

# Uydu

Derleyen: Nadir. ZEBUN

Son yıllarda uluslararası telefon trafiğindeki büyük artış ve kıtalararası televizyon yayınlarının halkın büyük ilgisini çekmesi, yapma uydu haberleşme sistemlerinin çok önemli bir konuya haline getirmiştir. Japon KOKUSAI DENSHIN DENWA CO. LTD. tarafından geliştirilen bu sistem, yapma uydu haberleşmesine ait genel tarifler vermektedir.

## 1. Giriş

Son 25 yılda kıtalar arası haberleşme ihtiyacının, büyük ölçüde, artması, daha evvelce HP propagasyonu ve uzun mesafeli denizaltı kabloları ile yapılmakta olan bu irtibatları yetersiz kılmış, yeni haberleşme sistemleri ihtiyacını doğurmuştur.

1865 yılında Avrupa ile Amerika arasında çekilen ilk okyanus kablosundan, kablo şartlarının ikelliği sebebiyle, sadece telgraf haberleşmesi yapılabilmıştır. Katı teknolojinin zamanla gelişmesiyle, 1956 yılında ilk koaksiyal denizaltı kablosu Atlantik Okyanusu'na döşenmiş ve kalite bakımından yeterli bir bağlantı sağlanmıştır. Ancak bu kablo, irtibatlarında da sınırlı sayıda telefon kanalı kullanılabilmektedir. Yapma uydulardan haberleşme maksadı ile faydalanılma zarureti ortaya çıkmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen uydular, 1960 yılında 3.500.000 olan Okyanus - Pasifik, mesaj, sayısının, 1980 yılında 90.000.000'e ulaşacağı tahmin edilmiştir. İTÜ'nün yaptığı araştırmalar da aynı sonucu vermektedir. -Bu, kıtalararası televizyon yayınlarının, halkın büyük ölçüde ilgisini çekmesi ve bu yayınlar için kabloların yetersizliği, haberleşme uydularının önemini son derece arttırmıştır.

## 2. Sınıflandırma

Yapma uydular çalışma şekilleri bakımından iki tiptir:

- Pasif uydular,
- Aktif uydular.

Pasif uydular : Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaların yansıma özelliğinden istifade ederek çalışırlar. Bu uyduların bünyesinde herhangi bir amplifikasyon ya da frekans değiştirme işlemi yapılmaz, sadece üzerlerine gönderilen radyo dalgalarını belli yönlerde yansıtan bir ayna görevini görür. ECHO I uydusu bu tipten uzaya gönderilen ilk uydudur. Daha sonraları çeşitli maksatlarla, ECHO H ve diğer bazı pa-

*SUMMARY*  
In recent years there has been a significant increase in international telephone traffic and the relaying of international television broadcasts between continents, which has made the communication satellite systems an important subject. In this paper, prepared from the notes of TRAINING INSTITUTE, GOSPOJ KOKUSAI DENSHIN DENWA CO. LTD. - JAPAN, a general description of communication satellite systems is given.

sif uydular uzaya gönderilmişlerdir. Ancak, güç kayıp oranlarının çok yüksek olması ve boyutlarının büyüklüğü sebebiyle geniş ölçüde meteorolojinin tahribine maruz kalmaları en büyük mahzurlarıdır.

Aktif uydular: Yer istasyonlarından aldıkları enerji; üzerinde; amplifikasyonu, frekans değiştirme gibi işlemler yaptıktan sonra, tekrar yer istasyonlarına kendi vericileri vasıtasıyla gönderilen uydulardır. Bunlar da tekrarlayıcı uydular ve röle uydular olarak üzere iki tiptir.

Tekrarlayıcı uydular: Aldıkları malumatı kendi bünyelerindeki herhangi bir hafıza devresinde muhafaza ederler ve yer istasyonlarından görülen işlevlerini istenilen zamanlarda bu malumatı yer istasyonlarına gönderirler. Bu tip uydular daha ziyade meteorolojik ve askeri maksatlarla kullanılırlar. COURRIER uyduları bu tiptendirler. Tekrarlayıcı uydular, haberin alınması ve yer istasyonuna gönderilmesi değişik zamanlarda olur.

Röle uydular: Ajnen yer yüzündeki radyo röle istasyonları, gibidirler. Yörüngelerinde hareketleri bakımından, dünyaya göre hareketli ve sabit olmak üzere iki tiptirler.

Dönen ya da hareketli uydular: Uzaya gönderilen ilk aktif uydulardır. 1962 yılında uzaya gönderilen TELSTAR I ve daha sonraları fırlatılan TELSTAR H, RELAY I, H uyduları bu tiptendirler. Bu tip uydularda yer istasyonları ile haberleşme sürekli olmayıp, ancak uydu belirli koordinatlarda bulunduğu zaman mümkün olmaktadır.

