

1 Kasım 1998 tarihinde servis vermeye başlayan Motorola firmasının Iridium projesiyle dikkatler iletişim uydu sistemlerine çevrildi. Birkaç yıldan beri şirketler uydu sistemleri konusunda birtakım projeler geliştiriyor. Milyarlarca dolara mal olacak bu sistemlerin amacı bütün dünyanın çevresini çok büyük sayıda uydularla çevirerek ses, veri, faks, video konferans, elektronik posta vb. hizmetler vermek. Öte yandan bu pahalı ve karmaşık sistemlerin çoğu daha hizmet verme aşamasında değil. Ancak şimdiden birbirleriyle rekabete başladılar. Kimbilir yakın bir gelecekte uydular belki de fiber optik kablo gibi teknolojilerin yerini alarak iletişimin sadece gökyüzünden yapılmasını sağlayacak.

İletişimde Uydu Çağı

6 Nisan 1965 tarihinde Intelsat ilk haberleşme uydusu Early Bird ya da diğer adıyla Intelsat I'i yörüngeye oturttu. Bu haberleşmede büyük bir gelişme sağladı. İlk ticari uydu Early Bird aynı anda 240 telefon konuşması olanağı yarattı. Günümüzde artık mevcut uydular, uluslararası konuşmaların üçte birini ve uluslararası televizyon sinyallerinin de neredeyse tümünün iletilmesini sağlıyor.

Genellikle uydular telefon konuşmalarında tercih edilen fiber optik altyapıya sahip olmayan ülkelerde kullanılıyor. Fiber optik teknolojisinin tercih edilmesinin nedeni basit; senkron yörüngeye oturtulan (yani yörüngeye oturtulan Dünya'nın dönme süresine eşit olan) büyük haberleşme uyduları Dünya'dan yaklaşık 36 000 km uzakta bulunuyor. Sinyalin de uyduya gidip gelmesi saniyenin dörtte biri kadar zaman alıyor. Bu da konuşma sırasında gecikmelere yol açıyor. Bu gecik-

me telefon görüşmelerinde önemsiz olsa da, aslında iletişim amaçlı bu uydular, telefon konuşmaları yerine daha çok televizyon sinyali taşıyor.

Günümüzde bu sistemlerde büyük bir değişiklik yaşanıyor. Bu yılın sonunda yeni iletişim uyduları devreye girecek. Temel olarak yeni iletişim ağı, uydular aracılığıyla mobil telefon servisi verecek. Bu iletişim ağının bir başka özelliği de, ilgili sistemin çok sayıda uydudan oluşması ve Dünya'ya 36 000 km uzaktaki senkron

olanlardan daha yakın bulunmasıydı. Bu da telefon konuşmalarındaki gecikmeleri çok daha aza indirecektir.

Başka bir sistem de, Internet'e bağlanmak ve benzer veri alışverişi sağlamak amacıyla tasarlandı. Büyük olasılıkla gelecek 6-7 yıl içerisinde, hem yaklaşık 3-5 ses hem de bir düzine kadar veri alışverişi amaçlı sistem devreye girecek. Bu arada, bu sistemlerden bazıları, daha önce uydu iletişiminde kullanılmayan radyo bandında, çok yüksek frekanslarda çalışacak.



6 Nisan 1965 tarihinde Intelsat tarafından yörüngeye oturtulan ilk ticari uydu Early Bird ya da diğer adıyla Intelsat I, aynı anda 240 bağlantı sağlıyordu.



Uydu Sisteminde Neden Büyük Bir Yenilik?

Yıllarca VSAT (Very Small Aperture Terminal – sınırlı alandaki alıcıya yönelik video, ses ve verilerin uydudan belli bir kullanım süresi satın alabiliyordunuz. VSAT sistemleri, tek noktadan çok noktaya 24 Mbps hızla ve iki nokta arası 1,5 Mbps hızla bağlantı kurabiliyor.

Ancak bu sistem, haber ajanslarının yeni bilgileri periyodik olarak aktarmaları gibi, daha önceden zamanı belirlenmiş bağlantılar kurmak için iyiydi. Ne var ki her an her yerden kendi anlık gereksinimlerine göre bağlanmak isteyen birçok kişi içinse bir çözüm değildi. Bu nedenle yeni teknolojilere gereksinim duyuldu.

Bunun üzerine NASA, Ka bandı (20-30 GHz) uydu haberleşmesi test projesi içerisinde, 1993 yılının Eylül ayında ACTS'i (Gelişmiş Haberleşme Teknoloji Uydusu) fırlattı. Projenin amacı bu bantta jeosenkron yörüngede saniyede yüzlerce megabitlik kapasiteye sahip jeosenkron uydu sisteminin denenmesiydi.

