

Uzaydaki Haber Elçimiz: TÜRKSAT



Haberleşme tutkusu insanın doğasında var. Bu öyle bir tutku ki insanın hücrelerine kadar işlemiş. Bedeni oluşturan her bir canlı hücre birbirleriyle haberleşme halinde. Belkide insana hücrelerinden geçen bu haberleşme bilinci, günümüzde haberleşme teknolojisinin uzaya yönelmesini sağladı.

Geçmişte insanlar, yaktıkları ateşten tutunda, tam tam seslerine kadar birçok

yöntemi kullanarak uzaktan anlaşabilmeyi sağlamışlardır. Örneğin Kızılderililer ateş yakıp, dumanını modüle ederek, uzaktan anlaşabilmişler. Kızılderililer yaktıkları ateşin dumanını taşıyıcı örtülerini ise modülatör olarak kullanmışlar. Böylelikle onlar, ta o zamanlardan bilgi iletmenin günümüz teknolojisine temel olan yöntemini tespit etmişler. Haberleşebilmek için kuşlarda devreye girmiş. Bu kanatlı haber elçileri saatte 60-80 km hızla uçarak, haberleri yerine ulaştırabilmişler. Bu kuşların becerikliliği günümüzde bile tazeliğini kaybetmemiş bir konu. Derken telgraf, telefon, telsiz gibi haberleşme yöntemleri bulunmuş. Bu teknolojiler, ikinci otomasyon çağında ilk işaretleri olmuş. Deniz altına kabloların döşenmesi ile haberleşme de yeni bir adım daha atılmış... İşte birbirini kimi zaman kısa aralıklarla, kimi zaman uzun sürelerden geçerek takip eden bu gelişmelerle haberleşme teknolojisi, gün gelmiş uzaya yönelmiş.

21 O C A K
1994'te de
Türkiye uzaya
ilk uydusunu
gönderiyor.

Böylece Türkiye, uzayda uydusu olan 15 ülkenin arasına girecek ve Ülkemizde de haberleşme alanında yeni bir dönem başlayacak.

TÜRKSAT fikri nasıl doğdu, bugüne nasıl gelindi, uydunun özellikleri ne ve bu uyduda bize ne kazandıracak? Şimdi bu soru işaretlerine teker teker yanıt vererek, akışımıza devam edelim. PTT'cilere göre, Türk uydusunun, uzaya fırlatılması fikrinin arkasındaki ana güç 1979 yılından günümüze kadar, uyduda yer istasyonlarını planlayan, projelendiren, kurup, işleten PTT personeli. Zaman içinde olgunlaşan bu proje için Resmi Gazeteye bir ilan veriliyor; TÜRKSAT ihalede. 5 Ekim 1989'da ihale ile ilgili teklifler alınır. Fransa'dan Aerospatiale, İngiltere'den British Aerospace ve ABD'den Hughes firmaları teklifçiler arasında. Tekliflerin açılıp, incelenmesinden sonra, Fransız Aerospatiale ihaleyi kazanan firma oluyor. Fakat başlangıçta, yalnızca Avrupa ve Türkiye'ye hizmet verecek şekilde tasarlanan uydunun mimarisine, Asya'nın da katılması gereği doğunca, tekrar teklif isteniyor. 18 Aralık 1990'da Fransız Aerospatiale ve İngiliz British Aerospace firmaları yeni tekliflerle geliyorlar. İhaleyi tekrar Fransız Aerospatiale firması kazanıyor. Böylece TÜRKSAT'ın finansmanına ait kredi anlaşması Ankara'da, Alman ve Fransız Büyükelçilerinin katıldığı kalabalık bir davetli huzurunda imzalanıyor. PTT Genel Müdürlüğü ile Fransız ve Alman Bankalar Konsorsiyomu tarafından imzalanan anlaşma uyarınca sağlanacak 328 milyon 200 bin dolarlık kredi, dört yıl ödemesiz, 10 yıl vadeli olarak karara bağlanıyor. Yine anlaşma gereğince TÜRKSAT projesi ile uzaya gönderilecek iki uydunun toplam, 315 milyon dolara mal olacak, söz konusu uydulardan ilkinin uzaya çıkışı, kredi anlaşmasını izleyen 30-35. ayda olacak, ikinci uydunun fırlatılması ise ilkinin fırlatılmasından 6-12 ay sonrasında gerçekleşecektir.

