



Uydu Fırlatma Araçları

Gökyüzünde uçmak ilk çağlardan başlayarak insanlığın düşlerini süsleyen bir kavram. Bu olgu dinsel, mitolojik, astronomik, bilimsel vb. birçok yapıtta kendini gösteriyor. Uçmaya özlem bir tür içgüdü. Bu önlenemez içgüdü'nün temelinde iki ana neden yatıyor.

-Uzayın derinliklerine, bilinmeyene yapılacak yolculukların heyecan verici yönü.

-Dünyaya gökyüzünden hükmetmenin daha kolay olacağı inancı.

Bu iki temel itici güçten yola çıkarak gelişen olaylar şu anda insanlığı, çok değil daha 100 yıl önce, 'inanılmaz düzeyde bilimkurgu' olarak nitelendirilebilecek bir duruma getirdi. İnsanlı, insansız uzay uçuşlarının geldiği düzey herkes tarafın-

dan bilinmekte. Ay çoktan aşıldı, şu anda gözler Mars'a dikilmiş durumda. Dünya çevresindeki araştırma amaçlı uçuşlar artık neredeyse haber olmaktan çıktı. Biraz da abartırsak artık bu tür uçuşlara 'dolmuş' kalkıyor. Dolmuşlar o kadar sıradan insanları taşıyor ki her uçuş tam dolu. Dolmuşta artık kendine yer bulamayan maymun "Hey gidi eski günler" diyerek fırlatma programını televizyondan seyrediyor. Uzayın derinliklerine, kimin eline geçeceği bilinmeyen, insanlık ve dünya konusunda şifreler içeren uzay araçları yollanıyor.

*Belki de çok farkında olmadan, ya-
vaş yavaş günlük yaşamımıza girmiş bir
sözcük var: Uydu. Uydu yayın, uydu an-
ten, meteoroloji uydusu gibi terimleri
bir süredir anlamını çok da düşünmeden
kullanıyoruz.*

25 Ocak 1994 sabahından başlayarak
bu kavramlar tek bir sözcükle özdeşleş-
ti: TÜRKSAT. Birdenbire tüm toplumu
bir TÜRKSAT tartışması sardı. Herkes
kazayı kendine göre yorumluyordu. Ki-
mileri 3. aşamada motorun durduğunu
(ne demekse?) zaten televizyonda gör-
müştü. Bindığımız taksinin şoförü olayı
'rulman ısınmıştı' diye açıklayınca ister
istemeyiz adamın kaza anında Ariane'yi
kullandığını düşünüyorsunuz. Bazılarına
göre olay Türkiye'nin uydusu olmasını
istemeyen karanlık güçlerin sabotajı so-
nucu gerçekleşti. Bir başka yoruma göre
hata ihale aşamasında Ariane'yi seçme-
mizden kaynaklanmakta. Suçu TÜRK-
SAT'la aynı kaderi paylaşan EUTEL-
SAT 2'nin varlığına yükleyenler de az
değil. Amacımız TÜRKSAT'ın yörün-
geye konmasının neden başarısızlıkla
sonuçlandığına açıklık getirmek değil.
Çünkü biliniyor ki özellikle ticari amaçlı
uydu fırlatma konusunda ABD, Avrupa,
Rusya, Çin arasında büyük rekabet var.
Birçok yüksek teknolojili Avrupalı sana-
yii devinin katkısı ile üretilen Ariane bu
konuda Avrupa endüstrisinin gururu. Bu
rekabet ortamında, bir sonraki adımı at-
madan üretici ve fırlatıcı kuruluşlar
mutlaka bu kazanın nedenini ortaya çı-
karmak durumunda. Bunu yapmak için
de kapsamlı bir araştırma yürütecekler.
Önce tüm veriler bir araya toplanacak.
Bulunabilirse kazadan artakalan parça-
lar, fırlatma sırasında toplanan kayıtlar,
geçmişe yönelik üretim, test, malzeme
bilgileri vb. değerlendirilecek.

Uzmanlar görüşlerini belirtecekler.
Tezler, antitezler ortaya atılacak. Sonuç-
ta ortaya eğer şansları var ise bir, büyük
ihtimalle de birden fazla olası kaza ne-
deni çıkacak. Bunu çıkarabilecek tek
yer ise gerçekten programın tümünden
sorumlu olan firma. Bu araştırmanın so-
nucunun bu pahalı projenin müşterisi
olarak Türkiye'ye en ayrıntılı biçimde
mutlaka iletilmesi gerek. Başka bir de-
yişle Türkiye kazanın nedenini bulmak
değil, ama bilmek zorunda. Şurası bir

*gerçek ki, bu kazanın Türkiye'ye olan
zararı, belki de kat kat fazlası ile Ariane
programı için sözkonusu. Roketin göre-
vini yapamaması ile oluşan milyonlarca
dolarlık kaybı bir yana koyalım, bir yan-
dan rekabet ortamında ortaya çıkan
prestij kaybı, diğer yandan bundan son-
raki fırlatmalarda uygulamaya konması
kaçınılmaz olacak ek önlemlerin maliye-
te getireceği yük.*

Ancak yadsınamayacak gerçek şu:
Bu tür zor, teknolojinin sınırında uğraşıl-
an programlarda başarısızlık riski her
zaman var. Önemli olan riski en aza in-
direcek önlemleri öngörebilmek ve ala-
bilmek. Ancak başarısızlıkların ortaya
çıkması hiçbir şekilde insanlığın havacılı-
k ve uzay çalışmalarının sürmesine en-
gel değil.

TÜRKSAT'ın V63 Numaralı Yolculuğu



Arianespace uçuşları V numaraları
ile anılır. 24 Ocak 1994 günkü uçuşun
numarası V63 idi ve diğer birçok uçuş
gibi 2 uydu taşıyordu: Türksat 1 ve Eu-
telsat 2F5.

Fırlatma aracı Ariane filosunun ikin-
ci en güçlü modeli olan Ariane 4
AR44LP idi. Ancak uçuş herkesin bildi-
ği gibi başarısızlıkla sonuçlandı. Toplam
kayıp 350 milyon ABD doları civarında
idi. Kaza Ariane'in 1976'dan beri mey-
dana gelen 6. kazası. Başka bir deyişle
63 fırlatmadan 57'si başarı, 6'sı başarısız-
lıkla sonuçlanmış. V63 no'lu uçuştaki
kazadan ilk görünümü göre cryogenic 3.
aşama motorunun görevini yapamaması
sorumlu tutuluyor. Aslında altı kazadan
dördünde suç aynı motora bulunmuş.
Bu motor Fransız SEP (Societe Europe-
ene de Propulsion) tarafından üretil-
mekte. Arianespace yetkililerinin açık-
lamalarına göre, fırlatmadan 6 dakika 47
saniye sonra (3. aşama motorunun ateş-
lenmesinden 60 saniye sonra) sıvı oksij-
en turbo pompasındaki bir mil yatağın-
da hızlı bir sıcaklık artması gözlemlendi.
Bu turbo pompa 13 000 d/d hızla dönmekte
ve -170 °C sıcaklıkta tutulmakta idi. 20
saniye sonra pompa tamamı ile durdu.
Uzmanlar mil yatağının tahrip olduğunu
düşünüyorlar. Birçok basın ve yayın or-
ganında çıkan iddiaların aksine, yetkili-
ler Ariane'yi patlatma gereği duymadılar.
3. aşama motoru ve iki uydu, Batı Afrika
açıklarında Atlantik'e düştü. Uzmanlar
mil yatağındaki ısınmanın nedenini bul-
mak için yoğun çaba sarfetmekte.
Ancak kazanın çok önemli iki sonucu
olacağı şüphesiz:

1. Kaza Ariane'in 1994 yılı yoğun fırlatma programını önemli ölçüde aksatacaktır. Arianespace yaklaşık her ay bir fırlatma gerçekleştirmektedir. Ancak bundan önceki kazalarda (bunların sonuncusu 26 başarılı görev öncesi, 22 Şubat 1990'da gerçekleşmişti) programa 4-9 ay ara verilme zorunda kalınmıştı. Ariane'in Şubat ayında Intelsat'ı, Mart ayında da bir Meksika ve bir Japon uydusunu uzaya taşıması bekleniyordu. Şimdi dikkatler ilk görevin ne kadar ak-sayacağına yönelmiş durumda.