Bunun üzerine Amerikan Federal Haberleşme Ajansı (FCC), bu konuyla ilgilenen birçok kuruluşa yöre ve Ka bandı lisansı verdi. Bu şirketlerden bazıları şunlar: Hughes, Loral, Motorola, PanAmSat, ve Teledesic. Daha proje aşamasındaki bu sistemlerin amaçları arasında Internet erişimi, videokonferans, elektronik posta, faks gibi servisler bulunuyor. Ancak bunlar, kapasitesi çok yüksek mevcut telefon şebekelerinin yerini alamayacak.

Ses Amaçlı Uydu Sistemleri

Yeni uydu sistemleri, hücresel telefon sistemleriyle klasik uydu iletişim ağlarını kullanacak. Klasik hücresel telefonlar radyo dalga bandında 800 ile 900 megahertz arasında çalışıyor. Yeni kişisel iletişim servisleri ise bunun iki katı frekansta çalışacak. Ancak her iki sistemin de çalışma mantığı aynı.



Hücresel telefonlarda, servis verilecek alan "hücre"lere (cell) bölünür. Bunların her birinde ana istasyonlar ve radyo kuleleri bulunur. Gelen ve giden sinyalleri ayrı tutabilmek amacıyla, hücresel telefonlar en yakın ana istasyona tek frekansta sinyal gönderir bunları farklı bir frekansta alır.

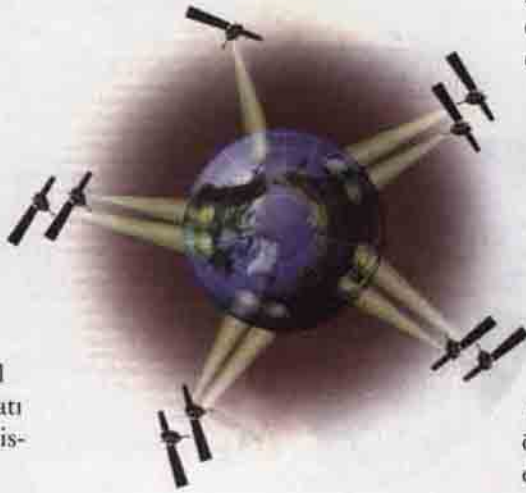
Ana istasyonda radyo frekanslı dalga sinyalleri, genellikle bunlardan daha yüksek frekansta olan mikrodalgalara çevrilir. Buradan da, tekrar konuşma sinyallerine dönüştüğü yere, hücresel telefon anahtarlarına, iletilir. Radyo sinyalindeki bu dönüşüm ana istasyonda da olabilir ve konuşmalar normal telefon hatlarından hücresel anahtarlara taşınabilir.

Abone konuşma sırasında bir hücreden başka bir hücreye geçerken, anahtarlar telefon konuşmalarını hem

ayarlayabiliyor hem de onları başka bir anahtara devredebiliyor. Her bir hücresel anahtar, hücresel abonelerin mevcut telefon şebekesine bağlı abonelerle konuşabilmesi amacıyla, aynı zamanda genel telefon ağının merkez ofis anahtarına bağlıdır.

Hücresel servis abonelerinin sayısı o kadar çok arttı ki, sistemlerde artık sayısal teknolojiye geçiliyor. Sıradan ağlarda konuşanın ses dalgası, gönderilen radyo dalgaları üzerine bindirilerek frekansında değişiklikler yaratılıyor. Bu tekniğe frekans modülasyonu denir. Bu yöntemdeki başlıca sorun, gönderilen sinyalin 30 kilohertz genişliğindeki radyo frekans dalga bandını (ya da kanalını) tümüyle işgal etmesi. Kapasitenin artırılması için mühendisler kanalların daha verimli kullanılmasının yollarını araştırıyorlar. Gönderilmeden önce konuşanın sesini sayısal şekle dönüştürecek telefonlarla çalışabilecek biçimde, sistem üzerinde birçok değişiklik yapıldı. Veri, böylelikle gönderilmeden önce sıkıştırılabilir. Böylece, sinyal kalitesindeki az bir kayba karşılık, gönderilen sinyallerin kanalı meşgul etme zamanı da azalır.

Yerel merkez ofis anahtarları, uzak mesafeli telefon konuşmaları için genellikle fiber optik kablolarla birbirlerine bağlıdır. Denizaltı telefon konuşmaları uluslararası özel anahtarlara yönlendirilir. Buradan da bu konuşmalar denizaltı fiber



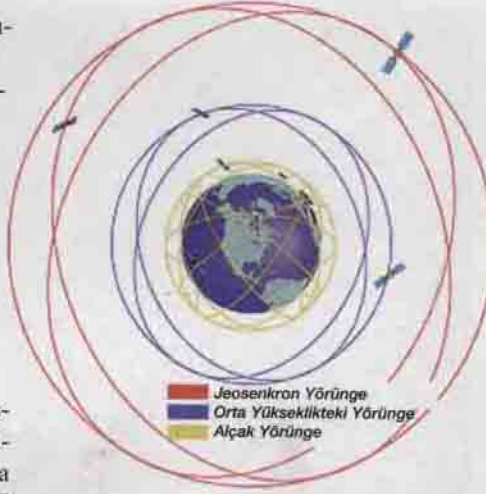
optik kablolarıyla ya da uydu aracılığıyla taşınırlar.

