T.C.

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ELEKTROMANYETİK DALGA YAYINIMININ ÜÇ BOYUTLU OLARAK MODELLENMESİ VE BAZI UYGULAMALARI

Sedat ONAY

ARALIK 2007

Fen Bilimleri Enstitü Müdürünün onayı.

26/12/2007

Müdür

Bu tezin Doktora tezi olarak Fizik Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Bu tezi okuduğumuzu ve Doktora tezi olarak bütün gerekliliklerini yerine getirdiğini onaylarız.

Doç.Dr. Şerafettin EREL
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof.Dr.Mehmet ZENGİN

Prof.Dr.Mirzahan HIZAL

Prof.Dr.İhsan ULUER

Doç.Dr.Saffet NEZİR

Doç.Dr.Şerafettin EREL

ÖZET

ELEKTROMANYETİK DALGA YAYINIMININ

ÜÇ BOYUTLU OLARAK MODELLENMESİ VE BAZI UYGULAMALARI

ONAY, Sedat

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı, Doktora Tezi

Danışman : Doç. Dr. Şerafettin EREL

Aralık 2007, 178 sayfa

Antenden serbest uzaya ışınlanan elektromanyetik dalgaların görünür hale getirilmesi dalgaların incelenmesi açısında oldukça büyük öneme sahiptir. Bu tez çalışmasında, antenden yayınlanan elektromanyetik dalga desenin bilgisayar yardımıyla modellenerek tekrarlı analizlerin tek ölçü alınarak yapılması amaçlanmıştır. TRT vericilerinin antenlerinden yayınlanan elektromanyetik dalgaların alan şiddeti ölçüleri dBμV olarak alınmıştır. Bu ölçüler Excel ortamına alınarak MAPInfo bilgisayar programından çekilecek şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra ölçüm yapılan noktaların coğrafi koordinatları arazi modeli üzerine konulmuştur. Veri olarak alınan alan şiddeti değerleri ile arazi üzerine konumlandırılmış olan ölçüm noktaları program tarafından birleştirilerek, çıktı önce

tematik harita haline getirilmiş ve sonra da üç boyutlu olarak düzenlenmiştir. Yapılan bu çalışma neticesinde TRT vericilerinin yayınladığı elektromanyetik dalgaların bilgisayar ortamında bir modeli elde edilmiştir. Bu model sayesinde ölçülerin iyi planlanarak alınması ve daha önce yapıldığı gibi her arızada araziye çıkıp ölçü alınmasının önüne geçilmiştir. Tek seferde ölçü alınarak bunların daha sonraki tarihlerde de kullanılabilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Anten Deseni, Elektromanyetik Dalgalar, Anten Desen Analizi, Alan Şiddeti, Anten Deseni Modelleme

ABSTRACT

THREE DIMENSIONAL MODELLING OF ELECTROMAGNETIC WAVE PROPAGATION AS THREE DIMENTIONAL AND SOME APPLICATIONS

ONAY, Sedat

Kırıkkale University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Deparment of Physics, Doctor of Philosophy Thesis

Supervisor : Assoc. Prof.Dr. Şerafettin EREL

December 2007, 178 pages

It is quite important to visualize electromagnetic waves emitted from antenna to free space in order to study electromagnetic waves. This thesis mainly focuses on doing repeated analyses by a single measurement by modeling electromagnetic wave pattern with a computer. The field strength measurements emitted from TRT transmitters are taken in dBμV. These data are taken into Microsoft Excel environment and then they are arranged in such a way that they can be processed by MAPInfo commercial computer program. Thereafter, geographical coordinates of the points on which measurements are made are placed on terrain model. By means of merging field strength values collected as data and measurement points placed on terrain model by the program, output is converted into thematic map, and then

arranged in three dimensional space. A model of electromagnetic waves emitted by TRT transmitters are obtained in computer medium as a result of this study. Measurements are made in a well planned manner with this model. It is avoided that measurements are made in terrain in case of each failure, because it is ensured that the measurements, which are taken only once, can be used in the future.

Key words: Antenna Pattern, Electromagnetic Waves, Antenna Pattern Analysis, Field Strength, Antenna Pattern Modeling

İTHAF

Bu tezi 21 mayıs 2007 de kaybettiğim Babam ile bizleri okutabilmek için büyük çaba sarf eden sevgili Annem'e ve Ailem'e ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında her türlü yardımını esirgemeyen ve biz genç araştırmacılara büyük destek olan, bilimsel deney imkanlarını sonuna kadar bizlerin hizmetine veren, tez yöneticisi hocam, Sayın **Doç.Dr.Şerafettn EREL**'e, tez çalışmalarım esnasında, bilimsel konularda ve her konuda daima engin tecrübelerinin ışığında ilerlediğim çok saygıdeğer hocam sayın **Prof. Dr. İhsan ULUER**'e ve sayın **Prof. Dr. Mirzahan HIZAL**'a, aynı kurumda uzun yıllar birlikte çalıştığımız TRT Vericiler Dairesi Başkanlığı Etüt Proje Müdürü sayın **Veysel CÜNEDİOĞLU**'a, TRT Ankara Bölge Vericiler Müdürlüğü'nden Başmühendis arkadaşımız sayın **Adnan ÖZTÜRK'**e ve daha adlarını sayamadığım nice TRT çalışanları ile Telekomünikasyon Kurumu'ndan Spektrum İzleme Dairesi Başkanı sayın **Mehmet GÜLŞEN**'e tez ile ilgili çalışmalarım sırasında göstermiş oldukları sabır ve hoşgörülerine ilave olarak çok kıymetli katkıları için teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca bu günlere gelmemizde emeği geçen tüm hocalarımıza ve büyüklerimize de bu vesile ile tekrar teşekkürlerimi ifade etmek isterim