2. Kazanın havacılık sigorta sektö-
ründe önemli etkileri olacağı da açık.
Olaya TÜRKSAT programı açısından bakıldığında ise ortada olan tek gerçek 2 uydulu TÜRKSAT sisteminin kurulmasının en iyi ihtimalle, 1994 yerine ancak 1996'da gerçekleşebileceği.

DÜNYA çevresinde çeşitli kuruluş veya ülkelerin, çeşitli amaçlarla kullanılan uyduları bulunmakta.

Bu uydulardan sivil amaçlı olanlarının varlıkları ve amaçları herkes tarafından bilinmekte. Büyük bir bölümü oluşturan askeri amaçlı uyduların ise varlıkları ve amaçları mümkün olduğunca saklanmaya çalışılıyor. Şu anda sivil amaçlı uyduya sahip olan veya yakın gelecekte sahip olabilecek kuruluş ve ülkelerden bazıları şunlar:

- Arap Uydular Haberleşme Örgütü (ASCO)
- Avustralya
- Brezilya
- Kanada
- Çin
- Avrupa Uzay Ajansı (ESA)
- Fransa Milli Uzay Araştırma Merkezi (CNES)
- İngiltere
- Hindistan Uzay Araştırma Örgütü
- Endonezya
- Japonya Milli Geliştirme Ajansı (NASDA)
- Tokyo Uzay ve Havacılık Bilimleri Kuruluşu (ISAS)
- Lüksemburg Avrupa Uyduları Topluluğu (SES)
- NATO
- İspanya
- İsveç Uzay Kuruluşu
- Türkiye
- Rusya
- Almanya
- Amerika Birleşik Devletleri

Görüldüğü gibi kabarık bir liste var. Özellikle askeri amaçlı veya şu anda kullanımdan kalkan uyduları da düşününce liste daha da kabarıyor. Görünen o ki birçok ülke ve kuruluş bir şekilde uydu sahibi olmuş veya yakın bir gelecekte olmayı düşünüyor. Özellikle ticari amaçlı uydular konusunda dünyada ilginç bir pazar oluşmuş. Uydu teknolojisi konusunda belirli yetenekleri kazanmış olan kuruluşlar bu hizmeti diğer kuruluş ve ülkelere ücreti karşılığında veriyorlar. Böyle bir projeye girişecek kadar maddi gücü olan ülkeler için ciddi bir engel çıkmıyor. Olaya üretici firmalar açısından baktığımızda ticari açıdan iki boyut olduğu görülüyor.

1. Uydunun belirli amaçlara göre tasarımı ve üretimi

2. Uydunun daha önceden planlanmış yörüngeye fırlatılması

Amacımız ikinci konuda genel bir bilgilendirme yapabilmek. Yörüngeye uydu yerleştirme teknolojisinden söz edildiğinde akla hemen beş süper güç geliyor. Bunlar Çin, Rusya, ABD, Japonya ve nihayet tümünün karşısında bir konsorsiyum halinde Avrupa. Ancak bu konuda hemen belirtilmesi gereken bir nokta, Avrupa konsorsiyumunun başını Fransa'nın çekiyor olması. Bu güçlerden Çin, Rusya, Japonya yakın zamana kadar kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile bu teknolojiye sahip olan ülkelerdi. Uyduları yörüngeye oturtmak için oluşan pazarda rekabet daha çok üç dev Amerikan şirketi (Martin Marietta, General Dynamics/Space System Division,

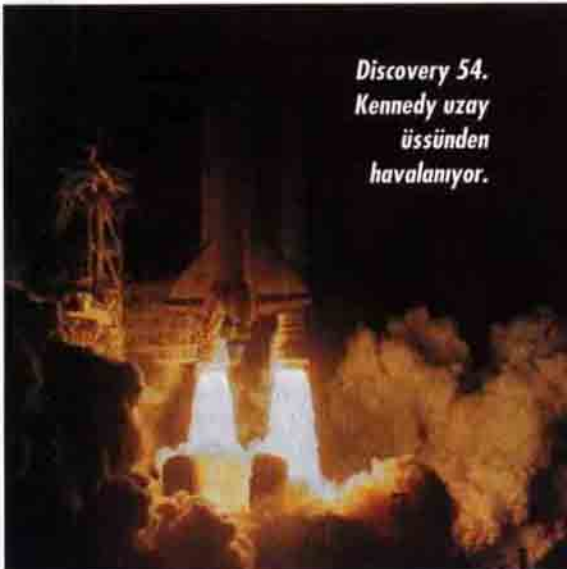
McDonnell Douglas) ve ESA (European Space Agency) - CNES (French National Center for Space Studies) - Arianespace kuruluşlarının ortaklaşa oluşturduğu Avrupa cephesi arasında gerçekleşmekte idi. Bu rekabet ortamında özellikle Avrupalılar baştan itibaren tüm stratejilerini açık uluslararası ticari pazara yönelik kurlmaları ve Ariane aracını iki uydu taşıyabilecek şekilde tasarlamaları sonucunda, pazarda belirgin bir pay sağlamış ve pazar payı-



nın yaklaşık % 60'ını ele geçirmişlerdir. Başka bir deyişle ESA-CNES-Arianespace, ABD kökenli dev rakipleri karşısında belirgin bir üstünlük sağlamıştır. Ancak son yıllarda, özellikle Doğu Blokunun ortadan kalkmasıyla, yakın bir gelecekte Rusya ve Çin'in önemli atılımlar yapabileceğini gösterir işaretler şimdiden ortaya çıkmaya başlamıştır. Ayrıca bu konuda yıllardır çalışmakta olan Japonları göz ardı etmemek gerekir. Rusya şu anda batılı uyduları Proton roketiyle fırlatmak amacı ile bazı kuruluşlarla anlaşmış durumdadır. Çinliler aynı amacı Long March fırlatma aracı ile gerçekleştirmeyi ummaktadırlar. Japonya ise H-1 ve H-2 roketlerini geliştirme çalışmalarına devam etmektedir. Arianespace kuruluşunun verilerine göre 1993-1995 yılları arasında fırlatılması söz konusu olan 94 ticari amaçlı uydunun firmalara dağılımı şu şekildedir:

Ülke	Kuruluş	Fırlatma Aracı	Pazar Payı
Avrupa	Arianespace	Ariane	% 57,4
ABD	General Dynamics	Atlas	% 25,9
ABD	McDonnell Douglas	Delta	% 13,0
Çin	-	Long March	% 3,7

Tablodan da görüldüğü gibi Martin Marietta, Titan ile hâlâ askeri amaçlı projelere ağırlık veriyor. Tablodan şu anda Rusların görünmemesi-



*Discovery 54.
Kennedy uzay
üssünden
havalanıyor.*



Ariane bir görev öncesi ELA-2 Fırlatma Alanında.

nin nedeni, tablonun 1993-1995 dönemini kapsamaması. Bu alanda kontratlar genellikle fırlatmadan uzun bir dönem önce gerçekleşiyor. Ruslar ticari pazara girmek için yoğun çaba harcıyorlar. Bu arada ilginç işbirliği haberleri de zaman zaman basında yer alıyor. İşte bunlardan biri: Konu Hindistan'ın 1995-1997 zaman diliminde fırlatacağı üç uydu. İhaleye giren ortaklıklardan birisi Arianespace-Rusya-Kazakistan. Önerilen fırlatma aracı Ariane-Proton karışımı karma bir sistem.