Bütün ülkeler birbirine fiber optik kablolarıyla bağlı değildir. Ancak çoğu, uydularla Uluslararası İletişim Uyduları Organizasyonu (Intelsat) sistemine bağlıdır. Uydu aracılığıyla yapılması gereken telefon konuşmaları, uluslararası anahtarlarca Intelsat'ın dünya üzerindeki en yakın istasyonlarına yönlendirilir. Intelsat, radyo dalga bandında uydu çalıştıran organizasyonlardan biri. Bu telefon konuşmaları, sayısal olarak radyo dalgalarına modüle edilir, güçlendirilir ve 15 metre çapındaki antenlerle uyduya gönderilir.

Uyduda radyo dalgası sinyalleri çok daha zayıftır. Çünkü dalgaların enerjisinin büyük bir kısmı uzaya dağılıp kaybolur. Bu zayıflama mesafenin karesiyle orantılıdır.

Eğer iletişim uydusu 36000 km yükseklikte bir yörüngedeysse, sinyalleri toplamak için çok büyük bir anten gerekir (2-3 metre çapında). Daha sonra bu sinyaller güçlendirilerek, Dünya'daki alıcı istasyona geri gönderilir. İstasyonda bu radyo sinyalleri ses sinyallerine dönüşecek biçimde, yukarıda anlatılan işlemlerin ters yönünde işlenir.

Intelsat'ın uydularının her biri onbinlerce telefon konuşmasını taşıyabilir. Enerji kaynağı olarak Güneş ışığıyla beslenir bu uydular. Öte yandan uydunun antenlerini Dünya'ya bakacak biçimde tutmak, Güneş ve Ay'ın çekim kuvvetine karşı koymak için, yararlanılan iticileri çalıştırmak



amacıyla, hidrazin gibi yakıtlar da kullanır.

Ana İstasyon Olarak Uydular

Kişisel iletişim amaçlı uydu sistemleri, tek bir global ağ içinde hem uydu, hem de hücresel sistemlerin avantajlarını toplamak için çalışıyorlar. Bu yeni sistemde uydular yörüngelerinde hareket halindeyken, hücresel ana istasyonlarla sürekli bir bağlantı sağlayacak. Bu sayede de cep telefonlar ya da taşınabilir telefonlar doğrudan iletişime geçebilecek. Bundan başka yeni ağlar, klasik uydu sistemleri gibi geniş alanlara da hizmet verebilecek. Hatta şu anda hizmet vermeyen alanları da kapsayacak.

Bu avantajlar, ancak bazı gelişmiş teknolojilerle elde edilebilecek. Kullanılacak cep telefonlarının en üstün

ve şaşırtıcı yanı, antenlerinin çok küçük olmasıdır. Bu kadar küçük bir antenin, hareket halindeyken bile art arda uydulardan, bozulma ya da kesinti olmadan sinyali alması gerçekten çok büyük bir gelişmedir. Ayrıca, başın yanında tutularak kullanılan telefonda gönderilen sinyal gücünün 1 watt'ın altında olması, radyo frekanslı dalgaların beyne ve diğer organlara verebileceği zarar azaltıyor (düşük güçte çalışması aynı zamanda pil ömrü açısından da önemli).

Bunlar ne anlama geliyor? Telefonda gönderilen sinyaller çok zayıf, ve bu sinyallerin senkron yörüngedeki uydu tarafından "duyulması" 10-12 metre çapında bir anten gerektiriyor. Bu kadar büyük bir anteninse yörüngeye yerleştirilmesi çok zor.

Yeni kişisel iletişim uydu sistemlerinde uydular Dünya'ya çok daha yakın yörüngelere oturtulacak. Yörüngeyi 36 000 km'den 10 000 km'ye düşürmekle, cep telefonlarından uyduya erişen sinyal gücünün 13 kat artması sağlanıyor. Böylece, alçak yörüngedeki uydu anteni, şu anda jeosenkron uydularda bulunanlarla aynı büyüklükte olabiliyor (yaklaşık 2 ile 3 metre).