Dünyaya göre sabit uydular: Uygun şekilde yerleştirilen çok sayıda bu tip uydu kullanılarak, bütün dünyayı saran bir haberleşme şebekesi kurmaya imkan vermektedirler. Çeşitli tarihlerde uzaya gönderilmiş olan SYNCOM I, II, III, EARLY BIRD ve INTELSAT yan sabit uydularından gerek kıtalar arası telefon ve gerekse televizyon yayını bakımından büyük ölçüde istifade edilmiştir. Günümüzde istifade im-

## YAPMA UYDU HABERLEŞMESİ

kanlarının geniş olması sebebiyle bu tip uydular için, ilerdeki bölümlerde daha geniş bilgi verilecektir.

### 3. Yörünge

Kullanılan haberleşme uydu Sistemlerinin sahip oldukları değişik özelliklerin anlaşılabilmesi için, aşağıdaki tarifler verilmiştir :

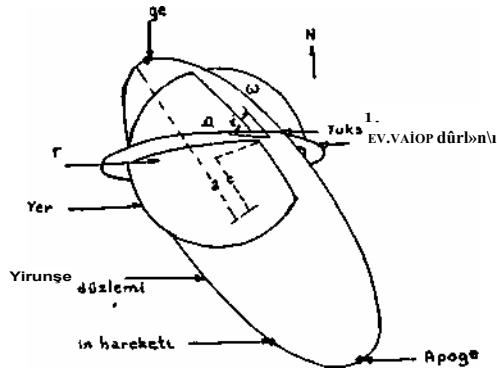
Uydu ve yer küresi, birbirlerini aralarındaki mesafenin kareleri ile ters orantılı olarak çeken, iki cisimden ibaret bir sistem meydana getirirler. Hareket eden uydu, aşağıda özellikleri verilen Kepler kanunlarına uyar:

1. Cisim, yörüngeden odağa doğru bir çekişimle, elips, hiperbol, özel hallerde daire ya da parabol şeklinde bir yörüngede dolaşır.

2. Merkezle hareketli cisim arasındaki yarıçap vektörü, eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar.

3. Eliptik yörüngeler için, periyodik hareket sebebiyle, dönme periyotlarının kareleri, yörüngelerinin yarı-tüyük eksen uzunluklarının kübü ile orantılıdır.

Problemi analiz amacıyla, eliptik yörüngenin tayini için, Şekil 1'de gösterilen, aşağıdaki G parametresi seçilir:



Şekil 1. Yerküresi-yapma uydu sisteminin, yörüngesel elemanları

1-  $O$ ; yüksüiş noktasının boylamıdır (Sağ taraf yükseliş noktası). Yükseliş noktası, uydunun ekvator düzleminin güney kısmından, kuzey kısmına geçerkenki yörüngesi ile ekvator düzleminin kesişme noktasıdır. Bu kesişme noktası boylam, ekvator düzleminin doğu tarafında, ilkbahar gündönümü yönünden, kesişme noktası yönüne doğru ölçülmüştür.

2.  $i$ ; Yörünge düzlemi ile ekvator düzlemi arasındaki açı ya da eğimdir. Yörünge düzlemi,  $Q$  ve  $i$ 'nin verilmesi ile belirlenir.

3.  $w$ ; Perigecnin argümanıdır. Perige, dünyanın merkezine en çok yaklaşılan noktadır. Hareketin yönüne göre ölçülen ve yörünge düzleminde tarif edilen bu eleman, perige ve yükseliş noktalarının, dünyanın merkezine göre olan açısıdır.

4.  $a$ ; ortalama mesafe ya da yarı-büyük eksen uzunluğu.

5.  $e = c/a = 1 - \sqrt{1 - b^2/a^2}$ ; kayma.  $a$ ,  $e$

ve  $w$  eliptik yörüngenin şekil ve yönünü tayin eder.

6.  $T$ ; Perige geçiş zamanı.

Halen yapma uyduların yeri, Kepler denklemlerinin elektronik hesap makinalarında çözümlenmesiyle hesaplanmaktadır. Bu altı parametre, bilhassa  $Q$ , ve  $w$ , yerküresinin yassılığından meydana gelen kayma, homogen olmama, güneş ve ayın çekimsel kuvvetlerinin meydana getirdiği atmosferik sürüklenmeler sebebiyle çok önemlidir, ( $i$ 'nin değişmesi,  $a$ ,  $e$ , ve  $i$ 'nin bir fonksiyonu olması sebebiyle, perige yönünde bir dönme demektir. Eğik bir yörüngenin değişim oranı,  $63,5^\circ$ 'lik bir eğimde sıfırdır. Bu sebeple yörünge, yerküreye nazaran sabit bir hale gelir. Ancak yörünge yönü genel olarak, apoge periyodu denilen uzun bir periyotta değişir,  $i$  parametresi  $90^\circ$  olan bir yörüngeye «kutupsal yörünge»,  $0^\circ$  olan bir yörüngeye de «ekvatorsal yörünge» denir. Dairesel bir yörünge içinse aşağıdaki bağıntılar mevcuttur:

Yapma uydunun  $P_s$  (saat olarak) periyodu, Kepler kanunlarına göre (1) denklemi ile verilir.

$$P_s^2 = \frac{4\pi^2}{GM} (R+h)^3 \quad (1)$$

Burada  $R$ , dünyanın yarıçapı ( $6376$  km),  $h$  yörünge yüksekliği (km), ve  $GM$  çekim sabiti x yerin kütlesi ( $5.17.10^{12}$  kmVsaat<sup>2</sup>) dir.

Yörüngesel hız,  $GM$  yerin yüzeyindeki çekim sabiti x ortalama yer yarıçapının karesi ( $g \cdot R^2$ ) olarak verildiğinde, saatte kilometre olarak (2) ifadesi ile verilir:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad (2)$$

Daire şeklindeki ekvatorsal bir yörünge, pratik bir sistem olarak bilhassa önemlidir. Bir uydunun, yer yüzündeki bir noktaya göre izafi periyodu  $P$ , aşağıdaki gibi verilir:

$$P = \frac{24P_s}{PE - P_s} \quad (3)$$

Burada  $P_E$  arz'n dönüş periyodudur. Uydunun doğruya doğru fırlatılmasında normal olarak dünyanın presizyon hareketinden • istifade edilir. Böylece periyodu 24 saat olan bir ekvatorsal uydu, sonsuz değ'erde bir izafi periyoda sahip olur.  $35.800$  km yüksekliğe yerleştirilmiş böyle bir uydu, dünyaya göre sabit bir uydudur. Tablo

# YAPMA UYDU HABERLEŞMESİ

l'de dairesel ve ekvator. rsal bir yörüngeye ait, h yüksekliği, P<sup>^</sup> ve p peiyotlan arasındaki bağıntılar verUm'sür. 24 saat periyottu, eğik bir yö-

rüngeye «senkron yörünge» ve böyle bir yörüngeye sahip uyduya da «senkron uydu» denir.

**Tablo 1. Uydu tesir sahası ve istasyondan istasyona gecikme zamanı:**

Yükseklik h (km)	PS (saat)	P (saat)	$f^2 y$ (derece)	Maks. Gecikme zamanı (insan.)
1600	2.0	2.2	37.0	27
10300	6.0	8.0	67.7	97
13800	8.0	12.0	71.5	122
20200	12.0	24.0	76.0	168
35900	24.0	∞	81.3	277

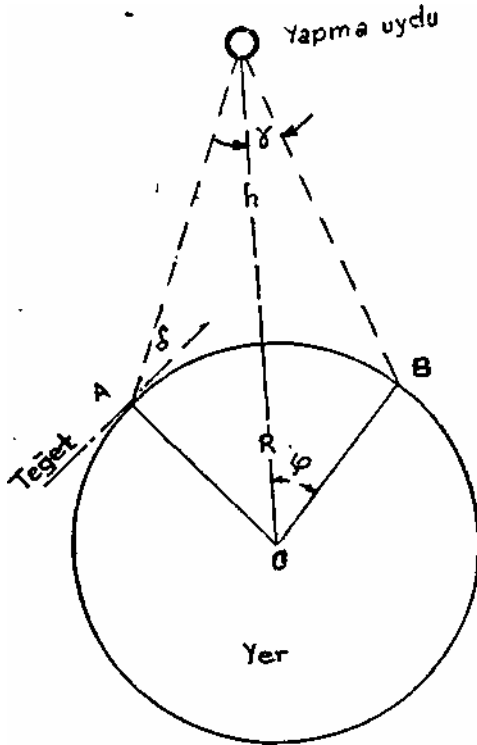
Yapma uydu, yeryüzünde merkezi uydunun tam altında olan bir daire içindeki her noktadan görülebile'ektir. Uydunun yüksekliği arttıkça bu daireVin çapı da artacaktır. Dairenin çevresine doğru yaklaştıkça, uyduya ulaşmak için atmosferde büyük bir mesafe katedilmesi icabeder. Bu dunun, küçük yükseline açılarında, frekansa bağlı zayıflamada ve izafi gürültü ısısında bir artma meydana getirir. Bundan dolayı tatmin edici bir haberleşme için, uydu arz üzerinde kendisinden istifade olunacak noktaya ait teğet üzerinde, en az ibirkaç derecelik bir açiya sahip olmalıdır. Dairenin kapladığı alanın yarıçapı derece olarak, Şekil 2'de gösterildiği gibi, arzin

merkezi ite, haberleşme yapılan iki noktayı birleştiren açıdır. Bu açı aşağıdaki gibi verilebilir:

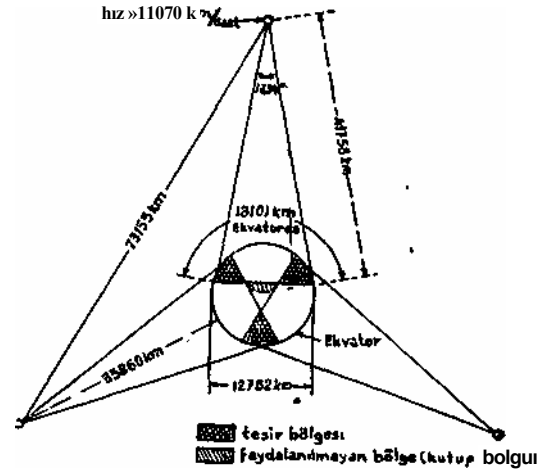
8 — 8

## 4. Sabit uydular sistemi

Sabit uydu sisteminde, kutup bölgeleri hariç bütün dünyayı kaplayan bir haberleşme şebekesi tesis ötmek için, Şekil 3'de görüldüğü gibi uygun şekilde yerleştirilmiş en az üç sabit uydu kullanmak ge'rvjkr. Sabit uydunun tesir sahası için, yükseliş açısı bir parametridir.



**Şekil 2. Uydunun tesir alanı geometrisi.** K: Yer yarıçapı,, h: Minimum oydu yüksekliği, y, ^: Uydu açısı ve-büyük tesir dairesi üzerindeki iki noktayı gören merkez açmm yansü g: Görülebilirlik açısı.



**Seldi S. Sabit yörünge'nin geometrisi**

Sabit uydu sistemleri, alçak tesis masrafı ve işletme kolaylığı gibi bazı avantajlara sahip ise de, telefon konuşmalarında uzun propagasyon yolu sebebiyle meydana gelen 0,6 saniye civarındaki ge'ekjrtre önemli bir problem'dir.

### 4.1. Transmisyon gecikme zamanı:

Sabit uydu sistemlerinde verilen bir durum için ge'ikme zamanı tesbit edilebilir. Fakat uydunun dünyaya göre izafi bir hareketi var ise,

# YAPMA UYDU HABERLEŞMESİ

gecikme zamanı, zamana bağlı olarak değişir. Mümkün olabilen minimum gecikme zamanı, ( $t_{min}$ ), iki yer istasyonunun tamamen birbirine yakın ve uydunun tam bunların üstünde olduğu durumda meydana gelir, istasyondan istasyona mümkün olabilen maksimum gecikme zamanı da ( $t_{max}$ ), uydunun ufukta her iki istasyonu da görebildiği durumda meydana gelir. Buradan, h uydunun yüksekliği, r dünyanın yarıçapı ve c ışık hızı olduğuna göre  $R = r + h$  dan, dünyanın merkezinden yer istasyonu ve uydunun yönü arasındaki  $\theta$  açısı bulunur. Buradan yer ile uydu arasındaki gecikme zamanına geçilir. Böylece (4) ifadesinde  $\cos \theta \geq 1$  yada  $(r/R)$  konarak minimum ve maksimum gecikme zamanı ve iki ile de çarpılarak, istasyondan istasyona toplam gecikme zamanı elde edilir.

$$t = \frac{R}{c} \sqrt{R^2 + r^2 - 2Rr \cos \theta} \quad (6)$$

$$t_{min} = \frac{2r}{c} \quad (7)$$

Pratikteki minimum gecikme zamanı, yer istasyonları arasında oldukça büyük bir mesafe olması dolayısıyla  $t$ 'den biraz daha büyük olacaktır. Aynı şekilde maksimum gecikme zamanı da, pratikte yer istasyonlarında  $5^\circ$  den daha küçük yükseliş açılan kullanılmadığından,  $t_{max}$ 'den biraz daha küçük olacaktır.

Uydu - yer istasyonu sistemindeki toplam gecikme zamanı için yer zincirine ait ve C.C.I.T.T. Recommendation G 114 de verilen ilâve gecikme zamanını da hesaba katmak gerekir.

$L_2$  — (0.0064 x mil olarak mesafe) milisaniye ya da,

$L$ , — (0.004 x kilometre olarak mesafe) milisaniye.

