

4. ANTENLER

Bu kısımda önceden yapısına kısaca değindiğimiz verici ve alıcı antenlerin özellikleri ve hesaplara giren değerleri ele alınacaktır. İstenen yayın güçleri ile istenmeyen bozucu alış ve veriş güçlerinin hesaplanmasında antenin yayın yönündeki en çok kazancı, eş kutupsal veya dik kutupsal bağıl kazançları (diagram), hizmet bölgesi kenarındaki ĀG bağıl kazanç değerleri kullanılır.

a) Verici Anten:

Bir eliptik ısın için eksen doğrultusundaki en çok kazanç

$k_2 (180)^2$

$$K_{vm} = \frac{\eta}{\epsilon_0} \frac{1}{k} \frac{1}{\sin^2 \theta_0} \quad (10)$$

η 0 ϵ_0

eşitliği ile verilmektedir. Burada;

η : anten verimi, %55

k : yansıtıcı ısınma ve yapı katsayısı

θ_0 ve ϵ_0 : eliptik ışının -3 dB için sırayla büyük ve küçük eksen açılarıdır.

Planlamada kullanılan şekliyle bu eşitlik

27843

$$K_{vm} = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{1}{k} \frac{1}{\sin^2 \theta_0} \quad (11)$$

θ_0 ϵ_0

veya dB olarak

$$K_{vm} \text{ (dB)} = 44,44 - 10 \log \theta_0 - 10 \log \epsilon_0 \text{ şekliyle kullanılır. (12)}$$

Verici antenin bağıl güç örüntüleri (antenna pattern) yine planlama konferansında değiştirilmiş şekliyle Şekil 6'da gösterilmiştir. Burada yer alan eğriler kısım kısım aşağıdaki bağıntılarla gösterilebilir.

A eğrisi: Eş-kutup bileşeni

$$\theta_0 \leq 1,58 \text{ için } V = -12 \left(\frac{\theta_0}{\epsilon_0} \right)^2$$

$$1,58 < \theta_0 \leq 3,16 \text{ için } V = -30$$

$$3,16 < \theta_0 \leq 10 \text{ için } V = -[17,5 + 25 \log_{10} \left(\frac{\theta_0}{\epsilon_0} \right)] \quad (13)$$

C eğrisini kestiği yerden sonra C'ye göre

B eğrisi: Dik-kutup bileşeni

$0.33 < \frac{O}{O_0} < 1.67$ için $V_x = -(40 + 40 \log_{10} |\frac{O}{O_0} - 1|)$

$0.33 < \frac{O}{O_0} < 1.67$ için $V_x = -33$

$1.67 < \frac{O}{O_0}$ için V_x

$= -(40 + 40 \log_{10} |\frac{O}{O_0} - 1|)$ (14)

C eğrisini kestiği yerden sonra C'ye göre

C eğrisi: Eksen kazancı (eksi olarak)

Uydu dizge hesaplarının yapılmasında kullanılan eşitlik (7) de K_{vm} ve V değerleri bu eğrilerden bulunur.

b) Alıcı Anten:

Yine parabolik yansıtıcılı olan alıcı antenler için hesaplamada temel olmak üzere aşağıdaki bilgiler ve eğriler saptanmış bulunmaktadır.

Planlama amaçları için bireysel alışıta en düşük alıcı anten çapı olarak yarı güç ısın açısı 2 olan bir anten düşünülecektir. 12 GHz için bu değer yaklaşık 90 cm yansıtıcı parabol çapını karşılamaktadır. Toplu alış için bu değerler sırasıyla 1° ve 160 cm olmaktadır.

Şekil 7'de, saptanan eş-kutup ve dik-kutup bağıl güç örüntüleri verilmektedir.

