

Ufuk-Ötesi Mikrodalga Yayınları

Hazırlayan:
T. H. EVCİMEN
NATO Hv. Elk. Enf. Ts. Rs.
Y. Müh.

I. GİRİŞ

Son yıllarda mikro - dalgalarının yayılması ile ilgili en önemli ilerleme, bu yayılmalarda signal şiddetinin, ufuk ötesinde evvelce edinilmiş bilgi ve teorik çalışmalardan çıkan sonuçların gösterdiği kadar fazla zayıflamadığının müşahadesi ve bundan temin edilen istifadeler olmuştur. Mikrodalgalarının ufka yakın veya ufuk ötesinde zayıflamasına ait deneyler sıra ile 1931 ve 1941 yıllarında başlar, ve bu Amerika'da National Bureau of Standards, Lincoln Laboratory of Massachusetts Institute of Technology ve Bell Telephone laboratuvarları, mikrodalgalarının ufuk-ötesi troposfer yayılmalarına dair deneysel araştırmalarıyla bilhâssa temayüz etmişlerdir.

Bu araştırmalar, meselâ Amerika'da 1954 yılı sonunda 6 milyon mil (9.6 Milyon Km.) uzunluğunda telefon devresinin mikrodalga tesisleri ile cihazlandırılmasını, ve aynı tesisler yoluyla radyo ve televizyon yayınlarının iletilmesini sağlamıştır. Bugün ise, dünyanın en geniş askerî troposferik yayın ağı, NATO tarafından yapılmaktadır, ve tamamlanınca bir çok milletler arasında aynı anda muhabereyi mümkün kılacaktır. Bu proje ACE HIGH diye bilinmektedir.

İşte mikrodalgaları - Radyo Sistemlerinde idrak edilen bu gelişmeleri kısaca ufuk - ötesi yayılma konusu olarak tetkik edeceğiz.

II. T A R İ H Ç E

1. Görüş Doğrultusu :

1931 de ilk mikrodalgalarının Fransada Escalles'den İngilterede Sânt Margaret Koyuna radyo muhaberesi tecrübî olarak denendiği zaman, en iyi şartın bu iki mevki arasında görüş doğrultusunun, alıcı ve verici antenleri arasında temin edilmesi ile hasıl olacağı kanaati vardı, ve hattâ, bu haliyle transmisyon bir «Herzian Cable» Herz kablosu adını bile alabilirdi, çünkü bu troposfer'de transmisyon yolunun sabit kalması halinde dalga-güdümlü tertibini andıracaktı. Fakat ümitler kısa bir zamanda kırıldı, zira dalga boyları 16 cm, 20 cm ve 29 cm olan veya sırasıyla frekansları 1667 megasikl, 1500 megasikl ve 1040 megasikl olan dalgalar 4 saatlik bir süre

zarfında gürültü seviyesinden 0—20—35 db. lik bir kazanç değişmesi gösteriyordu (Şekil 1).

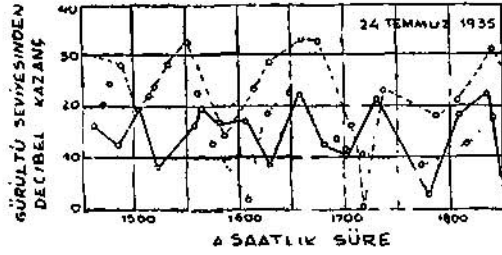
«Frequency - diversity», yani müteferrik frekanslar kullanmak bir dereceye kadar faydalı olmuştur. Bu görüş doğrultusunda mikrodalga tesisleri, uygun mevki ve uygun radyo, frekansları bulunduğu yerlerde şüphesiz en geniş tatbik sahası bulmuştur ve bilhassa geniş - bantlı sistemlerde ağır trafik ve çoğul kanallı telefonlarda koaksiyal kabloları ile yarışmaktadır

2. Ufuk — Ötesi:

Yayınlanan mikrodalgaların ufukta durmacağı aşikârdır, çünkü tabiat hiçbir suretle böyle şey göstermez. Fakat korkulan şey, zayıflamanın (attenuation) ufuk yakınında veya ötesinde çok artacağı, ve muhabere kurabilmek için sistemin fazla büyük antenlere ve mümkün olmayan verici gücüne ihtiyaç göstereceği idi.

Fransız Savunma Bakanlığının Laboratoire Central de Telecommunication'a verdiği kontrat altında 1941 de A. G. Clavier ve V. Altovsky'nin Toulon'dan İspanya ve Cezayir sahillerine doğru bir gemi üzerinde yaptıkları 3000 megasikl ve 50 watt gücündeki frekans modülasyon'lu yayınlarla ilgili tarihî tecrübeleri tam olarak neşredilmedi. Fakat test programında, antenlerin elektromagnetik yayın sahaları, alıcının frekans - sıkıştırması ve diğer ayakları, uzak mesafelere yayılmada carî kanunların tetkiki gibi konular vardı. Ufuk uzaklığı 100 Km. veya (54 Deniz mili), ve alıcı kazancı takribî 35 db olup serbest uzay yayılma kanunlarının değerine yakındı. Bu kazanç faktörü, bu uzaklıkta verici gücünün 2500 defa azaltılabileceği demek oluyordu, veya aynı güçte 5000 Km. veya (2700 deniz mili) uzaklıkta yayınların alınabilmesi demekti. Frekans modülasyonu signal- gürültü oranını takriben 65 decibel'e çıkarıyordu; bu ise iyi telefon devreleri kalitesinde bir yayını imkân dahiline sokuyordu ve bu suretle ufuk - ötesi tecrübelerine geçildi.