Elbette bu da bir takım sınırlamalara yol açıyor. 36 000 km yukarıdaki yörüngede bir uydu Dünya'nın yaklaşık dörtte birini "görebiliyor". Yani bütün dünyayı kaplamak için 3-4 uydu yeterli. Halbuki 10 000 km uzaklıktaki bir uydunun periyodu yaklaşık altı saattir ve Dünya'nın daha az bir bölümünü görür. Bütün Dünya'nın kapsanması için bir düzine ya da daha fazla sayıda eşit aralıklı uyduya gereksinim var. Alçak yörüngelerde kullanılan uydu sistemlerindeyse çok daha fazla uyduya gereksinim duyulur. Çünkü bu uzaklıkta uydular her yarım saatte bir anten görüşünden çıkar. Bu nedenle antenin, en az iki ya da üç uyduyu her an görebilmesi gerekir ki, anten de bir önceki uydudan bağlantıyı kesmeden başka bir uyduyla bağlantı kurabilsin.

Buna ek olarak, cep telefonlarından gönderilen sinyaller zayıftır. Bu yüzden, bağlantının sağlanmasındaki bütün yük uyduya düşüyor. Bağlantının gerçekleşebilmesi için, uydu çok dar (bir derece ya da daha küçük açıda, her biri Dünya'da belki de 150

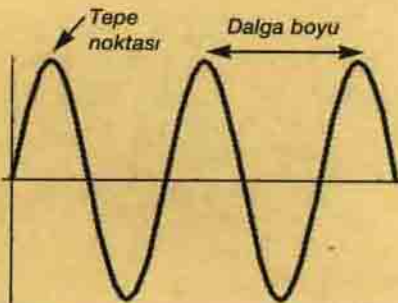
Radyo spektrumu

Bir radyo bize dalgalar şeklinde gelir (şekildeki sinüs dalgası gibi). Bunlardaki bir tepe noktasının bir saniyedeki tekrarlamaya sayısına frekans adını veriyoruz. Frekans hertz (Hz) cinsinden ölçülür; 1 Hz saniyede bir devir anlamına gelir. Dalgadaki tepe noktalarının arasındaki mesafe de bize dalga boyunu verir.

Sonuç olarak frekans ve dalga boyu birbiriyle ters orantılıdır. Frekans yüksekse dalga boyu kısadır. Değişik boyuttaki dalgaların değişik özellikleri vardır. Uzun dalga boyları uzak mesafelere ulaşabilir ve engelleri aşabilir. Hatta bu uzun dalga boyları bir bina ya da bir dağın üzerinden veya çevresinden geçebilirler. Ancak dalga boyu kısalıdıkça yani frekans arttıkça bunlar daha kolay engellenebilir. Frekansın çok yüksek olduğu durumlarda

(örneğin 20-30 GHz frekansındaki Ka bandı) bu dalgaları bir yağmur bile zayıflatabilir, hatta öldürebilir. Bu zayıflamadan kurtulmak için daha fazla güç gerekir. Daha fazla güç, daha büyük verici veya daha odaklanmış anten demektir.

Ancak bu yüksek frekanslı dalgaların da daha fazla bilgi iletme imkânı vardır.



km'lik hücreleri kapsayan) radyo dalgası huzmeleri kullanmak zorunda olabilir. İstenilen servis alanını kapsaması için böyle pek çok huzme kullanılması gerek.

Uyduların yörüngesi, Güneş panellerine ve diğer katı hal elemanlarına zarar verebileceği Van Allen radyasyon kemerinin altında ya da üstünde olmalı. Başka bir deyişle 10 000 km'nin üstünde ya da 1500 km'nin altında bulunmalı. Ancak, 1500 km'nin altındaki uydularla Dünya'nın çevresini yeterince kapsamak için yaklaşık 50 ya da daha fazla uyduya ihtiyaç var. Çünkü her bir uydunun ancak çok küçük bir alanı görebilir (bir metre öteden bir filin fotoğrafını çekmeye çalıştığınızı düşünün). 10 000 km ve 1500 km'lik (dairese) yörüngeler artık "orta yükseklikteki yörünge" ve "alçak yörünge" olarak anılıyor.

Sistemde Karşılaşılacak Güçlükler

Kişisel iletişim uydularının bir avantajı, uydularla abone arasında bir engel olmaması. Bu da, güç tüketiminin düşük olmasını sağlayacak. Öte yandan, mevcut hücresel sistemlerdeyse, radyo kulesi genellikle görüş alanı dışındadır. Bu nedenle ileti-



Iridium'un spot huzmeleri her biri 150 km çapındaki alanları kapsar. Cep telefonundan gönderilen sinyaller zayıf, bu yüzden uydunun gönderilen spot ışınlarının dar olması gerekir.

şim bağlantılarının güçlü olması gerekiyor. Uydunun abone arasındaki iletişim bağı güçlü olmayacağı için sinyaller, bina, ağaç ve öteki engeller yüzünden kesintiye uğrayacaktır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, orta yükseklikteki yörünge uydularıyla çalışan sistemlerde, uyduların yüksekte olmasının ve daha yavaş hareket ediyor görünmesinin avantaj sağladığını gösteriyor.

