

Burada;

L : atmosfer ve yukarı link gürültü kayıpları
V : 3 dB bağıl kazanç
G/T: alıcı becerisi, 6 dB/Kelvin
k : Boltzman sabiti -168,6 dB(W/MHz/K)
B : eşdeğer gürültü bantgenişliği 14.3 &
(MHz)

Veriler yerine konulunca

$$P * 14 + 205,8 + 1,8 + 0,5 + 3 - 6 - 168,6 \\ + 14,3 = 64,8 \text{ dBW}$$

bulunur.

Bu şekilde yapılan hesabın Çizelge 8'dekine kıyasla 1,1 dB fazla güç gerektirdiği görülmektedir. Bu nedenle güç akı yoğunluğu değerinin en az -102 dBW/m² olarak alınması gerektiği planlama konferansında günlerce süren tartışmalara konu olmuştur.

7. PLANLAMA KOŞULLARI

Uydulardan yapılacak doğrudan yayınlarda kullanmak üzere ayrılan 12 GHz sıklık bandının ve yerle eşzamanlı yörünge bölümlerinin sınırlılığı ortadadır. Doğal kaynak niteliğindeki bu olanakların en iyi şekilde değerlendirilmesi ancak iyi bir planlamayla sağlanabilir. Planlamanın bu dönemde yapılmasının gerekip gerekmediği tartışmasını şimdilik bir yana bırakarak plan yapımında uyulan ilke ve koşullara bir göz atalım.

Planlamada temel ilke olarak aşağıdaki hususlar alınmıştır:

- Yayınlanan enerjinin olanaklar ölçüsünde kapsama bölgesi içine yönlendirilmesi, özellikle ülke sınırları dışına taşmaların teknik yönden sağlanabilecek en düşük düzeyde tutulması (428 A nolu Radyo Kuralı).
- Onaylanmış bireysel alışı nitelik düzeyine olanak veren en düşük yayın gücü kullanılması.
- Bölge sınırlarında milletlerarası radyo kuraları ile önceden saptanmış güç akı yoğunluğu sınır değerlerine uyulması»
- Olanak ölçüsünde ülkelerin ayırım isteklerinin karşılanması ve ülkelerarası ayırım eşitliği sağlanması<
- Farklı yörünge konumları, ters kutuplamalar, uzak yayın kanalları ayırımı gibi girişim azaltıcı yöntemlerin en etkin biçimde kullanılması.

Bu temel ilkelere hareket ederek yapılan planda ülkelerin karşılanabilen her program isteği için şu belirginlikleri saptanmıştır:

- Yayın sıklık kanalı,
- Kapsayıcı ışın,
- Yörünge konumu,
- Yayın gücü,
- Kutuplama.

Bu belirginlikler saptanırken temel ilkelere ek olarak kaçınılmaz birtakım yan koşullar ve tercihlerin varlığı planlama işini güçleştirici etkiler olarak ortaya çıkmıştır. Bunlar teknik, ekonomik, politik ve karma etkiler olup bir kısmı ülkelerin tümünü bir kısmı da belirli ülkeleri ve ülke gruplarını ilgilendirmektedir.

- 12 GHz'de Avrupa, Afrika kıtaları ile SSCB'nin tümünün yer aldığı 1.bölgede ayrılmış bantgenişliği 800 MHz. Asya ve Okyanusyadan oluşan 3'ncü bölge bantgenişliği ise 500 MHz'dir. Bu durumda doğal olarak ülkelere verilebilecek toplam kanal sayısında bölgeler arası bir farklılık ortaya çıkmaktadır.
- Bir ülkeye verilen kanallar arasında uydu verici ve anten donatılarında büyük güçlükler ortaya çıkmadan çoklamaya (*multipleks*) elverecek ölçüde sıklık ayırımı yapmak zorunludur. Bununla birlikte bu kanallar alıcı akord devrelerinde kolaylık ve ekonomi sağlamak üzere olanaklar ölçüsünde birbirine yakın tutulmalıdır.
- Yörünge konumu tahsisinde önde gelen etkenler öncelikle her ülkeye yukarı bölümlerde açıklandığı gibi hesaplanmış uygun yörünge yayı içinde bir konum ayrılması ve ikinci olarak tersi istenmedikçe bir ülkenin istediği tüm kanallar için aynı uydu konumunun verilmesidir. Bu şekilde hem yörünge üzerindeki tek uydudan tüm yayınların yapılması hem de aynı alıcı antenin tüm programları alışı kullanılması olanaklı olacaktır.
- Kutuplamanın saptanmasında yukarıdaki gibi alıcı donatımının basitleştirilmesi için her ülkede tüm programların aynı kutuplama ile yayınlanması koşulu gözönünde tutulmalıdır.

Yukarıda sıralananlar, türü gereği, tüm ülkeleri ilgilendiren teknik ve ekonomik koşullardır. Ayrıca bazı ülke grupları ve ülkeler aşağıda birkaçı örnek olarak verilen, kısmen genel kısmen özel nitelikte istekler öne sürmüşlerdir.

- Avrupanın doğu ve batı blok ülkeleri birbirinden en az 16° farklı yörünge konumlarında yer almak istemişlerdir.
- Yeterli en küçük ışın boyutları saptanmasına rağmen ülke dışına zorunlu yayın taşmaları konusunda istekler: Bu gibi durumda bazı ülkeler komşusunun uydusundan gelecek zorunlu taşmanın etkinliğini azaltmak üzere ayrı yörünge konumu, ayrı kutuplama hatta ayrı kanal grupları isterken sosyal ve politik ayrımları büyük olmayan bazı komşu ülkeler özellikle aralarında ki sınır bölgesinde yaşayan halklarına alış kolaylığı sağlamak üzere aynı konum ve kutuplama tahsisini istemişlerdir. İkinci türe örnek olarak Yunanistan ve Kıbrıs Rum yönetiminin istekleri gösterilebilir.
- ülke aşırı kapsama istekleri: Federal Almanya, Avusturya ve İsviçre aynı dili konuşan halkları yararına tümünü birden kapsıyacak birer özel ışın, yine tsveç, Norveç, Finlandiya ve Danimarka ayrılacak 5'er kanaldan ikisinin her üç ülkeyi birden kapsıyacak ışın genişliğinde olmasını istemişlerdir. Bunların yanı sıra Vatikan Şehir Devletinin dinsel yayın yapmak üzere Avrupanın büyük bir kısmını içine alacak kapsama isteği ile Suudi Arabistan'ın islam ülkeleri üzerinde istediği ışınlar: bu aşırı istekler arasında sayılabilir. Çoğu yukarıda ilkeler bölümünde değinilen milletlerarası radyo kuralına aykırı olan bu istekler anılan şekliyle kabul edilmemiştir.
- Ülke içi uziletme ve doğrudan yayın hizmetleri için tek uydu kullanmayı planlayan bazı

ülkeler belirli bir yörünge konumu için ısrar etmişlerdir. Bunlara örnek olarak Endonezyalım isteği karşılanamamış ancak İran'a istediği konum ayrılabilmiştir.

- e) Yine aşırı bir başka istek türü de bazı ülkelerce yapılan 8,10 hatta 14 kanal ayrılması gibi isteklerdir.
- f) Güney ve Kuzey Amerika kıtalarının yer aldığı 2'nci bölge devletleri kendi bölgeleri için planlama yapılmıyacağından yörünge üzerinde çok geniş bir yayı 1 ve 3'ncü bölge planının dışında tutmak istemişler ve sınırları 160° Batı ve 37° Batı boylamı olarak saptanan bu yay uçlarında güç akı yoğunluğunu $-125 \text{ dBW/m}^2/4 \text{ kHz}$ olarak sınırlandırmışlardır.
- g) Ekvator üzerinde yer alan ülkeler yerle eşzamanlı yörünge için tıpkı yeraltı zenginlikleri gibi bir doğal kaynak olduğunu, bu nedenle ülkeleri üzerindeki yörünge yayı üzerinde hükümler hakları bulunduğunu, özel izin alınmaksızın bu yaylar içinde hiçbir ülkeye uydu konumu tahsis edilemeyeceğini bildirmişlerdir. Planlama bu konu dikkate alınmadan yapılmış ancak ek protokolda bu bildiriye yer verilmiştir.
- h) Tropik bölge ülkeleri yağmur zayıflaması nedeniyle yörünge konumlarının seçiminde en az 4° , dağlık ülkeler ise gölgede kalan bölgeleri azaltmak üzere en az 30° uydu yükseklik açısı sağlanmasını istemişlerdir.

7.1. PLANLAMA YÖNTEMLERİ

Yukarıda sıralanan ilke, koşul ve isteklerin tümüne uyularak başarılı bir planın yapılabilmesi gerçekten büyük güçlükler göstermektedir. Tüm ülkelerin eşit geometrik şekil ve büyüklükte ve eşit bir dağılımla dünya üzerinde yer aldığı düşünülürse bilimsel, düzenli ve en iyi sonuçları veren planların yapılabilirdiği, çeşitli kişi ve kuruluşların yaptığı kuramsal çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak gerçekte hiçbir husus düzenli değildir. Yine de bu tür kuramsal çalışmalar toplam kanal sayısı, kanallar arası sıklık farkı, bir yörünge konumuna yerleştirilebilecek uydu sayısı, konular arası açısal ayırım gibi hususlarda optimum değerlerin saptanmasını sağlamıştır. Planlama sürecinde bu değerler hareket noktası ve hedef olarak kullanılarak en iyi planın yapılmasına çalışılmıştır.

Plan sözcüğünün yanısıra yer vermekte olduğumuz iyi, uygun, başarılı gibi sıfatlarla neyi tanımlamaya çalıştığınızı açıklayalım. Yalın bir deyişle iyi ve başarılı bir plan, ülkelerin isteklerini en uygun biçimde karşılayan tahsislerin saptanmış korunma oranları içinde yerleştirilebildiği bir dağıtım listesidir.