İmzalanan TÜRKSAT projesi ihale bedelinin % 20'si oranında off-set olanağında getiriyor. Offset projesinin birinci konusu küçük uyduların Türkiye tarafından planlanıp geliştirilmesi. İkinci konu ise Sounding Roketlerinin Türkiye'de yapımı. Üçüncü konuda Türkiye'de uzay araştırma laboratuvarının kurulması. Offset kapsamındaki projelerin, gerçekleştirilmesi için ise sözleşmenin geçerlilik tarihinden itibaren, beş yıllık bir süre belirlenmiş. PTT ve Aerospatiale firmasının bu süre içinde offset projelerinin yürütülmesinden birlikte sorumlu olacaklar.



TÜRKSAT uyduları, aynı anda iki uyduyu fırlatabilecek şekilde tasarlanmış olan ARIANE-IV aracının alt bölümünde yer alarak fırlatılacaktır.

Ayrıca proje çerçevesinde Türk Mühendislerinden 25 kişilik bir ekibe, eğitim verilecek ve bu ekip program çerçevesinde belli bir işlevi yerine getirecekler. Bu ekip, ikinci uydunun fırlatılışından sonraki iki yıl içinde, yurda dönüş yapacaklar.

İşte trilyonluk bu mega projenin ilk anlaşma öyküsü kısaca böyle. Şimdi 21 Ocak 1994 Cuma günü TÜRKSAT uzaya fırlatılacak. Aslına bakarsanız ilk anlaşmaya göre TÜRKSAT'ın çoktan, yani 21 Aralık 1993 tarihinde, uzaya fırlatılmış olması gerekiyordu. Ancak bu işi yürüten uluslararası firma Arienspace'nin talebi üzerine bu tarih değiştirilmiş. Yetkililer, TÜRKSAT uydusunun montaj ve yapımı sürecinde herhangi bir aksama ya da aksaklık olmadığını, ertelemenin sadece program değişikliğinden kaynaklandığını belirtiyorlar. Herşey yolunda giderse TÜRKSAT Mart 1994'ten itibaren çalışmaya başlayacak.

Uyduların Transponder'leri Ömürleri ve Güvenirlilikleri

TÜRKSAT Milli Haberleşme Uyduları Sistemi, her uyduda 6 adedi geniş band (72 MHz) ve 10 adedi dar band (36 MHz) olmak üzere herbiri 55 W çıkış gücüne sahip toplam 32 adet (16 adedi TÜRKSAT 1A, diğer 16 adedi TÜRKSAT 1B uydusunda olmak üzere) transponder'dan oluşmaktadır.

Teknolojik olarak haberleşme uydularının en gelişmiş türü olan TÜRKSAT uydularında üç eksen dengeli olarak tasarlanmıştır. Dönerek denge sağlayan diğer uydulara göre büyük üstünlükler taşıması TÜRKSAT uydularının yörüngede 10 yıldan fazla bir süre hizmet vermesini sağlayacaktır. Uydunun 10. yıl sonunda % 82, 12. yıl sonunda ise % 75 güvenilirlikle çalışabilecektir.

TÜRKSAT 1A uydusu 42 derece doğu, 1B uydusu ise 31 derece doğu boylamlarına dünyada 36000 km uzağa, aynı anda iki uydunun fırlatılacağı şekilde tasarlanmış ARI-

ANE 4 aracının alt bölümünde yer alarak fırlatılacaklardır.

Uydunun 7 derecedeki Fransız Guiana'sından fırlatılmasının, diğer fırlatma merkezlerinden (örneğin ABD, Japonya vb.) fırlatılmasına oranla avantajı, ekvatora yakın olmasıdır. Böylece, fazla yakıt harcamadan uydular yörüngelerine yerleştirilebilecekler, bu da ömürlünün uzamasında önemli bir rol oynayacaktır.