Uydunun yüksekte bulunması, aynı zamanda daha az sayıda uydunun daha geniş antenler gerektiriyor. Bu yüzden alçak yörüngeli uydular, jeosenkron uydulara göre daha ucuz olan orta yükseklikteki yörünge uydularından da daha küçük, hafif ve çok daha ucuz olacaktır. Zorluklardan biri de abonelerin bir kapsama alanından diğer bir kapsama alanına geçmesi. Ancak iki tür kapsama alanı var: huzmenin kapsadığı alan ve uydunun kapsadığı alan. Bir abonenin,

belli bir huzmenin kapsadığı alanda konuşurken başka bir huzmenin alanına geçmesi fazla bir sıkıntı yaratmaz. Ancak, alçak yörünge uydularında sık sık karşılaşılabilecek bir durum olan, bir uydunun kapsama alanından başka bir uydunun kapsama alanına girilmesi, işi biraz daha zorlaştırıyor. Buradaki zorluk, yeni uydunun kapsama alanına girecek abonelerin gönderdiği sinyali

alınmaya kadar haberleşmede kesinti olmasıdır.

Bir başka zorluksa alçak yörüngeli uydularının nasıl anlaşılacağı. Varsayalım ki Ankara'daki bir abone Tokyo'daki bir aboneyle bağlantı kuracak. Burada önemli olan, uyduların sinyali nasıl (yani hangi uydular üzerinden) yönlendireceğini hesaplayıp bulmasıdır. Ancak Motorola firmasının Iridium projesinin 1 Kasım tarihinde servise girmesi firmanın bu zorlukların üstesinden geldiğini gösteriyor.

Kuruluşlar

Bu konuyla ilgili olarak günümüzde birçok proje var. Bunlar arasında zirvede, 3,4 milyar dolarlık yatırımla, ilk uydunun üreten firmanın Iridium projesi, yer alıyor. Iridium teknik açıdan en karmaşık projelerden biri. Bu firma Türkiye'de de Turkcell firması ile anlaşma sağladı. Iridium, her biri aynı anda 1 100 telefon konuşmasına olanak sağlayan ve 8 yıl yetecek yakıtıyla 66 uydudan oluşuyor. Bu 66 uyduya ek olarak 6 da yedek uydunun bulunuyor. Uydular 6 değişik düzlemdeki yörüngeler üzerinde eşit aralıklarla, Dünya'dan 780 km yukarıda dönüyorlar. İçerdiği hizmetler şöyle: Ses, saniyede 2,4 kilobit veri, ve çağrı cihazı. Iridium telefonlarının en büyük özelliklerinden biri hem hücresel telefon olarak (hücresel servis verilen alanlarda), hem de uydunun telefonu olarak kullanılabilmesi.

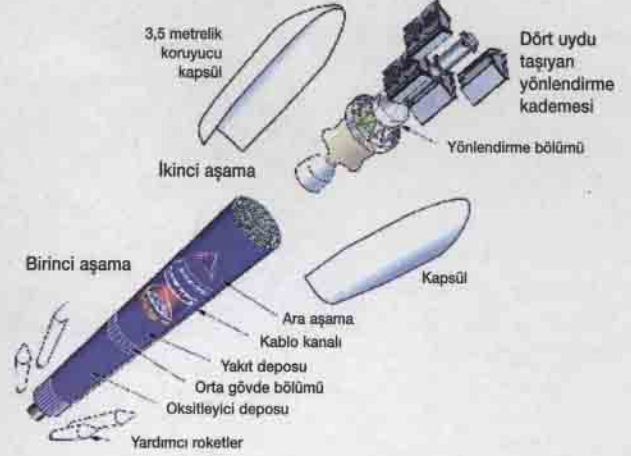
Şu anda Iridium'a en büyük rakip olarak Avrupa-Amerikan işbirliğiyle kurulan Globalstar firması görülüyor. Ancak bu firma geçen Eylül ayında Kazakistan'da roket bilgisayarındaki



Geçit



Delta II Fırlatma Aracı



bir bozukluk yüzünden 12 uydusunu kaybetti. Firma, açığını kapatmak için haftada bir uydu üretirken gelecek sene sonunda hizmet vermeye hazırlanıyor.

Globalstar uyduları, Globalstar abonesini bir başka aboneye doğrudan bağlamıyor. Onun yerine kullanıcıyı geçitlere bağlıyor. Aranan tarafta, geçit sayesinde mevcut telefon şebekesi aracılığıyla bağlanıyor. Bunka ki amaç mevcut ucuz iletişim sistemlerinin kullanımını artırmak. Ancak, aranan kişi bir başka Globalstar kullanıcısıysa bu bağlantı uydu aracılığıyla sağlanıyor.