Plan yapılmak üzere N adet ülke, C adet kanal, P adet yörünge konumu ve 2 adet kutup varsa bulunabilecek çözüm sayısı

$$M = (2-C-P)^N \text{ dir.}$$

Kuşkusuz bu M çözümden büyük bir kısmı onaylanmayacak ölçüde fazla girişim vereceğinden dikkate

alınmaz. Ancak yine de M sayısı o kadar büyüktür ki çözümleri bulmak ve irdelemek bilgisayarlar aracılığıyla bile olanaksızdır. Bu yüzden öncelikle yörünge konum noktalarını saptamakla işe başlanır. Planlamada bu noktalar 37° Batı boylamından başlamak üzere Doğuya doğru 6° şar derece aralıklarla seçilmiştir. 29° Doğu boylamından sonra 3° arayla 32° Doğuya geçilmiş ve tekrar 6° şar derece ara ile 170° kadar gelinmiştir.

Başlangıçta kanal taşıyıcıları arası açıklık 20 MHz olarak alınmış ve $(800/20) = 40$ kanal sayısı bulunmuştur. Bandın üst ve alt sınırında kuruma bantları bırakmak gerektiği için daha sonra kanal ayırımı 19,18 MHz olarak belirlenmiştir. Saptanan kanal numaraları ve karşıtı olan taşıyıcı sıklıkları aşağıda Çizelge 9'da verilmiştir.

Kanal No	Sıklık (KHz)	Kanal No	Sıklık (MHz)
1	11 727,48	21	12 111,08
2	11 746,66	22	12 130,26
3	11 765,84	23	12 149,44
4	11 785,02	24	12 168,62
5	11 804,20	25	12 187,80
6	11 823,38	26	12 206,98
7	11 842,56	27	12 226,16
8	11 861,74	28	12 245,34
9	11 880,92	29	12 264,52
10	11 900,10	30	12 283,70
11	11 919,28	31	12 302,88
12	11 938,46	32	12 322,06
13	11 957,64	33	12 341,24
14	11 976,82	34	12 360,42
15	11 996,00	35	12 379,60
16	12 015,18	36	12 398,78
17	12 034,36	37	12 417,96
18	12 053,54	38	12 437,14
19	12 072,72	39	12 456,32
20	12 091,90	40	12 475,50

Çizelge 9. Kanallar ve sıklık

Daha sonra ilk 4 kanal, her kapsama bölgesi için bir kanal ve bir yörünge konumu seçmek yoluyla ülkelere dağıtılmıştır. Bu dağıtımda her kanal için her yörünge konumu en çok bir kez kullanılmış, birbirine bitişik komşu ülkeler arasında 3 konumluk yani 18° ayırım olmadıkça aynı kanalın kullanılmamasına çalışılmış ve bu gibi durumlarda ters kutuplamalar düşünülmüştür. Bu süreç içinde her adımda eklenen yeni bir tahsisin öncekilerle girişim yaratıp yaratmadığı hızlı hesap yöntemleri ile denetlenmiş, gerektiğinde bu son girdi başka bir kanal veya kutuplama verilme yoluyla düzeltilmiştir. Daha sonra elde edilen 4 kanallık alt plan 5 kez yinelenmiş, 3'ncü bölge ülkelerinin bir veya iki kanalı silinerek onların yerine ve önceden az çok kestirilen bazı boşluklara, İskandinav ülkeleri örneğinde olduğu gibi genişletilmiş ışınlar veya Japonya'nın istediği 5'in üzerindeki kanallar sığdırılmaya çalışılmıştır. Bilgisayara yaptırılan ayrıntılı girişim çözümlemesi ile birbirini etkileyen tüm ışınlar saptanmış ve yeniden bazı düzenlemelerle tüm hesaplar yenilenmiştir. Her aşamada el ve bilgisayar hesap yöntemlerini kullanarak tüm işlem yaklaşık 20 kez tekrarlanmış, böylece en az ekli koruma payı içeren bir plan elde etmeye çaba harcanmıştır.

	1.inci Bölge	2.inci Bölge	Toplamı
Planda yer verilen ülke ve bağımlı/bağımsız bölge sayısı	106	43	149
Planda giren ışın sayısı	146	106	252
Kullanılan yörünge konumu sayısı	31	25	37
Kullanılan kanal sayılarının göre ışınların dağılımını			
1 kanallı	11	26	37
2 kanallı	10	8	18
3 kanallı	6	12	18
4 kanallı	15	38	53
5 kanallı	99	14	113
6 kanallı	5	7	12
8 kanallı	--	1	1
Aldıkları ışın sayılarına göre ülkelerin dağılımı			
1 ışın alan ülke sayısı	88	3	122
2 ışın alan ülke sayısı	14	4	18
3 ve daha çok ışın alan ülke sayısı	4	5	9
Toplam tahsis sayısı (ışın x kanal)	634	350	984
Eşdeğer koruma payı eksisi olan tahsisler			
0 - 1 dB arası	68	40	108
-1 - 2 dB arası	42	28	70
-2 - 3 dB arası	3E	22	57
-3 den daha düşük	19	27	46
Toplam eksiler	164	117	281
Eksi koruma paylı ışına sahip ülke sayısı	30	16	46

Çizelge 10. Plan sonuçları özet bilgiler (sayısal)

Değerlenen hızlı hesap yöntemleri, seçilen kanal ve konumlar için, hem eş ve ters kutupsal girişim matrislerinin çıkarılması şeklindedir. Bu matrisde eksisi sonuç veren giridiler hemen görülmekte ve daha uygun seçenekler belli olmaktadır. Bilgisayar geliştirilmiş algoritmaları kullanarak bazı çözümleri birkaç seçenek içinden ayırabiliriz. Böyle bir işlem için gerekli algoritmalar birçok kuruluş tarafından geliştirilmiştir. Gerçekte TDF (Fransız Televizyon örgütü) tarafından geliştirilen bilgisayar programı planın sentezinde kullanılmıştır. Burada algoritmaların ilk adımı birbirini en çok etkileyecek durumdaki iki ülkeye olanaklı en iyi korunmayı sağlayacak kanal ve kutuplaşmayı seçmek şeklindedir. RAI (İtalyan Radyo TV Kurumu) bilgisayar programı ön hedef olarak yeterli koruma, buna karşın en az kanal kullanımını sağlamaktadır.

Planlama sürecinde yeryüzünde konu üzerinde en çok bilgi sahibi uzmanların hemen tümü görev almıştır. Yine de yukarıdaki yöntemle yapılan planın elde edilebilecek en iyi dağıtımını verdiğini söylemek çok güçtür. Eldeki tüm olanaklara karşın değişkenlerin çokluğu ve kısıtlı zaman tüm olasılıkların irdelenmesine olanak vermemiştir. Bununla birlikte çeşitli kuruluşlarca birçok ortamda onlarca kez yapılmaya çalışılan plan örneklerine kıyasla elde edilen sonucun oldukça başarılı olduğu görülmektedir.

7.2. PLAN SONUÇLARI VE İRDELEME

Aşağıdaki Çizelge 10'da plan sonuçları ile ilgili bazı özet istatistik bilgiler verilmektedir.

Birden fazla ışın tahsis alan ülkeler ve ışın sayıları:						
Cin Halk Cumhuriyeti	36	19° Batı	31° Batı	37° Batı	1° Batı	
SSCB	11	Tahsisler	69	4	60	
Hindistan	12	Paylaşan Ülke sayısı	12	13	10	
Avustralya	6	En az yüküklü konu: 152° Doğu Yarı Küre tahsis: 3				
Pakistan-Endonezya	5	Bos bırakılan yörünge konumu: 116° Ocu				
Danimarka-Sudan-Suudi Arabistan	3	Birden fazla yörünge konumunda tahsis alan ülkeler ve konum sayıları:				
Cezayir-Vatikan-Finlandiya-İzlanda-Fransız Polinezyası-Halifaya-Norveç-İsviçre-Suriye-Tunus-Zaire-Afganistan-Malezya-Veni Zelanda-Papua Yeni Gine-Ubya-Yugoslavya	2	SSCB	5	Cin Halk Cumhuriyeti	3	
Toplam 5 den fazla tahsis alan ülkeler:		Hindistan-Endonezya-Avustralya-Papua Yeni Gine	2	En yüksek ve düşük güçlü uyduların vericilerinin dağılımı:		
SSCB (Ukrayna ve Beylorusya dahil)	70	Ölke	Tahsis No	Konum	Eliptik ışın Etkin güç	
Cin HaU Cumhuriyeti	55	SSCB	URS-080-D	140° 2,9"/2,4"	68,1	
Hindistan	48	Bahreyn	BHK-25S	17° 0,6"/0,6"	0,8	
Avustralya	36	En büyük ışın genişliği tahsis:				
Endonezya	20	1° Batı	31° Batı	37° Batı	1° Batı	
Sudan	15	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Pakistan-Suudi Arabistan	11	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Cezayir-Libya-Halifaya-Moritanya-Yugoslavya-2a1r*	10	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Moritanya-Malezya	9	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Afganistan-Japonya-İzlanda	8	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Danimarka-Veni Zelanda-Papua Yeni Gine	7	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Kor* (Güney)	6	Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
Eri çok yüküklü yörünge konumları:		Etkin güç Etkin güç Etkin güç Etkin güç				
19° Batı	31° Batı	37° Batı	1° Batı			
Tahsisler	69	4	60			
Paylaşan Ülke sayısı	12	13	10			
En az yüküklü konu: 152° Doğu Yarı Küre tahsis: 3						
Bos bırakılan yörünge konumu: 116° Ocu						
Birden fazla yörünge konumunda tahsis alan ülkeler ve konum sayıları:						
SSCB	5					
Cin Halk Cumhuriyeti	3					
Hindistan-Endonezya-Avustralya-Papua Yeni Gine	2					
En yüksek ve düşük güçlü uyduların vericilerinin dağılımı:						
Ölke	Tahsis No	Konum	Eliptik ışın	Etkin güç	Verici gücü	
SSCB	URS-080-D	140° 2,9"/2,4"	68,1	0,8	15,5	
Bahreyn	BHK-25S	17° 0,6"/0,6"	0,8	15,5		
En büyük ışın genişliği tahsis:						
1° Batı	31° Batı	37° Batı	1° Batı			
Tahsis No	69	4	60			
Konum	12	13	10			
Eliptik ışın	63.C 1238					
Etkin güç	63.C 1238					
Verici gücü	63.C 1238					