Uyduların yapım maliyetlerini ve ömürlerini belirleyen başlıca etmenlerden biri de



uydunun ağırlığıdır. Çünkü uydunun ne kadar ağır olursa yörüngesinde kalmasını sağlamak için yapılacak her manevrada o ölçüde yakıt harcıyacaktır. Şu anda yapılan ölçümlere göre TÜRKSAT 1A uydusunun kendisi 822.423 kg, yakıt ve basınç malzemeleriyle birlikte uzağa fırlatılacak ağırlığı 1780.023 kg'dır.

Uyduları Oluşturan Ana Bölümleri

Uyduların iki ana bölümünü oluşturan PAYLOAD ve MODÜLER PLATFORM dur.

Payload, uyduya yönlendirilmiş bir yer istasyonundan gelen sinyalleri alır, güçlendirir ve tekrar yere gönderir. Bu ünite tekrarlayıcı (repetör) ve anten alt sistemlerinden oluşmaktadır.

Anten "multi-feed", "dual-grid" 1.6 mt çapında yansıtıcıdan ("reflector") ve 7 adet "horn" dan oluşmak-

tadır. Bu anten, fırlatma sırasında uydunun yüzeyine doğru kapalı bulunur ve uydunun fırlatıcı araçtan ayrılmasından sonra, yörüngeye yerleştirilme aşamasında açılmaktadır.

Tekrarlayıcı, 8'e 12 yedekliliği olan iki ayrı ringden oluşan 24 adet yükseltece sahiptir. Ringlerdeki yükselteçlerden herbirini herhangi bir kanal için kullanmak ve bir diğerine yedeklilik yaptırmak mümkündür.

Alışıla gelmişin dışındaki bu yedeklilik, sisteme çok yüksek bir güvenilirlik kazandırmaktadır.

Yarı iletken teknolojiyle geliştirilmiş olan yükselteçler (LNA) ise tüm alış

bandı boyunca oldukça düşük bir gürültü seviyesine sahiptir. Uydunun tekrarlayıcı sisteminin konfigürasyon değiştirebilme özelliği, bazı transponderların ihtiyaca ve yer istasyonundan verilecek komutlara göre kapsama alanları arasından aratılabilmesine olanak tanıyacaktır.

Tekrarlayıcı sistemindeki herbir kanal yükselticisinin çıkış güçleri, E.I.R.P. ihtiyaçları ile uyuşacak şekilde yerden kumanda ile ayarlanabilecektir.

Her iki uyduda SPACEBUS 2000 tipinde modüler bir yapıya sahip olup, 2.8 x 2.2 x 2.5 mt ebatlarındadır ve 22.4 mt uzunluğunda güneş panelleri bulunmaktadır.

Uydunun ana yapısı çok hafif olan karbon-fiber / bal peteği teknolojisi ile üretilmiştir. Modüler tasarı-

mı şekli, uydunun montajı ve entegrasyonunu basitleştirmekte olup uydunun gövdesi, bir haberleşme modülü ve alt kısma yerleştirilmiş olan servis modülünden meydana gelmektedir. Karbon-fiber'den yapılan merkezi tüp ise bu modüller için gerekli desteği sağlamakta ve itici sistem yakıt tanklarını taşımaktadır.

Üç eksen dengeli uyduların tüm parçalarının ısılarının kontrol edilmesi, belirlenen aralıklarda olması gerekmektedir. Bu parçalar üzerinde ısı değişikliğine neden olan unsurlar -269 derecedeki uzay sıcaklığı dünya tutulması, uzaydaki solar akırlar gibi uzay şartlarından doğan dış etmenlerin yanı sıra toplam 1700 Watt'a ulaşan uydunun içerisindeki cihazların ısı yaymasıdır. Bu sebeple, uydularda karmaşık ısı kontrol sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. TÜRKSAT uydularında da bu amaçla, optik güneş yansıtıcıları, özel boya ve kaplamalar, ısıtıcılar, çok katmanlı izolasyon battaniyeleri ve uydudaki diğer sistemler tarafından üretilen ısıyı dışarıya iletilebilecek ısı boruları gibi güvenilir teknikler

kullanılmıştır.