Anten besleme düzeneği doğrudan ışınmalı veya Cassegrain tipinde olabilir. Alüminyum veya iletken kaplanmış plastik vb. döküm yansıtıcılar kullanılabilir. Yönlendirme ve bağlama düzeneğinde hoşgörü $0,5^\circ$ olacaktır. Bir Japon firmasınınca geliştirilmiş bir alıcı anten ile ilgili bilgiler Çizelge 7'de Örnek olarak verilmiştir

5. BİNDİRİM (MODULATION)

Uydu yayıncılığında kurumsal olarak genlik, sıklık veya evre kaydırmalı anahtarlama bindirimlerinden birisinin kullanılabilceği düşünülebilir. Ancak kolaylığına karşın şu nedenlerle genlik bindirimi yeğlenmektedir:

a) Uyduda gereken güç diğer bindirim türleri için gerekenden çok fazladır,

b) Alıcı yerel salıngacında gereken kararlılığı sağlamak çok güçtür.

c) Daha az bant genişliğinde kanallar kullanılabildiği halde eş-kanal koruma oranı 50 dB dolaylarında olacağından 30 dB eş-kanal korunmasının yeterli olduğu sıklık bindirimli dizgeye kıyasla, aynı kanalın tekrar kullanılma olanağını kısıtlayacak ve sonuçta genlik bindirimli dizgede aynı sayıda program için gereken bant genişliğinin yaklaşık 5/3 oranında arttığı görülecektir.

Evre kaydırmalı anahtarlama, sıklık bindirime kıyasla uyduda biraz daha az güç gerektirmektedir. Buna karşın bant genişliğinde ve taşıyıcı/gürültü oranı gereksinmesinde artma söz konusudur. Ayrıca sıklık bindirimine göre alıcılar ve tüm donatım daha karmaşık ve pahalıdır.

Görüldüğü gibi yayın uyduları için sıklık bindirimi (SB) uygulaması en uygun yöntem olmaktadır. Planlamada temel olarak alınan dizge şöyle tanımlanmaktadır: Sıklık bindirimli ses imi ile görüntü imi birleştirilir; görüntü-ses'ten oluşan bu im daha sonra 12 GHz'deki taşıyıcıya yüklenir. Ayrıca CCIR Rec. 405'e göre ön vurgulama uygulanacaktır. 625 çizgili dizgeler için gereken bant-genişliği 27 MHz, uygulanan ön vurgulamada alçak sıklıkta zayıflama 11 dB, yüksek sıklıkta (6 MHz) yükseltme 2,7 dB ve eğrinin 0 dB den geçiş sıklığı 1,512 MHz olacaktır.

Bir ses kanalı eşliğindeki görüntü imi yayınlayan bir TV kanalı yerine başka düzenlemeler de düşünülebilir. Örneğin, TV kanallarından birisini radyo yayını için ayırmak söz konusu olursa kurumsal

olarak düşünüleebilecek yöntemler içinde şimdilik en uygun görüneni SB/SB çoklama (multipleks) yöntemidir. Burada birçok SB'li alt taşıyıcılar bir taşıyıcıya SB uygulamaktadır. Ayrıca gelecekte çeşitli sayısal çoklama yöntemleri geliştirilebileceği kuşkusuzdur.

Düzenleme türü ister şimdilik olası gibi görünen 16 bağımsız ses kanalı, isterse 8 stereo ses kanalı yahut bir başkası olsun grubun yayın gücü, bant genişliği, koruma oranları vb. tüm gereksinme planlamanın temel olarak aldığı TV kanalı için geçerli değerlere uygun olacaktır.

6. YAYIN NİTELİDİ

Ekranda izlenen TV yayınının niteliğini saptamada CCIR tavsiyelerine göre çok iyi (5) ile çok kötü (1) arasında değişen bir ölçek kullanılır, izleyici bireyin algı yeteneği ve anlayışına göre değişebildiği için bu ölçek nesnel değildir. Yine de çok sayıda bireyin yapacağı değerlendirmenin ortalaması ile bulunacak bir ölçü izlenen yayının niteliği hakkında doğru fikir vermektedir. Bu ölçüden yola çıkarak yayında gereken im/gürültü oranını veren ampirik eşitlikler türetilmiştir. Genel olarak oran 35 dB üzerinde ise ölçekte yaklaşık 4 değerinin karşılığı olan, iyi nitelikte, gürültüsü az, belirgin ve rahatsız etmeyen bir alışı sağlanabilir .