Buradaki birinci terim  $L_2$ ; Terminal cihazlarındaki ve bazı yüklü kablolardaki muhtemel gecikme toleranslarını gösterir, ikinci terimdeki hız faktörü 0,004; en uzun tranmsiyon mesafesi için verilir. Böylece yukardaki şekillerden de istifade edilerek,  $t_{max}$  ve  $t_{min}$  formüllerinden gecikmeler hesaplanınca, mevcut yapma uydu haberleşme sistemi için, toplam tek yol gecikme zamanı yaklaşık olarak elde edilir. Bu değerler Tablo n'de verilmiştir.

Tek yol gecikme zamanı (ms)

Sabit uydu (yükseklik 36000 km)

	Min	Max	Ortalama
istasyondan istasyona	240	280	260
Yere ait ilâve gecikme	10	50	30
Toplam	250	330	290

Yapma uydu ile yer istasyonu arasındaki gecikme zamanı, halen normal olarak yeryüzünde kullanılan radyo - link sistemlerindeki gecikmelerden epeyce büyüktür. Bu doğrudan doğruya kendisi için bir problem olduğu gibi, aynı zamanda yankının subjektif tesirinde de bir artmaya sebep olacaktır. Bu da aynı abone tarafından yapılmış değişik konuşmalardaki farklılık sebebiyle abone şikâyetlerini doğuracaktır.

C.C.I.T.T. üyeleri, modern yanla cihazları ile telefon abonelerindeki zaman gecikmesi ile yankı tesiri arasındaki tolerans üzerinde birçok subjektif denemeler yapmışlardır. Bu denemeler sonucunda, tek yol ortalama propagasyon zamanı için gecikme limitleri, C.C.I.T.T. nin Cenevadaki istişari kurulunda yeniden düzenlenmiştir. (C.C.I.T.T. Recommendation G, 114).

## 4.2. Gecikme limitleri :

Milletlerarası telefon irtibatlarında iki abone arasındaki propagasyon zamanını sınırlandırmak gereklidir. En son yapılan denemeler göstermiştir ki, eğer ortalama tek yol propagasyon zamanı 0 ile 150 ms. arasında kalıyorsa muhtemelen abonelerde milletlerarası telefon irtibatları için, zaman gecikmesi ve yankı sebebiyle ibir karşı reaksiyon meydana gelmemektedir. Propagasyon zamanı 150 ms. nin üstüne çıktığı zaman abone şikâyetleri de artmaktadır. Bu artış nisbeti, maksimum tek yol propagasyon zamanı için verilen 400 ms. ye kadar yükselmektedir. C.C.I.T.T., yankı kaynaklarının mevcut olduğu ve yankı söndürücü cihazların kullanıldığı durumlarda, ortalama tek yol propagasyon zamanı için, aşağıdaki tavsiyeleri vermektedir:

a) 0 ile 150 ms arasında, herhangi bir sınıkla olmadan kabul edilir.

b) 150 ile 400 ms arasında, ihtiyatla kabul edilebilir. Bu gibi irtibatlara ancak mahzurlarını karşılayacak özel avantajlar olduğu takdirde müsaade edilebilir.

c) 400 ms ve daha üstü kabul edilemez. Bu kademedeki gecikmeye sahip irtibatlar, çok istisnai durumlar hariç kullanılamaz.

# YAPMA UYDU HABERLEŞMESİ

Bu " limitlerin nazarı dikkate alınması. bundan başka, telefon haberleşmesinde yapma uydu sistemlerinin kullanılmasında, tandem olarak çalışabilecek hat sayısında da bir kısıtlama meydana getirir.

Çok uzun gecikme zamanına sahip bir yankı, aynı seviyede fakat daha küçük gecikmeli bir yankıya nazaran, aboneler üzerinde daha kötü bir tesir meydana getirir. Pratikte telefon devrelerindeki yankının çok ağır olduğu durumlarda, yer sisteminde yankı- söndürücü cihazların kullanılması yaygın bir usüldür. Yankı söndürme cihazlarının kullanılması, ve bunları geliştirmek için yapılan çalışmalardan başka, devrelerin hesabında C.C.I.T.T.'nin tavsiyelerinde verilen, zaman gecikmesi limitlerini nazarı itibare almak gerekir. Son karar vermek için »bir seçme yapılmasının, zorluğu olduğu hallerde, zaman gecikmesi faktörüne diğerlerine nazaran daha fazla ağırlık vermek gerekir.

## 5. Frekansların Seçimi

### 5.1. Gürültünün tesiri :

Uzay haberleşmesinde 'tatmin edici bir işaret/gürültü (S/N) seviyesi elde etmek için minimum gürültülü bir alıcı sistemi yapmak çok

önemli bir problemdir. Yapma uydu irtibatlarında gürültü esas olarak yer istasyonunda bir alma, problemi gibi gözükür. Zira bir yapma uydu alıcısında taşıyıcı/gürültü (C/N) oranı,, yer istasyonunda güç intişarının efektif olarak artınlmasıyla, yeterli derecede yüksek yapılabilir.