Çizelge 11. Plan sonuçları üzerine bazı karakteristik bilgiler

01 ke	Kanallar	ton	Kutuplaşım	Eliptik ışın Kılın	Etkin güç P_{dB}	Verici gücü P_{dB}
Türkiye	1,5,9,13,17	5°Doğu	1	2,68/1,04	63,8	235
Kıbrıs	21,25,29,33,37	5°BoJu	1	0,6/0,6	63,6	30
Yunanistan	3,7,11,15,19	5°DoJu	1	1,78/0,98	63,5	145
SSCB (064)	1,5,9,13,17	23°Doğu	2	2,16/0,60	63,9	120
Türkiye ile aynı konumu (5°Doğu) paylaşan ülkeler:						
Kıbrıs-Danirirka (3 ışın)-Finlandiya (2 ışın)-Yunanistan-İzlanda-Norveç (2 ışın)-İsveç (2 ışın)-Lesoto-Süney Afrika Cumhuriyeti						
5°Doğu kommundaki:						
Toplam Ülke sayısı :				10		
Toplam ışın sayısı :				14		
Toplam tahsis sayısı:				50		

Çizelge 12. Türkiye ve bazı ülkelerin tahsisleri

10, 11 ve 12 nolu çizelgeler yayın uyduları planlaması sonuçları üzerine ilgi çeken birçok ayrıntıyı özetlemektedir. Görüldüğü gibi bazı ülkeler şekil ve büyüklüklerine göre birden daha fazla ışın ve yörünge konumu kullanmak zorunda kalmışlardır. Uyduda gereken transponder çıkış gücü değerleri ve kanal sayıları uydunun büyüklüğünü tanımlamakta başlangıç noktası olacaktır.

Koruma payları eksisi olan ülke ve tahsis sayılarının çokluğu yukarıda birçok kez belirttiğimiz

planlama güçlüklerini doğrulamaktadır, özellikle eksi değeri büyük çıkan tahsislerde aynı ülkenin çeşitli kanallarının birbirini bozması söz konusudur. Birçok durumda ülkeler daha fazla tahsis alabilmek için teknik olanakları zorlamışlar ve sonuçta hem kendi kanallarında hem de diğer ülkelere verilen kanallarda saptanan korunma oranlarının birkaç dB düşmesine neden olmuşlardır. Monaco, Andorra, Lüksemburg, Lihtenştayn, Vatikan, Hong Kong, Singapur vb. tek şehirlik ülkeler bile 4-5 kanallık yayın hakları sağlamışlardır. Bu ülkelere ayrılan 0,6''lik en küçük ışın bile gerekenden binlerce kez büyüktür. Aslında 10 km çapında bir alana sığan ülkeye TV yayını yapmak için 36500 km yukarıda bir uydu oturtmak fikri çok gülünçtür ve belki de hiçbir zaman gerçekleşmeyecektir. Ancak şu var ki bu ülkeler tahsis aldıkları için tüm planda sıkışıklığa yol açmışlardır.

Işınları saptamakta ilk aşama olarak ülkeyi çevreleyen çokgen köşelerinin seçildiği yukarıdaki bölümlerde anlatılmıştır. Bu köşelerin seçiminde de ülkeler kaçamak yollara başvurarak planlamanın "münhasıran herkesin kendi ülkesine yayın yapması" ilkesini zedelemişlerdir.

Bu konuda Türkiye'yi ilgilendiren iki örnek verebiliriz. Komşumuz Yunanistan ülkesinden yüzlerce kilometre uzaklıkta, ülkemiz güney kıyılarından ancak 300 metre açığı, üzerinde yaklaşık 1000 kişinin yaşadığı Meis adasını çokgen köşelerinden biri olarak seçtiği için hesaplanan ışını ülkemizin tüm batı bölgesini (yaklaşık üçte birini) içine almaktadır. Her iki ülke uyduları aynı yöre konumunda ve aynı kutuplama ile yayın yapacaklarından bu bölgede yaşayan halkımız büyük bir kolaylıkla Yunan yayınlarını izleyebileceklerdir. Komşumuzun bu adacıktaki 1000 kişiye yayın sağlamak için uydusundan gönderdiği gücün yaklaşık yarısını ülkesi dışında harcamayı göze aldığını düşünmek gerçekçi değildir. İkinci örnek Sovyetler Birliği'nin aldığı 27° Doğu konumundaki 3.7°/1.43° açılı 059 nolu ışındır. Karadenizin kuzeyinde Ukrayna'yı ve Hazar Denizine kadar Kafkasları içine alacak şekilde verilen bir kapsama isteğine göre seçilmiş olan bu ışın ülkemizin yarıdan fazlasını içine almaktadır. Ancak yöre konumu ülkemiz tahsisinden 18° farklı ve kutuplama ters olduğu için özel düzenleme olmaksızın Türkiye uydusunun yayınlarını almak üzere kurulan donatımla alış yapılamaz.

ülkelerin kapsam alanlarını geniş göstererek tahsislerin hem sayı hemde büyüklüklerinde artışlar yaratmaları planlamayı güçleştirici yönde etkin olmuştur.

Dağıtımda tahsisler arasında gerekli korunma şu yöntemle hesaplanmaktadır. Her ülke belirttiği kapsama bölgesi içinde ve genellikle bu bölge sınırlarında 20 sınıma noktası vermiştir. Bilgisayar bu sınıma noktalarında istenen yayın ile istenmeyen tüm alışırları hesaplamış ve gereken 31 dB korumadan büyük fark bulduğu durumlarda artı, daha küçük farklarda ise eksi olarak sonucu vermiştir, ülkemiz de yukarıdaki çizelgelerde yer alan eksi koruma paylı ülkeler arasında yer almaktadır. Tüm kapsama bölgesi içinde yalnız Hopa sınır bölümümüzde korunma oranı 31 dB'in altına düşmektedir. Bu düşme 5 kanalımız için -1,51 ile -1,66 dB ara-

sında değişmektedir. Bu noktadan yaklaşık 50 km. içerilerden sonra korunma payı sıfır olmaktadır. Ülkemizin % 95'inde en az 1 dB artı korunma payı olduğu bilgisayar aracılığıyla hesaplanmıştır.

Gerçekte korunma payında 1,7 dB'lik bir düşme yayın niteliğini 4,6 düzeyinden 4,4'e indirmektedir. Bu farkın önemli olmadığı açıktır.

Çizelge 13'de ülkemiz uydu yayınlarını etkileyecek Sovyet ışınının ayrıntıları verilmektedir.

Işın kodu : URS-64
Yörünge konumu : 23° Doğu
Yeryüzündeki ayak izi orta noktası: Boylam 45,6° Kuzey Enlem 40,8° Doğu
Eliptik ışın açıları : 2,16°-0,6°
Elips yönü (büyük eksenin doğu batı yönüyle yaptığı açı) : 163°
Etkin izotropik yayınım gücü : 64,1 dBW
Uydu transponder çıkış gücü : 122 W
En çok etkilenen noktada alışı düzeyleri oranı : 29,9 dB
Aynı nokta ve aynı kanalda korunma payı : -1,51 dB
Aynı noktada toplam eşdeğer korunma payı : -1,66 dB

çizelge 13.

Ülkemizi içine alan eliptik işitim merkezi Nevşehir ilinin Hacibektaş ilçesi yakınlarına düşmektedir. Bu nedenle en büyük güç akı yoğunluğu ve korunma payı değerlerine bu noktada ulaşılmaktadır. Çizelge 14'de ülkemiz yayın uydusunun ülke içinde ve dışında bazı noktalarda plana giren belirginliklerine göre hesaplanmış değerler görülmektedir. Yunanistan uydusunun bazı noktalarda alınışı ile ilgili değerler Çizelge 15'de örnek olarak verilmiştir.

Nokta	Güç Akı Yoğunluğu dBW/m ²	Taşıyıcı/GÜRÜLTÜ (*99,9) dB	ta/GÜRÜLTÜ (X 99) dB	Eşdeğer Koruma payı (dB)
Hacibektaş-Nevşehir	- 99,0	14,2	36,3	7,5
Ankara	- 99,2	14,0	36,0	6,6
İstanbul	-100,3	12,9	35,0	3,2
İzmir	-100,5	12,7	34,8	4,2
İğdir	-101,5	11,7	33,8	1,2
Selaniik	-101,3	11,9	34,0	1,8
Lefkoşe	-102,1	11,0	33,1	4,5
Girit	-105,0	8,2	30,2	-1,0
Halep	-100,5	12,6	34,8	7,1

çizelge 14. Türkiye yayın uydusunun çeşitli çeşitli noktalarda alınmış ayrıntıları

Nokta	Güç Akı Yoğunluğu dBW/m ²	Taşıyıcı/GÜRÜLTÜ (*99,9) dB	tm/GÜRÜLTÜ (*9) dB	Esdgtir Koruma payı (dB)
fopsama Bölgesi Merkezi	- 99,3	13,8	35,9	7,7
İstanbul	-102,8	10,3	32,4	1,6
İzmir	-100	13,1	35,2	7,3
Kas (Antalya)	-101,8	11,3	33,4	7,4
Ltfkose	-106,2	6,9	*30	-4,5

Çizelge 15. Yunanistan yayın uydusunu bazı noktalarda alınmış değerleri

8. ALICI DONATIMI

Kuşkusuz uydulardan doğrudan yayın gerçekleşince tüm yer verici dizgeleri kaldırılmayacaktır. Uydu yayınlarını almak üzere özel ikinci bir alıcı satın almak kullanan ve ülkesi için büyük bir yüküdür. Bu yüzden başta kullanılmakta olan alıcılara uydu yayınlarını da almaya yarayacak ek donatım geliştirilmesi düşünülmüştür. Günümüzde yaklaşık 20 kadar firma ve kuruluş tarafından bu ek

donatının tasarımı ve hatta belirli sayılarda üretimi gerçekleştirilmiş bulunmaktadır.