Uyduda sıklık bindirim yöntemi uygulanacağından taşıyıcı/gürültü oranı da önemli olmaktadır. Bu oran için planlama değeri en kötü koşullu ayda zamanın %99'u için en az 14 dB olarak saptanmıştır.

Ayrıca uyduya yerden program ileten linkteki ısısal gürültünün yayında 0,5 dB gürültü artması yaratabileceği gözönünde tutulacaktır.

6.1. KORUMA ORANLARI

Yayın niteliğini bozan diğer bir önemli etken, aynı sıklıkta veya yan kanalda bulunan başka imlerdir. Bozucu nitelikteki bu imlerin izlenen yayına göre belirli bir düzeyin altında olması gerekir. İzin verilebilecek en az fark değerine koruma oranı diyoruz. İncelediğimiz uygulamada eş kanal koruma oranı tek bozucu im için en az 35 dB, tüm bozucu imler toplam olarak en az 31 dB olarak alınmıştır. Bu değerler sıklık bindirimli ve tepeler arası sapmanın 12 MHz olduğu dizgeler için geçerli olup, 4,6 lık çok iyi ile iyi arası nitelik ölçüsünde yayın sağlamaktadır.

Bozucu imin eş kanallı olmadığı durumlarda farklı koruma oranları gerekir, istenen yayın taşıyıcısının ± 10 MHz alanında 35 dB olan oran ± 35 MHz'de doğrusal eğimle 0 dS'ye düşer. Buna göre yan kanallar için gereken eşdeğer koruma oranı 15 dB'dir.

6.2. ALICI DUYARLILIĞI

İleride alıcı düzenekleri üzerinde ayrıntılı olarak ayrıca durulacaktır. Bu aşamada uydu dizge hesaplamaları için gerekli olan duyarlılık sorununu incelemek gerekiyor.

Bir uydu dizgesini planlarken, uyduda kurulacak yayın gücünün saptanmasında, kuşkusuz kullanılacak alıcı donatımının başta duyarlılık olmak üzere birçok belirginlikleri hesaba alınmalıdır. Alıcı girişindeki gürültü sıcaklığı (veya gürültü katsayısı), alıcı anten kazancı, anten yönlendirme kusurlarından doğan eşdeğer kayıp, antenle alıcı arasındaki bağlantı kaybı, eskime kayıpları gibi verilerin tümünü tek bir veri olarak elde etmek üzere "figure of merit" kavramı türetilmiştir. Biz yazımızda buna, belirli bir çeviri yanlışlığını göze alarak "beceri değeri" diyeceğiz. CCIR Rep. 473'de bu değer aşağıdaki eşitlikle verilmiştir.

$$\text{Beceri} = G/T = a \cdot b \cdot K_{am} / a \cdot T_a + (1-a)T_o + (n-1)T_o \quad (15)$$

Burada

a: Toplam bağlantı kayıpları

b: Toplam anten yönlendirme ve eskime kayıpları

T_a : Antenin etkin sıcaklığı (genel olarak 150° Kelvin alınabilir)

T_0 : Dayanak sıcaklık (290° Kelvin)

n: Alıcının gürültü katsayısı

Eşitlikteki a.b. K_{am} ve n değerleri güç oranları türündendir.

Planlama için saptanan beceri değerleri ise aşağıdaki gibidir.

