

UYDU HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Haberleşme uyduları, günümü/de telefon haberleşmesinde, televizyon ve radyo programlarının dağıtımında, bilgisayar haberleşmesinde, mobil haberleşmede ve askeri amaçlı haberleşmede etkin olarak kullanılmaktadır. Bu işlevleriyle uydu haberleşmesi, insanlar arasındaki ilişkilerin gelişmesine ve değişik kültürlere sahip ülkelerin birbirleriyle yakınlaşmalarına katkıda bulunmaktadır.

Senkron veya diğer adıyla eşlemeli uyduların yörüngede dönme süreleri dünyanın dönüş süresine eşit olduğu için, ticari iletişim uyduları olarak günümüzde kullanılmaları yaygındır. Yere eş zamanlı yörüngede bir yapay Dünya uydusu kavramı, ilk olarak İngiliz kurgu-bilim yazarı olan Sir Arthür C. Clarke tarafından ortaya atılmıştır. Ekvator düzleminde ve ekvatorun 35786 km uzaklıkta bulunan bu yörüngedeki uydular tam bir dönüşü 24 saatte yaparlar. Uydular dünya yörüngesinde dünya ile birlikte dönerler, yani Dünya'ya göre bağıl hızları sıfırdır ve Dünya'dan bakıldığında her uydu sabit konumda görülür.

Yapay yer uydularının çalışmasını incelemek için öncelikle bu uyduların dünya çevresinde yerleştirildikleri yörüngeleri incelemek gerekir. Uydular dünya yüzeyinde herhangi bir uzaklıktaki yörüngeye yerleştirilebilirler, fakat en iyi yörüngeler hava sürtünmelerinin bulunmadığı atmosfer dışındaki yörüngelerdir. Yukarıda anlatılan yere göre eş zamanlı yörünge, yapay yer uyduları için kullanılan yörüngelerden bir tanesidir. Bu yörünge başta haberleşme olmak üzere, meteoroloji, yayıncılık, veri aktarma ve gözetim gibi çeşitli uzay uygulamaları için kullanılır. Bunun dışında diğer amaçlar için (askeri gözetim, uzay istasyonu, yer gözlemi vs.) ekvatora daha yakın mesafeli yörüngeler de kullanılmaktadır.

Cem BİLŞEL (*)
Tansel VOYVODAOĞLU(**)

(*) Türk Telekomünikasyon A.Ş. Uydu Hab. Dai.Bşk.Yard.
(**) Türk Telekom. A.Ş. TÜRK SAT Yer Kont.ist.Uydu Oper. Sorumlusu

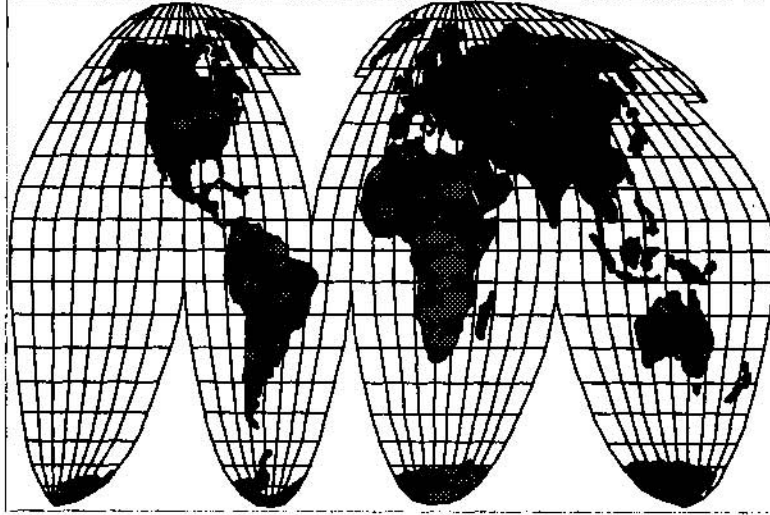
394-ELEKTRİK y m
MÜHENDİSLİĞİ f O

Uyduların yörüngeleri çoğunlukla tanı dairesel ve dünyadan eşit uzaklıkta görünürse de gerçek yörüngeler çeşitli derecelerde sapma gösterirler. Bir uydunun yörüngesi, çeşitli küçük güçlerin etkisiyle zaman içinde değişebilir. Bu etkiler: Dünya'nın çekim alanındaki düzensizlikler, uzayda çok küçük miktarda bulunan gazlar tarafından sürüklenme, güneş radyasyonu basıncı. Güneş ve Ay'ın çekim alanlarıdır. Uyduları, bozulan yörüngelerine geri çekmek için bunların gövdelerinde küçük roketler ve bu roketleri ateşlemek için de yakıt bulunması gerekmektedir. Yörünge koruma için gerekli yakıt miktarı, bir uydunun tasarım ömrünü sınırlayan en önemli unsurdur. Gelecekte uydulara uzayda yakıt ikmali yapılabilirse, ömürleri daha da uzayacaktır.