Üç eksen dengeli TÜRKSAT uyduları ömürleri boyunca belirlenen yükseklikte kalması, esas yörüngesine yerleştirilmesi sırasında çeşitli manevraların yapılması, acil durumlarda otomatik olarak uydunun güvenli bir yüksekliğe taşınması, ömürleri sonunda yörüngelerinden çıkartılması için güneş ve infrared sensörleri, jireskopik diskler, iticiler ve uydunun kendisinden ve yer kontrol istasyonlarından gelen yükseklik belirleme verilerini işleyen ve değerlendiren Yükseklik Belirleme ve Kontrol Cihazı'nın (ADCE) kullanıldığı, oldukça hassas bir yükseklik belirleme ve kontrol sistemine sahiptirler.

TÜRKSAT uydularının transfer



TÜRKSAT uyduları 16 adet Ku transponder taşımak ve üç bölgeyi kaplamak üzere tasarlanmıştır. Türkiye, Orta Avrupa ve Orta Asya'nın bir bölümünde, bu transponderlerle tv, telefon, VSAT, iş haberleşmesi, mobil haberleşme gibi servislerin sağlanması nı olası kılacak.



yörüngesinden esas yörüngelerine getirilmesi için gerekli manevraların yapılması, ömrü boyunca yükseklik ve yörünge kontrolünün sağlanması ve ömürlerinin sonunda esas yörüngelerinin 200 km üstüne çıkarılması için bu Tümleşik İtici Sistem'de MMH ve MON-1 karışımı çift yakıt sistemi kullanılmaktadır.

Tümleşik İtici Sistem (UPS) iki adet yakıt ve iki adet basınç tankı, bir apoje motoru, 12 adet (6 adedi yedek) yükseklik, yörünge kontrol iticileri, bir adet yüksek ve bir adet alçak basınç modülü, iki yakıt modülü, vanalar ve bu sistemi kontrol eden ve yer kontrol istasyonlarından gelen komutları işleyen bir adet elektronik cihazdan (UPSE) oluşmaktadır.

Telemetry, Telekomanda ve

Uzaklık Kontrol Sistemi uydudaki cihazların sensörleri veya detektörlerinden gelen bilgilerin hızlı ve tam olarak uydunun durumunu veya cihazların sağlıklı çalışıp çalışmadığını kontrol amacıyla yer kontrol istasyonlarına gönderilmesini, uydunun modlarını, fonksiyonlarını veya cihazlarını kontrol ve çalıştırmak için yer istasyonlarından gönderilen komutların işlenmesini, uydunun yer istasyonlarından olan uzaklıklarının kontrolünü sağlamaktadır.

Ayrıca sistemdeki tüm birimler yedekli olup, uyduların dışarıdan yapılabilecek müdahalelere karşı şifrelenerek korumaya alınacaktır.

Telekomanda bilgileri 14002 MHz'den 500 bps hızıyla, Telemetry bilgileri ise TÜRKSAT 1A uydusunda 11698.6 MHz, 1B uydusunda

da 11699.4 MHz'den 512 bps hızıyla iletileceklerdir.

Uydu için gerekli elektrik enerjisi, fırlatma anında tamamıyla gövde üzerine katlanan ve uydu yörüngesine yerleştikten sonra tamamıyla açılan, üstü güneş pilleriyle kaplı yaklaşık toplam uzunluğu 22.4 mt olan iki adet kanat tarafından üretilir.

Güneş enerjisini, elektrik enerjisine çeviren güneş pilleri devresi, karbon-fiber/bal peteği yapısında oluşturulmuş hafif kanatların üzerindedir. Böylece oldukça başarılı bir güç/kütle oranına erişilmiştir.

Uydular ay ve dünya tutulmalarında (yani güneş alamadıklarında) da enerjisiz kalmayıp, sürekli olarak çalışacaklardır. Uydularımızın seri bağlı 27 adet bataryası, NiCd tekno-

lojiinden daha iyi bir teknoloji olan NiH₂ teknolojisi ile üretilmişlerdir. Bataryaların boşalma derinliği, uydunun ömrünün sonunda % 70'den daha azdır ve kapasitesi 65 AH'dır.

Ömürlerinin sonunda uyduların gücü, ekinoksta 3025 Watt, maksimum güç voltajı 44.4 Volt'tan yüksektir.