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii

ABSTRACT v

İTHAF vii

TEŞEKKÜR viii

İÇİNDEKİLER ix

ÇİZELGELER DİZİNİ xii

ŞEKİLLER DİZİNİ xvi

1-GİRİŞ 1

1.1 KAYNAK ÖZETLERİ 1

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI 6

2- MATERYAL VE YÖNTEM 9

2.1 ANTENLER 9

2.2 ANTENİN TANIMI VE GELİŞİMİ 14

2.2.1 GÜÇ TRANSFERİ 18

2.2.2 YÜKSEK KAZANÇLI ANTENLERİN TAHMİNİ KARAKTERİSTİKLERİ 21

2.3 ANTEN PARAMETRELERİ 26

2.3.1. ANTEN IŞIMA DİYAGRAMLARI 29

2.3.2. EMPEDANS 31

2.3.3. KAZANÇ 32

2.3.4. POLARİZASYON 35

2.3.5. GÜRÜLTÜ SICAKLIĞI 36

2.4. MÜKEMMEL YER ÜZERİNDEKİ ANTENLER 37

2.5. DİPOL ANTENLER 40
2.6. FREKANS PLANLAMASI 41
2.6.1 ELEKTROMANYETİK DALGALARIN ZAYIFLAMASI (RMD) 52
2.6.2 RMD (REFLECTION PLUS MULTIPLE
DIFFRACTIONS) METOTLARI 52
2.6.3 FREKANS PLANLAMASINDAKİ SÜTUNLARIN AÇIKLANMASI53
2.7. ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK 55
2.8. FREKANS KANALLARI VE BANTLARI 57
2.9. DESEN ÖLÇÜMÜ YAPILAN ANTENLER……63
2.9.1. GİRİŞ 63
2.9.2. ÖLÇÜMÜ YAPILAN VHF FM ANTENLERİ 63
2.9.2.1 TEK PANEL SİSTEMİN ÖZELLİKLERİ 63
2.9.2.2 ELEKTRİKSEL VE MEKANİK KARAKTERİSTİKLER 64
2.9.2.3. TÜM SİSTEMİN ÖZELLİKLERİ 68
2.9.3 ÖLÇÜMÜ YAPILAN VHF – UHF TV ANTENLERİ..... 70
2.9.4 ÖLÇÜMLERDE KULLANILAN ÖLÇÜ ALETİ 74
2.10 SPEKTRUM ANALİZÖRÜ İLE ELEKTRİK ALAN ÖLÇÜMÜ..... 75
2.11 VERİCİLERİN BİLEŞENLERİNİN
ANTEN IŞIMA DESENİNE ETKİLERİ..... 78
3- ARAŞTIRMA BULGULARI..... 86
3.1 GİRİŞ..... 86
3.2 SAYISAL YAYIN STANDARTLARI..... 86
3.3 DVB-T'DE KULLANILACAK FREKANSLAR 87
3.4 UZAK-ALAN DESEN HATALARI 101
4- TARTIŞMA VE SONUÇ 104

KAYNAKLAR 111
EK 1- YAPILAN BİRİNCİ GRUP ÖLÇÜMLER 127
1 YAPILAN BİRİNCİ GRUP ÖLÇÜMLER 127
2. KIRŞEHİR İLİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER 137
3. KÜTAHYA İLİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER 142
4. POLATLI İLÇESİNDE YAPILAN ÖLÇÜM 145
5 ESKİŞEHİR İLİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLER 146
6 ANKARA'DA YAPILAN ÖLÇÜMLER 151
EK 2- YAPILAN İKİNCİ GRUP ÖLÇÜMLER 163
ÖZGEÇMİŞ 178

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

2.1 Analog TV yayıncılığı için gereken sinyal seviyeleri 43

2.2 FM radyo yayıncılığı için gereken sinyal seviyeleri 44

2.3 Analog TV yayınlarında kullanılan koruma oranları şöyledir..... 44

2.4 ± 75 kHz maksimum frekans sapması kullanılarak yapılmış olan..... 44

(dB) olarak Radyo- Frekans koruma oranı

2.5 VHF Sistem B 57

2.6 VHF Sistem B İtalya 57

2.7 VHF Sistem B FAS 58

2.8 VHF Sistem B1 58

2.9 VHF Sistem D ve D1 58

2.10 VHF Sistem L 59

2.11 VHF Sistem I 59

2.12 Band III te Analog Televizyonlar için Kanal Pozisyonları 60

2.13 Band IV ve V Televizyonlarında Kanalların Pozisyonları 61

2.14 UHF Sistemleri D1,G,H,I,K ve L 62

E1.1 Çankırı ,Ilgaz , Belören köyünden alınan ölçüler..... 127

E1.2 Çankırı , Ilgaz, Çomar köyü ölçüleri 129

E1.3 Çankırı , Ilgaz, Ilısılık köyü ölçüleri 129

E1.4 Çankırı , Ilgaz, Kuşçayırı köyü ölçüleri..... 130

E1.5 Çankırı , Ilgaz, Saraycık köyü ölçüleri 130

E1.6 Çankırı , Ilgaz , Yenice köyü ölçüleri 131

E1.7 Çankırı , Kurşunlu , göllüce köyü ölçüleri 131

E1.8 Çankırı , Kurşunlu , Sumucak köyü ölçüleri 132

E1.9 Çankırı , Ilgaz , Aktaş köyü ölçüleri 132

E1.10 Çankırı , Ilgaz , Bozatlı köyü ölçüleri 133

E1.11 Çankırı , Ilgaz, Hacıhasan köyü ölçüleri 133

E1.12 Çankırı , Ilgaz , Kazancı köyü ölçüleri 134

E1.13 Çankırı , Ilgaz ,Sagırlar köyü ölçüleri 134

E1.14 Çankırı , Ilgaz , Şeyhyunus köyü ölçüleri 135

E1.15 Çankırı , Ilgaz , Candere köyü ölçüleri 135

E1.16 Çankırı , Kurşunlu , Ağılözü köyü ölçüleri 135

E1.17 Çankırı , Kurşunlu , İğdir köyü ölçüleri 136

E1.18 Kırşehir ili ölçüleri 138

E1.19 TRPA'dan (3kW) yayın yapılacağı zaman kapsama alanı dışında kalacağı düşünülen yerler 139