Alçak yörüngeye oturtulacak 52 Globalstar uydusundan 48'i işlem için, geri kalan dördü de yedek olarak bulunacak. Uydular, ekvatorla 52 derece açı yapan 1414 km yükseklikteki

yörüngelere, her birinde 6 uydu bulunduran 8 yörünge düzlemine yerleştirilecek. Space System/Loral şirketince üretilen uydu yaklaşık 450 kilogram ağırlığındadır. Normal işlemler için 1100 watt kadar da güç tüketecek. İlk nesil uydular tam performansta en az 7.5 yıl işlemde kalacak biçimde tasarlandı.

Firmanın açıkladığına göre bu sistem, kendi sınıfında, yüksekliğini ve yörüngesel konumunu kaybetmemek amacıyla GPS'ten (Global Positioning System) yararlanan ilk sistem. Yüksekliğini sabit tutmak için aynı zamanda Güneş sensörleri, Dünya sensörleri ve manyetik sensörden yararlanıyor.

Globalstar uydusunun antenleri Dünya'da binlerce kilometre çapında bir servis alanını kapsayacak şekilde

16 huzme yollayacak biçimde tasarlandı.

Iridium mu Globalstar mı?

Sorunlardan biri, yaklaşık bir düzine ülkenin henüz kendi sınırlarından Iridium ve diğer firmaların iletişim kurmasını kabul etmemesi. Bunun yanında yaklaşık 3000-3500 dolar civarında olan Iridium telefonları geçen Kasım ayında piyasaya sürüldü. Uydu konuşma ücretinin, dakikada 3 dolar olması bekleniyor. "Diğerlerine göre biraz daha pahalı olabilir, ancak servislerimiz çok daha üstün olacaktır" diyor Iridium firması sözcüsü Craig Bond. Diğer taraftan Globalstar, telefonlarının 750 dolar civarında olaca-



Delta 2 roketinin fırlatılması



Uydunun Cape Canaveral'de fırlatmaya hazırlanması (sol üst). Cape Canaveral'da Boeing Delta II roketlerinin depoda tutulması (üstte). Roketin fırlatılması (sağda)





Sırasıyla, Globalstar uyduları üretimi, iki aşamada uydunun iş istasyonundan bir diğer iş istasyonuna aktarılması, uydunun Isıl/Vakum Odası'nda denenmesi, uydunun son birleştirilmesi ve gönderme öncesi kontrolü, fırlatma merkezine gönderilmek üzere hazırlanması, yüklenmesi, Cape Canaveral'de uçaktan indirilmesi aşamaları görülmektedir.

ğini ve konuşma tutarınınsa dakikada 0,65 dolar olacağını belirtti. "Bu, sıradan bir insana dünyanın her yerinden ulaşılabilme ve her yerinde ulaşılabilme imkânı verecek" diyor Globalstar'ın sözcüsü Max Mastrangelo.

Daha Yüksekteki Yörüngeler

ICO Global Communications ve Ellipso şirketlerinin yürüttükleri projeler daha yüksekteki yörüngelere oturtulacak uydulara dayanıyor. Firma, uydular aracılığıyla sayısal ses, veri, faks ve kısa mesaj servisleri vermeyi hedefliyor. Kuruluş sırasına göre dünyada üçüncü, Avrupa'da ilk Uydular Aracılığıyla Küresel Mobil Haberleşme (GMPCS - Global Mobile Personal Communication By Satellite) şirketi olan ICO Global Communications, 2000 yılında servis vermeyi hedefliyor. ICO'nun projesinde 10 390 km yüksekliğindeki 12 uydudur (bunlardan ikisi yedek) ve yeryüzünde 12 uydular erişim merkezi bulunuyor. Bu

12 uydunun S ve C bandında çalışacak ve herbir uydunun aynı anda 4500 konuşmaya olanak sağlayacak. 2600 kilogram olan bu uyduların güç tüketimi 8 700 W ve çalışma süresi de 12. Kullanıcı ve uydular arasındaki bağlantı 2 GHz bandında olacak. Şirket uyduların taşınması için Amerikan Atlas II ve Delta III, Rus Proton ve Ukraynadan Zenit araçlarını kullanacak. 12 uyduların erişim merkezinden altısının inşası Eylül ayı ortasında tamamlandı. İz sürme, uzaktan ölçüm ve denetim yetenekli bu merkezlerin montajları Avustralya, Şili, Almanya, Hindistan, ABD ve Güney Afrika'da yapıldı. Uyduların erişim merkeziyle uydular arasındaki bağlantıysa 5 GHz ve 7 GHz bantlarında olacak. Kullanıcıyla uydular arasındaki bağlantıyı mümkün olduğunca sağlam yapmak amacıyla ICO her bir uyduyu 163 huzme gönderecek şekilde tasarladı.