Avrupa'nın Gururu: Ariane, Avrupa Uzay Ajansı (ESA)

1960'lı yılların başından beri Avrupa, ABD ve Sovyet uzay programları ile yarışabilmek amacı ile koordineli ve ortak bir uzay programını başlattı. Hedef uzay etkinliklerinin ekonomik, bilimsel ve politik yararlarından Avrupa'nın da payını alabilmesi idi. Bu çabanın en son ve en başarılı sonucu ESA-European Space Agency olarak bilinen örgütlenmedir. ESA'ya üye olan 13 ülke ise şunlar: Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Hollanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İngiltere, Avusturya, Norveç. Avusturya ve Norveç topluluğa daha kısıtlı katılım yapmış. Şu anda geliştirilme aşamasında olan Ariane-5 roketinin birçok kaynakta çıkan resmi üzerinde bu 13 ülkenin bayrakları mevcut.

ESA'nın kuruluş tarihi Mayıs 1975. Görüldüğü gibi Avrupa'nın uzay çalışmalarında ESA öncesi, yaklaşık 15 yılı



Ariane 5.maketinin ELA-3 Fırlatma Alanı üzerine fotomontajı.

Ariane Tarafından Gerçekleştirilen Görevler

Yıl	Uçuş No	Tarih	Model	Uydu
1979	L1	24 Ara 79	AR1	CAT
1980	L2	23 May 80	AR1	CAT+AMSA+FIREWHEEL(*)
1981	L3	19 Haz 81	AR1	CAT+APPLE+METHEOSAT
	L4	19 Ara 81	AR1	CAT+MARECS A
1982	L5	08 Eyl 82	AR1	MARECS B+SIRIO (*)
1983	L6	16 Haz 83	AR1	ECS-1+OSCAR10
	L7	18 Eki 83	AR1	INTELSAT V-F7
1984	V8	04 Mar 84	AR1	INTELSAT V-F8
	V9	21 May 84	AR1	SPACENET I
	V10	04 Ağu 84	AR3	ECS-2+TELECOM 1A
	V11	09 Kas 84	AR3	SPACENET II+MARECS B2
1985	V12	08 Şub 85	AR3	ARABSAT 1A+BRASILSAT S1
	V13	07 May 85	AR3	G-STAR 1+TELECOM 1B
	V14	02 Tem 85	AR1	GIOTTO
	V15	12 Eyl 85	AR3	SPACENET F3+ECS3 (*)
1986	V16	21 Şub 86	AR1	SPOT+VIKING
	V17	28 Mar 86	AR3	G-STAR II+BRASILSAT S2
	V18	30 May 86	AR2	INTELSAT V F14 (*)
1987	V19	15 Eyl 87	AR3	AUSSAT K3+ECS4
	V20	20 Kas 87	AR3	TV-SAT1
1988	V21	11 Mar 88	AR3	SPACENET III+TELECOM IC
	V22	15 Haz 88	AR44LP	PASI+METEOSAT P2+OSCAR 13
	V23	17 May 88	AR2	INTELSAT V F13
	V24	21 Tem 88	AR3	INSAT 1C+ECS5
	V25	08 Eyl 88	AR3	GSTAR III+SBS5
	V26	27 Eki 88	AR2	TDF1
	V27	10 Ara 88	AR44LP	SKYNET 4B+ASTRA 1A
1989	V28	26 Oca 89	AR2	INTELSAT V F15
	V29	06 Mar 89	AR44LP	JCSAT1+MOP1
	V30	01 Nis 89	AR2	TELE-X
	V31	05 Haz 89	AR44L	SUPERBIRD A+DFS1
	V32	11 Tem 89	AR3	OLYMPUS
	V33	08 Ağu 89	AR44LP	TVSAT2+HIPPARCOS
	V34	27 Eki 89	AR44L	INTELSAT VI F2
1990	V35	21 Oca 90	AR40	SPOT2+/ yardımcı yükler
	V36	22 Şub 90	AR44L	SUPERBIRD B+BS-2X (*)
	V37	24 Tem 90	AR44L	DFS2+TDF2
	V38	30 Ağu 90	AR44LP	EUTELSAT IIF1+SKYNET 4C
	V39	12 Eki 90	AR44L	GALAXY VI+SBS6
	V40	20 Kas 90	AR42P	SATCOM C1+GSTAR IV
1991	V41	15 Oca 91	AR44L	EUTELSAT II F2+ITALSAT I
	V42	02 Mar 91	AR44LP	ASTRA 1B+MOP2
	V43	04 Nis 91	AR44P	ANIK E2
	V44	16 Tem 91	AR40	ERS1+4 yardımcı yük
	V45	14 Ağu 91	AR44L	INTELSAT VI F5
	V46	26 Eyl 91	AR44P	ANIK E1
	V47	29 Eki 91	AR44L	INTELSAT VI F1
	V48	16 Ara 91	AR44L	TELECOM 2A+INMARSAT 2F3
1992	V49	26 Şub 92	AR44L	SUPERBIRD B1+ARABSAT 1C
	V50	15 Nis 92	AR44L	TELECOM 2B+INMARSAT 2 F4
	V51	09 Tem 92	AR44L	INSAT II A+EUTELSAT II F4
	V52	10 Ağu 92	AR42P	TOPEX-POSEIDON+2 yardımcı yük
	V53	10 Eyl 92	AR44LP	HISPASAT 1A+SATCOM C3
	V54	27 Eki 92	AR42P	GALAXY VII
	V55	01 Ara 92	AR42P	SUPERBIRD A1
1993	V56	11 May 93	AR42L	ASTRA 1C+1 yardımcı yük
	V57	24 Haz 93	AR42P	GALAXY IV
	V58	22 Tem 93	AR44L	HISPASAT 1B+INSAT IIB
	V59	25 Eyl 93	AR40	SPOT 3+6 yardımcı yük
	V60	22 Eki 93	AR44LP	INTELSAT VII F1
	V61	19 Kas 93	AR44LP	SOLIDARIDAD1+METEOSAT-6
	V62	17 Ara 93	AR44L	Direc TV-1A+THAICOM 1
1994	V63	24 Oca 94	AR44LP	EUTELSAT II F5+TÜRKSAT 1 (*)

* Başarısız Görev.

O-Ring ve Mühendislik Etiği

Ahmet Ş. Ücer
ODTÜ/TUBİTAK

TÜRKSAT-1'in başarıyla atılamadığını ve üçüncü kademe roketinin çalışmayıp uyduyu yörüngeye yerleştirmedeğini duyduğumda, birden sekiz yıl öncesine gittim. Uzun tarihinin belki de kamuoyuna mal olmuş en büyük kazası, Uzay Mekiği Ulaştırma Sistemi (STS) Challenger kazası aklıma geldi. Challenger'ın neden patladığı sorusuna cevap bulmak için ABD Başkanlık Komisyonu kuruldu ve komisyon beş ay içinde raporunu verdi; ancak kazanın öğretici olma süreci uzun yıllar devam etti. Challenger kazası NASA'nın yönetim sistemini ve çalışma usullerini değiştirmesini gündeme getirdi. Uzay Mekiği Ulaştırma Sistemi'nin STS 51-L numaralı misyonu, 26 Ocak 1986 günü yerel

saatle 11.38'de başlatıldı. Uzay mekiği parçalandığında kalkıştan sonra 73 saniye geçmişti ve mekiğin 14 km yükseklikteydi. Televizyon kameralarından görüldüğü kadarıyla sıvı oksijen ve hidrojen taşıyan dış tank patlamış, uzay aracı Challenger, içindeki 7 mürettebatla birlikte parçalanmıştı.