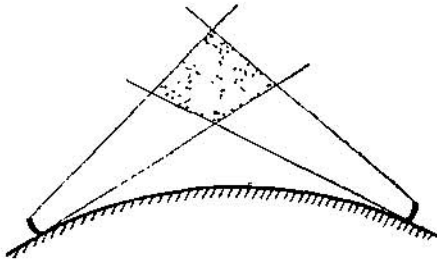
İlk önce, 250 Km. (130 deniz mili) İspanyol sahillerine girildi, iyi hava ve sakin deniz olduğu bir zamana rastlandı.



(Şekil : 1)

o—o $\lambda = 18$ Cm Manş denizi üzerinde
 o—o $\lambda = 20$ Cm Yayınların bozulması
 o., o $\lambda = 29$ Cm,

Ufuk uzaklığından bir kaç mil ötesine gidilir gidilmez, ufuktaki maksimum sinyaller şiddetinde maksimum sinyaller elde edilmesine rağmen aralarında kısa süren minimum'lar belirmişti. Hakikaten, genlik - modülasyonlu signal için, bu genlik değişimleri ciddi bir mahzur teşkil edebilirdi. Bu minimum'lar sınır seviyeye yaklaşmamış, ve 250 Km. tamamen maksada uyguna bir saha teşkil etmişti. Maksimum yayın sahasını değerlendirmeye bu tecrübeler imkân vermemişti. Ertesi gün, vericiden 232 Km'ye (125 deniz mili) uzaklığa gidilmiş ve temas kolayca tesis edilmişti. Bu iki günün tecrübe so-



(Şekil : 2) Ufuk - ötesi troposferik yayılma prensipleri. Yayınlanan huzme bir bölgede her yönde dağılır, enerjinin bir kısmı alıcı antene varır

nuçları beklenen teorik sonuçlarla çelişiyordu, ve merakla daha başka tecrübelerle başlandı. Hava kötü ve deniz orta kaba idi. Aynı doğrultuda ufuk uzaklığına kadar değişik bir durum yoktu, fakat ufuk ötesine çıkılınca signal kuvvetinde devamlı ve nisbeten hızlı bir düşme, (ilk günlerin tersine olarak) müşahade edildi. 170 Km. de (92 milde) temas kesilmişti ve bu uzaklık ufuktan 60 Km. öteye düşüyordu. Temas kesildikten sonra alıcı uzun bir müddet açık tutulduğu halde tekrar temas hasıl olmadı.

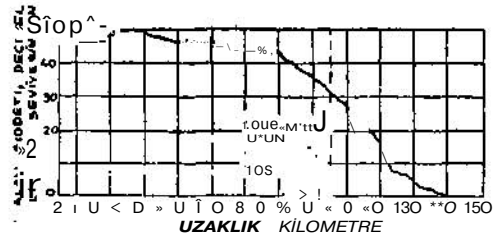
Diğer bir gün 138 Km.'de (75 mil) signal kayboldu. Bir başka gün vericiden 148 Km. (80 mil) uzakta signal alınmaya başlandı, bu ise ufuktan 50 Km. (27 mil) uzakta idi.

Bu dört - beş tecrübeden sonra, muhtemel, iki farklı tip yayılmanın yer alıp almadığını tahkik etmeye geçildi. Son seyahat bu görüşü enteresan bir şekilde teyit edecekti. Bu ampere kablo gemisi ile Cezayirde Philippeville'e gidilirken 10 Aralık 1941 de yapıldı.

Fırtınalı bir devreden sonra hareket günü hava açılmış, ve Toulon limanından ayrılır ayrılmaz tecrübe başlamıştı. Otomatik cihazlarla elektromagnetik alan şiddeti kaydediliyordu. Ufuk ötesine çıkılınca Şekil 3 de gösterildiği gibi Alan şiddeti devamlı düşüyordu, ve 140 Km. (76 mü) signal kayboldu. Atmosfer şartları hem denizde ve hem de vericide düzelirken, deneyi tekrar etmeğe karar verildi. Bu defa, yine 140 Km.'de signal şiddeti çok düşmüştü fakat 150 Km. signal şiddeti bir artış göstermişti. Bu artma nihayet durmuş ve signal şiddeti azalarak bu defa 180 Km de veya 80 Km ufuk - ötesinde irtibat kesilmişti (Şekil 4). Bir kaç saat zarfında bu tecrübe, birine normal değerine de anormal diyebileceğimiz iki tip yayılmanın müşahade edilmesini sağlamıştır.

ikincisine anormal demek doğrudur, çünkü bu tip vavılma izotropik bir ortamda yayılma tecrisini takip etmiyor ve durgun atmosferde büyük genlik değişimleri ile ufuk ötesinde oldukça uzak mesafelere yayılıyor.