Ek donatının önde gelen parçası antendir. Bireysel ve toplu alış ile bazı özel alış koşulları gözönünde tutulursa gereken parabol çapı 0,6 - 1,80 metre arasında olacaktır. Antenin kendisi ve çatı bağlantı parçaları başta rüzgar olmak üzere her türlü iklim koşullarında en çok 0,5' gibi bir yönlendirmeyi koruyacak sağlamlıkta olmalıdır. Parabol yüzeyinde gereken doğruluk 1 nm'dir. Malzeme olarak alüminyum, üzeri iletken veya tel ızgara kaplanmış cam lifi destekli plastik döküm kullanılabilir. Cassegrain veya odak noktasından besleme türlerinin ikisi de uygundur.

Çembersel kutuplama için anten besleme noktasında özel kutuplama donatımı gerekir. Bu yolla gereken 25 dB kutuplama ayırımı elde edilebilir.

Antenden alınan sıklık bindirimli 12 GHz imlerin kullanılan bir TV alıcısına iletilmesi için biri 12 GHz'i ÇYS veya AYS bandına indiren sıklık çevirmesi diğeri sıklık bindirimli imi bastırılmış yan bantlı genlik bindirimli şekle dönüştürme olmak üzere iki ayrı çeviri işleminden geçmesi gerekmektedir. Bunlardan ilki tümleşik bir birim halinde hemen antenin çıkışında yer almaktadır. Buradan tasarıma bağlı olarak 0,4 - 1,2 GHz arası sıklığa indirilmiş olan yayın eşeksenli kablo yoluyla TV alıcısının yanına konacak olan bindirim dönüştürücüsüne iletilir (Şekil 9).

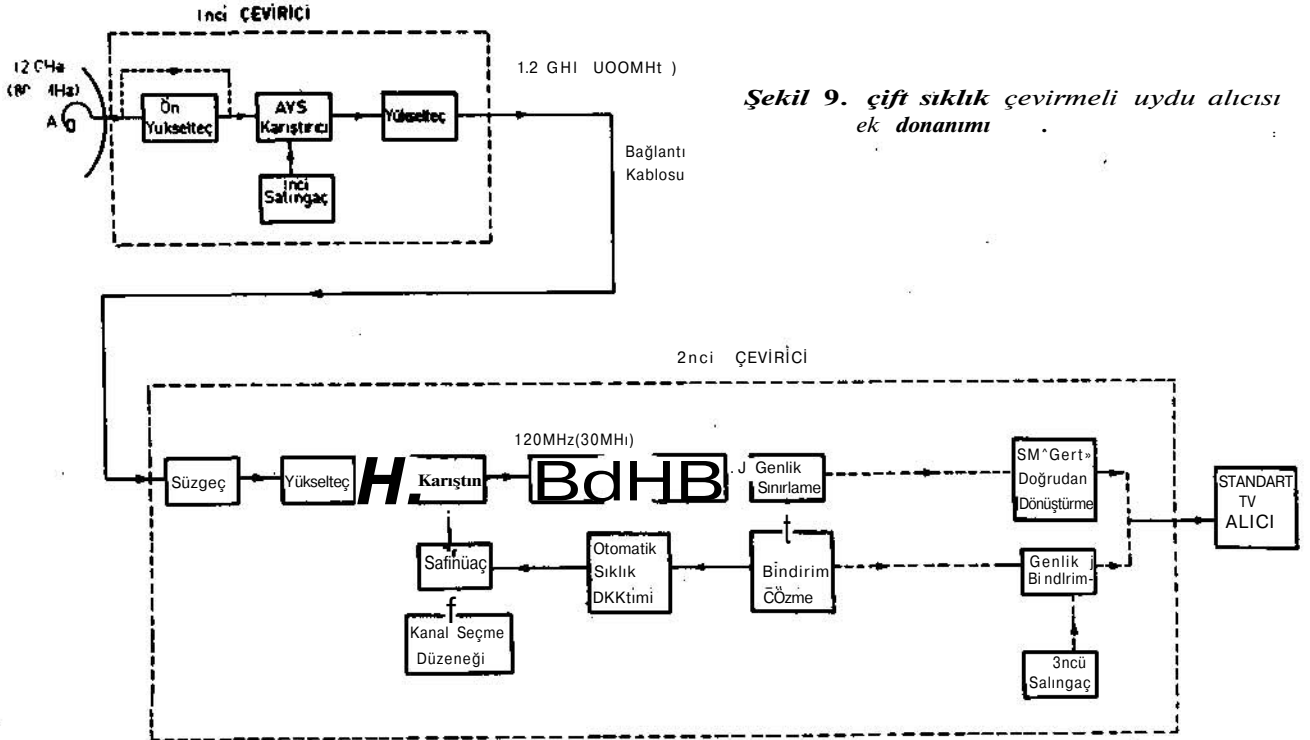
Yukarıda donatının kısa tanıtılması sıklığın bir kez çevrilmesine göre yapılmıştır. Temelde sıklık çevirmesinin bir yerine iki kez uygulanması da tartışılabilir. Tek çevirmeli donatımda çatıdan kabloyla indirilen ara sıklıktaki im tek kanallı olmak durumundadır, tkinci türde ise ilk çevirme ile istenen tüm kanalları içeren bantgenişliği iletilmekte, yeni bir çevirme ile yalnız bir ka-

nal taşıyabilen bantgenişliğinde ikinci ara sıklık üretilmektedir. Şekil 9'da bu tür çift sıklık çevirmeli bir donatının öbek çizimi görülmektedir. Kanal seçme kolaylığı yanısıra bu türün şu üstünlükleri de vardır. Daha düşük sıklıkta çalışan yerel salıngaçta otomatik sıklık denetimi daha kolaydır. Bu denetim birinci salıngaçın yanlışlarını da düzeltir, tkinci ara sıklıkta istenen imi süzmek ve genliği sınırlamak daha kolaydır. Bu şekilde birinci ara sıklık yüksek tutulabildiğinden hayal sıklık imini yok etmek kolaylaşacaktır.

a) Giriş katları:

Örnekte gösterildiği gibi yeterli ölçüde düşük gürültü ve kayıplı karıştırıcı katı yapılabilirse antenden hemen sonra yer alan giriş yükselteci kaldırılabilir. Genellikle gereksinme duyulan bu yükselteç parametrik, tünel diyotlu veya alan etkili tranzistorlu olarak 3 türde yapılabilir. Parametrik yükselteçte istenen sıklıkta ek empedans elde etmek için kullanılan diyota daha yüksek sıklıkta im uygulamak gerekir. Dizgenin gürültüsü, sıklıklar oranı ve diyotun sıcaklığı ile doğru orantılıdır. 12 GHz'in iki veya daha çok katı sıklıkta salıngaç gerektiren bu düzenleme halk tipi bir alıcı için çok pahalıya çıkacağından pratikte uygulanma olasılığı çok zayıftır. Tünel diyotlu devre yine bir parametrik yükselteç olup diyotun ek empedans gösterme özelliğinden yararlanarak yapılabilir. Burada diyot bir sirkülatör ile birlikte çalışır. Bu yükseltecin gürültüsü diyotun darbe gürültüsü üretimine bağlıdır ve diyotun malzemesine göre değişir. Uygulamada 12 GHz bandında 600-700°K gürültü sıcaklığı değerleri elde edilebilmektedir.

Fiyat ve üretim kolaylığı yönlerinden yeni geliştirilmiş bulunan GaAs Schottky engelli AET (alan



Şekil 9. çift sıklık çevirmeli uydu alıcısı ek donanımı

etkili tranzistor) yükselteci amaca en uygun tür olarak belirlenmiştir. Uygulamada 400-500°K gürültü sıcaklığı elde edilebildiği bildirilmiştir.

AYS aşağı çeviricilerde, karıştırıcıda en düşük gürültü değerlerine ulaşmak için hayal sıklık ya-kalama (image recovery; tekniğinin kullanılması gerektiği bilinmektedir.

Yapı olarak AYS devreleri; dalga kılavuzu devre-leri, mikrodalga tümleşik devresi veya dalga kılavuzuna yerleştirilmiş düzlem devre olmak üzere 3 türde gerçekleştirilebilir. Bunlardan birincisi geniş ölçüde üretime elverişli olmayacak kadar duyarlı ve pahalıdır. İkinci türde alumina tabanlı çok küçük ölçekli bir baskı devre üzerine mikrodalga diyotları, hibrid bağlantı halkaları, bant geçiren süzgeçler vb. birimleri yerleştirmek yoluyla yapılan tümleşik devre uygulamasını görmekteyiz. Burada kayıplar ve gürültü yüksek olduğundan giriş yükselteci kaçınılmaz olmaktadır.