Ellipso düşük maliyetli (910 milyon dolar) bir proje olarak düşünüldü. Uyduları Globalstar'ın uydularına benziyor. Dünya'yı 61 huzmeye göre bölecek. Her bir uydunun yaklaşık 700

kilogram civarında ve 5 ile 7 yıllık ömürleri var. Yedeklerle birlikte 17 uydudan oluşacak sistem 2001 yılında servis vermeye başlayacak.

Sonuç Olarak Kim Kazanacak?

Bunu tahmin etmek olanaksız. Ancak pazardaki pastadan ilk parçayı Iridium alacak. Öte yandan Iridium ve ICO'nun yatırımları teknolojik risk olarak değerlendiriliyor. Bunun yanı sıra, değinilen beş sistemin dışında kalan sistemlerin pazara girmesine daha çok var. Bu süre içinde de ilk girenler pastanın büyük bir kısmını yemiş olacaklar. Ancak gene de sonucunu kullanıcılar belirleyecekler.

Veri Alışverişi Amaçlı Sistemler

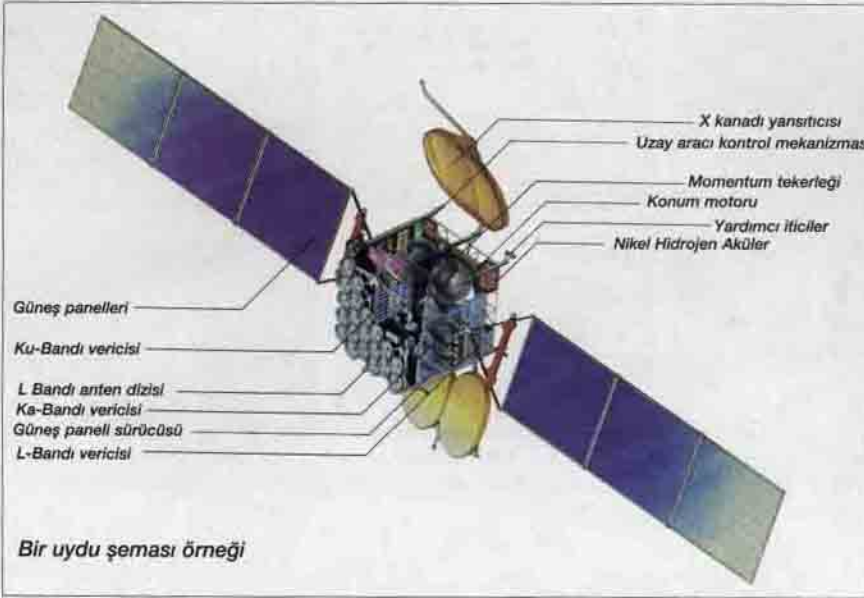
Ses amaçlı kişisel iletişim uydular sistemleri dışında bir de veri alışverişi amaçlı sistemler var. Bu tür sistemler büyük yatırımlar gerektiriyor. Ancak İnternet'in kullanım sayısındaki artış firmaların yatırım yapmasını teşvik ediyor. Yapılan araştırmalar günümüzde İnternet'e evden bağlanan yaklaşık 50 milyon kişi olduğunu gösteriyor. Tahminlere göre bu sayı 2000 yılında 150 milyon olacak. Yapılan bir başka tahmin de 1996 yılında 1 milyar dolardan daha az bir hacme sahip bu pazarın 2000 yılına kadar 30 milyar dolara ulaşması.

Bu uydular çok daha yüksek frekanslarda, diğer adıyla Ka-bandında

Ses Amaçlı Kişisel İletişim Uydular Sistemleri

Şirket	IRIDIUM Motorola	GLOBALSTAR Loral/Qualcomm	ICO ICO Global Communications	ELLIPSO Mobile Communications Holdings	ECCO Constellation Communications
Aktif Uydular Sayısı	66	48	10	14	46
Yörünge Düzlemleri	6 dairesel kutup yörüngesi	8 dairesel eğik	2 dairesel eğik	2 elips şeklinde eğik 1 ekvator üzerinde 1 ekvator üzerinde	7 dairesel eğik
Yörünge Yüksekliği (km)	780 (A.Y.)	1414 (A.Y.)	10355 (O.Y.Y.)	520-7846 (O.Y.Y.); 4223-7846 (O.Y.Y.)	2000 (A.Y.)
Yörünge Düzlemine Düşen Uydular Sayısı	11	6	5	4; 6	5; 11
Her Uydudan Çıkan Spot İlgün Sayısı	48	16	163	61	32; 24
Açıklanan Maliyet (milyar dolar)	3,4	2,6	4,8	0,91	2,8

A.Y. Alçak Yörünge, O.Y.Y. Orta Yükseklikte Yörünge



Bir uydu şeması örneği

çalışacak. Ka-bandinin seçilmesi nedeni diğer frekanslarda çalışan uydularla bir karışıklık yaşanmaması. Ka-bandında karşılaşılan en büyük sorun; 1-1.5 cm arasındaki sinyal dalgalarının yağmur yüzünden zayıflaması. Bu nedenle şimdiye kadar Ka-bandında çalışan (yazının başında da belirtilen) sadece birkaç deneysel uydu vardı. Ancak bu yeni ağlar için mühendisler yağmur zayıflaması gibi sorunların üstesinden geleceklerini açıkladılar.