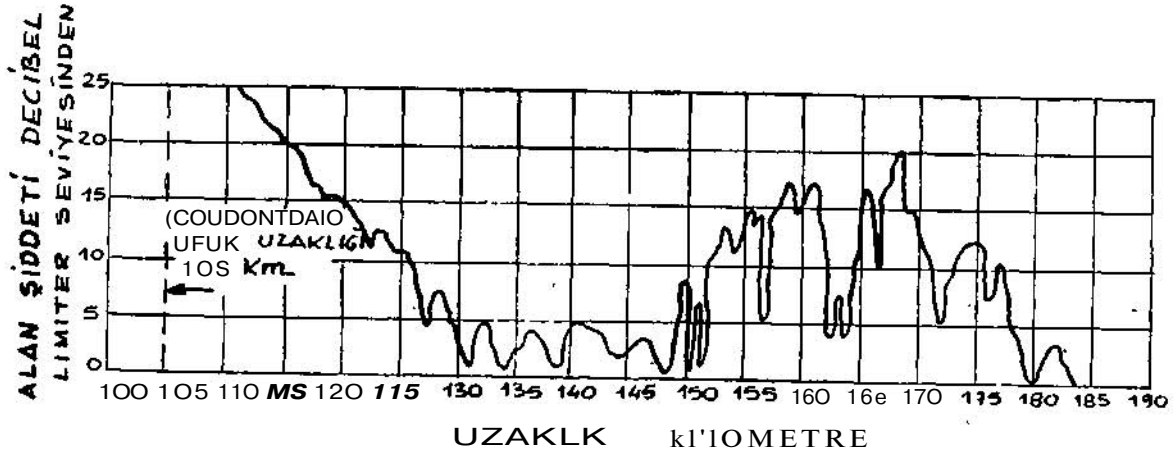
Bu denemelerden sonra anormal yayılmanın atmosferin alt tabakalarında mahallî bir olaya, yani dağılmaya (scattering) atfedileceği düşünülmüştür, çünkü atmosferin yukarı tabakalarının etkisi, verici ve alıcı antenlerin gayet kesin yönelici bir özelliğe sahip olması ile bertaraf edilmiş oluyordu (Şekil 2).



»E e/i 3

2. Dünya Harbinin, savaş şartları altında yapılan bu tecrübeler 10 cm. lik mikro-dalgaların yayılması hususunda esaslı temel bilgileri vermiştir.

On yıl içerisinde mikrodalgaları radyo bağlantıları (Radyo link) çalışma frekansları 30 megasıkl/saniye'den 10,000 megasıkl/saniye kadar genişletilmiş, ve 50-80 Km. uzunluğundaki menziller de 400 Km'ye, yani, ufuk ötesinin pek derinliklerine uzatılmıştır.



(ŞekU: 4)

III. MENZİL'E TESİR EDEN FAKTÖRLER

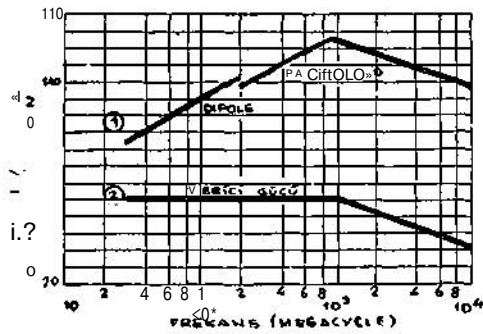
Uluslararası Danışma Komitesinin tavsiyelerine bağlı kalarak, bir bilginin ticarî nitelikte radyo - bağları ile yayınlanmasında menzile tesir eden faktörler şunlardır:

Vericinin Gücü, anten Kazancı, Alıcının Gürültü sayısı, modülasyon tipi, ve yayınlanan yol boyunca zayıflama (Attenuation). Genel olarak ele alınan bu yazıda az önemi olan faktörler ihmal edilmiştir.

Şimdi bu hususları gözden geçirelim.

I. Verici Gücü :

Modern elektron lâmbaları 30 ilâ 1000 megasıkl/san. frekanslarda 10 kilowatt etkin verici gücü sağlarlar ve hattâ son yıllarda bu 2000 megasıkl/san'e kadar çıkmıştır. Daha yüksek frekanslar için; azamî güç, günün mühendislik sınırı olan 10,000 Megasıkl/san'de meselâ 10 Watt'a düşer. Şekil 5 de alttaki grafik bu bağıntıyı gösteriyor.



ŞEKİL: 5 ANTEN KAZANCI (C)
V. KRİCİ GÜCÜ (Z)

Bir radyo - bağında (radio - link) yalnız vericinin kendi gücü değil, fakat istenen yönde yayın-

lanacak etkin (efective) gücün sağlanması da önemlidir.