E1.20 Kütahya ,Altıntaş ölçüleri 142

E1.21 Kütahya ili Dumlupınar ölçüleri 143

E1.22 Kütahya ili Aslanapa ölçüleri 143

E1.23 Kütahya ili Merkez ölçüleri 144

E1.24 Ankara ,Polatlı ölçüleri 145

E1.25 Eskişehir ili Alpu ölçüleri 146

E 1.26 Eskişehir ili Çifteler ilçesi ölçüleri 147

E1.27 Eskişehir ili Han ilçesi ölçüleri 148

E1.28 Eskişehir ili Mihalıççık ilçesi ölçüleri 148

E1.29 Eskişehir ili Sivrihisar ilçesi ölçüleri 149

E1.30 Eskişehir ili Beylikova ilçesi ölçüleri 150

E1.31 Armada mevkiinden alınan ölçüler, Elmadağ ve Yeni mahalle vericisinden izleniyor. 151

E1.32 Ümitköy mevkiinden alınan ölçüler 152

E1.33 Çayyolu mevkiinden alınan ölçüler 153

E1.34 Etimesgut mevkiinden alınan ölçüler 154

E1.35 Eryaman mevkiinden alınan ölçüler 155

E1.36 Batıkent mevkiinden alınan ölçüler 156

E1.37 Yenimahalle mevkiinden alınan ölçüler 157

E1.38 Keçiören mevkiinden alınan ölçüler 158

E1.39 Dışkapı mevkiinden alınan ölçüler 159

E1.40 Mamak mevkiinden yapılan ölçümler 160

E1.41 Maltepe mevkiinden alınan ölçümler 161

E1.42 Hoşdere caddesi mevkiinden alınan ölçüler 162

E2.1 Ankara Dikmen sayısal ölçümler 163

E2.2 İstanbul , Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan birinci grup Ölçümler 166

E 2.3 İstanbul , Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan ikinci grup ölçüler 168

E2.4 İstanbul , Çamlıca –Beylikdüzü vericisi ile yapılan
üçüncü grup ölçüler 170
E2.5 İstanbul, Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan dördüncü grup
Ölçümler 172
E2.6 İstanbul, Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan dördüncü grup
ölçümlerin FFT, GI, sinyal kalitesi ve paket veri hızları 172
E2.7 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler 1 174
E2.8 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler 2 175
E2.9 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler 3 176
E2.10 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler 4 177

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

2.1 Elektrik dipolü için koordinat sistemi 12

2.2 Manyetik dipol için koordinat sistemi 14

2.3 Polarizasyon elipsinin anten koordinat sistemi ile ilişkisi 17

2.4 Antenin polarizasyon özelliklerinin veriş ve alış durumlarındaki ilişkisi 17

2.5 Küresel koordinatlarda hacim elemanı temsili 20

2.6 Kenar aydınlatmasına karşı ilk tahmini yan kulak seviyesi ve demet genişliği sabiti 22

2.7 Elektromanyetik alan bileşenlerinin yerini gösteren ve Yee tarafından önerilen FDTD birim hücresi 25

2.8 HF120 3D Yüksek frekans tuğlası (brick) 26

2.9 İzotropik antenin ışıma örüntüsü 27

2.10 Küresel koordinatlar 27

2.11 Anten çevresindeki alanlar 28

2.12: Şekilde 10 elemanlı bir yagi dizisinin kartezyen azimutunu yani "E" düzlemini göstermektedir. Ayrıntılar belirgin fakat desen yeterince açıklayıcı değildir. 29

2.13 Aynı 10 elemanlı yagi dizisinin polar koordinatlardaki ışıma..... 30
diyagramı çizimi. Bu çizim kartezyen çizime göre daha avantajlıdır.Yan loblar ve ana lob desibel olarak gösterilmiştir.
2.14 Dipol antenin katı açısı 34
2.15 Yeryüzündeki monopol antenin katı açısı 34
2.16 Anten koordinat sistemi için dönme algılayışı ve polarizasyon elipsi..... 35
2.17 Mükemmel iletken yer düzlemi üzerindeki imajlar: 38
(a) noktasal yük (b) düşey tel , (c) Yatay tel , (d) eğik tel
2.18 Elektromanyetik seviye ölçüm şeması 48
2.19 Δh parametrelerinin sınırlarını gösteren çizelge 49
2.20 d(km) ve Δh uzaklıklarının fonksiyonu olarak zayıflama 49
düzeltme faktörünü gösterir çizelge
2.21 ITU R-1546 dökümanı 50
2.22 Rec. ITU-R P.1546 dökümanı 51
2.23 HA 115/2421/50 yönlendirilmiş VHF dizisinin rölatif alan 47
uzunluğunun yatay deseni. 65
2.24 HA 115/2421/50 yönlendirilmiş VHF dizisinin rölatif alan 66
uzunluğunun düşey deseni. 66
2.25 İki dipol dizisinden oluşan panel antenin yandan görünüş 67
2.26 Tek bir panel anten dizisinin önden görünüşü 68
2.27 AR211-425. 3542.02 VHF FM anten alanlarının hesaplanmış 69
yatay ışıma desenleri 69
2.28 AR 211-425.3542.02 tip VHF FM Anten alanının hesaplanmış 70
düşey ışıma desenleri

2.29 12 süper turnike antenin içinde bulunduğu fiberglas silindir. 71

2.30: (a) kanal 22 (479.25 MHz, ERP= 488kW), (b) kanal 25 (503.25 MHz, ERP=488kW) değerlerindeki kathrein anten sisteminin ölçülmüş olan yatay anten desenleri. Her iki desende de E(maks)'nın toleransı ± %8 olarak tespit edilmiştir 72