Bireysel alış dizgeleri için $G/T = 6$ dB/Kelvin

Toplu alış dizgeleri için $G/T = 14$ dB/Kelvin

Örnek olarak, becerisi 6 dB/K olan bir alıcı düzeneği 90 cm çapında bir anten, 0.5 dB bağlantı kaybı, 1dB eskime kaybı ve 6.5 dB gürültü katsayısı olan bir alıcı ile sağlanabilecektir.

6.3. KUTUPLAMA (POLARIZATION)

Bir antenden yayılan elektromagnetik dalganın elektrik vektörü ve yayılma yönü belirli bir kutuplama yaratır. Bu iki vektör bir düzlem içinde sabit kalıyorsa doğrusal, eğer elektrik vektörü yayılma doğrultusu çevresinde bir yönde dönüyorsa çembersel kutuplama diye adlandırıyoruz. Her iki türde de birbirini zararlı olarak etkileyebilecek iki yayın ters kutuplama uygulamasıyla gerekli korunma oranlarını sağlayabilirler. Şekil 6 ve 7' de yer alan anten kazanç eğrilerine yeniden göz atacak olursak sağlanabilecek bu ek korumanın yayın yönünün 1° sınırı içinde verici anten için 33 dB, alıcı anten için 20 dB kadar olabildiğini görürüz. Doğrusal kutuplamada terslik iki kutuplama düzleminin birbirine dik olmasıyla gerçekleştirilir. Çembersel kutuplama için bir yayının elektrik vektörü saat dönme yönünde alınırsa korunacak diğer yayında bu yönün tersine dönen elektrik vektörü kullanmak gerekir.

Her iki yöntemin sağladığı yararlar birbirine çok yakındır. Birini diğerine üstün kılan ayrıntılar az çok dengelidir. Kısaca özetlemek gerekirse çembersel yöntem alıcı verici antenlerin karşılıklı uyumu bakımından daha iyi sonuç verdiği için zararlı ters kutup bileşenlerine karşı daha iyi korunma sağlamaktadır. Buna karşılık özellikle alıcı girişinde karmaşık düzenlemeler gerekmekte ve maloluştur artma görülmektedir.

Sonuçta, planlamada ilke olarak çembersel kutuplama kullanılması kabul edilmiştir. Bu deyim vektörün dönmesinin eliptik olma durumunda da geçerlidir.

6.4. YAPAY ENERJİ YAYMA UYGULAMASI

İlgilenilen bant aynı zamanda yüzeysel ve yerel uziletişim dizgeleri ile paylaşılacağından 4 kHz bant genişliğinde ölçülen güç akı yoğunluğunun -128 dBW/m² olması gerekmektedir.

Özel bir yöntem uygulamaksızın saptanan -103 dBW/m² değeri ile bu koşulu sağlamak olanaksızdır. Ancak 27 MHz bant genişliğinde ölçülen akı yoğunluğu değerini düşürmeden 4 kHz bant genişliğindeki akı yoğunluğunu azaltmak olasılığı vardır. Taşıyıcıya, yayın iminin yanısıra bindirilen, sıklığı temel bandın hemen alt ucunda bulunacak bir üçgen dalga imi, sıklık bindirimli düzenlemelerde özellikle yayın iminin bulunmadığı veya düşük genlikte olduğu durumlarda taşıyıcı enerjisinin bir bant içine yayılmasını sağlar. Enerjinin yayıldığı bandın genişliği uygulanan yayma iminin genliğine, dolayısıyla sıklık bindirimindeki sapmaya bağlıdır. Enerji yayma ("energy dispersal) tekniği denilen bu yöntemle taşıyıcıda tepeler arası örneğin 1MHz sapma yaratacak bir im, 4 kHz bant genişliğinde 27 MHz'deki değere oranla güç akı yoğunluğu değerinde 25 dB'lik bir düşme sağlayacaktır. Buna karşılık alışıta bu imin kaldırılması için ek düzenleme gerektiğinden konu konferansta uzun tartışmalara yol açmıştır. Sonuçta güç akı yoğunluğu değerinde 22 dB'lik düşme sağlamak üzere 600 kHz sapmalı enerji yayma uygulamasının alıcılarda fiyat yükseltici veya tasarımı zorlaştırıcı etkisinin önemli düzeyde olmayacağı belirlenmiş ve konferansta bu değerler kabul edilmiştir.