Japon Radyo Yayın Kurumu (NHK) laboratuvarlarında geliştirilmiş olan üçüncü türde doğrudan doğruya anten çıkışında bulunan dalga kılavuzunun içine, üzerinde çeşitli şekiller oyulmuş bir şerit yerleştirilmektedir. Bu şeritte Schottky karıştırıcı diyotu, Gunn salıngaç diyotu yer almakta, çeşitli oyuklar ise süzgeç, akord, eşleme, empedans uyumu vb. devrelerinin yerini tutmaktadır. Düzlem devre denilen bu şeridin preste kesme veya kimyasal eritme yöntemleri ile seri olarak kolayca üretilebileceği ve en ekonomik çözüm olduğu ileri sürülmektedir. Son iki tür arasında kesin bir yeğleme henüz yapılmamıştır. İlerde uydu yayın uygulamaları istemi artınca karıştırıcı, salıngaç ve ilk ara sıklık katlarının tümünü içeren AET tümleşik devrelerin geliştirilmesi ekonomik olabilir.

b) Birinci salıngaç:

Yerel salıngaç genel olarak Gunn salıngacı türünde veya adım tutma (step recovery) diyodu kullanılarak yapılabilir. Gunn salıngacı sıklık kararlılığı için dielektrik rezonatörü gibi bir edilgin ile birlikte salınım devresine kilitlenmelidir. Bu yolla -30 ile +60°C arasında ± 100 kHz sıklık kayması elde edilebildiği uygulamada görülmüştür. İkinci yöntemde adım diyoduna kristalli bir salıngaçtan ardarda çarpma yoluyla üretilen AYS gerilim uygulayarak daha yüksek sıklıkta salınımlar üretilir. Uygulamada kararlılık $\pm 1,5$ M $\%$ dolaylarındadır. Ucuz türde donatımlar için gözönünde tutulabilir.

c) Ara katlar:

Birinci ara sıklığın seçiminde yerel yayın vericileri, bina dışı-içi arası iletim kayıpları, ara sıklık bantgenişliği, hayal sıklık yok edilmesi ve donatım fiyatı gibi etkenler rol oynar. Ara sıklık bandı 200 MHz'den küçük olursa sıklığın IV ve V'nci TV bantları arasında seçilmesi en uygundur. Ancak planlatna bir ışın içindeki 5 kanal 400 MHz'lik bir bant içinde yer alacak şekilde yapıldığından bu bandı iletebilmek için birinci ara sıklığın 1,2 GHz dolaylarında olması uygun görülmektedir. Çeşitli tasarımlarda ikinci ara sıklık olarak 120 MHz kullanılmıştır. Burada tek kanal iletimi söz konusu olduğundan 30-40 M $\%$ 'lik

bir bantgenişliği yeterlidir. Ara sıklık süzgeç ve yükselteçlerinde bant karakteristiğindeki düz-günlük ve hayal sıklığın iyi süzülmesi çok önemlidir.

d) Alıcıya uygulama devreleri:

İkinci ara sıklığa indirgenmiş sıklık bindirimli TV yayınının standart alıcılara şu üç ayrı yöntemle uygulanması düşünülebilir.

- Geniş bantlı ayırıcı yoluyla bindirim çözme uygulamak, vurgulama ve enerji yayma imini kaldırmak, temel bant yükseltmesi yapmak, ses alt taşıyıcısını ayırmak ve çözmek, böylece elde edilmiş görüntü ve ses imlerini alıcının uygun devrelerine iletmek,
- Bindirim çözme işlemini yapıp, vurgulama ve enerji yayma imini kaldırmak, daha sonra yerel standarda göre sınırlandırılmış artık yan "Bantlı genlik bindirimi (GB/AYB) uygulayarak ÇYS veya AYS'ye dönüştürülmüş imi TV alıcısının girişine iletmek,
- Sıklık bindirimli imi çözmeksizin doğrudan (GB/AYB) ye dönüştürmek ve alıcı girişine uygulamak. Bu yöntemde vurgu ve enerji yayma imini yoketmek büyük güçlük göstermektedir.

TV alıcısının normal girişlerine doğrudan bağlanma olanağı veren son iki tür çevirici şekil 9'da kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Kullanılan alıcının devre tasarımının elverdiği durumlarda birinci türün uygulanması kuşkusuz daha iyidir.

Eğer uydudan alınmakta olan yayın TV programı yerine bir grup ses imi taşıyan bir kanal ise durum değişir. Bindirim çözme işlemi tamamlandıktan sonra herbirine birer ses imi bindirilmiş alt taşıyıcılar dizini ortaya çıkar. Bu noktada istenen alt taşıyıcıyı seçip bindirim çözme yapılarak ses imi dinleme düzeneğine iletmek yeterli olacaktır. İlginç bir başka yöntem bu alt taşıyıcılar dizisini ayar bandı ve bindirim özelliklerinin uyması koşulu ile standart bir sıklık bindirimli radyo alıcısına doğrudan iletmektir.

TV görüntü iminin birden çok ses imiyle birlikte olması, stereofonik, kudrofonik ses yayınlarının yapılması gibi yukarıda gösterilenlerden farklı uygulamalarda alıcı düzeneğinin çok değişeceği doğaldır.

Çeşitli örneklerinin çoktan yapılmış olmasına karşın yukarıda yazılanlardan da anlaşıldığı gibi alıcı düzeneği konusunda birçok husus çözüm beklemektedir. Teknolojik gelişmelerin, özellikle maloluşu düşürücü yönde olması uydu yayıncılığında yaşamsal önem taşımaktadır. Bugün için en az 100 000 adet üretilmek koşuluyla gereken ek alıcı düzeneği en iyimser hesapla yaklaşık 300 dolar dolaylarındadır. Kurma harcamaları bunun dışında* dir. Japon araştırmacıların yeterli nitelikte alış sağlayabilecek ek donatımın seri üretimle 150 dolara inebileceğini öne sürmelerine karşın genel kanı tüm sistem maloluşu hesabının ilk verilen rakama göre yapılması yönündedir.

9. VERİCT YERİSTASYONLARI

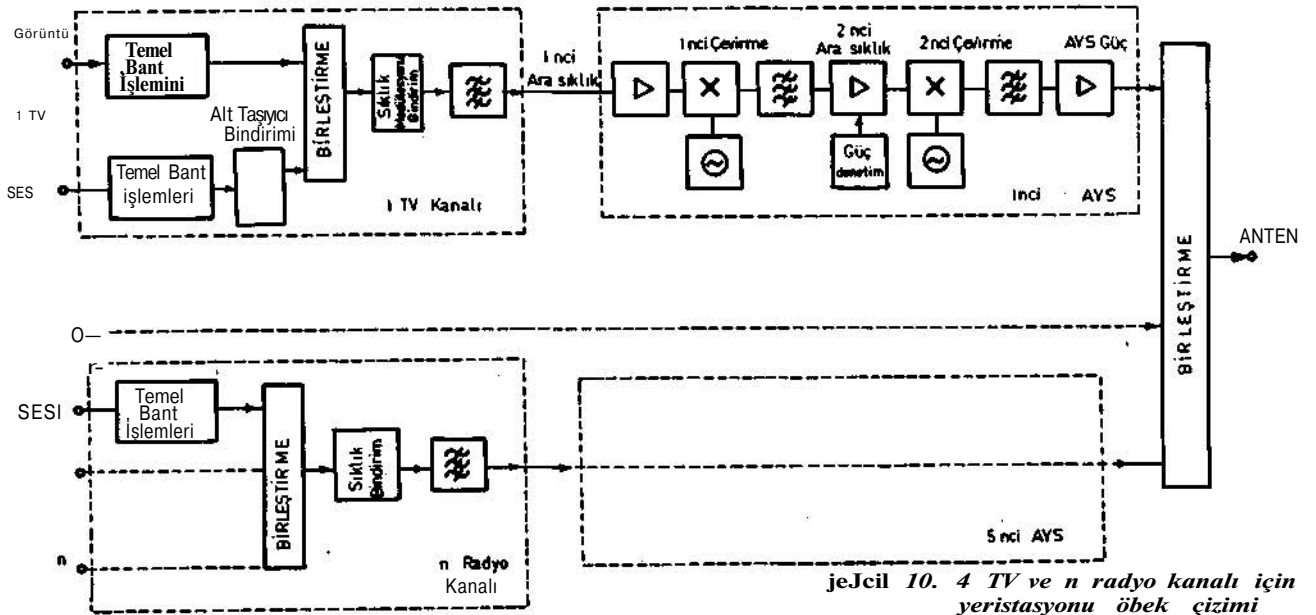
Stüdyo merkezlerinde üretilen TV ve radyo programlarını yayınlanmak üzere uyduya iletmek ve uy-

duyu izleme ve komuta için en az bir yer istasyonu gerekir. Bu istasyon için yer seçiminde uydunun hizmet alanı ortasında bulunma, zararlı girişim ve etki kaynaklarından uzaklık, program üretim merkezine yakınlık, enerji vb. etkenler göz önünde tutulur. Uydu kapsama bölgesinin tam ortasında olması kesin bir zorunluluk olmayıp yeğleme nedenidir.

Burada yer alacak donatım içinde yine ön sırada anteni görüyoruz. Artık anten çapı alıcı veya uydu donatımında bulunan çapların çok üzerindedir. Uygulamada parabol çapı 10-15 metre, kazanç 63 dB ışın açısı 0,15°, yönlendirme duyarlılığı 0,01° gibi değerler görülmektedir. Uyduyu denetim altında tutabilmek için anten her yöne tam otomatik güdümlerle ayarlanabilecektir. Bu tür bir antenle uyduya yayın göndermek için uyduda gerekenden çok daha az güç düzeyinin (10-40 W gibi) yeterli olacağı açıktır. İstasyonun tasarımı sırasında verici gücü ve anten büyüklüğünün bağımlı seçimlerinde maloluş birinci etken olacaktır.

Yayınların uyduya iletimi için link sıklık bantları olarak 11 veya 14 GHz bantları düşünülmektedir. Bu bantlar özel olarak yayın şeritleri için ayrılmış ve yukarı link sorunu genel sabit uydu hizmetleri kapsamında tutulmuştur. Bindirim türü, kanal ayırımı, kanal bant genişlikleri gibi özelliklerin uydudan gelen 12 GHz'deki yayının aynı olacağı düşünülürse gereken tüm bantın aşağı iletimde kullanılan düzeyde olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ancak söz konusu ışın açıları bu kez uyduda düşünülen 0,6° en düşük açının çok daha altında olduğundan aynı kanalların tekrar kullanılması olasılığı daha yüksektir. Böylece etkin bant genişliğinde azalma ve diğer sabit uydu dizgeleri ile paylaşma kolaylaşır.

Yukarı iletim teknik niteliğinin uydudan geri gelecek yayını bozmayacak düzeyde olması gerektiği önceki bölümlerde anlatılmıştı. Yayında en çok 0,5 dB etki yapabilmesi için yukarı iletim taşı-



Şekil 10. 4 TV ve n radyo kanalı için yer istasyonu öbek çizimi

yıcı gürültü oranının uydudan gönderme için düşünlenden en az 10 dB daha iyi olması gereklidir. Bu temele göre ülkemiz için yaptığımız yukarı iletim hesabı Çizelge 16'de örnek olarak verilmiştir.