Uzay Mekiği Ulaştırma Sistemi 4 kısımdan oluşuyor. Uçak görünümündeki uzay aracını (orbiter); mürettebat ve yük kabinleri, kontrol sistemleri ve üç uzay mekiği ana motoru oluşturuyor. Dış tank (ET); ana motorun yakıtı olan sıvı oksijeni ön tarafta, sıvı hidro-

jeni arka tarafta taşıyor. Dış tankın iki tarafına bağlanmış iki adet katı-yakıtlı fırlatma roketi (SRB) var. Uzay aracı da dış tankın üzerine bağlanmış. Katı yakıtlı fırlatma roketi 3.7 m çapında ve 45.5 m uzunluğunda. Roket, 4 silindirik kısımdan oluşuyor. Her kısım bağımsız olarak yakıtla doldurulup üstüste monte ediliyor. İki silindirik gövde elemanının arasından dışarıya gaz kaçağını önlemek için, O-ring denilen contalar kullanılıyor. Roketin yakıtsız ağırlığı 83 ton, 503.6 tonluk katı yakıtla yükleniyor. Roketlerin her birinin kalkıştaki itkisi 15 megaton. Katı



var. Bu 15 yıl boyunca değişik çaba ve örgütlenmeler içine girilmiş. ESA da bu örgütlenmelerin, bir tür mirasını devralmış. ESA öncesi önemli Avrupa örgütlenmeleri şunlar: ESRO - European Space Research Organization - Avrupa Uzay Araştırma Örgütü, ELDO - European Launcher Development Organization - Avrupa Fırlatıcı Geliştirme Örgütü, ESC - European Space Conference - Avrupa Uzay Konferansı. ESA'nın NASA'dan en büyük farkı, ESA'nın daha çok endüstriyel hedefler doğrultusunda yönelmiş olması. Temel hedefi Avrupa endüstrisinin rekabet edebilme yeteneğini geliştirmek. Bu hedefler doğrultusunda ESA'nın temel çalışma konuları şunlar: Bilimsel Programlar, Haberleşme Uyduları, Uzaktan Algılama, Malzeme Teknolojisi, Fırlatma Araçları (Ariane). Üye ülkeler için bilimsel programlara ve diğer temel harcamalara katılmak zorunlu. Diğer projelere katılıp katılmamak üyenin isteğine bağlı. Ancak böyle bir proje başarıya ulaştığında, getirisi katılımcı ülkeler arasında, katılma oranları temel alına-

rak paylaşılıyor. Ariane fırlatma aracının geliştirilmesi, ESA'nın en önemli ve pahalı projesi. Bu projede Fransızlar baştan beri lider durumdalar. Projeye katkıları % 60'ın üzerinde. ESA'nın tüm diğer projelerinde ana yüklenici özel firma veya konsorsiyumlar. Sadece Ariane projesinde durum değişik. Bu projede ana yüklenici Fransız CNES (Centre National d'Etudes Spatiales - Ulusal Uzay Araştırmaları Merkezi). CNES Fransa için ABD'deki NASA benzeri bir kuruluş. CNES işin büyük bölümünü de Fransız alt yüklenicilere yaptırıyor. Bunların başında da ünlü Aerospatiale ve SEP firmaları geliyor. Ancak bu işin araştırma-geliştirme yönünde böyle. İşin uygulanmasına gelince portre değişiyor.

Arianespace

Arianespace olayı belki de Ariane programının en ilginç yönü. Programın uygulama yönünü yürütmek üzere Arianespace adlı yarı özel bir kuruluş oluşturulmuş. Göre-

vi, Ariane aracının üretimi, finanse edilmesi, pazarlanması ve fırlatılması. Arianespace 50'den fazla kuruluşun ortak olduğu bir konsorsiyumdan oluşmakta. Ancak Arianespace'de de Fransızların bariz üstünlüğü söz konusu. Hisselerin % 60 kadarı Fransız yatırımcılarda. Sadece % 34 hisse CNES tarafından sahiplenilmiş durumda. Almanların payı % 20. Diğer % 20 ise geri kalan üye ülkelerin yatırımcılarına ait. Bu durumda ilginç bir iş bölümü ortaya çıkıyor:

Etkinlik	Sorumlu
Ariane Geliştirme Çalışmaları	ESA-CNES
Üretim	Arianespace
Finansman	Arianespace
Pazarlama	Arianespace
Fırlatma	Arianespace
Guyana Fırlatma	Arianespace
Alanın İşletilmesi	ESA-CNES

Bu tablonun arkasında görünen gerçek, Ariane programında baş aktörün CNES olduğu. Ariane'in fırlatıldığı Guyana Uzay Merkezi Atlantik Okyanusu kıyısında 11 mil uzunluğunda şerit biçiminde bir arazi üzerinde kurulmuştur. Dünya

yakıtlı roketler 120 saniye yanıyor ve uçuşta 13.15 megaton itki üretiyor. Dış tank her uzaya gidişte bir kere kullanılmasına karşın katı yakıtlı fırlatma roketlerinin metal gövdeleri ve uzay aracı tekrar tekrar kullanılıyor. Sisteme uzay mekiği denmesinin nedeni, yakıt ve sıvı yakıt tanklarının dışındaki kısımların tekrar kullanılabilir olması.

Fırlatma roketleri dış tanka iki yerden tutturuluyor. Biri ön tarafa diğeri ise roketin çalışırken gaz çıkardığı arka tarafa. Kaza, sağ roketin arka bağlantı elemanının kopması sonunda, roketin ön bağlantı elemanı etrafında dönerek dış tanka çarpması ve sıvı oksijen tankını patlatması sonucunda oluyor.

Arka Bağlantı elemanı neden köptü? Mekiğin kalkıştan hemen sonra maruz kaldığı dikey rüzgar hareketinden mi; sıvı hidrojen tankındaki kaçağın, fırlatma roketi dış tank arka bağlantı elemanını soğutarak mukavemetini azaltmasından mı; SRB den sızan sıcak gazların bağlantı elemanını koparmasından mı? Bulguların incelenmesi, teorik ve deneysel çalışmalar, kazanın SRB'deki gaz sızıntısından meydana geldiğini doğruluyor. Kalkış, katı yakıt fırlatma roketleri ve uzay

mekiği ana motorlarının ateşlenmesiyle oluyor. SRB ateşlendiğinde katı yakıt gaza dönüşüp silindirik iç basıncını 692 000 kilopascal'a çıkartıyor. Bu basınç SRB'ın birbirine monte edilmiş silindirik kısımlarının bağlantı elemanlarında deformasyon yapıyor. Normal olarak sızdırmazlığı önlemek için konulmuş olan O-ringler sıcaklığa duyarlı maddeden yapıldıklarından 12°C altındaki sıcaklıklarda hızlı şekil değiştirme özelliklerini kaybediyorlar dolayısıyla sızdırmazlığı sağlamıyorlar. Burada insanın aklına "Challenger'in uzaya fırlatıldığı sırada Kennedy Uzay Merkezi'ndeki hava sıcaklığı kaçtı?" sorusu geliyor. Sıcaklık, atıştan bir önceki gece -8°C'ye düşmüş. Atış sırasında O-ring sıcaklığının 12°C'nin altında olması çok kuvvetle muhtemel. Challenger'in fırlatılması kararını vermek için O-ringlerin anılan sıcaklıkta özelliğini kaybettiği gerçeğinin dikkate alınmamış olması gerekir. Fırlatma kararını verenler bunu bilmiyorlar mıydı diye sorunca, olayın insani değerlerle, işletme, bilgi akışı, karar verme sistemleriyle olan ilişkisi ön plana çıkıyor. Özellikle yüksek riskli teknolojilerle uğraşan mühendislerin son derece sis-

tematik olmaları ve etik değerleri ön planda tutarak kararlara varmaları; topluma olan sorumluluklarının bilincinde olmaları gerekiyor. İşin en ilginç yanı SRB yapımcısı Morton Thiokol mühendislerinin, olayın belirtilerini 1985 Ocak ayında fırlatılan 51-C'nin sonuçlarını incelediklerinde görmüş olmaları. Morton Thiokol idarecilerini uyarışlar, O-ringlerin soğuktaki davranışlarını incelemişler. Kazadan önce NASA Marshall Space Flight Center, Kennedy Space Center ve Morton Thiokol yetkililerinin yaptıkları telefon toplantısında konu katılanlara anlatılmış ancak toplantıdan fırlatma kararı çıkmış.

