Ofisi



## ÖZGEÇMİŞ

- Adı : Ahmet Emre
- Soyadı : Topbaş
- Doğum Tarihi : 03/01/1989
- Doğum Yeri : Bolu
- Lise : (2002-2006), Gazi Anadolu Lisesi.
- Lisans : (2006-2011), Orta Doğu Teknik Üniversitesi -  
Havacılık ve Uzay Mühendisliği
- Yüksek Lisans : (2015-devam ediyor), Orta Doğu Teknik Üniversitesi –  
Havacılık ve Uzay Mühendisliği
- Çalıştığı Kurum(lar) : (2011-2015), Roketsan Roket Sanayi ve Ticaret A.Ş.  
(2015-devam ediyor), Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.





**AHMET  
EMRE  
TOPBAŞ**

**TÜRKİYEDE TEKNOLOJİ KAZANIMI PROJELERİNDE  
KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR, RİSKLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**HAVACILIK VE UZAY  
TEKNOLOJİLERİ UZMANLIĞI 2018  
TEZİ**