Sıklık	GHz	11,0	14,0
Taşıyıcı/Gürültü oranı	dB	24,0	24,0
Boltzmann sabiti	dB(W/MHz/K)	-168,9	-168,9
Bant genişliği (27 MHz)	dB(MHz)	14,3	14,3
Uydu gürültü sıcaklığı (1000°K)	dB(K)	30	30
Uydu bağlantı kayıpları	dB	1,5	1,6
Uydu anten kazancı	dB	38,4	39,5
Serbest uzay yayılma kaybı	dB	205	207,2
Atmosferik zayıflama (% 99,5 zaman yüzdesi için)	dB	2,9	2,9
Gerekli etkin izotropik gönderme gücü	dB(W)	70,4	72,4

Çizelge 16. Ülkemiz uydusu için yukarı iletim hesabı

Anten çıkışında gerekli etkin izotropik gönderme gücünü sağlamak üzere çeşitli anten çaplarına göre yapılmış en düşük verici gücü hesapları Çizelge 17'de gösterilmektedir.

Anten çapı (n)	2,5		5		7,5		10	
	11	14	11	14	11	14	11	14
Işın açısı (derece)	0,79	0,57	0,39	0,28	0,26	0,21	0,2	0,15
Anten kazancı (dB)	46,5	49,4	52,6	55,4	56,1	58,2	58,6	60,1
Bağlantı kayıpları (dB)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Etkin izotropik güç dB (M)	70,4	72,4	70,4	72,4	70,4	72,4	70,4	72,4
V _r 1d gücü dB(U)	25,5	24,6	19,4	18,6	15,9	15,8	13,4	13,9
Verici gücü (Watt)	365	288	87	72,5	39	38	22	25

Çizelge 17. Ülkemiz yer istasyonu anten ve verici hesap örnekleri

Tüm yukarıdaki hesaplar taşıyıcı/gürültü oranının sınır değerine göre yapılmıştır, özellikle yağış anlarında uyduda gerekli nitelikte alışı sağlamak üzere verici güçlerinin hesaplanan değerlerden birkaç dB yukarıda olması gerekebilir. Yerel v-

Şiş durumuna göre uygulanacak güç denetimi ile yayın niteliği korunmuş olur.

Yayınla ilgili başlıca donatım Şekil 10'daki öbek çizimde gösterilmiştir, n harfi ile belirtilen ses yayını sayısı en çok 16 olabilir. Şekilde gösterilen devrelerin etkin ve edilgin yedekleri, sınamaya ve izleme donatımları, güç kaynakları ve diğer ikincil donatım küçümsemeyecek önemdedir. Kuşkusuz programların üretim kaynaklarından yer istasyonuna iletimi için burada değinilmeyen link donatımları gereklidir.

Uygulamada birden fazla yer istasyonunun düşünül-
düğü örnekler de bulunmaktadır. Nisan 1978'de başlayacak olan Japon BSE deneysel yayın uydusu programında 3 ayrı tip yeristasyonu düşünülmektedir. 13 metre anten çaplı sabit ana yeristasyonuna ek olarak 4,5 metre antenli taşınabilir alıcı-verici istasyonları ile araç üzerine kurulmuş 2,5 metre antenli devingen alıcı-verici istasyonları denenecektir.

10. GÜVENİLİRLİK

Uzaydan yayın yapan bir uydu arızalanınca yerine yenisini koymaktan başka bir seçenek yoktur. Eğer ikinci uydu yörüngede yedek olarak bekletiliyorsa yayının sürekliliği birkaç saniye içinde yeniden sağlanabilir. Yedek uydu henüz yerde ise yörüngeye oturtmak haftalar veya aylar sürebilir. Kuşkusuz yayıncılıkta bu göze alınamayacak bir aksaklık yaratır. Dizgenin planlanmasında uzayda yedekleme, yedek uydu hizmete girince ona yedek olarak yeryüzünde bekletilene yörüngeye oturtma ve yeniden yeni bir uyduyu atılmaya hazır duruma getirme söz konusu olacaktır. Başarılı fırlatma olasılığının % 90 olduğu düşünülürse uydu fırlatılırken bile bir ikincisinin hazır durumda olması gerektiği ortadadır. Uydular ve roketler çok pahalı olduğu için uydu yayın dizgesini planlar-
ken belirli bir zaman için bunlardan kaçır tane gerekeceği kestirilmelidir.

Yedek uydunun ne zaman hizmete verileceği de önemlidir. Örneğin uyduda 4 transponder varsa bunlardan birinin bozulmasında hemen yedek uyduya geçi-

Uydu yapı ve ana donatım güvenilirliği	0,725				
Fırlatma güvenilirliği	0,9				
B1r1m transponder güvenilirliği	0,9				
7 yerine 10 yıl 1c1n çarpan ($\frac{10-7}{7}$)	0,65				
Uyudaki transponder sayısı	n				
Göze alınabilecek bozulmuş transponder sayısı	n-5	n-4	n-3	n-2	n-1
Yayın donatım güvenilirliği (tüm)	0,59	0,656	0,729	0,81	0,9
Tüm uydu güvenilirliği (7 yıl sonunda)	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59
B1r uydu için güvenilirlik (10 yıl sonunda)	0	0	0	0	0
İki uydu 1c1n güvenilirlik (10 yıl sonunda)	0,43	0,48	0,53	0,57	0,62
3 uydu	0,57	0,61	0,67	0,72	0,77
4 uydu	0,68	0,73	0,78	0,82	0,86
5 uydu	0,76	0,80	0,85	0,88	0,91
6 uydu	0,82	0,86	0,89	0,92	0,95
7 uydu	0,86	0,90	0,93	**	**
8 uydu	0,90	**	**	**	**

Çizelge 18-. Güvenilirlik

lecek midir, yoksa ikincinin, üçüncünün ve dördünün birden susması mı beklenecektir? Bunun da önceden saptanması gerekir.

Çizelge 4'de BSE uydusunun yayın donatımı dışındaki çatısal güvenilirliği 0,725 olarak verilmişti. Donatımın diğer parçaları için bilinen veya kestirilen olasılık değerlerini "Monte Carlo" istatistik yöntemine uygulayarak işletme ve maloluş riskleri hesaplanabilmektedir.

Bir bilgisayar kullanılmasını gerektiren bu yöntem yerine fikir vermek üzere daha basit bir hesapla çeşitli seçeneklere göre aşağıdaki çizelgede verilen güvenilirlik değerleri elde edilebilmektedir.

Görüldüğü gibi örneğin ülkemiz için 5 kanallı yayın uydusunun en az 3 kanalla yayın yapma olasılığını % 85'in üzerinde tutmak için 10 yıl içinde en az 5 adet uydu kullanılması söz konusudur. > Eğer 5 kanalın da çalışır durumda ve güvenilirliği % 90 olması istenirse en az 8 uyduya gerek sinme vardır. Tüm yukarıdakiler olasılık hesapları olduğu için bulunan uydu sayıları kesinlikle mutlak değildir. 5 kanal üzerinden hiç bozulma olmaksızın 10 yıl süreyle yayın 2 uydulla bile yapılabilir. Ancak bu durumda başarı şansı % 43' den fazla değildir.

Aynı yörünge konumunu paylaşan ve birbirine yakın ışın boyutlarına sahip iki ülkenin bir yedek uyduyu ortaklaşa olarak yörüngede tutmaları durumunda gereken tüm uydu ve fırlatma harcamalarında % 25 dolaylarında ekonomi söz konusu olabilecektir.

11. UYDU YAYINI MALOLUŞ HESABI

Bu aşamaya kadar bilinen, verilen ve Üretilen tüm bilgilerle, bilemediklerimizle ilgili olarak yapılabilecek tahminleri paraya dökerek bir uydu dizgesinin neye malolacağını hesaplayacak duruma gelmiş bulunuyoruz. Böyle bir hesabın yine ülkemiz için yapılmasında sonuç fikre ulaşmak bakımından büyük yarar vardır.

Önceki bölümlerde ayrıntılarla anlatıldığı gibi dizgenin uzay kesiminde fiyatlar ağırlıklı, ağırlık ise kanal sayısı ve her kanal için çıkış gücüyle doğrudan ilintilidir.

Hesaplarımız ve yöntemi Şekil 19'da özetlenmiş olarak görülebilir.

Ülkeyi uydu yerine yeryüzü verici şebekeleri ile aynı ölçüde kapsamayı düşünürsek acaba gerekli harcama hangi düzeyde olacaktır. Bunu da resmi geçerliliği olmayan bir hesapla gösterebiliriz.

Ülkemizi bir televizyon ve çok kısa dalga sıklık bindirimli bir radyo yayını ile X 98 oranında kapsamak üzere stüdyolar vb. yayın üretim kaynakları dışında kalan vericiler, aktarıcılar, ara bağlantılar ile işletme giderleri olarak TRT'nin 10 yıl için yaptığı ve yapacağı tüm harcamalar 2,3 milyar TL tutmaktadır. 5 TV ve 5 radyo yayını aynı düzeyde sağlanacak şekilde bir genişleme için gereken tüm harcamanın yaklaşık 10 milyar TL olacağı hesaplanmaktadır.