Bu etkin güç, verici gücünü verici ve alıcı antenlerin yönelme kazançları ile çarparak elde edilir. Bu çarpımın sonucu, Şekil 5 de üst grafikte gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, etkin güç 1000 megasıkl'da 1 milliwatt'a göre 165 decibel maksimum değere (veya 10^{13} Watt) sahiptir ve yüksek frekanslarda 135 decibel (veya 10 Watt) ve alçak frekanslarda ise 110 decibel (10^8 Watt) değerlerine düşer.

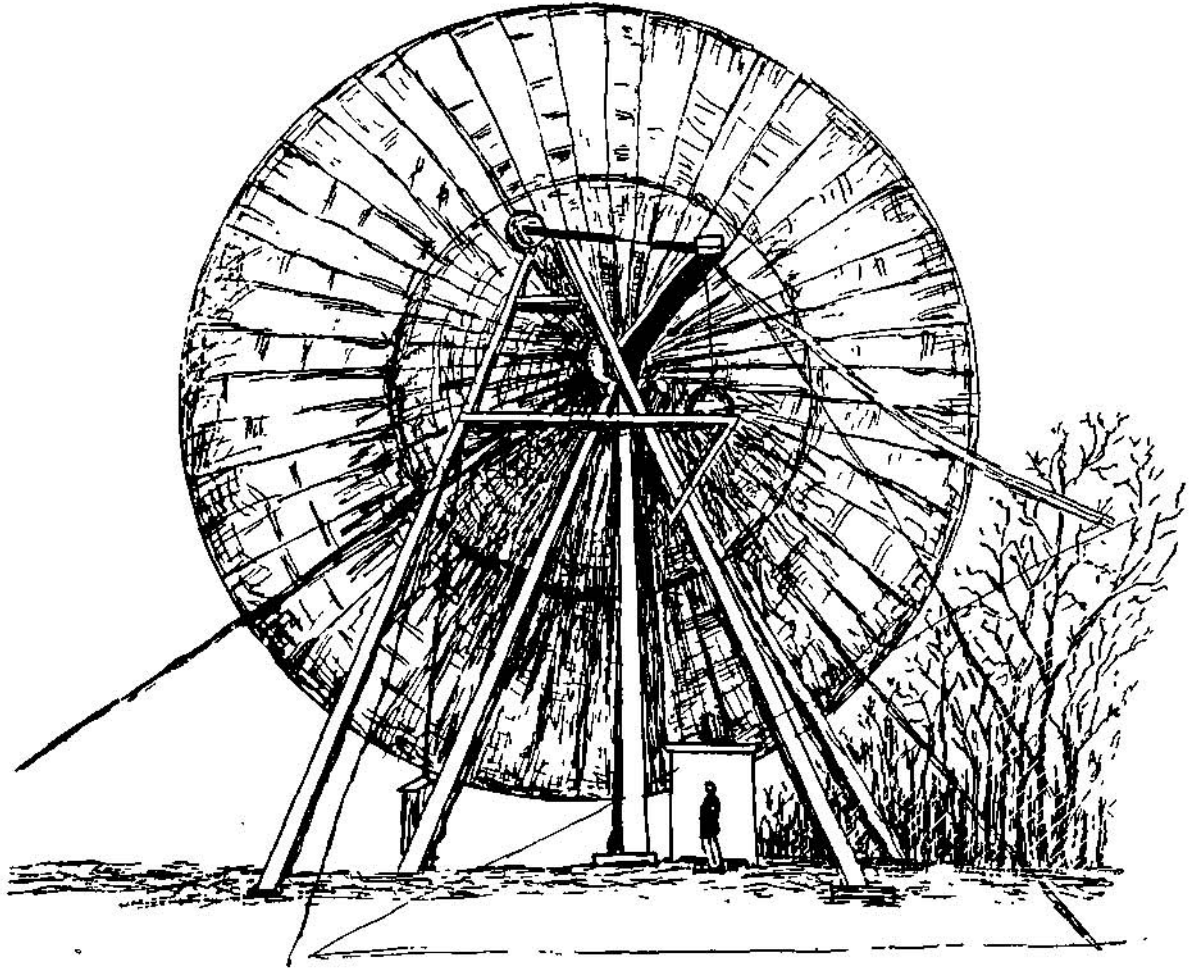
2. Anten Kazancı:

Anten kazancının üst sınırı iki husus tarafından tayin edilir. Troposferik hüzmeye kırılması-yüzünden hüzmeye sonsuz bir şekilde daraltılamaz.

Yarı-güç noktaları arasında 0.7 derecelik yayın açısı sınır veya had durumdur. Bu isotropik bir yayın kaynağına nazaran 48 db kazanca tekabül eden 100 Dalga-boyu çapında parabolik bir yansıtıcı (reflector) sayesinde temin olunur.

2000 megasıkl/san. frekansı için, 100 dalga-boyu 15 metre eder. Bu çapta anten yansıtıcıları her bakımdan pahalıya çıkar; mamafih, 20 m. çapında bile reflektörler özel maksatlar için inşa edilmiştir. Şekil 6, böyle bir antenin mikrodalgaları ufuk ötesinde bir noktaya yayınlanması için kullanıldığını göstermektedir.