Uyduların Çalışma Bandı ve Modları

TÜRKSAT sisteminde çalışma frekans bandı Ku band olup, uyduya veri frekans aralığı 14.0-14.5 GHz, uydudan alışı frekans aralıkları ise 10.95-11.20 GHz ve 11.45-11.70 GHz'dir.

TÜRKSAT uydularında çalışma modları FDM/FM/FDMA, SCPC / FM / FDMA, SCPC / PSK / FDMA, TDM/PSK/TDMA, CDMA, Tek Taşıyıcı moddur.

TÜRKSAT uyduları üç adet kapsama alanına sahiptirler. Bunlar TÜRKİYE, ORTA AVRUPA, ORTA ASYA'dır.

Uydunun iki adet dar band ve bir adet geniş band transponder'leri

Türkiye ve Orta Avrupa kapsama alanları arasında hem alışı, hem de veri yapabilecek şekilde anahtarlanabilir. Bir adet geniş band ve bir adet dar band

transponder ise Türkiye ve Orta Asya kapsama alanları arasında hem alışı, hem de veri yapabilecek şekilde anahtarlanabilecektir. Bunların yanı sıra bir adet geniş band transponder ise Türkiye'den veri ve Orta Avrupa ya da Orta Asya'dan alışı yapabilecek şekilde düzenlenmiştir.

TÜRKSAT uydularının ana yer kontrol istasyonu Ankara - Gölbaşı'nda (kendi içinde tüm cihazları tam yedekli olarak), yedek yer kontrol istasyonu ise Ankara-Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ndedir. Bu istasyonlar TÜRKSAT uydularının yörüngesinde kalmasını, uyduların



yakıt ve enerji durumlarının belirlenmesini sağlamak ve ayrıca uyduların kontrolü için gerekli komutların uyduya gönderilmesi, uydudaki haberleşme trafiğinin gözlemlenmesi amacıyla kullanılacaktır. Ayrıca; başka uyduların fırlatılmasından yörüngelerine yerleştirilmesine kadar geçen aşamalarda bu uyduların kontrol edilmesi amacıyla da kullanılabilirler.

Her iki istasyon arasında, karasal (Fiber Optik) tam yedekli olarak kurulacak 9600 bps hızındaki data hatları ile gerekli bilgi alışverişi sürekli olarak sağlanacaktır.

1840'dan Günümüze Haberleşme

1840 - Posta Bakanlığı kuruldu.

1855 - (10 Eylül) Osmanlı Hükümetinin kendi olanaklarıyla tasarladığı, Edirne - Şumnu telgraf hattının yapımı tamamlandı.

1865 - (5 Ağustos) Edirne'den İstanbul'a ilk Türkçe telgraf çekildi.

1909 - (23 Mayıs) Yalnız Nazırlara ve önemli kişilere ait telefonların bağlı bulunduğu ufak bir santral faaliyete geçirildi.

1911 - (19 Nisan) Bir İngiliz Şirketine İstanbul'da "umuma mahsus" bir telefon şebekesi kurma imtiyazı verildi.

1914 - (28 Şubat) İstanbul, Beyoğlu ve Kadıköy telefon santralleri işletmeye açıldı.

1920 - (17 Haziran) Matbuat ve İstihbarat Müdüriyeti Umumiyesi kuruldu.

1923 - (20 Eylül) İstanbul'da kapütülasyonlara göre çalışan yabancı ülke postahaneleri kapatıldı.

1924 - (21 Şubat) Telgraf ve telefon konusu kabul edildi.

1926 - (8 Eylül) İçişleri Bakanlığı tarafından Türk Telsiz ve Telefon Anonim Şirketine, ilk radyo işletme imtiyazı verildi.
1926 - (11 Eylül) Ankara'da ilk otomatik telefon hizmete girdi.
1929 - (1 Temmuz) Ankara ile İstanbul arasında şehirlerarası telefon konuşmaları başladı.

1931 - İlk milletler arası telefon görüşmesi yapıldı.

1936 - (9 Nisan) İstanbul telefon şirketi satın alındı.