2.31 (a) kanal 22 , (b) kanal 25'e ait olan düşey desenler (kathrein anten sistemi) 72

2.32 (a) süper turnike antenlerin yandan görünüşü , (b) süper turnike antenlerin üstten görünüşü 73

2.33 Prolink alan şiddeti ölçü aletinin ölçüm düzeneği 74

2.34 Tetrod Elektron Tüpünün Olası Band Ayar Eğrileri 80

2.35 Çiftleyici (Notch Diplexer) 81

2.36 Anten Dizileri Besleme Metaodları 83

3.1 Sayısal arazi modeli 88

3.2 Başka bir sayısal arazi modeli 89

3.3 Başka bir arazi simulasyon modeli 90

3.4 Akşehir ilçesi arazisi ve ölçüm değerleri 91

3.5 Ankara ve civar illerin arazisi ve yapılan ölçümler 93

3.6 Siirt ili arazisi ve çevresinde yapılan ölçümlerin değerlendirilmiş hali 95

1. GİRİŞ

Elektromanyetik dalgaların özellikleri keşfedilmeye başlandığında, yaşanılan evrenin daha derinde olan özellikleri de beraber keşfedilmeye başlandı. Bu çalışmada öncelikle elektromanyetik dalgaları bir yerden çok daha uzak başka ortamlara yaymaya yarayan anten ve onun ışıması olarak adlandırılan alış ve veriş ışıma diyagramları irdelenmiştir.

Antenler kullanım özellikleri açısından "alıcı antenler" ve "verici antenler" olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir . Elektromanyetik spektrumun bir bölümü için bir anten hem verici hem de alıcı anten olarak kullanılabilir. Fakat bazı özel elektromanyetik pencereler için alıcı ve verici anten tasarımı, gözlemlediğimiz dünya için oldukça büyük farklılıklar göstermektedir.

1.1. Kaynak Özetleri

Günümüzde antenler konusunda çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Basit yapılardaki antenler monopoller ve dipoller olarak, karmaşık yapılar ise faz dizileri antenleri olarak gruplanabilir[(1)]. Anten etkinliği hesabı ve ölçümü, kapsamlı çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada dipol için ölçüm metotları ele alınmıştır. Sonuçlar deneysel ve teorik bulgularla karşılaştırılarak bazı önemli bulgular elde edilmiştir.

Antenlerin kullanım alanları bilindiği üzere çok fazla alana yayılmıştır . İlk zamanlarda sadece telsizle haberleşme ve TV ya da radyo yayınları için

kullanılacağı düşünülen antenler günümüzde yeni bir çok alanlarda kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Televizyon yayınları antenlerle yayınlanabildiği gibi, cep telefonların antenleri ile de birbirimizle rahatça haberleşme sağlanabilmektedir. Antenler tarihsel olarak da iletişim amacıyla kullanılmıştır. 1820'de H.C. OERSTED elektrik akımının manyetik kuvvet oluşturduğunu bulmuştur. 1873'de ise J.C.MAXWELL elektrik ve manyetizma teorisini dört denklemle ifade etmiştir[2].

Bir antenden elektromanyetik dalga yayınlandığı zaman kayıplar, iyonosferik etkiler, meteorolojik zayıflamalar ve polarizasyon-depolarizasyon durumlarına maruz kalmalar gibi etkilerle karşılaşılmaktadır[1,4]. Antenlerden yayınlanan dalgaları incelemek amacıyla farklı ölçüm yöntemleri geliştirilmiş, antenlerin çevresindeki ortamların özellikleri araştırılmış ve dalgaların bu ortamlarda nasıl davrandıkları ölçülmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu hareketlerin desenleri çıkarılarak özellikleri bu desenler yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır[5-6] . Durgun elektrik ve manyetik alanlar irdelendikten sonra Maxwell denklemleri hem klasik olarak hem de FDTD yöntemiyle sayısal olarak çözülmüş [7-9-11-20-32] , bu çözümler TV ve FM vericilerinden televizyon ve radyo yayınlarının yapılmasında önemli bir sıçrama tahtası oluşturmuştur[8].

Yüksek bir yönlendiricilik elde etmek için kristal yapıların anten olarak kullanılması incelenmiştir [13]. WIPL ve WIPL-D kodları kullanılarak ticari değeri yüksek profesyonel antenler tasarlamak mümkün olmuştur. G2DMULT algoritması kullanılarak da yeni nesil temel istasyon antenleri tasarlanabilmektedir[14,16]. Düşük tespit edilebilirlik ve yüksek hareket kabiliyeti gerektiren mobil askeri haberleşme sistemlerinde kullanılmak için verimi yüksek küçültülmüş UHF düzlemsel antenlerin de kullanımı mümkün olabilmektedir[18].

İlk zamanlarda pek fazla üzerinde durulmayan verici gücünün etkin ve verimli kullanılması günümüzde artan enerji maliyetleri yüzünden daha da önem kazanmıştır. Anten tasarımcıları antenin yönlendiriciliğini, kazancını artırmak suretiyle etkin bir kullanım ve en az maliyet ile en fazla verimi alacak tasarımları hazırlamaya zorunlu kalmışlardır. Bu amaçla kablosuz olarak da çalışabilmek amacıyla çok durumlu antenler geliştirilmiştir [22,26,28-29-30,34].

Bilgisayar teknolojisinin son yıllarda kat ettiği mesafeler, antenler üzerindeki çalışmaları, soyut ve teorik olmaktan çıkarıp önceden sonuçların görülebileceği noktaya getirmiştir. İyonosfer tabakasını kullanarak çeşitli araştırmalar yapmak ve dünyanın belli yerlerine güçlendirilmiş elektromanyetik dalgaları yönlendirebilmek için yüksek güçlü antenlerden oluşan HAARP projesi hayata geçirilmiş ve aktif olarak kullanılmaktadır[33].