Bu gerçek hikayeden öğrenilecek dersler var. Hepimiz mesleklerimizi gözden geçirip, kendimize ve insanlığa olan profesyonel, moral sorumluluğumuzu hatırlamalıyız.

Bilimsel ve mantıksal süzgeçten geçtikten sonra vardığımız sonuçları idarecilerimize karşı savunabilmeliyiz. Başkalarının fikirlerinin, bizimkileri bazen tamamlayabileceğini, bazen de daha iyi ve doğru olacağını kabul edebilmeliyiz. Karar verme sürecinde etik değerlere verilen önem arttıkça mühendislik kazalarındaki sıklık da azalacaktır.

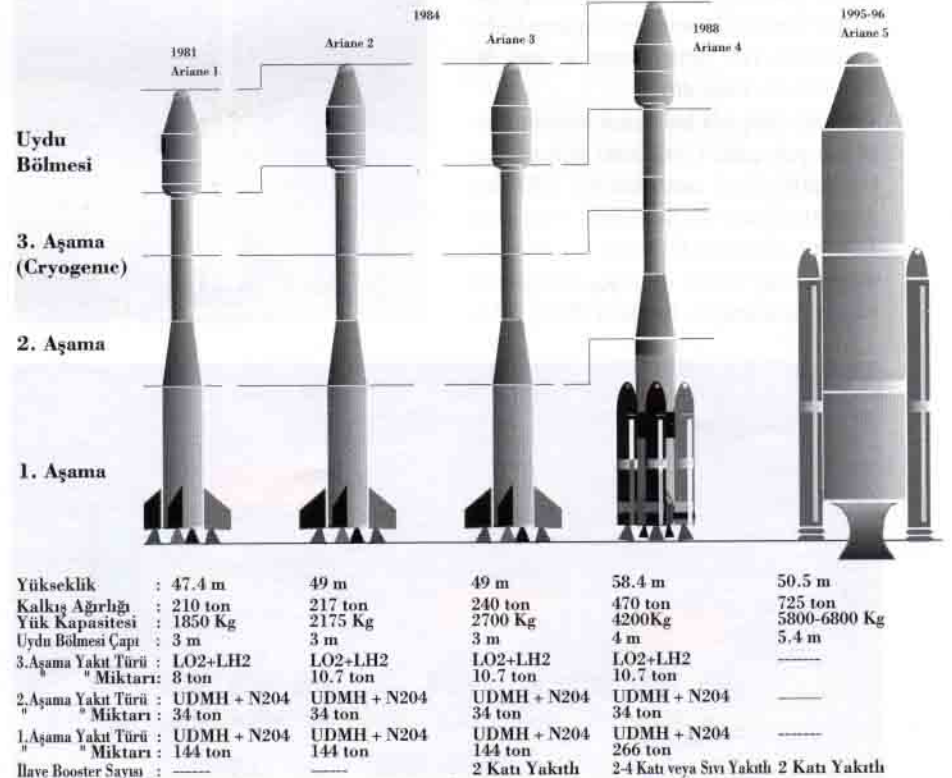
üzerindeki konumu açısından, uyduları yörüngeye oturtan fırlatmalar için ideal bir konumda olduğu söylenebilir. Uzay merkezinin kurulma çalışmaları 1964'de başlamıştır. Şu anda kullanımda bulunan ELA-1 ve ELA-2 olarak adlandırılan iki fırlatma alanına sahiptir. ELA-1 1979'dan beri kullanılmakta ve Ariane 1, Ariane 2, Ariane 3 fırlatma araçlarını fırlatabilmektedir. ELA-1'de iki fırlatma arasında kalan zaman aralığı yaklaşık iki aydır. ELA-2 kurulurken bu zaman aralığını en aza indirecek bir tasarıma gidilmiştir. 1986'dan beri ELA-2'den Ariane 2, Ariane 3 ve Ariane 4 roketleri birer aylık aralarla fırlatılabilmektedir. Arianespace yetkililerine göre, fırlatma işlemi sırasında, günlük maliyet 145 000 - 185 000 ABD doları mertebesinde olmaktadır. Bu nedenle fırlatma sırasında işlemleri bir gün bile kısaltabilmek, (kalite ve emniyetten ödün vermeden) önemli maliyet düşmelerine yol açacaktır.

Arianespace yetkilileri sözkonusu süreyi Ariane 5 için, 22 gün dolayında bir noktaya çekebileceklerine inanmaktadırlar. Bu süre Ariane 4

için 29 gündür. Bu arada 1995 yılında devreye girecek olan Ariane 5, ELA-3 adlı yeni bir fırlatma alanından fırlatılacaktır. Yapımı sürmekte olan alanda sadece inşaat için gere-

ken para 200 milyon doların üzerinde.

Ariane Tasarımı, Ariane 4'e ulaşıncaya kadar dört temel kilometre taşından geçmiş. Bir de öntümüzde-



ki yıl kullanıma girmesi planlanan Ariane 5 var.

Model	Kullanım Yılı
Ariane 1	1979 - 1986
Ariane 2	1984 - 1989
Ariane 3	1984 - 1989
Ariane 4	1988 - 1999
Ariane 5	1995 - 2010+

Ariane 4'ün 6 temel konfigürasyonu mevcut. Kullanılacak konfigürasyon, yapılacak görev ve yörüngeye taşınacak yüke bağlı olarak seçiliyor. Temel farklılık ilk hareket sırasında ateşlenen ek 'booster' motorlarının sayısı ve tipinde.

Model	Katı Yakıtlı 'booster' sayısı	Sıvı Yakıtlı 'booster' sayısı	Yük (kg)
AR40	-	-	1900
AR42P	2	-	2600
AR44P	4	-	3000
AR42L	-	2	3200
AR44LP	2	2	3700
AR44L	-	4	4200

Diğer Fırlatma Araçları

Uzay çağının başlamasından beri, ABD'de kullanılan belli başlı fırlatma araçları bir çok değişime uğramış, ancak yine de aile isimlerini korumayı başarmışlardır. Bu konuda akla hemen gelen üç isim Atlas, Delta ve Titan'dır.

Uzay yarışında kullanılan fırlatma araçlarının pek çoğu Kıtalararası Balistik Roket (KBR) olarak tasarlanmıştır. KBR'den dönüştürülmüş ilk Amerikan uzay aracı Atlas'tır. General Dynamics firmasının ürettiği uzay amaçlı ilk Atlas roketi 1959 yılında fırlatılmıştır. Bu dahil ilk üç fırlat-

ma başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bugün Atlas roketlerinin ticari modeli olan Atlas IIA yaklaşık 2800 kg yükü, Coğrafi Sabit Yörüngeye (CSY) çıkartabilmektedir.