Ülkemizi TV yayınlarıyla 5 defa kapsamanın söylenebilecek en hafif sözcükle lüks olduğu bir durum-

Adım	Bulgu	Değer	Kaynak	Açıklan
1	B1r kanalda etkin çıkışı; GUU (dBU)	63.7	Çizelge 8	Plana giren değer
2	B1r kanal verici çıkış gücü (dBW)	24	Çizelge 8	Plana giren değer
3	5 kanal için yayın donatımı ağırlığı (kg)	1500		Ceşitli uygulama örneklerinden
4	Tüm uydu ağırlığı (kg)	2000		Cesith uygulama örneklerinden
5	Uydu fiyatı (milyar TL)	3,45	Kaynaklar	Yarım yedek dahil
6	Roket fiyatı (milyar TL)	1,2	Çizelge 5	Titan III C veya daha büyük bir roket
7	B1r uydu yörüngeye koyma fiyatı (milyar TL)	4,65		5 ve 6'nci adımlar toplamı
8	Toplam uzay kesimi fiyatı (milyar TL)	9,3	Güvenilirlik 0.57	1 çalıştır* 1 yörünge yedek-fi yerde yedek için
9	Alıcı sayısı (milyon adet)	6		10 yıl içinde tüm ülkede
10	Alıcı ek donatım fiyatı (TL)	9000		(300 \$ x M TL)
11	Toplam alıcılar harcaması (milyar TL)	54		
12	Yerİstasyonu (milyon TL)	153		Uygulamalardan
13	İşletme ve 11nk giderleri (milyon TL)	147	Tahmin	Uygulamalardan
14	Toplam yerİstasyonu giderleri (milyar TL)	0,3		12 ve 13'ncü toplamı
İS	Toplam dizge aaloluşu (milyar TL)	63,6		8, 11 ve 14 toplamı

Çizelge 19. Türkiye yayın uydusu maloluş hesabı
da amacımız lüksler arasında bir kıyaslama yapmak değildir. Bu hesaplar, uydulardan doğrudan yayın bir seçenek olarak ortaya çıkarılmak istenirse için mali düzeyinin nerede olduğunun bilinmesi için yapılmıştır.

"Şimdilik, uydumuzu 2 kanallı olarak düşünelim. Böylece daha ucuz ve küçük roket kullanabiliriz. Üstelik 5 uyduluk düzenleme niye?... Hele biri yörüngeye otursun, her olasılığa karşı bir de yerde yedek tutalım. Sonra Japonlar alıcı donatımına 150 dolar ödemişken niçin hesabı 300 den yapıyorsunuz?"

Böyle bir sav için de hesap yapılmıştır. Benzeri yukarıda verildiği için ayrıntılara girmeden sonuçları verebiliriz. 2 kanallı yerde yedekli bir uydu, Atlas Centaur, Ariane veya Uzay Mekiği yörünge aracı (25 milyon dolar) ve alıcı başına 150 dolar esaslarına göre uydu dizge maloluşu >> 30,3 milyar TL, karşıt seçenek olan 2 kanallı yer üzeri yayın donatımı 4 milyar TL olacaktır.

12. SONUÇ

Uydulardan doğrudan yayın yapılması deneysel aşamada olmakla birlikte günümüzün gerçek olgularından biridir, önümüzdeki 10 yıl içinde denemelerin ötesinde olağan kullanım için birçok ülkenin yayın uydularını fırlatacağı bilinmektedir. Ülkemiz için böyle bir uygulamanın kesin olarak ve bütün boyutları ile yanlış olacağı inancındayız. Buna rağmen bu yeni ve ilginç yayıncılık tekniğini tanıtmada ülkemizdeki ilk kaynak olarak yeterli özet bilgiyi verebilmek için yer yer küçük ayrıntılara dek girilmiştir. Ayrıca bu ayrıntılar bazı gelişmiş ülkelerin uydu yayıncılığını özellikle geliştirmekte olan ülkelere benimsetmeye çalışmakta göttükleri amaçları gözler önüne sermektedir.

- Uzay teknolojisi günümüzde yalın olarak teknolojik alanda çok ileri ülkelerin elindedir. Yayın uyduları, araştırma ve geliştirme harcamalarını büyük ölçüde başka ülkelere yüklemek, uzay kesimindeki donatımı üreten dev firmalara yeni müşteriler kazandırmak için eşsiz bir fırsattır.
- Yayıncılıkla ilgili dayanıklı tüketim malları üreticileri için renkli televizyondan sonra yepyeni ve çok geniş bir pazar açılacaktır.
- Bir kanalda bile doğru dürüst program üretim yetenek ve kaynağından yoksun ülkelerin kolaylıkla kavuşturulacakları çok sayıda kanal için programlar hazırlayıp satmak son birkaç yıl içinde oluşmuş dev bir program yapım sanayiini olağanüstü boyutlara ulaştıracaktır.
- Kültür emperyalizminde TV'nin etkisi aynı oranda artacaktır.
- Uydunun, her türlü bilimsel hesabın dışında kalan tüm güvenilirliği ve yaşam süresi, atımı gerçekleştiren ülkenin elinde olacaktır. Ülkenin tümünü etkileyen en az 10 milyar TL'lik bir aracın, denetimi elinde tutan başka bir ülke tarafından politik baskı unsuru yapılmayacağını düşünmek aşırı iyimserlik olur.

Sonuç olarak içinde Ülkemizin de yer aldığı ülkelerin çoğunda yayın uyduları önümüzdeki en az 10 yıl içinde düşünülmecek derecede ekonomik/teknolojik ve diğer boyutlara sahiptir. Bununla birlikte çeşitli nedenlerle uydu yayınlarını uygulayacak olan Hindistan, Japonya, Endonezya, Avustralya, ABD, SSCB, Çin Halk Cumhuriyeti, İran ve petrol zengini bazı ülkelerin 1990 yılına kadar yaklaşık 200 uydu fırlatacakları kestirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] CCIR Cilt XI, Broadcasting Service (Television), Raporlar 215-3, 473-1, 633 s.174-242, Cenevre 1974.
- [2] Final Acts, World Broadcasting-Satellite Administrative Radio Conference, ITU, ISBN 92-61-00491-1, Cenevre 1977.
- [3] Mertens, H. et al Satellite Broadcasting, Design and Planning of 12 GHz Systems; EBU, Tech.3220-E.
- [4] Analysis of the 1977 Geneva Plan for Satellite Broadcasting at 12 GHz; EBU, Tech.3222-E ve ekleri.
- [5] Konishi, Y., 12 GHz FM Broadcast Satellite Receiver; Microwave Journal, Cilt 21, No.1 s.55, Ocak 1978.
- [6] The Broadcasting Satellite for Experimental Purposes; NHK, E/38; ABU, 1976 Genel Kurul Tebliği.
- [7] 12 GHz Bandında Uydulardan Yayın Semineri Tebliği, Kyoto Eylül 1976.
- [8] Pletcher Antenna and Accessories; Sumitomo Electric Industries Ltd., Tokyo, Japan, Ekim 1975.

yayın uydusu uygulamaları

Haşmet ESEN

UDK: 621.396.946:621.397.13

Uydulardan doğrudan yayın fikri henüz on yıllık bir geçmişe dayanmaktadır. Buna karşın uydularının millîtelarası konferanslarla planlanmış olması ve şimdiden bu tür uygulamaların görülmesi gelişme hızı üzerinde yeteri kadar fikir vermektedir. Bu yazıda ilk örneğini 1975'de gördüğümüz radyo ve televizyon doğrudan yayın uydusu uygulamaları üzerine bilgi vermeye çalışacağız.

1. ABD KAYALIK DAĞLAR DENEYİ

Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Kurumu (NASA) tarafından 30 Mayıs 1974'de yerle eşzamanlı yörüngeye oturtulmuş bulunan ATS-6, (*Applications Technology Satellite*) adlı uydusu o güne kadar geliştirilmiş en güçlü uzay iletişim uydusu idi. Uyduya verilmiş 23 ayrı deneysel görevin başlıcaları arasında uzayda açılabilir 9 m çapında parabolik anten de dahil güçlü yayın donatımının ve ucuz yeristasyonları aracılığıyla iki yönlü iletişim ve TV yayını yapımının denenmesi yer almıştı. Kayalık dağlar yöresindeki 8 eyalete dağılmış 56 yerleşme bölgesinde özellikle sağlık ve eğitim hizmetlerinde uydulardan yararlanma olanakları araştırılmıştır. Deneyde 305 cm çapında bir parabolik anten, antene doğrudan bağlı tranzistorlu düşük-gürültülü yükselteç ve bir bina içi çözümlenenden oluşan 119 tane yer alıcı istasyonu kullanılmıştır. Herbiri 4,600 dolara malolan bu alıcılar o güne kadar gerçekleştirilmiş en ucuz istasyonlardı.

2. HİNDİSTAN (SİTE) DENEYİ

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Kurumu (NASA) ile Hindistan Uzay Araştırmaları Kurumu arasında 1969'da yapılan bir anlaşma gereğince 1975 yılı Ağustos'unda başlatılan ve bir yıl süren eğitsel televizyon uydusu deneyi (SITE) ATS-6 uydusu kullanılarak gerçekleştirilmiştir, özellikle kırsal ve uzak bölgelere TV - eğitim yayınları yapmakta doğrudan yayın uydularının potansiyel değerini ortaya koymak ana amaç olarak belirtilmiştir.

ABD'de yapılan deneylerden sonra ATS-6 uydusu yerle eşzamanlı yörüngeye 35° doğu konumuna getirilmiş ve yeryüzüne 860 MHz üzerinden yayın

yapmıştır. Uyduda programlar 6 GHz bandında iletilmiştir. NASA'nın uzay kesiminde sorumluluğu yüklenmesine karşın Hindistan hükümeti alıcı düzenekleri ve programları sağlamıştır. Sıklık bindirim türü uygulandığı için alıcıda bindirim çeviricileri ve 3 m çapında tel ızkara parabolik antenler kullanılmıştır. Ahmedabad kentindeki yeristasyonundan uyduya gönderilen programların uydudan alınışında bu tür ek donatımlı alıcıların yanısıra uyduda röle gibi kullanma yöntemi de uygulanmış ve bazı programlar Delhi ve Amritsar vericilerinden tekrar yayınlanmıştır. Yapılan TV yayınları Hindistan'ın 6 eyaletinde yer alan yaklaşık 2400 yerleşme bölgesine içine almıştır. Bu deney bazı kuruluşlar ve amatörlerce Avrupada da izlenmiştir.

3. CTS - KANADA UYDUSU

1976 Ocak ayında NASA tarafından yörüngeye oturtulmuş bulunan CIS (*Communications Technology Satellite*) 12 GHz bandında doğrudan TV yayınları için kullanılan ilk uydudur. CIS deneyleri, Kanada ve ABD tarafından eşit olarak yürütülmüştür.