Yüksek frekanslar da birden çok demet genişliği ile çalışabilen , enterferansdan korunmak amacıyla yüksek bir sapma sağlayan anten sistemleri üzerine günümüzde çalışılmaktadır[39-40]

Antenlerin şekilleri değiştirilerek sadece istediğiniz alana yayın yapabilmek olası hale gelmiştir. Örneğin bir uydunun antenini ayarlayarak yayının, hangi ülke seçilmişse o ülkenin coğrafi sınırlarına kadar yapılabilmesi mümkün olmaktadır. WRAP, SEAMCAT, MAPINFO, MASC gibi bazı bilgisayar programları ve bunların ekleri yardımıyla R/L modelleri , enterferans analizleri , arazi üzerinde elektromanyetik dalgaların modellenmesi ve bunların çeşitli katmanlar halinde düzenlenmesi, verilerin sayısal uzayda toplanarak yukarıdaki programlar tarafından çekilerek kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir [51,56,60,66].

Antenleri yalnızca sinyal göndermek amacıyla değil de gelen sinyalleri almak amacıyla oluşturulacağı düşünülürse bu durumda antenlerin hassasiyeti ve ayırıcılığı önem kazanacaktır.

Evrenin derinliklerinden gelen sinyalleri alınmak istendiğinde hassasiyet o kadar artmaktadır ki artık gürültü eşiği seviyesinde çalışmak zorunda kalınmaktadır. Bu durumda hesaplar iki kat daha hassas gerçekleştirilmelidir.

Çok düşük sinyal seviyelerinde çalışıldığında gelen sinyalin seviyesini artırmak için aygıtların duyarlılık sınırları yetmediğinden antenin çapını artırma yoluna gidilebilir, fakat bu durum ise maliyetleri artıracaktır. Bu zorluğun üstesinden gelmek için antenler küçük tutularak, anten sayısını artırmak ve aralarındaki mesafeleri açmak suretiyle, daha küçük antenler kullanarak daha büyük antenlerle çalışıyormuş gibi sonuç alınabilir. VLBI (Very Long Baseline Interferometry) olarak adlandırılan , çok uzun temel hat interferometre yöntemiyle evrenin en uzak noktalarından gelen sinyaller sanki 5.000 ya da 10.000 km çapında bir antenle çalışılıyormuş gibi alınabilmektedir. Bunun daha küçük bir uygulaması da VLA tekniği (Very Long Array) olup bu yöntemle VLA da antenler en fazla 40 -50 km alana yayılırlar.

Bu düşünce tarzı ile yola çıkılarak 300.000.000 km çapında antenler ile çalışmak mümkün olmuştur[3]. Bu şöyle yapılmaktadır: Dünya yüzeyinde ya da uzayda herhangi bir anten, dünya güneş etrafında enberi noktasındayken evrenin uzak bir noktasına odaklanır ve belli bir süre bu durumda çalışılır. Ardından altı ay sonra dünya enöte noktasındayken yine aynı anten evrenin aynı noktasına aynı süre boyunca odaklanır. Elde edilen sonuçlar şaşırtıcıdır evrenin haritaları bu şekilde çıkarılmaktadır. LISA (Laser Interferometry Space Antenna) anteni bu prensibe göre

çalışmaktadır[3]. Elbette tüm bunları yapabilmek için bilgisayar tekniklerine ihtiyaç duyulduğunu söyleyebiliriz.

Yukarıda anlattıklarım çok yüksek ayırma gücü istenen durumlarda yapılmaktadır. Bu tezde yapılan çalışma çok yüksek ayırma gücü gerektirmese de yüksek bir işlem gücünü gerektirmektedir.

Elektromanyetik dalgaların uzayda ve atmosferde nasıl ve hangi yönlere yayıldığını anlamak için çeşitli sayısal ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Ayrıca bu incelemeleri yapmak ve daha sonra da benzer çalışmalara ışık tutmak amacıyla uluslar arası çalışma grupları tarafından elektromanyetik dalgaların yayılımları sırasında ne gibi olaylarla karşılaştıkları ve nasıl etkilendiklerini açıklamak için kriterler ortaya konulmuştur [53-54,57-58,61,70,73-74]. Bu kriterler Avrupa'da ve Amerika'da yapılan araştırmalar ve ölçümler sonucu oluşturulmuştur. Fakat Türkiye ve yakın coğrafyasında buna benzer kriterler tespit etmek amacıyla herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Türkiye ve komşu coğrafya içinde daha hassas çalışmalar yapabilmek ve gerçeğe uygun değerlerle çalışılabilmek için böyle bir propagasyon modeline ihtiyaç vardır. Çünkü bu bölge farklı bir iklime , bitki örtüsüne, farklı enlem-boylama ve farklı bir şehirleşme yapısına sahiptir.

Türkiye'de radyo yayıncılığı 1926 yıllarında TRT kanalıyla başlamış olup 1968 yılına kadar böylece devam ede gelmiştir. 1968 yılından itibaren TV yayıncılığı siyah beyaz olarak başlatılmıştır. 1980'lerin başında ise ilk renkli TV yayıncılığı başlamıştır. Bu tarihlere kadar GM ve FM radyo yayınları ile VHF III. Banttan yapılan renkli TV yayınları sadece TRT kurumu aracılığıyla yürütülmekteydi. 1986 yılından itibaren UHF IV. ve V. Bandları kullanan TRT vericileri ile TV yayınları daha geniş bir yelpazede yapılır olmuştur. 1989 yılının

şubat ayında TRT vericilerinin TRT den PTT ye devredilmesi ve TV yayın tekelinin TRT den alınması ile birlikte özel televizyon kanallarının kurulmasının önü açılmıştır. 1989 yılından bugünün tarihi olan 2005 yılına kadar yüzlerce TV ve binlerce de radyo kanalı kurulmuştur. VHF ve UHF bandlarının kapasitelerinin mevcut kanalların ihtiyacını karşılayamaması üzerine S bandı CATV ortamında devreye konmuş , aynı zamanda sayısal TV ve radyo yayıncılığının da temelleri atılmak zorunda kalmıştır. DVB (Digital Video Broadcasting = Sayısal Resim Yayıncılığı) olarak anılan sayısal TV yayıncılığında bir kanalın olduğu frekanslardan altı TV kanalının yayınlanabilmesi, TV ve radyo yayıncılığının ufuklarını çok daha ilerilere taşımıştır. Çok yakın bir gelecekte de direkt olarak uydu üzerinden TV ve radyo yayınlarının yapılabilmesi düşünülmektedir .