Umumiyetle 30 metre çapında paraboloidal reflektörlerin fazla bir mekanik güçlük çekilmeden yapılabileceği kabul edilir. Şekil 7 de anten kazancı frekansın fonksiyonu olarak gösterilmiştir.

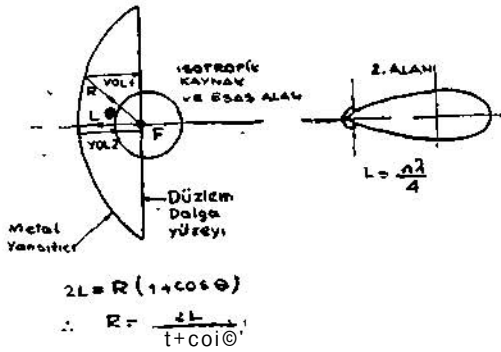


(Şekil : 6A)
Paraboloid yansıtıcı ve anten çapı 20 m,
(arkadan görünüş)

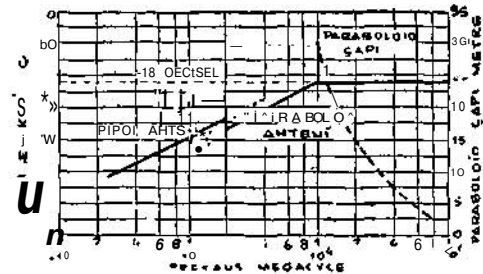
1000 ve 10 000 megasıkl arasında kazanç, huzme genişliği yüzünden 48 decibel'e inhisar eder 1000 megasıkl altında kazanç mekanik boyutların imkânı yüzünden azalır. 200 ile 3000 megasıkl'de 3 decibel'lık bir ıslahat ka-

bildir Çünkü, bu frekanslarda paraboloidal yansıtıcı yerine dipoller kullanmak mümkündür.

Bu dipoller'den müteşekkil antenin etkin alanı hemen hemen geometrik alanına eşittir, halbuki, paraboloid antenin randımanı sadece ,0 55 ve 0.65 arasındadır. Güç, frekans düşmesi- le daha da azalır.



(Şekil 6B) Parabolik yansıtıcı ve isotropik kaynak



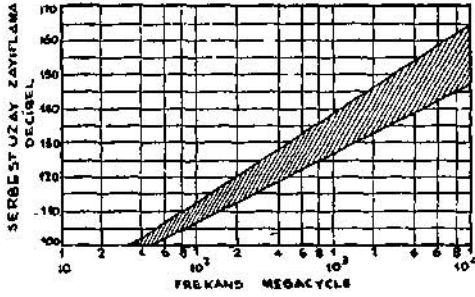
(Şekil 7)

İsotropik ısıma kaynağına (Radiator) nisbetle paraboloid dipol antenlerin maksimum kazancı

3. ALICI GÜRÜLTÜSÜ VE MODÜLASYON :

Diğer faktörlerle mukayese edilirse, alıcı sayısındaki değişmeler azdır. Radyo bağlantılarına (Radio Link) ayrılan frekanslar içerisinde ortalama 10 db değerinden \pm 3 decibel'i aşmaz. Faideli olabilecek şekilde bir bilginin alıcıda duyulması gürültü seviyesinin muayyen bir değerden küçük olmasını icap ettirir ki, buna gürültü sınırı veya haddi denir, ve alıcı giriş gücü ile tayin edilir. Alıcının girişindeki gürültü gücü doğrudan doğruya bant genişliğinin bir fonksiyonudur.

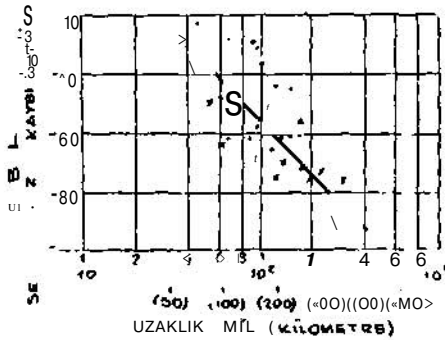
Çoğul - kanallı modern radyo - bağlantı (radio link) sistemlerinde, radyo frekansı (KF) ve orta-frekans (IF) amplifikatörleri 0.5 ile 40 megasikl/San. arasında değişen alış santrallerini temin ederler, ve geniş bant dar banttan 19 decibel daha fazla gürültü giriş gücü hasıl eder.



(Şekil: 8)

Isotropik anten ile 30 km. (31 mil) uzaklık ve ortalama (zamanın yüzde 50'sini aşan) değerler için serbest - uzay zayıflaması alttaki eğri ile verilmiştir. Yüzde 99 güvenilir yayın sağlamak için (Fading) karşılayan değerler ise üstteki eğri ile gösterilmiştir.

Ortalama alıcı gürültü sayısı, 10 ± 3 decibel'i hesaba katarak verici girişinde gürültü gücü 1 milliwatt'a nisbetle bu suretle 110 ve



(Şekil : 9)

300 - 4000 Mc/s Bandında, ortalama signal seviyeleri
X İşaretleri SHF (süper yüksek frekans),
9 İşaretleri UHF (ultra yüksek frekans),
Tecrübi değerlerini göstermektedir.