Başlangıçta projeler arasında alçak yörünge çözümü olan iki şirket vardı. Bunlardan biri gene Motorola'nın Celestri projesi, diğeri de aralarında Microsoft firmasının patronu Bill Gates'in de bulunduğu Teledesic firmasının projesi. Ancak daha sonra Motorola, Celestri projesinden vazgeçti; bu konudaki deneyimini Teledesic firmasıyla birleştirdi. Firmanın, 288 uydudan oluşan sistemi 9 milyar dolara mal olacağı sanılıyor. Teledesic, uydularını 1375 kilometre yüksekteki yörüngeye oturtmayı planlıyor; sistemin milyonlarca kişinin aynı anda bağlanabilmesine olanak sağlayacağını belirtiyor. Kullanıcıların iki bağlantı yolu var; bunlardan biri 64 Mbs downlink bağlantı yolu, bir diğeri 2 Mbs'lik uplink bağlantı yolu. Bunun da, mevcut standart analog modemlerden 2 000

kez hızlı olduğu bildiriliyor. Önerilen öteki sistemler Teledesic projesine göre daha ucuz. Daha basit bir tasarımı bulunan Loral firmasının Cyberstar projesi, 3 uyduyla sınırlı bir kapsama alanına sahip olacak. Öte yandan Hughes firmasının Spaceway projesi, 16 jeosenkron uydu ve 20 orta yükseklik uydusundan oluşacak biçimde tasarlandı. Lockheed Martin ve GE Americom ise, orta bir çözüm öneriyorlar. Herbiri 9'ar jeosenkron uyduyu yörüngeye oturtacaklar. Projelerin maliyeti ise 4 milyar dolar.

Öte yandan, veri alışverişi amaçlı uydu sistemleri, ses alışverişi amaçlı uydu sistemlerine göre daha riskli bir

yatırım. Çünkü bu konudaki ihtiyacın büyüklüğü konusunda fazla bir tahmin yapılamıyor.

Ortaya Çıkabilecek Sorunlar

1 Kasım'dan bu yana servise giren Iridium'un radyo dalga frekansları (1621.35-1626.5 megahertz) uluslararası yasalarla korunan gökbilim gözlemlerinin yapıldığı banda (1610.6-1613.8 megahertz) çok yakın. Motorola firması, uyduların bu bantta girişim meydana getireceğini daha önce kabul etmişti. Sonuç olarak bazı radyo gökbilimciler Iridium'un engellenmesini istiyorlar.

Sovyetler Birliği'nin Sputnik'i atıldığı 4 Ekim 1957 tarihinden bu yana, atılan bütün uyduların toplamından çok daha fazla sayıda olan yörünge uydusunun kısa bir sürede fırlatılacağından söz ediliyor. En büyük sorun, bundan önceki uzay çalışmalarından kalan uydu enkazlarıyla birlikte uydularla ileride kullanılamayacak duruma gelecek uyduların uzayı hurdalık haline getirmesi. Bu da, yörünge-deki yaklaşık 10-12 yıllık civarında ömrü olan uyduların, enkaz halindeki uydularla karşılaşma tehlikesini artırıyor. Bir başka olasılık da uydunun ömrü dolduğunda atmosfere düşmesi. Bu arada kimi firmaların yetkilileri uydu yenileme projesinden de söz ediyorlar.

Yakın bir gelecekte evde oturarak İnternet ve öteki çoklu ortam kaynakları aracılığıyla ticaret ve eğlence dünyasına bağlanacak duruma geleceğiz. Ancak bu teknolojinin yaşamımıza ne gibi sağlıklı katkılarda bulunacağı bakış açısına göre değişir.

Alkım Özyaygın



ICO'nun çift işlevli (uydu ve hücresel) çalışacak telefonların güç tüketimi 0.25 watt'ı geçmeyecek (solda). Iridium için tasarlanan telefon ve çağrı cihazları (üstte ve sağda)

Kaynaklar:
Evans, J. V., "New Satellites For Personal Communications", Scientific American, Nisan 1998
Sky & Telescope, Aralık 1998
www.iridium.com
www.ico.com
www.globalstar.com
www.intelsat.com
www.loral.com
www.mtn.co.za/iridium
www.nasa.gov
www.orbital.com
www.cnn.com
www.hughespace.com
www.ellipso.com
www.byte.com