6. 5. YAYIN DİZGE HESABI

Buraya kadar yayın zincirinde etkili tüm birimlerin hesap yöntemleri ile bilinen ve önerilen veriler üzerinde ayrıntılı olarak durduk. Şimdi tüm bilgileri kullanarak bireysel alış için uyduda gereken verici gücünü örnek hesapta göstereyim. Çizelge 8'de gösterilen bu hesap örneğinde kapsanacak bölge olarak ülkemiz alınmıştır.

Yukarıda etkin izotropik yayının gücü hesaplanmasında, belirtilmiş güç akı yoğunluğu (-103 dBW/m²)

değerinden yola çıkıldığını görmekteyiz. Gerçekte planlama konferansı bunun için bir değer saptamamış olsa idi taşıyıcı/gürültü oranı için saptanan 14 dB değerinden hareketle bu değer yine hesaplanabilirdi. Burada eşitlik (7) ile alıcı girişindeki gürültü gücünü veren

$$N=kTB \quad (16)$$

bağıntılarını kullanarak dB türünden,

$$P?(Taşıyıcı/Gürültü)+Y+L+V-(G/T)+k+B \quad (17)$$

bağıntısını elde ederiz

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 dB (MHz)

Veriler yerine konulunca

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

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 alış nitelik düzeyine olanak veren en düşük yayın gücü kullanılması.
- Bölge sınırlarında milletlerarası radyo kuralları 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 ilkelerden hareket ederek yapılan planda ülkelerin karşılanabilen her program isteği için şu belirginlikleri saptanmıştır:

a) Yayın sıklık kanalı,

b) Kapsayıcı ışın,

- c) Yörünge konumu,
- d) Yayın gücü,
- e) Kutuplama.

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

- a) 12 GHz'de Avrupa, Afrika kıtaları ile SSCB'nin tümünün yer aldığı 1.bölgede ayrılmış bantgenişliği 800 MHz. Asya ve Okyanusya'dan oluşan 3'ncü bölge bantgenişliği ise 500 MHz'dir. Bu durumda doğal olarak ülkelere verilebilecek toplara kanal sayısında bölgeler arası bir farklılık ortaya çıkmaktadır,
- b) Bir ülkeye verilen kanallar arasında uydu verici ve anten donatımlarında 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.
- c) 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 yörüngedeki tele uydudan tüm yayınların yapılması hem de aynı alıcı antenin tüm programları alışıta kullanılması olanaklı olacaktır.
- d) 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 sürmüştür.