Alma sistemindeki gürültü kaynakları Şekil 4'de gösterildiği gibi sınıflandırılabilir. Sistemin gürültü gücü, her" çeşit gürültünün efektif olarak bir gürültü ısısına irca edilmesiyle hesaplanır. Sistemin eşdeğer gürültü gücü  $P_N$ , eşdeğer gürültü ısısı  $T_s$  ile verilir.

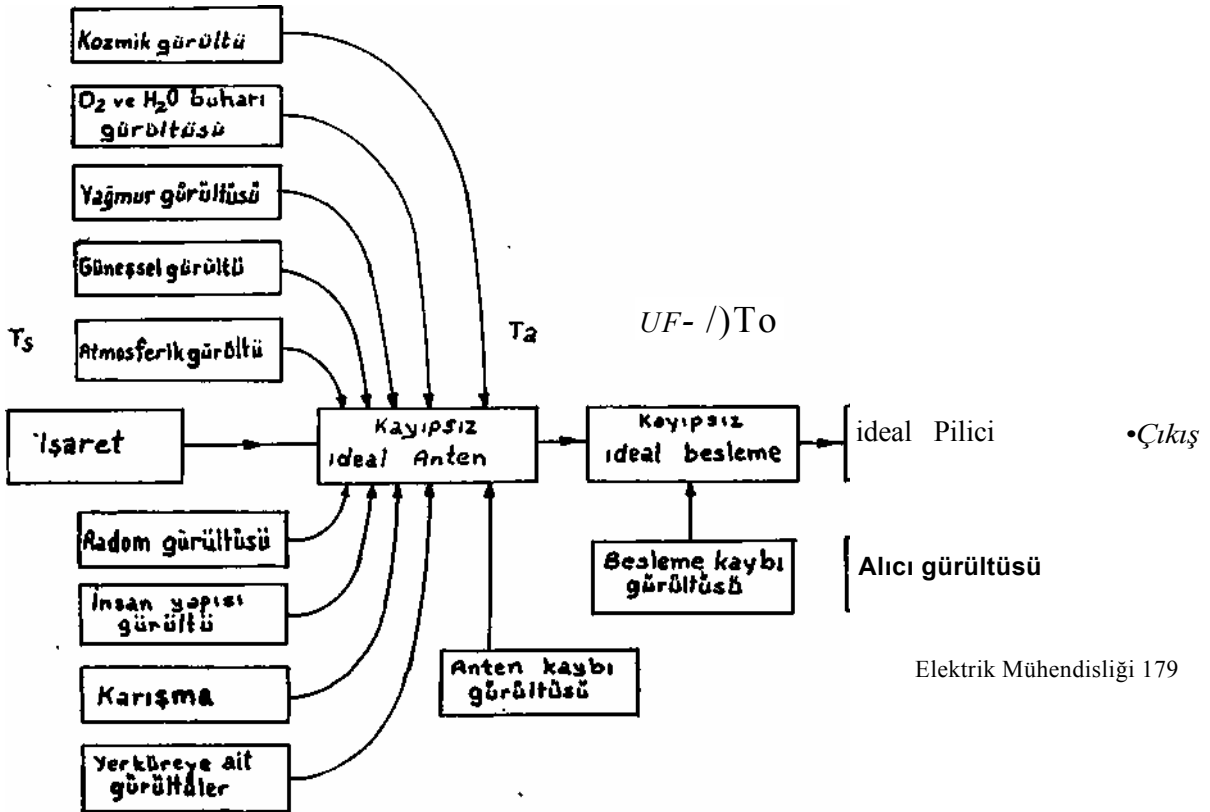
$$P_N = k \cdot T_s \cdot B$$

Burada  $k$  Boltzman sabiti ( $1,83 \times 10^{-23}$  Joule/ $K^\circ$ ) ve  $B$  frekans bandı genişliğidir. Eşdeğer anten gürültü ısısı  $T_a$ , besleme kaybı  $L_F$  ( $> 1$ ) ve bunun ısısı  $T_n$ , eşdeğer alıcı gürültü ısısı  $T_e$  kullanılarak