Bir haberleşme uydusunun boyutları, gönderici aracın gücü, uydunun yaşamı (5 -12 yıl arasında değişmektedir) süresince planlanmış ömrü süresince sisteme enerji verecek güneş pilleri ve yakıt taşıma kapasitesiyle sınırlıdır. Uydunun diğer önemli birimleri radyo aktarma (transponder), elektriksel güç kaynağı, telemetre-telemekumanda, yörünge konuma ve ısı kontrol alt sistemleridir.

Transponder : Uydunun taşıdığı radyo aktarma sistemidir. Yer sistemlerindeki mikrodalga tekrarlayıcı istasyonlarıyla aynı çalışma ilkesine sahiptir. Yer istasyonlarından gelen sinyaller anten tarafından alınır ve düşük gürültülü amplifikatörle yükseltilip frekansları değiştirilerek tekrara dünyaya gönderilir.

Güç Kaynağı : Uydunun gövdesindeki bütün elektronik devreler için gerekli ana güç güneş panelleri ve bataryalar tarafından sağlanır. Her yıl iki kere 45'er günlük sürelerde oluşan ve gün içinde değişen



sürelerde (en uzun 72 dakika olmak kaydıyla) uydunun dünyanın gölgesinde kaldığı sürelerde (eclipse) uyduya güç sağlamak için Nikel-Kadmium yada Nikel-Hidrojen pilleri kullanılmaktadır.

Telemeketre-Telemekumanda : Uydunun belirlenen yörünge konumundan sapmaları düzeltmek, uyduyu düzenli olarak denetlemek ve gözlemlemek için değişik tipte telemetre (uydudan yer denetim istasyonuna düzenli gönderilen sinyaller) ve telemekumanda (yer istasyonundan uyduya gönderilen sinyaller) aygıtları kullanılır. Uydü gövdesindeki yörünge koruma ekipmanı, sapma gösteren bir uyduyu belirlenmiş yörünge konumuna geri getirmek için ateşlenen roketlerden ve yakıt tanklarından meydana gelir. Uydunun üç eksenindeki stabilizasyonu da uydunun kendi eksenini etrafında döndürülmesi ile veya üç ekseninde bulunan küçük roketlerin ateşlenmesi ile sağlanır. Ayrıca bu amaçlar için kullanılacak verileri üreten güneş ve dünya sensörleri de bu alt sistemde bulunmaktadır.

Haberleşme uydularının temel şapısını açıklayan yukarıdaki bilgiler ışığında uydü haberleşmesinin temel özellikleri şöyle özetlenebilir:

1. Uydü linkleri coğrafi yapıdan ve uzaklıktan bağımsız olarak, uydunun kapsama alanına girmesi koşuluyla iki nokta arasındaki haberleşmeyi sağlar.

2. Dünya üzerindeki bir bölgenin uydunun kapsama alanına girebilmesi için uydü üzerindeki antenin sinyal huz-

mesinin kapsama alanı içerisine de girmesi gerekir.

3. Uydular, yer istasyonlarından aldıkları sinyalleri kuvvetlendirip frekanslarını değiştirerek tekrar dünyaya gönderirler.

İlk uydularda L.S. ve C frekans bantları kullanılmasına rağmen, daha sonra Ku bandı (10.7-18 Ghz) frekans genişliğinin fazla ve enterferans riskinin daha az olması nedeniyle kullanılmaya başlanmıştır.

4. Yere eş »imanlı yörüngedeki haberleşme uydularının radyal hızı dünyanın dönüş hızına eşit olduğundan, yaptığı yayının izdüşümünün sınırları da aynı kalmaktadır.

5. Uydü dünyamızdan çok uzak bir yörüngeye yerleştirilmiş olduğundan, yüksek orandaki serbest uzay kaybının yer istasyonlarında kullanılacak;

a) Gürültüye ve enterferansa karşı duyarlılığı çok zayıf olan yüksek kazançlı antenler.

- b) Kendi iç gürültüleri oldukça düşük olan çok duyarlı alıcılar
- c) Gücü yüksek vericiler yoluyla giderilmesi gerekmektedir.

6. Haberleşme uyduları çoklu girişe olanak tanımaktadır. Çoklu giriş, çeşitli yer istasyonlarının kendi taşıyıcılarını aynı anda tek bir uydu transponderine gönderilebilmeleri anlamını taşır. Böylece uydunun kapsama alanı içerisinde bulunan bir yer istasyonu, çeşitli yer istasyonlarından çıkan taşıyıcıları tek bir transponder üzerinden alabilir.