—85 decibel olur. Bu ise, 60 ohm'luk giriş empedansı ve 1 ilâ 15 mikrovolt gürültü gerilimine tekabül eder. Güvenilir bir çalışma sağlamak için en az 20 decibel signal/gürültü oranı gerektirdiğine göre, alıcı giriş gücünün 1 milliwatt'a nisbetle —90 ilâ —65 decibel olması (veya 10 ilâ 150 mikrovolt) icap eder.

Eğer sistem iki, uç istasyon arasında bir radyo-bağlantısından ibaret ise, bu değerler çok kere güvenilir yayın sağlar.

Maamafih, eğer sistem birçok kısımlardan teşekkül ediyorsa, her kısım için 25 decibel'lik bir ilâve daha yapılmalıdır ki, müsaade edilemeyecek karışma ve bozulma, gerektiği şekilde önlenebilsin.

Bu değerler, taşıyıcı (carrier) frekansına ve sistemin kullandığı modülasyon tipine bağlı değildir. Bilindiği gibi, bunlar bant sıkıştırıcı (compressor) ve bant genişletici (expandor) veya kısaca compandor bulunmayan cihazlar için vardır. Compandor denen cihaz, eğer bütün radyo sistemi bir kısımdan ibaret ise, söz kanalını 20 decibel daha ıslâh eder ve istenen minimum gücü 10 decibel daha azaltır. Hatırlatmak lâzımdır ki compandor'lar halen yalnız söz kanalına uygulanabilirler ve daha ziyade uzun yayın yollarında müessir olurlar.

4. YAYILMA KAYIPLARI :

Elde bulunan etkin verici gücünün alıcıda istenen minimum giriş gücüne oranı radyo-bağlantı sisteminin her kısmında kayıp toleransının ölçülmesine yarayan bir ölçek teşkil eder. Bu kaybın verici ile alıcı arasındaki uzaklığa olan bağlantısı tesbit edilecektir. Maamafih, böyle bir bağıntı, frekansla olan değişme ihmal edilse dahi, her hal için uygulanabilen bir bağıntı olmaktan çok uzaktır, çünkü halen kayıp büyüklüğünün bu bağıntısının genel olarak tayin edilemeyeşinin sebepleri «troposferik fading» olayı, yayınlanan huzmenin diffraksiyon ve engeller tarafından yansımaları olaylarıdır. Bunun için her halde ayrıca ölçmeler yapılmalı ve toplanmalıdır. Maamafih iki had hal için kullanılabilir, ortalama değerler veren, ancak takribi bazı kaideler tesis etmek mümkündür.

ilk hal olarak, troposfer'in en alçak tabakalarındaki yayılmayı alalım; optik olarak bozulmamış, fakat signal şiddeti alçalır yükselir (fading). Şimdiye kadar bu yayılma yolu, kabule şayan herhangi mikrodalga radyo - bağlantı (radiolink) sisteminde mevcudiyeti tamamen şart koşulan ilkel istektir. Şekil8, 50 Km uzunluğunda bir mesafede yayın kaybını gösteriyor. Serbest-Uzay kaybı frekansın bir fonksiyonu olarak alt eğri ile ve bu yayının % 99 güvenilir olması için gerekli «fading» avansını ilâve ederek çizilmiş üst eğri ile gösterilmiştir.

«Fading» değerleri elde bulunan bir çok gözlemlerden alınmıştır. Hem serbest-uzay ve hem de «fading» kayıpları uzaklık ile artar.

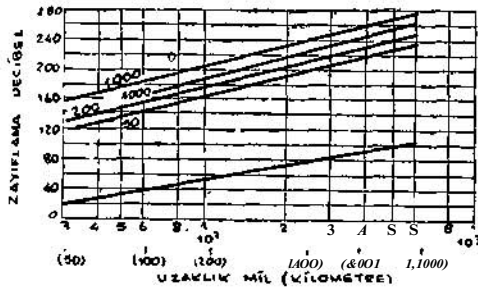
Yayılma için ikinci had hal, evvelki teorilerin aksine olarak, ufuk-ötesi yayılmanın, bu gün 5000 megasıkl/saniye frekanslarına kadar çoğul-kanal (multi-channel) yayınlar (transmission) için şayanı kabul nitelikte kullanılmasıdır. Bullington'un Proceedings of the IRE, volume 41, January 1953'de, «40-4000 Mc. Bandında Ufuk-ötesi Radyo yayını» başlıklı yazısında yayınladığı ölçü sonuçları göstermiştir ki, yayın kayıplar-serbest-uzay değerlerini, uzaklığa bağlı kalarak ancak 50 ilâ 100 decibel aşmaktadır. Bu durum, Şekil 9 da gösterilmiştir. Teori'ye dayanan değerler bu kayıpların serbest - uzaya nisbetle 200 ilâ 300 decibel seviyesinde olacağını gösteriyordu. «Fading» etkileri optik yol'a nisbetle çok daha fazla değildir, ancak bunu temin etmek için «Space diversity» yani müteferrik yer sistemi kullanılmıştır. Okuyucunun burada farklı yer, frekans, ve polarizasyon kullanmağa sırasıyla müteferrik - frekans (frequency diversity) ve müteferrik - polarizasyon (polarization - diversity) sistemleri denildiği hatırlaması faydalı olur.