1938 - (28 Ekim) Ankara Radyosu yayına başladı.

1949 - (28 Mayıs) Radyo Dairesi, radyo hizmetleri ile görevli tek merkezi bir kuruluş haline sokuldu.

1960 - Yerli telekomünikasyon üretimi devri başladı.

1963 - (24 Aralık) Türkiye Radyo ve Televizyon Kurumu kuruldu.

1964 - (1 Mayıs) TRT yasal olarak göreve başladı.

1967 - (27 Nisan) PTT ile bir Kanada firması ortaklaya bir firma kurarak yerli telekomünikasyonu başlattı.

1968 - (31 Ocak) Ankara televizyonu yayına başladı.

1973-1974 - Otomatik telex muhasebesi başladı.

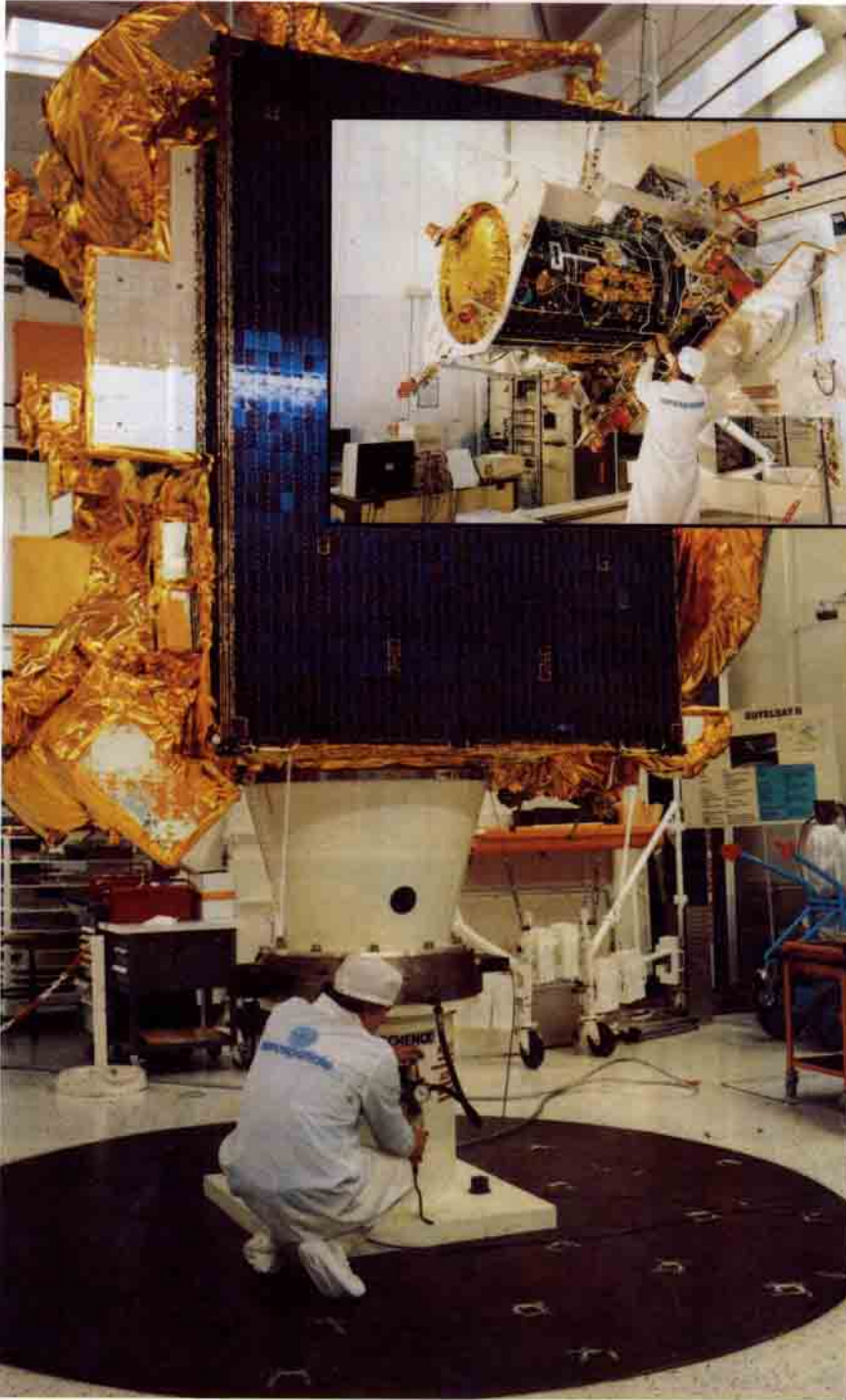
1983 - Dijital sistem için karar verildi.