Daha küçük boyuttaki Delta, diğer adıyla Thor roketleri güvenilirlik ve bağıl ucuzluk yönlerinin getirdiği avantaj sayesinde en çok kullanılan roket olmuştur. McDonnell Douglas firmasının 1960'dan 1988'e kadar ürettiği 182'den fazla Delta roketinden 170'i başarılı olmuştur. 1960'da fırlatılan ilk Delta roketi üçüncü aşama roketinin ateşlenmemesi sonucu başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Geliştirilmiş yeni Delta II roketi 1800 kg yükü CSY'ye çıkartabilecektir. Bu üç roketin en güçlüsü, Titan roketidir. Martin Marietta'nın ürettiği son Titan modeli, Titan IV, 4500 kg yükü CSY'ye çıkartabilmektedir. Daha çok askeri amaçlar ve uzay çalışmalar için kullanılan bu roket, ticari uyduları fırlatmak için pek kullanılmamıştır.



Ruslara ait tekrar kullanılmayan cinsten en önemli fırlatma araçları olarak A-1, A-2, Vertikal, Proton ve Energia sayılabilir. Ticari uyduları pazarından Proton roketi bugün için en önemlisidir. 2200 kg yükü CSY'ye çıkartabilmektedir. Rusya Proton roketlerini dünya ticari uyduları pazarında fırlatıcı olarak pazarlamaya çalışmaktadır. Avustralya, Japonya gibi birçok ülke, Proton roketlerini gelecekte kullanmak için istekli görülmektedir.

Japonya ise uzay programında çok hızlı bir gelişim gösterdi ve 1970'lerde uzaydaki dördüncü güç haline geldi. Japonya'nın, tasarımı tamamıyla kendisine ait olan ilk sıvı yakıtlı roketleri H-2, 1800 kg yükü CSY'ye yerleştirebilmektedir. En son küçük uyduları Alt Dünya Yörüngesine (ADY) oturtmak için katı yakıtlı J-1 ve M-5 fırlatma araçlarını geliştirmiştir.

Barutu bin yıl önce bulan Çin, sıvı yakıtlı roket teknolojisinde gecikmiş ve bu





teknolojiyi Sovyetler Birliği'nden hazır almıştır. 1966'da CSS-1 roketi ile ilk nükleer bomba denemesini yapan Çin, Long March 1 de denilen bu roketin geliştirilmiş modeliyle 1970'de ilk uydularını uza-ya yerleştirdi. Daha sonra bu roketi diğer ülkelerin kullanımına açtı. İsveç, kendi uydusunun fırlatılması için Çin'in müşterisi oldu. Çin ucuz ve güvenli fırlatma araçlarını pazarlamak için çaba harcamaktadır.

Geleceğin Fırlatma Araçları

Ticari uydu pazarında uyduların yörüngeye oturtulması çok yüksek maliyet getirmektedir. Rekabet edebilmek için fırlatma maliyetinin düşürülmesi en önemli amaç haline gelmiştir. Şu anda tümüyle tekrar tekrar kullanımı mümkün olan fırlatma araçlarının geliştirilmesi üzerinde çalışılmaktadır. Özellikle 1982'de Boeing firmasının tek aşamalı ve kanatlı fırlatma aracı önerisi, ABD'de tek aşamalı roketle yörüngeye oturabilecek SSTO (Single Stage to Orbit) geliştirme yarışını başlattı. 1986'da National Aero-Space Plane, NASP programı çerçevesinde de bu konuda gizli bir çalışma başlatıldı. Fakat SSTO fırlatma aracı çalışmaları arasında en dikkat çeken olanı McDonnell Douglas'ın

geliştirdiği DC-X programıdır.

Tamamıyla tekrar kullanılabilen SSTO fırlatma araçları çok yüksek teknolojiye ihtiyaç duymakta. Hem diğer roketlerden daha sağlam hem de daha hafif olması gerekiyor. Yakıtın tanklarda yüksek basınçlarda sıkıştırılmış olarak depo edilmesi, ağırlık sorununu derinleştiriyor. Fakat günümüzün yüksek teknoloji ürünü modern malzemelerinin kullanımı, SSTO çalışmalarını olanaklı kılmış. Ancak bu malzemelerin kötü yönleri de genelde pahalı olmaları. Fakat DC-X projesinde, NASP'daki titanyum alüminid gibi zor bulunan ve pahalı malzemeler yerine daha ucuz ve daha az riskli malzemelerin kullanılması ve başarılı olması DC-X'i bu konuda örnek uygulama haline getirdi.

DC-X aracı Ekim 1993'e kadar üç test uçuşu gerçekleştirmiş ve beklenenden daha başarılı olmuştur. 15 ton toplam ağırlığı olan deneysel DC-X, 65.8 saniye süren ikinci test uçuşunda 100 metreye dikey kaldırılmış, bir süre sabit tutulmuş, 120 metre yana kaydırılmış, bir süre sabit tutulmuş ve iniş takımları açılarak yere dikey indirilmiş. Merkezden sadece 1 metre uzağa indirilmesi, uçuş kontrol sisteminin hassasiyetini göstermektedir.

DC-X'in roket motorunu Pratt & Whitney geliştiriyor. Yakıt olarak

daha hacimli olmasına rağmen çevre dostu sıvı hidrojen-oksijen kullanılıyor. Motor 200 defa tekrar kullanılabilir şekilde tasarlanıyor.

McDonnell Douglas'ın üç bölüme ayırdığı programın DC-X ilk basamağı. DC-X ile bazı konuların uygulanabilirliği araştırılmakta. İkinci basamağı oluşturan ve DC-X'den dört kat daha ağır DC-X2 ile hafif malzeme teknolojisi sınanacak. Son basamak ise fırlatma aracının kendisi olan DC-Y. DC-Y'nin 11 tona kadar olan yükleri 190 km yükseğe yerleştirmesi düşünülüyor. Aslında Amerikan SSTO programı, bir tona kadar olan uyduları en az 190 km yükseğe yerleştirmek için planlanmaktadır. DC-Y'nin gerçekleşmesi için büyük mali sorunları aşabilmesi gerekiyor. Geliştirme maliyeti, kabaca 2 milyar dolar olarak tahmin ediliyor.

Bugünün tekrar kullanılabilen tek fırlatma aracı uzay mekiğinin fırlatma hazırlıkları için gereken maliyet aşırı yüksektir. Ayrıca tekrar kullanılan parçaların kullanılabilir hale getirilmesi de oldukça pahalıdır. Bu konuda SSTO fırlatma araçları daha düşük maliyetleriyle gelecek için ümit veriyor.

Kaynaklar:
ESA's Quaterly Publication No: 9 Eylül 1993
Civilian Space Policy and Applications.
Encyclopedia of Science and Technology .
Aviation Weekly & Space Technology, Mayıs 1988, Haziran 1992, Nisan, Ağustos, Ekim 1993, Ocak 1994

Uzay Araçlarının Tasarım İlkeleri

İnsanoğlunun çok eski bir düşü olan uzaya araçlar göndermek, uzaydan bilgi almak ve sonunda uzaya gitmekle ilgili birçok adımın yaşadığımız çağda atılabilmesi, gerekli bilimsel ve teknolojik altyapının ancak çağımızda oluşması ile gerçekleşebilmiştir. Bu konuda daha başaracak çok şey olduğunu, insan merakının ve hayal gücünün sınırsızlığına paralel olarak uzay alanındaki çalışmaların da sınırsız olacağını biliyoruz.