5. UFUK-ÖTESİ YAYILMA

Ufuk - Ötesi yayılması, Şekil 2 de gösterildiği gibi enerjisinin vericiden antene doğru sokulduğu hava hacminde dağılması (scattering) olarak, hem matematiksel ve hem de fiziksel bakışla yetinilir bir izah gibi görünüyor (1).

Anten yüksekliğinin pek ehemmiyeti yoktur.

Görüş doğrultusu ötesinde yayın kaybı ile muhabere yolu uzunluğu arasındaki bağıntı, serbest uzay kaybına Bullington'un neşrettiği değerleri ilâve etmek suretile elde edilir. Bu bağıntı, uzaklığın fonksiyonu olarak muhtelif frekanslar için Şekil 10 da gösterilmiştir.

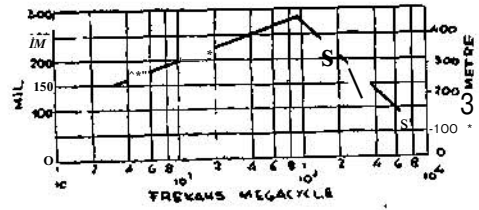


(Şekil : 10)

Üstte 4 eğri, serbest uzayda zayıflama eğrileri olup Megasıklı cinsinden gösterilen frekanslara tekabül ederler. Ufuk-ötesi yayılma için bunlara alttaki eğri ilâve edilmelidir

[i] H G Booker and J T de Bettencourt, «Theory of Radio Transmission by Tropospheric Scattering: using very narrow Beams,» Proceedings of the IRE, vol 43, March, 1955.

Şekil 11, evvelce Şekil 5 de verilen etkin güç eğrilerinden ve Şekil 10 da verilmiş troposferik yayılma kayıplarından, bugün mümkün olan ufuk-ötesi radyo bağlantıları menzillerini tâyin etmek gayesile yapılan hesaplardan elde edilmiştir. Bu grafik, ufuk-ötesi yayın için, 400 kilometre (250 mil) uzaklıkta ve 1000 megasıklık bir frekansta 50 mikrovolt giriş gerilimi veya 1 miliwatt'a nisbetle -70 db güç bulunacağını göstermektedir, çünkü bu grafik, uzaklık frekansın fonksiyonu olarak, 1 milliwatta nisbetle -70 de alıcı girişi için ve Şekil 5 de yayınlanan maksimum gücü ve Şekil 10 da bu frekanslarda yol kayıplarını da hesaba katarak çizilmiştir. Bu durum vasat kalitede 60 ilâ 120 konuşma kanalının yayınlanmasına yetebilir.



ŞEKİL 11.

Bu tip bağlantılar (link) evvelce denenmiş ve iki yıldan beri temelli tesisler olarak hizmete girmiştir. Okuyucularına bu yakın tarihçeyi aşağıda anlatıp sözü bugünkü duruma getirmeyi faydalı buldum. Ancak önce diğer tip bağlantıları yani 1000 megasıkl'den çok daha aşağı ve yukarı frekansları tetkik edelim.

1000 megasıkl'dan düşük frekanslarda menzil, anten kazancı ile azalır ve meselâ 30 megasıkl için 250 Km (155 mil) kadardır. Bu uzaklık Berlin ile Batı Almanya arasında ticarî olarak kullanılan ilk troposferik radyo bağlantıları mesafesi değerindedir. Bu tesislerin kurulması 1953 yılına rastlıyor.

1000 megasıkl üstünde frekanslar için, elde olan verici gücü düşer ve serbest-uzay kayıpları sabit anten kazancı altında dahi çoğalmaktadır. Bu ise menzili kısaltır. Mamafih, tecrübeler bu menzilin 4000 megasıkl için 200 Km (125 mil) olduğunu göstermiştir.

Şimdi son yılların faaliyetlerinden bahsedebiliriz.

1959 yılı başlangıcı ufuk-ötesi yayılmanın dramatik bir demonstrasyonuna sahne olmuş, ve geniş deniz ile ayrılan iki milletin nasıl birbirine bağlandığı, Amerika Birleşik Devletleri halkına Havana sokaklarından Küba ihtilâlinin heyecanlı tabloları televizyon ile nasıl yayımlandığı görülmüştü. Bu Küba ile Florida (U.S.A.) arasındaki ufuk ötesi (O/H) bağlantısı ile kabil oluyordu. İki sene evveline kadar, böyle yaşanan tarihin aynı anda neşri kabil olmazdı, ve hatta bugün bile, nevinin tek misali olarak kalıyor.