Tüm bunların yanı sıra sayısal TV yayıncılığına tam olarak geçmek için 2014 yılı hedef olarak alınmaktadır. Elbetteki buna bağlı olarak , bugüne kadar geliştirilmiş olan analog TV yayıncılığının kullandığı tüm kriterler ve standartlar da sayısal TV yayıncılığı standartları olarak formlarını değiştirmek zorunda kalacaktır[(65)]. Bu tezde ele alınan ölçümler de analog yayıncılık[(83-84)] bazında değerlendirilmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

TV ve Radyo (FM ve GM)vericilerinin yayın yapmaları sırasında zaman zaman bazı aksaklıklar meydana gelmektedir ve bu aksaklıklar onların ya yayın yapamamalarına ya da yayın yapar görünseler bile , bunların yerleşim birimlerindeki alıcılar tarafından alınamamalarına sebep olmaktadır. Vericilerin normal çalışmaları dışına çıkmaları demek olan bu aksaklıkların eğer anten den önce görülebilir ise

verici üzerinden hemen anlaşılabilmektedir. Fakat eğer sonuçları antenden sonra ortaya çıkan bir aksaklık söz konusu ise bunu verici üzerinden anlamak zor olmaktadır.

Örneğin vericinin yayın yaptığı alanlarda yayının hangi mesafelere kadar ulaştığını anlamak, bazı ölçümler yapmakla mümkün olmaktadır. Ölçümlerin vericinin anten desen karakteristiğinden tahmin edilebilen propagasyon değerlerinin gerçeğe yakın olan nicelikleri ancak arazi üzerine çıkarak alan şiddeti değerlerini ölçmekle mümkün olmaktadır. Bu ise mevsim şartlarına ve coğrafi şartlara doğrudan bağlı olmaktadır.

Ayrıca her hangi bir sistematik yöntem izlenmediği taktirde verici yayınının alan şiddeti değerlerini her arızada her problemde almak gerekecektir. Bu ise aynı işlerin tekrar tekrar yapılması anlamına gelmektedir. Ve hem zaman hem emek hem de ekonomik kayıplar demektir. Üstelik alınan ölçümler sistematik olamadığından gelecekte tekrar kullanılabilirliği düşük olacaktır.

Bu tez çalışmasında ise bir bilgisayar programı ve ona uygun başka programlar grubu kullanılarak ölçümlerin sistematik hale getirilmesi amaçlanmıştır. Ölçümler sistematik hale getirilerek daha sonra aynı ölçümleri tekrar tekrar alma külfetinden kurtulunmaktadır. Ölçümler alınırken gerekli parametrelerin sabit tutulması -örneğin verici gücü , verici koordinatı , ölçü koordinatı, zaman gibi parametreler- bazı durumlarda yeniden ölçüm yapılmasına gerek bırakmamıştır. Önceki ölçülerin değerlendirilmesi ile problemin tespiti mümkün olmuştur. İşte bu tez çalışması da gereksiz yere zaman , emek ve para harcanmasının önüne geçmek için tasarlanmıştır.

Tezin bir bölümünde de sayısal TV vericilerinin ölçümleri de alınarak sayısal TV yayınlarının da iyileştirilmesine katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 ANTENLER

Bir antenin tanımı "serbest uzay dalgası ve kılavuzlanmış dalga arasındaki geçiş bölgesi ile ilgili bir yapıdır" şeklinde verilebilir. Bir anten transmisyon hattından gelen enerjiyi alır ve onu serbest uzayın içine ışınlar. Aynı zamanda serbest uzaydan antene gelen ışınları ve gönderdiği dalgalardan yansıyan ışınları da alarak tekrar transmisyon hattına geri verir. Yani bir sistemden güç alarak çevresine elektromanyetik dalga yayan elemana verici anten, çevresindeki elektromanyetik dalgalar tarafından uyarılarak bir sisteme güç ya da sinyal aktaran elemana da alıcı anten adı verilir.

Antenler teknolojinin de gelişimi ile son yıllarda büyük değişimler göstermiştir. Fakat biz en genel halleri ile antenler şu gruplara ayırabilir.

i) İletken Antenler

ii) Aralık (yarık= slot) Antenler ve Dizileri

iii) Yansıtıcı (parabol) Antenler

iv) Mikroşerit Antenler

v) Dizi Antenler

vi) Mercek (lens) Antenler

vii) Horn Antenler

Her çeşit dipol, helisel, loop gibi, metallerden yapılan antenler "iletken antenler" sınıfına girerler.

Bir anten genel olarak kılavuzlanmış dalga ile serbest uzay dalgası arasındaki bölgenin yapısı tarafından tanımlanır. Bir antenin kurulduğu yapı çok büyük r yarıçapına sahip küresel bir yüzey üzerinde alındığında P_o, P_r ve η sırasıyla , anten tarafından kabul edilen güç, anten tarafından ışınlanan güç ve ışıma verimi olmak üzere anten ile ilgili bağıntıları;

$$\eta = \frac{P_r}{P_0} \tag{2-1}$$

olmak üzere, antenden ışıyan toplam güç

$$P_r = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \Phi(\theta,\phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi \tag{2-2}$$

ile verilir. Burada $\Phi(\theta,\phi)$ ışıma şiddeti olup watt/steradyan birimindedir.