- a) Avrupa'nın doğu ve batı blok ülkeleri birbirinden en az 16° farklı yörünge konumlarında yer almak istemişlerdir.
- b) 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 aralarındaki sınır bölgesinde yaşayan halklarına alış kolaylığı sağlamak üzere aynı konum ve kutuplama tahsisini istemişlerdir, ikinci türe örnek olarak Yunanistan ve Kıbrıs Rum yönetiminin istekleri gösterilebilir,
- c) Ülke aşırı kapsama istekleri: Federal Almanya, Avusturya ve İsviçre aynı dili konuşan halkları yararına tümünü birden kapsayacak birer özel ışın, yine İsveç, Norveç, Finlandiya ve Danimarka ayrılacak 5'er kanaldan ikisinin her üç ülkeyi birden kapsayacak ışın genişliğinde olmasını istemişlerdir. Bunların yanı sıra Vatikan Şehir Devleti'nin dinsel yayın yapmak üzere Avrupa'nın büyük bir kısmını içine alacak kapsama isteği ile Suudi Arabistan'ın İslam 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.
- d) Ülke içi uzuletişim ve doğrudan yayın hizmetleri için tek uydu kullanmayı planlayan bazı ülkeler belirli bir yörünge konumu için ısrar etmişlerdir. Bunlara örnek olarak Endonezya'nın isteği karşılanamamış ancak İran'a istediği konum ayrılabilmiştir.
- e) Yine aşırı bir başka istek türü de bazı ülkelere yapılan 8,10 hatta 14 kanal ayrılması gibi isteklerdir.
- f) Güney ve Kuzey Amerika kıtalarının yer aldığı 2. bölge devletleri kendi bölgeleri için planlama yapılmayacağından yörünge üzerinde çok geniş bir yayı 1. ve 3. bölge planının dışında tutmak istemişler ve sınırları 160° Batı ve 37° Batı boylamı olarak saptanan bu yay uçlarında güç akı yoğunluğunu -125 dBW/m²/4 kHz olarak sınırlandırmışlardır.
- g) Ekvator üzerinde yer alan ülkeler yerle eşzamanlı yörüngeyi tıpkı yeraltı zenginlikleri gibi bir doğal kaynak olduğunu, bu nedenle ülkeleri üzerindeki yörünge yayı üzerinde hükümler hakları

bulduğunu, 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 40, 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 yapılabildiği, 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, konumlar 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 çalıştığımızı 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 alınamaz. 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 koruma 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.

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 verilmek 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 eksi koruma payı içeren bir plan elde etmeye çaba harcanmıştır.

Değinilen hızlı hesap yöntemleri, seçilen kanal ve konumlar için, hemen eş ve ters kutupsal girişim matrislerinin çıkarılması şeklindedir. Bu matrisde eksi sonuç veren girdiler hemen görülmekte ve daha uygun seçenekler belli olmaktadır. Bilgisayar, geliştirilmiş algoritmaları kullanarak bazı çözümleri birkaç seçenek içinden ayırabilir. 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 kullanımı 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 dağıtımı 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 bilgileri verilmektedir.

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 eksi 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. Monako, 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 sıklıkla yol açmışlardır.

Işınları saptamakta ilk aşama olarak ülkeyi çevreleyen çokgen köşelerinin seçildiği yukarıdaki bölümlerde anlatılmıştı. 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 açıktaki, 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 yörünge 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. Karadeniz'in kuzeyinde Ukrayna'yı ve Hazar Denizi'ne kadar Kafkasları içine alacak şekilde verilen bir kapsama isteğine göre seçilmiş olan bu ışın ülkemizin yarıdan fazlasını içine almaktadır. Ancak yörünge 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 hem de 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 alışı hesaplamış ve gereken 31 dB korumadan büyük fark bulunduğu durumlarda artı, daha küçük farklarda ise eksi olarak sonucu vermiştir. Ülkemizde yukarıdaki çizelgelerde yer alan eksi koruma paylı ülkeler arasında yer almaktadır. Tüm kapsama bölgesi içinde yalnız Hopa sınır bölgemizde korunma oranı 31 dB'in altına düşmektedir. Bu düşme 5 kanalımız için -1,51 ile -1,66 dB arasında 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.

Ülkemizi içine alan eliptik ışının merkezi Nevşehir ilinin Hacıbektaş 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 izelge 15'de örnek olarak verilmiştir.

Tip	SA 1010
Çap	1 m.
Sıklık bandı	11.7-12.2 GHz
Kazanç	39.6 dB
Yarı güç ışın açısı	1.6 derec
Ön arka oranı	50 dB
Kutuplama	doğrusal
Ağırlık	7 kg
Rüzgar hızı	60 m/sn
Ortam sıcaklığı	(-40?)-(+60?)