1984 - Teletaş sayısal sistemler ve santral üretmeye başladı.

1992 - PTT şebekelerine iki milyon hatlık bir ilave yapıldı.

Çağrı cihazı, mobil telefon sistemi devreye girdi.

1994 - (21 Ocak) TÜRKSAT uzaya gönderildi.



TÜRKSAT Uydularının Aşamaları

Fırlatılma Safhası:

ARIANESPACE Firması tarafından ARIANE 4 aracı ile 7 derece-deki Fransız Guiana'sındaki (Kourou adası) uzaya fırlatma hazırlıkları, fırlatma tarihinden iki ay önce başlamıştır.

Uydu uzaya fırlatılıp, uzaya fırlatılmasında kullanılan platformdan ayrılmasına kadar geçen yaklaşık 20 dakikalık bölümden (Fırlatma Safhası) ARIANE Firması sorumlu olacaktır.

Fırlatılma ve Ön Yörüngeye Yerleştirme Safhası:

Bu safha, uydunun fırlatma aracından ayrılmasından esas yörüngesine yerleştirilinceye kadar geçen 1 aylık süredir.

1 aylık süre içerisinde uydunun esas yörüngesine yerleştirilmesi için

3 ayrı aşamadan geçmesi gereklidir. Tüm bu aşamaları geçirebilmesi için gerekli komutların verilmesi ve kontrolü, Fransa'nın Toulouse kentinde bulunan Fransa Uzay Araştırma Enstitüsü (CNES) tarafından TELESAT Ku Band Şebekesi sayesinde diğer 3 yer kontrol istasyonları kullanılarak yapılacaktır.

a) Transfer Aşaması: Bu aşama uydunun fırlatma aracından ayrılmasından itibaren başlar. Daha sonra uydunun kapalı bulunan reflektör ve güneş panelleri açılır ve uyduya 3 adet manevra yaptırılır.

b) Sürüklenme Aşaması: Yapılan 3 adet manevradan sonra uydu, uzayda esas yörüngesine doğru sürüklenmeye başlayacaktır.

c) Esas Yörüngeye Yerleşme Aşaması: Uydu, dünyadan 36000 km uzaklıktaki esas yörüngesine geldiğinde durdurularak, bu yörüngede kalmasını sağlayacak manevra yaptırılır.

Yörünge Test Safhası:

Uydu esas yörüngesine oturtulduktan sonra, yaklaşık 15 gün süreyle G/T, E.I.R.P, anten kapsama alanları ve polarizasyonları, kazanç ve frekans gibi bazı parametreler ölçülerek, gerekli şartları sağladığı takdirde uydunun kabulü yapılacaktır.

Kontrol ve İşletim Safhası:

Uydunun 10 yıldan fazla sürecek ömrü boyunca yapılacak ana işlemler;

- Uydunun sürekli olarak gözlemlenmesi,
- Her 14 günde bir doğu-batı, her iki ayda bir kuzey-güney doğrultusunda manevra yaptırılması,
- Dünya ve Ay tutulmalarında uydunun kontrolü,
- Uydu üzerindeki trafiğin kontrolüdür.

Uydunun Yörüngesinden Çıkarılması Safhası

Uydu ömrünün sonunda, geriye kalan çok az miktardaki yakıtı sayesinde ve birkaç gün içinde yörüngesinin 150 km üstüne fırlatılarak hizmeti sonlandırılacaktır.

Gülgun Akbaba

Kaynak olarak PTT Genel Müdürlüğü TÜRKSAT Proje Grup Başmühendisliği Bölümü raporları ve PTT Dergisinde yayınlanan makaleler kullanılmıştır.