$$T_s = T_a + T_e \quad (1)$$

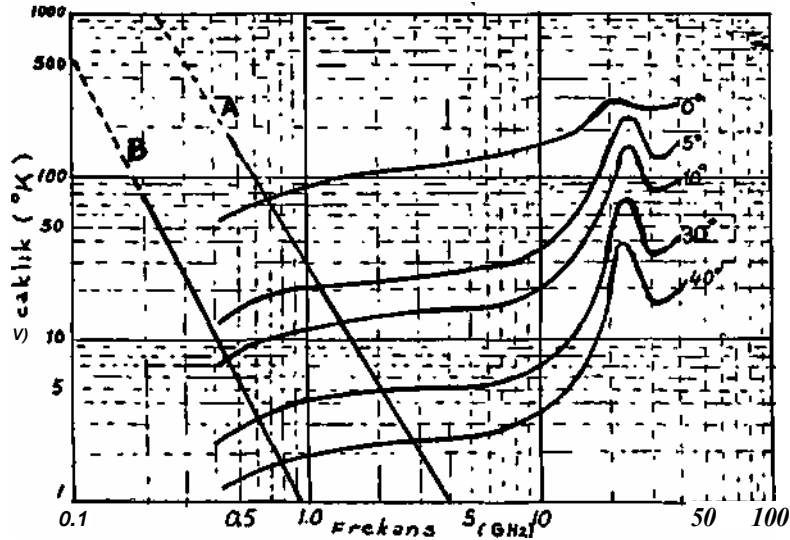
sistemin eşdeğer gürültü ısısı yakardaki gibi verilebilir.

1. Buhar ve kozmik gürültüler : Bu gürültülere ait karakteristikler Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Ter istasyona alıcı sistem gürültüsü.

## YAPMA UYDU HABERLEŞMESİ



Şekil 5. Yerden yansıyan kozmik gürültü gök ısı ve eğrilerde işaret edilen yükseliş açılar için atmosferik yutulma. A : max. kozmik gürültü, B : Min. kozmik gürültü.

Çoğunluğunu f eza • gürültüsünün meydana getirdiği kozmik gürültü, Şekil 5'de A ve B eğrilerinde görüldüğü gibi alçak frekanslarda kaynak gürültüsü sınırına gelir. Atmosfer baza sıcaklıklarda bir zayıflatıcı gibi davranır. Bu meydana oksijen ve su buharı absorpsiyonu antene doğru bir gürültü intişann^ sebep olur. Bunun tesirini bir anten gürültü ısı ile ifade etmek mümkündür.

2. Yağmur gürültüsü : Yağmur da bir yutu gibi davranır ve maksimum 100 °K civarında bir gürültü neşreder. Bu sebeple yağış miktarının fazla olduğu bölgelerde yağmur gürültüsü, sistem hesabında önemli bir faktördür. Bir büyük yağmur esnasında, radoma düşen yağmur damlaian, üzerine kar yağdığı zamanki kadar çok gürültü meydana getirir.

3. Yer gürültüsü : Hali hazırda kullanılan antenler, alçak açılı atmosferik gürültüye daha geniş bir alan gösterdikleri için ilâve bir gürültü meydana getirirler. Geniş parabolik antenler, 20 °K ya da biraz daha fazla gürültüleri ile daha iyi bir netice vermektedirler. Cassegran tip antenler 5-10 °K gibi alçak değerde bir gürültüye sahiptir.

### 5.2. Atmosferin tesiri :

Atmosfere nüfuz eden radyo dalgaları düşey istikamette maksimum (50/fMHz)<sup>2</sup> dB bir kayıp absorbe olur ve maksimum 0,6 (100/fMHz)<sup>2</sup> derece ile kırılırlar. Polarizasyon düzlemi F<sub>o</sub> olayı ile değişir. Dönme sayısı 6 (200/fMHz)<sup>2</sup> dir. i, 4 GHz'de 4,5'den küçüktür.

### 5.3. Atmosferin tesiri :

GHz'in üstündeki frekanslarda, Şekil 5'de görüldüğü gibi, oksijen ve su buharı absorpsiyonunun artmasıyla zayıflama çoğalır, 1 ilâ 10 GHz arasındaki frekanslarda zayıflama, bilhassa  $\theta = 0^\circ$  için 5 dB'nin altındadır. Bulut ya da sisten dolayı meydana gelen zayıflamalar, 4 GHz'de 1 dB'in, 7 GHz'de 3 dB'in, 10 GHz'de 6 dB'in altında bir değere sahiptir. Yağmur zayıflatması, yağış mesafesinin 100 km ve debisinin 2,5 mm/saat olduğu kabul edilerek, 4 GHz'de 0,3 dB, 7 GHz'de 1,5 dB ve 10 GHz'de 4 dB civarındadır.

1963 yılı başlarında toplanan C.C.I.R. 10. İştilşar Genel Kurulu'nda, aktif yapma uydu haberleşme sistemleri için, yer radyo - röle sistemiyle, kullanılacak frekans bandı, her İM sistem için radyasyon gücü ve müsaade edilen maksimum karıkma hakkında tavsiyelerde bulunulmuştur. Aynı yılın Ekim ayında Olağanüstü Radyo Konferansı'nda yukarıda belirtilen tavsiyelere uygun olarak, 4 GHz ve 6 GHz taşıyıcı frekans bandım da içine alan toplam olarak 2800 MHz genişliğinde bir frekans bandını aktif yapma uydu haberleşmesi için kabul etmiştir. Şekil 6'da tesbit edilen bu frekans bandları gösterilmiştir.