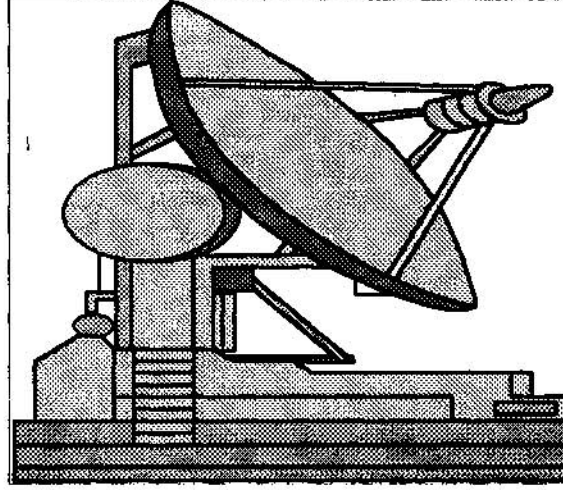
7. Uydu haberleşmesinde propagasyon gecikmesinin (iki istasyon arasında uydu yörüngesinin uzaklığından kaynaklanan yaklaşık 275 milisaniyelik süre) neden olabileceği birbirini takip eden transmisyonun kalitesindeki aşırı bozulmalar, iki uçta kullanılacak olan yankı bastırıcılar yada yankı yok ediciler ile önlenebilir.

UYDU HABERLEŞMESİNE DUYULAN GEREKSİNİM

Kablo yada radyolinkler aracılığıyla uzak mesafeli haberleşme, coğrafi yapı nedeniyle bazı durumlarda olanaksız yada çok zor olabilir. Radyolinklerin parabolik antenleri optik olarak birbirlerini görmek zorunda olmakla beraber, coğrafi koşullar çoğu zaman bunu engellemektedir. Araya giren dağları aşmak için kullanılan röle istasyonlarının herbiri işletmeyi zorlaştırmakta olup, aynı zamanda maliyeti de arttırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, kıtalararası veya çok uzak mesafelerde ve coğrafi yapının engebeli olduğu yerlerde uydular yolu ile haberleşmeyi tercih etmek büyük avantajlar sağlamaktadır.

Uydu teknolojisinin gelişmesine paralel olarak gereksinim duyulan yerel sistemlerin maliyeti de gelişen

teknolojiye bağlı olarak azalmıştır. Sonuçta da uydu yolu ile haberleşme, u/ak mesafelere ve yerci sistemlerin ekonomik olarak kurulamadığı yerlere güvenilir bir şekilde bilgi göndermenin en ucuz yolu olmuştur.



Bilindiği gibi son yıllarda uydu sistemlerinin kullanımı, özellikle TV ve Radyo programlarının dağıtımı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Gerek uyduların yayınları yere aktarma güçlerinin artması, gerek TVRO (Television Receive Only) ve RRO (Radio Receive Only) istasyonlarının maliyetlerinin düşmesi, uydu sistemlerinin bu alanlara doğru kaymasına neden olmuştur. Böylece, hiçbir coğrafi engel tanımadan çok büyük bir alana kaliteli ve ucuz TV ve Radyo programlarının dağıtımı mümkün olabilmektedir.

Radyo programlarının uydular üzerinden dağıtımı iki değişik yöntem ile gerçekleştirilebilir :

1. TV ve Radyo Programları : Bu tekniğe video ile birleşik ses programı nakli adı verilir. TV ses kanalı haricinde, birden fazla radyo programı bu teknik ile video işaretleriyle birlikte nakledilebilir. Her bir ses programı, ayrı ayrı taşıyıcılarla modüle edildikten sonra, video ile birleştirilerek tek bir taşıyıcı ile uyduya gönderilir. Ancak bu teknikte fazla

sayıda program kanalı kullanmak, video işaretine enterferanstan dolayı bazı sakıncalar yaratmaktadır

TVRO istasyonları tek yönlü çalışan sistemlerdir. Bu sistemler, merkezde

bulunan bir yer istasyonu ile belirli sayıda uyduya gönderilen TV programlarını alıp TV vericilerine verebildiği gibi kişisel izleme amaçlı olarak da kullanılabilir.

2. Sadece Radyo Programı : Bu sistemde analog ve sayısal teknikler kullanılabilir. Analog yöntemde SCPC (tek program başına tek taşıyıcı) tekniği,

diğer yöntemde ise birleştirilmiş sayısal radyo programlarının tek bir taşıyıcı ile nakli tekniği kullanılmaktadır. İkinci durumda, program sayısına göre taşıyıcının bilgi hızı değişmektedir.

Radyo ses programlarının dağılımı, genellikle TVRO yer istasyonlarına ilave ses kanalı alıcı sistemlerinin (RRO'lar) kullanımı ile gerçekleştirilmektedir.

Buna göre :

- 1 no.lu iletim durumunda sesi alabilmek için TVRO.
- 2 no.lu iletim durumunda sesi alabilmek için RRO. gereklidir.

Sadece RRO'ların kullanımı da mümkündür. TVRO sistemlerinin bulunduğu radyo verici istasyonlarında. TVRO yer istasyonlarına RRO sistemlerinin ilavesi ile, her ses çözücü başına üç stereo (yada altı mono), ses çözücü sayısı artırılarak da daha fazla sayıda radyo program kanalı nakledilmesi mümkündür. Ses çözümler RRO'ların içinde bulunmaktadır.