M. Kaya Yazgan
ROKETSAN A.S.

Her işte olduğu gibi uzaya atılan bir uzay aracının tasarımına başlarken de ilk iş, amacımızı yerine getirmek için düşündüğümüz görevin tanımını açık biçimde yapmaktır. Uzay araçları için düşünülebilecek birkaç yörünge ve görev tipi aşağıda sıralanmıştır:

GEO - (Geosynchronous Earth Orbit/ Yer-eşzamanlı Yörünge ve özellikle bunun bir özel hali olan Geostationary) Yere göre sabit olan yörünge, uzaydaki en kıymetli alan olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünden öyle bir uzaklıktaki bir yörüngeyi düşünelim ki bu yörüngede yeryüzü ile aynı açılal hızla hareket eden bir uydusu üzerindeki merkezkaç kuvveti ile yeryüzü çekim kuvvetlerinin büyüklükleri eşit olsun. Yönleri ters olan bu iki kuvvet uydusu adeta havada asılı tutacaktır. Arthur Clarke tarafından tanımlanmış olan bu kavrama uygun birçok yer-eşzamanlı yörünge 24 saatlik bir periyoda sahip olmakla birlikte yeryüzünden uzayda sabit bir nokta olarak izlenmez ve yeryüzündeki bir nokta çevresinde salınım yapar. Uydunun 24 saatlik periyoda ek olarak ekvator düzleminde olması özel durumunda ise yere göre sabit bir yörünge elde edilebilir.

Haberleşme uyduları, meteoroloji uyduları, uzay gözlem uyduları gibi bir dizi uydusu için en çok tercih edilen yörünge tipi yer-eşzamanlı yörüngelerdir.

LEO - (Low Earth Orbit) Alçak Yer Yörüngesi tipi yörünge, yer-eşzamanlı yörüngeye göre daha alçak bir yörünge tipidir ve yeryüzü incelemeleri, askeri uygulamalar, kaynak araştırmaları, ağırlıksız ortam deneyleri gibi uygulamalar için kullanılmaktadır. Ay ve Derin Uzay Görevleri ise çok daha karışık yapıda; aya, gezegenlere, uzayın daha derinlerine yol alıp oralarından yeryüzüne bilgi ileten görevlerdir. Bu tip görevlere son yıllarda uzay yerleşimleri, istasyonları, kolonileri için yapı-

lan çalışmalar da eklenmiştir. Kuşkusuz bu yörüngelere iletmek istediğimiz yük de görev tanımındaki diğer parametremizi oluşturmaktadır. Örneğin tipik bir haberleşme uydusu birkaç yüz kilo ile birkaç ton ağırlıktayken, bir uzay mekiği operasyonunda ise yük 30 - 40 tona ulaşabilmektedir.

TÜRKSAT ve EUTELSAT uydularını uzaya göndermesi planlanan Ariane 4 için görev tanımı "toplamları 1900 - 2400 kg ağırlıkta iki yükü yer-eşzamanlı yörüngeye taşıma" olarak tanımlanabilir.

Çevre Koşulları

Gerçekleştirmek istediğimiz hedef belirlendikten sonra ilk incelenecek konu bu görev için çalışılacak ortamın özellikleridir. Yeryüzünde milyonlarca yıldır yaşayan insanoğlu, uzaya yeni yeni adım attığı için bu konudaki ilk çalışmaları uzayın koşullarının öğrenilmesine yöneltmiş ve günümüze kadar bu konuda önemli bilgi birikimi oluşturmuştur.

Basınç, Sıcaklık ve Hava Yoğunluğu:

İlgilendiğimiz bölge için basınç, sıcaklık hava yoğunluğu değerleri Tabloda özetlenmiştir.

Yükseklik (km)	Basınç (N/m ²)	Sıcaklık (°C)	Hava Yoğunluğu (kg/m ²)
0	1.01E+5	15	1.23E+0
50	7.98E+1	-2.4	1.02E-3
100	3.20E-2	-78	5.60E-7
150	4.54E-4	361.4	2.08E-9
200	8.47E-5	581.7	2.54E-10
250	2.47E-5	668.3	6.07E-11
300	8.77E-6	703	1.92E-11
350	3.45E-6	707	7.01E-12
400	1.45E-6	722	2.80E-12

Görüldüğü gibi yeryüzü koşullarından çok farklı olan bu ortam belki de uzay yolculukları için en zor koşulları belirlemektedir.

Yerçekimsiz Ortam

Uzayda ağırlık sıfır olmuyorsa da yeryüzünde 1g olarak tanımladığımız yerçekimi



ivmesi 10E-3 ile 10E-11 değerlerine kadar azalmaktadır. Buna karşılık sevk sisteminin oluşturduğu ivme değerleri, birçok uçak ya da füze için gerçekleştirilen değerlerin oldukça altındadır. Askeri amaçlı uçan cisimler için 10-15g'lik ivmeler rahatlıkla gerçekleştirilirken uzay araçlarındaki değerler 3-7g do-laylarında sınırlanmaktadır.

Radyasyon

Özellikle yaniletken malzeme üzerinde etkili olan uzaydaki radyasyonun 1500 - 15000 km gibi uzaklıklarda 10E+7rad[Si] düzeyinde olması beklenebilir. Bu da özellikle CMOS gibi tümleşik devreli yapılarda özel koruma önlemleri alınmasını gerektirir.

Mikrometeoridler:

Gerçek uygulama sonuçları, kuramsal analizlerin korkutucu sonuçlarından çok daha iyi ise de küçük meteorların uydulara zarar vermesi, her zaman gözönüne alınması gereken bir tehlikedir. Bu konudaki en ilginç deneylerden biri Halley kuyruklu yıldızının toz bulutuna giren Giotto uzay aracıdır. Burada 60-70 km/saat lik bir toz hızı ile karşılaşmış ve deney başarı ile tamamlanabilmiştir.

Sevk Sistemi

Görev tanımında belirlenen görevi yerine getirmek için birçok durumda çok farklı sevk sistemlerinin birlikte kullanılmasını gerekmektedir. Örneğin tipik bir yörünge düzeltme manevrası için gereken hız değişimi, 100 - 200 m/s olabilirken yörüngeye giriş için gereken hız değişimi, 1000 - 2000 m/s'ye çıkmaktadır. Bu kadar geniş bir uygulama alanı için de katı yakıtlı motorlar, tek yakıtlı sıvı yakıt motorları, çift yakıtlı sıvı yakıt motorları, elektrikli motorlar kullanılabilir.

Bilindiği gibi tekerlek veya pervane gibi araçların görev yapamadığı uzayda aracımızı ileri götüren itki (trust) bir kütlelenin (birçok zaman yanan gazların) hızla roketin arkasından çıkartılmasıdır. Bu nedenle de yakıt için çok önemli olan bir tanım, özgül darbe (specific impulse) kavramıdır. Kısaca bir roketin oluşturduğu toplam darbeyi (impulse), dışarı atılan yakıtın momentumundaki değişim ola-



rak tanımlayıp bunu toplam kütleyle bölerek yakıtın verimliliğine ilişkin en önemli parametreyi, özgül darbeyi bulmuş oluruz.

Katı yakıtlı motorlar basit, güvenilir yapıdadır. Özgül darbesi çift yakıtlı sıvı yakıtlı sistemler kadar iyi değilse de yanma öncesi ve sonrası kütle oranı oldukça iyidir. Eğer görev büyük bir darbe gerektiriyorsa katı yakıt tercih edilir. Diğer yandan bunun yol açacağı yüksek ivme bazı dayanıksız yükler veya uzay aracı yapıları için uygun olmayabilir.