Florida-Küba Troposferik bağlantısı 185 mil'dir, ve (IT and T) tarafından geliştirilmiş ve şimdi (AT and T) tarafından işletilmektedir. Antenleri, 60 ayak (18 metre) çapında paraboloid yansıtıcı antenler olup biri Küba'da diğeri Floridadadır. Her iki anten aynı anda hem yayınlar ve hem de yayınları alır. Bu suretle iki yönlü bir sistemdir. Benzer şekilde müteferrik frekans (frequency diversity) de kullanılabilir (yani sinyal iki frekansa yayınlanır.) Bu bağlantı, 700-900 Megasikl frekans bandında 10 Kw gücü ile çalışıyor, ve hem yer ve hem de frekans diversity kullanıyor. Yayınları en iyi bir şekilde almak için, dörtlü veya dördüz (Quadruple diversity) kullanılıyor. Her anten iki alıcıyı besliyor, sonra ikisinden birleştirici (combiner) besleniyor ki, bu da otomatik olarak iyi kaliteli, ticarî maksatlara uygun bir sinyal hasil ediyor.

Meksika telefon kumpanyası, J.80 millik bir U - O menzili ile California Körfezinde La Paz'dan Culiacan'a böyle bir muhaere sistemi kurmağı tasarlıyor. Ayrıca U-Ö bağlantıları Mexico-City-Yucatan ve sonra su üstünden Küba'ya ve halen mevcut Küba - Florida'ya bağlanma gibi tesisleri kurmayı düşünmektedirler. Bu suretle meselâ, 200 ses kanalı ve 1500 kara mih uzunluğunda bir seri U-Ö istasyonlarla Mexico City, Amerika Birleşik Devletlerine bağlanabilecektir.

Bu tasarlanan projeler yanında Alaska'da tahakkuk ettirilmiş, Amerika Birleşik Devletleri'nin «White Alice» diye bilinen 140 milyon dolarlık muhabere tesislerini zikretmek yerinde olur. Bu, Amerika'nın savunma şebekesindeki hayatî rolünden başka, girilip çıkılması güç olan bu sahalarda halkın muhabere ihtiyaçlarına cevap vermesi bakımından da önemlidir. «White Alice» den önce bu çetin sahalarda telefon, telgraf yoktu, uçaklarla yapılan postanın, meselâ 180 millik mesafe için bir hafta on gün harcadığı oluyordu. Bu gün ise Alaska'nın en ücra noktaları New York'a bir iki dakikada bağlanabiliyor ve haberler gönderiliyor.

Nihayet, askerî mülhazaları bir yana bırakıp, Avrupa'da NATO memleketleri arasında güvenilir muhabere sisteminde U/Ö Troposferik yayılma sisteminin rolüne işaret edebiliriz. ACE HIGH adıyla denilen bu proje sayesinde bir yandan Türkiye, Yunanistan, İtalya, Fransa, diğer yandan İngiltere, Danimarka, Norveç, Fransa ile bağlanıyor ve arada Almanya, Belçika ve diğer bazı mühim yerler yer alıyor. Bu, tamamlanınca dünyanın en geniş U/Ö Troposferik bağlantı sistemi olacaktır. Proje NATO'nun emrinde.

Bu gün, Ufuk-ötesi yayın sisteminin randımanının yükseltilmesine çalışıyor ve etkin alanının genişletilmesindeki gayretler Amerika'nın feza çalışmaları ile jeofizik yıl programlarına bağlanıyor. Meselâ, Dr. James A. Van Allen'ın arayıcı aletleri ile keşfedilen arzın etrafındaki radyasyonlar aurora borealis ile ilgili görülüyor. Şimdi, uzak mesafe radyo yayınlarını susturan aurora'lara neyin sebep olduğu bilmececi artık hemen hemen çözülmüştür.

Televizyonla «hazırlanmış arzın etrafında yörüngelere sokulan uydu veya peykler meteorolojistleri ve hükümetleri pek alakadar edecektir. Yine bu uydular daha iyi seyruferi mümkün kılacaktır. Peyklerin içine alıcı verici (transponder), cihazları yerleştirilecektir. Bunlar emir alacak, signalleri yükseltecek, tutulan kayıtları, bilgi ve resimlen saklayacak ve istendiğinde radyo veya televizyon signalleri olarak yayınlayacaktır.

Televizyonun gelecek nesilde (33 yıl) dünya ölçüsünde kabil olacağını ITT Laboratuvarlarının Başkanı H. G. Busignies gibi bir çok söz sahibi kimseler söylemiş, çalışmalarını ve fikirlerini yayınlamış bulunuyorlar. Bu ve benzer konular, şimdilik mevzumuz haricindedir, yalnız Ufuk-Ötesi yayınlarının ne geniş ve çeşitli imkânlarla sahip olduklarını, günümüzün araştırma ve tatbikatı muvacehesinde açıkça göstermektedirler.

Y. Müh. GALİP BALOĞLU

16.4.1961 den itibaren PTT den ayrıldığını ve sınıf arkadaşı

Y. Müh. NURETTİN TUNAVELİ

ile birlikte serbest sahada çalışmaya başladığını bildirir.