Karşılaştırmalı çizelgeden de görüldüğü gibi uydusu ATS-6'dan daha güçlü (200 W) ve daha hafiftir. Uygulamada Japon yapımı 150-300 dolara maledilebilen çift çevirmeli alıcı düzenekleri denenmiş ve çok başarılı sonuçlar alınmıştır.

Enerji panoları günde 1 devirle sürekli olarak güneşe dönmekte, ışın yönlendirme için yer ufuk çizgisi duyargaları kullanılmaktadır. Uyduda tavrı denetiminde yüklü moment yöntemi uygulanmıştır. Uyduda yönlendirilebilir 2 ayrı anten vardır.

4. BSE - JAPON UYDUSU

Çalışmaları 1972'de başlatılmış olan Japon Deneysel Doğrudan Yayın Uydusu BSE'nin 1978 yılı Nisan ayında uzaya gönderilmesi planlanmıştır. Bu sayıda yer alan bir başka yazıda uydunun görünüşü ve bazı ayrıntıları verilmektedir. Uyduda yer alan 3 adet 100 W YDL yükselteci yoluyla 2 kanaldan renkli TV yayını denenecektir. Uydunun en ilginç yönü Japonya'nın ana ve uzak adalarını içine alacak özel bir yayın ayak izi elde etmek üzere uygulanan şekillendirilmiş ışınlu antendir. İstenen özel kapsama şekli elips kesitli parabolik yansıtıcı ve 3 ışın yayıcı yoluyla sağlanmaktadır.

Yapımı Japon Ulusal Uzay Geliştirme Ajansı (NASDA) yönetiminde General Electric, Tokya Shibaura Electric firmaları tarafından, Japon Yayın Kurumu (NHK) ve Japon Posta - Uzay Bakanlığı'nın katkılarıyla gerçekleştirilen uyduda yapılacak deneylerde yayın uydularından umulan yararların değerlendirileceği belirtilmektedir.

Sistemin yer kesiminde 4 ayrı tür yer istasyonu görülmektedir. Kashima'da kurulmuş olan ana yer istasyonunda 13 m çapında anten ve çıkış gücü 2 kW-100 W arası değişebilen YDt'li (Yürüyen Dalga Lambah) yükselteçler kullanılmaktadır. İstasyon ana verici-alıcı görevleri yanısıra izleme-uzakölçüm ve komuta hizmetlerini görecektir. 4,5 m çapında antenli taşınabilir bir istasyon bir noktada sabit olarak, 2,5 m çapında antenli ve araç üzerine kurulmuş bir başka istasyon ülkelerin çeşitli noktalarında alıcı-verici görevlerin-

Haşmet Esen, İRT

de denenecektir. Bunların yanısıra önemli yerlere yalnız alış için 2,5-4,5 m antenli donatılar kurulacaktır. 1 m ve 1,6 m'lik ucuz tip antenlerle bireysel ve ortaklaşa alış uygulaması ayrıca yaygın olarak denenecektir.

5. SOVYET STATIONAR-T UYDUSU

Sovyetler Birliği 1977'de 99° doğu boylamı konusunda yörüngeye oturttuğu STATIONAR-T uydusuyla doğrudan TV yayınlarına başlamıştır. Yayınlar Ural'ların ötesinde Sibirya'yı ve SSCB'nin en kuzey bölgelerini kapsayacak şekilde planlanmıştır. Uydusu Gus-Khrustalnyi'de kurulu bir yeristasyonundan 6 GHz bandında gönderilen yayınları 714 MHz'de yeniden yeryüzüne iletilir. Bu uygulamada toplu alış yöntemi öngörülmüştür. Alıcı yeristasyonlarında 1200°K gürültü sıcaklığına sahip alıcılar ve 23 dB kazançlı antenler kullanılacaktır. Bu sistem daha duyarlı alıcı düzenekleri kullanımına da olanak vermektedir. Daha düşük çıkış gücünde transponderlerle donatılmış ve uzletişim yanısıra iki yönlü TV program link hizmetlerinde kullanılan STATIONAR 2-6 uyduları ile geçenlerde 35'ncisi fırlatılan Molnya-1 serisi uydular listemizin dışında tutulmuştur.

6. HİNDİSTAN INSAT DİZGESİ

INSAT (*Indian National Satellite System for Television and Telecommunication*), Hindistan Ulusal Televizyon ve Uzletişim Dizgesi adını taşıyan bu proje çok amaçlıdır. Toplu alış için TV kapsamı dışında başlıca kentler ve ulaşılması güç yerleşme bölgeleri arasında uzletişim, vericiler arası radyo program dağıtımını sağlama gibi hizmetlerin bu uydusu yoluyla yapılması planlanmıştır. TV yayınları için SITE deneyindeki gibi 2-6 GHz bandı kullanılacak ve uydusu 79° doğu boylamında tutulacaktır. Dizgede ilk uydunun 1979 Ağustos ayında yörüngeye konulması daha sonra ikinci uydunun Hindistan'ın kendi geliştirmekte olduğu fırlatma aracı ile uzaya gönderilmesi planlanmıştır.

7. AVRUPA-AĞIR DENEY UYDUSU

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) nın Ariane roketi geliştirme programı çerçevesinde sözü edilen roketin 1980 Ekim'de yapılacak dördüncü deneysel fırlatmada doğrudan TV yayını yapabilecek bir uydunun yörüngeye oturtulması planlanmıştır. Roketin yanısıra Avrupa'da geliştirilen uzletişim aygıtları dahil tüm uydusu teknik donatımının denenmesi, zaman paylaşma yöntemiyle birçok Avrupa ülkesine deneysel doğrudan televizyon yayını yapılması ve 20/30 GHz bantlarında ölçüler amaç olarak belirtilmektedir.

12 GHz'de doğrudan yayına ilgili olarak uyduda tek anten yansıtıcısıyla gönderilen, birbirlerine göre sabit kalarak birlikte çeşitli bölgelere yönlenebilen 0,8°/1,4° açılı 2 eliptik ışın demeti ve bu ışınların her birine bağlanabilen biri 450 W diğeri 150 W çıkış gücünde iki transponder bulunacaktır. Işınlar arası açıklığın ne olacağı henüz kesin şekli almamıştır. Atış gerçekleştirilinceye kadar bu yazıda verilen diğeri bazı bilgiler de değişebilecektir. Deneyde Türkiye'yi kapsamak öngörülmüştür. Ancak ışınlardan biri Yunanistan'a çevrilecek olursa ülkemizin batısında büyük bir bölümden uygun donatımla alış yapmak olanaklıdır.

8. KANADA TELESAT DİZGESİ

Kanada CTS deneyinin devamı olarak ve 1980-1981 yılı ortalarında Telesat C-1 ve C-2 uydularını fırlatmak istemektedir. Ülkeyi herbiri ikişer kanallı 3 ayrı ışınla kapsıyacak olan bu uydusu CTS gibi 116° batı boylamına oturtulacaktır.

9. İPAN ZÜHRE UYDUSU

1981 sonunda atılması planlanan uydusu, 12 GHz bandında ülkeye verilmiş 3, 7, 11, 15 ve 19'ncü kanallardan yayına yapacak herbiri 100 W gücünde 5 yayına transponderi taşıyacaktır. ZOHREH 1, 2 ve 3 adlarıyla bir dizge oluşturacak uyduların İran içinde uzletişim amaçlarıyla da kullanılacağı belirtilmektedir.

Toplam 60000 dolaylarında yerleşme bölgesini kapsamak için özellikle 500'den az kişinin yaşadığı yerlerde bireysel ve toplu alış yöntemlerinin her ikisi de denenecektir.

10. BEKLENEN BAŞKA UYDULAR

Planlama konferansında elde edilen sıklık ve kanalları ayırmalarına uygun olarak Nordik grup diye adlandırılan İsveç, Norveç, Danimarka ve Finlandiya tüm bölgeyi TV ve Radyo yayınları ile kapsamak üzere ortaklaşa uydular fırlatma yolundadırlar. NORDSAT denilen bu sistemde İzlanda'yı da içine almak üzere bölgeye 7 yıl süreyle 7 TV ve 16 radyo yayını yapacak iki uydunun yapımı için bir firma yaklaşık 1,8 milyar TL'lik teklif vermiştir. Bir üçüncü uydusu 500 milyon TL'ye yapılabilecektir. Teslim süresi 30-35 ay olarak belirtilmiştir. Tüm çalışmaları içeren bir rapor Nordik Bakanlar Kuruluna sunulmuş bulunmaktadır.

ABD'nin TV doğrudan yayına uyduları için yoğun araştırmalar içinde olduğu bilinmektedir. Çok yakın gelecekte deneysel aşamamın ötesinde doğrudan yayına uydularının ABD içinde hizmete girme olasılığı yüksektir. Kuşkusuz başta Fransa ve Batı Almanya olmak üzere bazı Avrupa ülkelerinin politik ekonomik ve sosyal yapıları gereği böyle bir yarışta geri kalmaları beklenemez.

Orta ve Yakın Doğuda, özellikle orta dalga yayına bandında güçlü verici kullanma yarışı hatırlanacak olursa, tran-Zühre uydusunun tek örnek olarak kalmıyacağı rahatlıkla söylenebilir.

KAYNAKLAR

- 1) IFRB, Weekly Circular No.5, s.1153,1187,1239, 1253,1303
- 2) Izumi, T., Satellite Broadcasting Applications, 1976 Eylül Kyoto Semineri tebliği
- 3) Hirai, M., General Characteristics of Satellite Broadcasting Systems, 1976 Kyoto Semineri tebliği
- 4) Nordic Radar and Television Via Satellite, TCS-Telecommunications, Euro-Global Edition, Cilt 11, No.9, Eylül 1977, s.162
- 5) Ohtake, T., H.Reichert, L.T.Seaman, Japanese Broadcast Satellite, Microvave Journal, Euro-Global Edition, Cilt 20, No.9, Eylül 1977 s.53