Yönlendiricilik ise

$$D(\theta,\phi) = \frac{\Phi(\theta,\phi)}{\Phi_{avg}} = \frac{\Phi(\theta,\phi)}{\frac{P_r}{4\pi}} \tag{2-3}$$

biçiminde ifade edilir.

Bir antenin yönlendiriciliği izotropik antenin kısmi bir yönünde bulunan ışıma şiddetinin miktarının oranı olarak tanımlanır.

Antenin kazancı G, yönlendiricilik ve güç ışıma şiddeti ile ilgili bağıntı ,

$$G(\theta,\phi) = \eta D(\theta,\phi) = \frac{\eta\phi(\theta,\phi)}{P_r / 4\pi} = \frac{\Phi(\theta,\phi)}{P_0 / 4\pi} \tag{2-4}$$

şeklinde verilir [1] .

Kazanç anten tarafından kabul edilmiş gücün kısmi bir yöndeki yoğunluğa uygunluğunun bir ölçüsüdür . Eğer anten kayıpsız ise yönlendiricilik ve kazanç birbirine yakındır.

Güç yoğunluğu watt/metrekare biriminde olup ışıma şiddeti ile arasındaki bağıntı,

$$\mathrm{P}(\theta,\phi) = \frac{\Phi(\theta,\phi)\Delta\theta\Delta\phi}{(r\Delta\theta)(r\Delta\phi)} = \frac{\Phi(\theta,\phi)}{r^2} = G(\theta,\phi)\frac{P_0}{4\pi r^2} \qquad (2\text{-}5)$$

olarak verilir. Burada $\frac{P_0}{4\pi r^2}$ faktörü kayıpsız izotropik anten ışıyan güç yoğunluğunu temsil eder. Antenlerin temel formülasyonu aşağıdaki gibi verilebilir;

Elektrik Akımı Elemanlarından Işıma: Eğer antenleri oluşturan teller üzerindeki akım dağılımı bilinirse ya da güvenilir verimli bir biçimde tahmin edilebilirse, antenin ışıma deseni ve ışınlanan güç hesaplanabilir. Diferansiyel akım elemanı Şekil 2-1 deki z-ekseni etrafında gösterilmektedir. Elektrik alan (rms) ve manyetik alan bileşenleri aşağıdaki gibi olup;

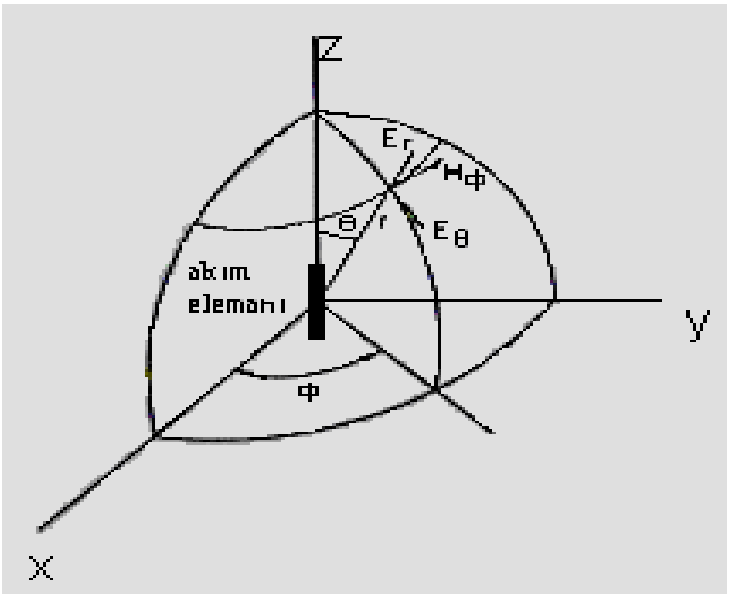
$$\mathrm{E}_r = 60\,\beta^2\,\mathrm{I\,dz}\left[\frac{1}{(\beta r)^2} - \frac{j}{(\beta r)^3}\right]\cos\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r} \qquad (2\text{-}6)$$

$$\mathrm{E}_\theta = \mathrm{j}\ 30\ \beta^2\ \mathrm{I\,dz}\left[\frac{1}{\beta r} - \frac{j}{(\beta r)^2} - \frac{1}{(\beta r)^3}\right]\sin\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r}$$

$$\mathrm{H}_\phi = \mathrm{j}\ \frac{\beta^2}{4\pi} Idz\left[\frac{1}{\beta r} - \frac{j}{(\beta r)^2}\right]\sin\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r}$$

$$\mathrm{E}_\phi = \mathrm{H}_r = \mathrm{H}_\theta = 0$$

burada I dz = diferansiyel akım elemanının momentidir (I rms olarak , dz'de metre olarak verilmiştir.) , r = m olarak gözlem noktasına olan uzaklık, $\beta = 2\pi/\lambda$, $\mathrm{j}=\sqrt{-1}$, E metre başına volt , H metre başına amper olarak verilmiştir.



Şekil 2.1 Elektrik dipolü için koordinat sistemi[1]

Yarım dalga dipol için elektrik alan,

$$\mathrm{E}_\theta = \mathrm{j}\frac{60\pi\sin\theta}{r\lambda} I_0 e^{-j\beta r} \int_{-l/2}^{l/2} \cos\beta z e^{j\beta z\cos\theta} dz$$

$$= \mathrm{j}\frac{60 I_0}{r} e^{-j\beta r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta} \qquad (2\text{-}7)$$

şeklinde ifade edilir. İnce lineer ışıyıcı için ışıma desenlerini hesaplama metodu temel olarak boyuna ya da şeklinin karmaşıklığına bağlıdır. *l* uzunluğundaki ince bir telin merkezden sinüsoidal bir akımla beslenmesiyle antenden ışıyan alan ,

$$\mathrm{E}_\theta = \mathrm{j}\ \frac{60 I_0 e^{-j\beta r}}{r} \frac{\cos\left(\frac{\beta l}{2}\cos\theta\right) - \cos\frac{\beta l}{2}}{\sin\theta} \qquad (2\text{-}8)$$

şeklinde verilir.