### 6. Yer istasyonunun yeri

Yer istasyonları büyük yatırım isteyen ve bu sebeple yer seçiminde çok büyük dikkat gösterilmesi gereken tesislerdir. Aşağıdaki bölümlerde bu hususta göz önüne alınması gereken faktörler ve bunların özelliklerine temas edilmiştir.



## YAPMA UYDU HABERLEŞMESİ

### 6.5. Coğrafih ve diğer şartlar :

Bir yer istasyonunun anten sistemi çok ağır bir yapıdır. Tesisin kusursuz yapılması şarttır. Bu sebeple anteni, ağır yükleri taşıyabilecek, çökmelere meydan vermeyecek, zemini sağlam kaya olan yerlere tesis etmek tercih edilir. Diğer önemli faktörler de : Lüzumlu elektrik gücünün bulunması, su kaynağının mevcudiyeti, ulaşım şebekesine yakınlık v.s. dir. Tozlu bölgelerden, hava kirletmesinden ve atmosferik tesirlerin sebep olduğu paslanmadan sakınmak da arzu edilen hususlardır.

### 7. Teknik Standartlar

C.C.I.R, yer - yapma uydu haberleşme sistemlerinin televizyon devreleri için kullanılmasında, teçhizat hesabına alt bazı Standartlar ortaya koymuştur.

Farazi referans devresi: Aktif uydu haberleşmesi için yer - uydu - yer radyo -link zincirinden meydana gelen bir referans devresi tavsiye edilir. Bu devre, esas bandra taşıyıcı ile radyo frekanslarına kaydırılması ve ters olarak radyo frekanslarından esas frekans bandına kaydırılma-

yı temin edecek bir çift modülatör ve demodülatör cihazını ihtiva edecektir.

Video band genişliği ve işaret/gürültü (S/N) oranı: Aktif uydu haberleşme sistemine<j siyah - beyaz televizyon için video bandın üst limiti olarak 5 MHz verilmiştir. Farazi referans devresinde devamlı tesadüfi gürültüler için, işaretin ağırlaştırılmış gürültüye oranı zamanın % 99'u için ortalama 55 dB olacaktır.

Müsaade edilen gürültü gücü: Aktif uydu haberleşmesinde frekans bölmeli mültipleks telefon için bir standard verilmiştir : Farazi referans devresinde herhangi bir telefon hattında, izafi sıfır seviyesinde psfometrik ağırlaştırılmış gürültü gücü, herhangi bir ayın % 0.3'ünde daha fazlası için, herhangi bir saatte 10.000 pW, bir dakikada ortalama 50.000 pW değerini aşmamalıdır.

Müsaade edilen karışım : Aynı frekans bandında çalışan yer röle - radyo sistemi ile aktif haberleşme uydu sistemi arasında, karşılıklı olarak karışmadan sakınmak için, müsaade edilen maksimum karışma değeri, maksimum güç yoğunluğu ve radyasyon gücü Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3 : Aynı frekans bandında çalışan yer radyo istasyona ve haberleşme uydulan için müsaade edilen karışma ve güç sınırları :**

istasyon	Cinsi	Şuurlar	Açıklama
Haberleşmiş uydu sistemi	Karışma gürültü gücü	1000 pW (Herhangi bir saatte ortalama güç) 1000 pW (Herhangi bir ayın % 20 sinde, bir dakikalık ortalama güç) 50000 pW (Herhangi bir ayın % 0,3'ünde, bir dakikalık ortalama güç)	Farazi referans devresinin herhangi bir telefon kanalında izafi sıfır seviyesinde. Rec. 356-1
Yer röle-radyo sistemi	Karışma gürültü gücü	1000 pW (Herhangi bir saatte ortalama güç) 1000 pW (Herhangi bir ayın % 20 sinde bir dakikada ortalama güç) 50000 pW (Herhangi bir ayın % 0.01 inde bir dakikada ortalama güç)	Röle-radyo sistemi için 2500 km'lik farazi referans devresinin herhangi bir telefon kanalında, izafi sıfır seviyesinde. Rec. 357-1
Uzay istasyonu	Yer yüzeyinde güç akış yoğunluğu	Toplam güç akış yoğunluğu = $-130$ dBW/m <sup>2</sup>	Geniş bantlı FM
		Herhangi bir 4 KHz bandında = $-149$ dBW/m <sup>2</sup> 4KHz	Geniş bantlı FM
		$-152$ dBW/m <sup>2</sup> 4KHz	Diğer tip modülasyonlar
Yer istasyonu	Efektif radyasyon gücü	55 dBW	1—10 GHz
	Anten giriş gücü	13 dBW	