Çizelge 7. Pretcher alıcı anten standart değerleri

Parametre	Hesap Yöntemi	Değer
1. Dizge		
Taşıyıcı sıklığı (GHz)	Veri	12
Bindirim türü	Veri	Sıklık B.
Yükseklik açısı (derece)	1 ve 4 nolu	28,7
(En düşük olduğu noktada)	eşitlikler	
Eşdeğer bant genişliği (MHz)	Veri	27
Taşıyıcı/Gürültü oranı (zamanın %99'u için) (dB)	Plan verisi	14
Görüntü parlaklık imi/süzülmemiş gürültü etkin değer oranı (dB) (5 MHz bant içinde)	Veri	35
Ses imi/süzlmemiş gürültü oranı (15 KHZ bant) (dB)	Veri	50

2. Alıcı Düzenegi		
Beceri G/T (dB)	15 nolu eşitlik, plan verisi	6
Anten çapı (m)	Veri	0.9
Alıcı anten kazancı (dB) (yönlendirme kayırları dahil)	Eşitlik 12'den θ_0 ve $\theta_0 : 2^\circ$ için	37.4
Anten etkin alanı S (m ²)	(0.9/2). π	0.636
10 log S		-2
Kapsama alanı sınırında güç akı yoğunluğu (dBW/m ²)	Plan verisi	-103
Eşdeğer alan şiddeti [dB(iV/m)]	Güç akı yoğunluğundan kuramsal hesaplarla	42.6
(iV/m)		135
Uydu alıcı uzaklığı (en uzak noktada) km	Eşitlik 5	38.727
Serbest uzay yayılma kaybı (dB)	Eşitlik 9	205.8
Program yukarı linki görültüsüne eşdeğer kayıp (dB)	Plan verisi	0.5
Atmosferik zayıflama (dB)	Çizelge 6'dan	1.8
Uyduda gerekli izotropik yayının gücü (dBW) (ışın sınırında)	(205.8+0.5+1.8+2-(6+37.4+103)	63.7
3. Uydu Vericisi		
Verici anten ışın genişliği (eliptik, derece)	Plana giren değerler	2.68/1.04
Verici anten kazancı	Eşitlik 12'den	38.8

izotropik) (dB)		
Süzgeç, bağlantılar, eskime vb. kayıları (dB)	1	
Verici transponder gücü (dBW)	(63.7-38.1-1)	23.9
Watt		246

Çizelge 8.

Kanal No.	Sıklık (MHz)	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

	1.nci	2.nci	Toplam
--	-------	-------	--------

	Bölge	Bölge	
Planda yer verilen ülke ve bağımlı/bağımsız bölge sayısı	106	43	149
Plana giren ışın sayısı	146	10	252
Kullanılan yörünge konumu sayısı	31	25	37
Kullandıkları kanal sayılarına göre ışınların dağılımı			
1 kanallı	n	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	8C	34	122
2 ışın alan ülke sayısı	14	4	10
3 ve daha çok ışın alan			
Ülke sayısı	4	S	9
Toplam tahsis sayısı (ışın x kanal)	634	350	984
Eşdeğer koruma payı eksi olan tahsisler			
0 - 1 dB arası	68	40	108
-1 - 2 dB arası	42	28	70
-2 - 3 dB arası	35	22	57
-3 den daha düşük	19	27	46
Toplam eksiler	154	117	281
Eksi koruma paylı ışına sahip ülke sayısı	30	16	46

Çizelge 10. Plan sonuçları özet bilgiler (sayısal)

Birden fazla ışın tahsisi alan ülkeler ve ışın sayıları	
Çin Halk Cumhuriyeti	35
SSCB	23
Hindistan	12