Birkaç ayrı düzeyde darbe kullanımı, sıvı yakıtlı sevk sistemi kullanımını gerektirir. Sıvı yakıtlı motorlarda vana sistemleri ile yanma hücrelerine giden yakıtın akışı hassas bir biçimde ayarlanabilir ve değiştirilebilir. Tek ya da çift yakıtlı sıvı yakıt motorları arasında bir seçim yapmak ise çoğu zaman daha zordur. Tek yakıtlı durumda özgül darbe çift yakıtlının yarısı veya üçte ikisi düzeyindedir. Öte yandan çift yakıtlı sistem için gerekli vanaların çokluğu, ikinci yakıt tankının ağırlığı, yanma odası sıcaklığının yüksekliği önemli sakıncalar oluşturur. Elektrikli sistemler ise çok az itki ama yüksek özgül darbe sağlarlar ve uzun süreli alçak itki düzeyleri ve iyi ayarlı darbe genlikleri, genellikle yörünge düzeltme tipi çalışmalar için kullanılabilir. Görüldüğü gibi karmaşık bir uzay görevi birkaç sevk sisteminin birlikte kullanımını

gerektirir. Bu tip uygulamanın bir örneği olarak, Ariane 4 aracının çeşitli konfigürasyonlarında bulabiliriz.

Fırlatma Alanları

Bir uzay aracı için en önemli konulardan biri de fırlatma yerinin seçimi, uzay aracının hazırlanması, fırlatma rampasının hazırlanması, kumanda sistemlerinin kurulması gibi konulardır. Tabloda birkaç önemli fırlatma rampasının enlemi verilmiştir.

Örnek olarak Ariane ele alınırsa Kourou'nun ekvatora çok yakın olması nedeni ile Atlantik okyanusu üzerinde kuzeyden doğuya uzanan -10.5 + 93.5 aralığını kapsayan yer-eşzamanlı yörüngeler için iyi bir seçim olduğu belirtilebilir. Ariane 4 için tipik bir fırlatma programı; özel ambalaj içindeki donanımın fırlatma için belirlenen tarihten 9 hafta öncesinden, Fransa'da Les Mureaux'dan yola çıkması ile başlar. Katı yakıt karışımı ve sıvı oksijen, taşıma zorlukları nedeni ile Kourou'da hazırlanır.

Fırlatma için geri sayma süresinin başında yakıtlar dolar ve bu işlem de 38 saat kadar sürer. Fırlatmadan sonra üçüncü motorun da susması yaklaşık 17 - 18 dakika içinde tamamlanır.

Tasarım ve Üretim İçin Çalışma Biçimi

Yukarıda ana hatlarına değindiğimiz oldukça karmaşık tasarım, üretim ve fırlatma işlemleri için çok düzenli ve etkin çalışan bir çalışma yöntemi uygulanması gerekmektedir.

Öncelikle işin mali yönünün gerçekleştirilebilmesi için Avrupa Uzay Ajansı adı ile uluslararası örgüt kurulmuş ve Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya ve Norveç'ten oluşan birçok Avrupa ülkesinin (ne yazık ki aralarında Türkiye yok!) katkıları sağlanmıştır. Buna paralel olarak Avrupa'nın önde gelen uzay ve havacılık endüstrileri Arianespace adı altında örgütlenip işin gerçekleştirilmesini üstlenmiştir. Ariane'in uyduları atma çalışmaları üzerinde dikkatimizi yoğunlaştırdığımız için ana konumuzun yanında kalan ama burada dikkatinizi çekmekte yarar gördüğümüz temel iki oluşuma da değinmek isterim. Ariane 5'in taşıyacağı, Avrupalı ülkelerin "uzaymekikliği" olarak tanımlayabileceğimiz Hermes Uzay Aracı için EURUHERMESPACE ve bu mekik ile gidip gelişlerin sağlanacağı Columbus Uzay İstasyonu için

EUROCOLOMBUS adlı iki örgütlenme daha gerçekleştirilmiştir.

Bir uzay aracına teknolojik açıdan bakıldığında ilk göze çarpan konu, içerdiği teknolojilerin çeşitliliğidir:

- Yapısal olarak bir yandan yukarıda değinilen çok çetin çevre koşullarına uygun olması, diğer yandan elden geldiğince hafif olması için özel metaller, alaşımlar, kompozit malzemeler;

- Uçuş hesaplarının gerçekleşmesi için, aerodinamik, akışkanlar mekaniği, uzay dinamiği;

- Yakıt ve sevk sistemi yanıcı - patlayıcı malzemelere ilişkin kimya, fizik;

- Denetim için elektronik, bilgiişlem, yazılım, optik;

- Kontrol sistemleri için elektrik, pnömatik, hidrolik gibi bir dizi teknoloji bir araya gelerek bir uzay aracını oluşturmaktadır. Böyle bir sistemi tasarımılamak ve üretmek için her şeyden önce olayın bütününe bir "Sistem" olarak bakan ve bu sistemin içerdiği alt sistemleri, sistemden beklenen hedefler açısından tutarlı biçimde tanımlayan ve gerçekleştiren bir "Sistem Mühendisliği" kavramı öne çıkmaktadır.

Bu tür uzay projelerinin oldukça uzun süre aldığı, mali boyutlarının büyük olduğu belirtilebilir. Yine Ariane füzesi hakkında tabloda bilgileri aydınlatıcı olacaktır.

	Süre	Maliyet
(MAU)(*)		
ARIANE	16 Yıl	2000
ARIANE 2/3	2 Yıl	144
ARIANE 4	6 Yıl	476
ARIANE 5 (**)	7 Yıl	4114

(*) MAU: Million Accounting Ünir - 1986'da 0,735, 1991'de 1,225.

(**) Tahmin edilen değerler

Bu boyutuyla bir projeyi yönetmek için Proje Yönetimi tekniklerinin başarılı bir biçimde uygulanması ve bu amaçla da özel bir örgütlenmeye gidilmesi gerekmektedir.

Bilmem dikkatinizi çekti mi? Batı kaynaklı birçok teknolojik üründe olduğu gibi Ariane adı da antik Yunan mitolojisinden kaynaklanıyor. Ariane, mitolojideki Ariadne'nin Fransızcası. Ariadne, sevgilisi Atina'lı kahraman Theseus'a labirentte kaybolmaması için iplik veren, böylece hiç kimsenin geri dönemediği labirentten dönmesini sağlayan Girit kralı Minos'un akıllı kızı. Zekasının yanında güzelliği ile de ünlü, Homeros İlyada'da onu "Güzel örgülü Ariadne" diye anıyor. Yurdumuzda bilim ve teknik alanında birşeyler yapmaya çalışan bizler de bir gün akıllı ve güzel bir projede yer alarak uzay adını verdiğimiz sonsuz bilimcekenin bazı bölümlerinin çözülmesinde katkı sağlayamay diliyoruz.

UZAY ARACI	ÜLKE	YER-ENLEM
ARIANE	Ortak Avrupa	Kourou - 5.2 °K
LONG MARCH	Çin	Jiuquan-40.7 °K Xichang - 28.2 °K
SLV	Hindistan	Sriharikota - 13.9°K
SHAVIT	İsrail	Negev - 31K
H - VEHICLE, M - VEHICLE	Japonya	Tanegashima-30.2 °K Kagoshima - 31.2 °K
ENERGIA KOSMOS, PROTON, TSYKLON, VOSTOK, SOYUZ, MOLNIYA, ZENIT	Rusya	Plesetsk-62.8 °K Baykonur- 45.6 °K Kapustin Yar - 48.4 °K Cape York - 12 °S
ATLAS, DELTA, PEGASUS TAURUS, SCOUT,, SHUTTLEF	ABD	Vandenberg - 34.7 °K Cape Canaveral - 28.6 °K Wallops Flight - 37.9 °K San Marco -2.9° G