Avustralya	6
Pakistan-Endonezya	5
Danimarka-Sudan-Suudi Arabistan	3
Cezayir-Vatikan-Finlandiya-İzlanda-Moritus-Mali-Moritanya-Norveç-İsveç-Suriye-Tunus-Zaire-Afganistan-Malezya- Yeni Zelanda-Papua Yeni Gine-Libya-Yugoslavya	2
Toplam 5'ten fazla tahsis alan ülkeler	
SSCB (Ukrayna ve Biyelorusya dahil)	70
Çin Halk Cumhuriyeti	55
Hindistan	48
Avustralya	36
Endonezya	20
Sudan	15
Pakistan-Suudi Arabistan	11
Cezayir-Libya-Mali-Moritanya-Yugoslavya-Zaire	10
Moritus-Malezya	9
Afganistan-Japonya-İzlanda	8
Danimarka-Yeni Zelanda-Papua Yeni Gine	7
Kore (Güney)	6
En çok yüklü yörünge konumları:	19° Batı 31° Batı 37° Batı 1° Batı
Tahsisler	69 64 13 60
Paylaşan ülke sayısı	12 13 10 12
En az yüklü konum 152° Doğu. Yapılan tahsis: 3	
Boş bırakılan yörünge konumu: 116° Doğu	
Birden fazla yörünge konumunda tahsisi alan ülkeler ve konum sayıları	
SSCB 5	
Çin Halk Cumhuriyeti 3	
Hindistan-Endonezya-Avustralya-Papua Yeni Gine 2	
En yüksek ve düşük güçlü uydu vericisi gerektiren tahsisler	
<u>Ülke Tahsis No Konum Eliptik Işın Açıları Etkin güç dBW Verici</u>	

gücü Watt

SSCB URS-080 140° Doğu 2.9° /2.4° 68.1 1238

Bahreyn BHR-255-A 17° Doğu 0.6° /0.6° 60.8 15.5

En büyük ışın genişliği tahsisi:

Ülke Tahsis No Konum Eliptik Işın Açıları Etkin güç dBW Verici
gücü Watt

Fransız OCE-101 160° Batı 4.34° /3.54° 63.6 1238

Polinezyası

Çizelge 11. Plan sonuçları üzerine bazı, karakteristik bilgiler

Ülke	Kanallar	Konum	Kutuplaşım	Eliptik ışın açıları	Etkin Güç dBW	Verici Gücü Watt
Türkiye	1,5,9,13,17	5° Doğu	1	2,68/1,04	63,8	235
Kıbrıs	21,25,29,33,37	5° Doğu	1	0,6/0,6	63,6	30
Yunanistan	3,7,11,15,19	5° Doğu	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-Danimarka (3 ışın)-Finlandiya (2 ışın)-Yunanistan-İzlanda-Norveç (2 ışın)-İsveç (2 ışın)-						
Lesoto-Güney Afrika Cumhuriyeti						
5° Doğu konumundaki;						
	Toplam ülke sayısı:	10				
	Tolam ışın sayısı:	14				
	Toplam tahsis sayısı:	50				

Çizelge 12. Türkiye va bazı ülkelerin tahsisleri

Işın kodu: URS-64

Yörünge konumu: 230 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 yayılım gücü: 64,1 dBW
Uydu transponder çıkış gücü: 122 W
En çok etkilenen noktada alış 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

Nokta	Güç Akı Yoğunluğu dBW/m ²	Taşıyıcı /Gürültü (%99,9) dB	İm/Gürültü (%99) dB	Eşdeğer Korunma payı (dB)
Hacıbektaş-Nevşehir	- 99.0	14.2	36,3	7,5
Ankara	- 99.2	14.0	36,0	5,5
İstanbul	-100,3	12,9	35,0	3,2
İzmir	-100,5	12,7	34,8	4.2
Iğdır	-101,5	11.7	33,8	1,2
Selanik	-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	İm/Gürültü (%99) dB	Eşdeğer Korunma payı (dB)
-------	---	------------------------------------	------------------------	------------------------------

Kapsama 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
Kaş (Antalya)	-101,8	11,3	33,4	7,4
Lefkoşe	-106,2	6,9	30	-4,5

Çizelge 15. Türkiye yayın uydusunun çeşitli çeşitli noktalarda alınmış ayrıntıları

sürecek...