Manyetik Akım Elemanlarından Işıma: Antenlerde kullanılan bir başka temel ışıyıcı ise manyetik akım elemanıdır .Manyetik akımlar doğal yoldan çıkmaz örneğin elektrik akımını taşıyan dairesel halkanın çapı çok küçüktür ve üreteceği alanlar kısa manyetik dipolünkine eşittir. Her hangi bir uzaklıkta bu alanlar aşağıdaki ifadelerle verilir,

$$\mathrm{E}_{\phi} = 30\ \beta^2 dm\left[\frac{1}{\beta r} - \frac{j}{(\beta r)^2}\right]\sin\theta\ e^{-j\beta r} \tag{2-9}$$

$$\mathrm{H}_{r} = \frac{\beta^3}{2\pi} dm\ \left[\frac{j}{(\beta r)^2} + \frac{j}{(\beta r)^3}\right]\cos\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r}$$

$$\mathrm{H}_{\theta} = -\frac{\beta^3}{4\pi} dm\left[\frac{1}{\beta r} - \frac{j}{(\beta r)^2} - \frac{j}{(\beta r)^3}\right]\sin\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r}$$

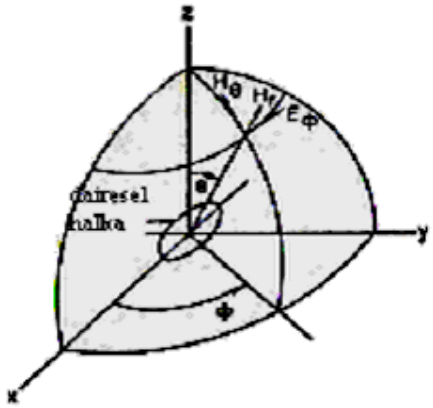
$$\mathrm{E}_{r} = \mathrm{E}_{\theta} = \mathrm{H}_{\phi} = 0$$

Buradaki koordinat sistemi Şekil 2-2'de gösterilmiştir, dm diferansiyel manyetik dipol moment olarak tanımlanmıştır. Küçük çaplı halka için halkanın manyetik momenti halkanın A alanı boyunca akan I elektrik akımına eşittir.Uzak alan için r, dalga boyundan çok büyük olduğunda alan bileşenleri

$$\mathrm{E}_{\phi} = \frac{30\beta^2 dm}{r}\sin\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r}$$

$$\mathrm{H}_{\theta} = -\frac{\beta^2 dm}{4\pi r}\sin\theta\ \mathrm{e}^{-j\beta r} = -\frac{E_{\phi}}{120\pi} \tag{2-10}$$

biçimine indirgenir



Şekil 2.2 Manyetik dipol için koordinat sistemi[1]

Şekil 2.2' nin merkezinde bulunan dairesl halka x-y düzlemi üzerinde bulunmaktadır

2.2 Antenin Tanımı ve Gelişimi

Anten ışıma verimi(2.1)ile verilmiştir burada $\mathbf{P_o}$ = antene gelen güç , $\mathbf{P_r}$ = antenden yayınlanan güç ve $\boldsymbol{\eta}$ = antenin ışıma verimidir, $\Phi((\theta,\phi)$ =Işıma yoğunluğu , watt/ steradyan. r uzaklığı çok büyük seçildiğinde Φ, r'den bağımsız olur. r'nin bu bağımsızlığı uzak-alan bölgesinin bir karakteristiğidir. Antenden ışıyan toplam güç denklem(2.2) ile verilir ortalama ışıma yoğunluğu ise

$$\Phi_{ort} = \frac{P_r}{4\pi} \tag{2.11}$$

şeklinde olur.

***D(θ,Φ)*= Yönlendiricilik , birimsiz**

Yönlendiricilik, bir antenin üzerinden ışıyan güç yoğunluğunu tek bir yöne toplayabilme yeteneğidir ve ışıma yoğunluğu ile aşağıdaki gibi ilişkilidir;

$$D(\theta,\phi)=\frac{\Phi(\theta,\phi)}{\Phi_{ort}}=\frac{\Phi(\theta,\phi)}{P_r/4\pi} \tag{2.12}$$

Bir antenin yönlendiriciliği izotropik antene göre tek yönde gelişen ışıma yoğunluğunun oranına göre belirlenir.

***G(θ,Φ)*= Kazanç , birimsiz**

Bir antenin kazancı , yönlendiricilik ve ışıyan gücün yoğunluğu ile ilişkilidir ve bu aşağıdaki gibidir;

$$G(\theta,\phi)=\eta D(\theta,\phi)=\frac{\eta\phi(\theta,\phi)}{P_r/4\pi} \tag{2.13}$$

ve eşitlik (2.1)'den

$$G(\theta,\phi)=\frac{\Phi(\theta,\phi)}{P_0/4\pi} \tag{2.14}$$

olur.

Böylece kazanç antene gelen gücün tek bir yönde yoğunlaştırılabilmesi yeteneğidir. Anten eğer kayıpsız bir anten ise yönlendiriciliği ve kazancı birbirine eşit olup 1 dir.

***P(θ,Φ)*= Güç yoğunluğu , watt/metre²**

Güç yoğunluğu ile ışıyan güç arasındaki ilişki şöyledir.

$$P(\theta,\phi)=\frac{\Phi(\theta,\phi)\Delta\theta\Delta\phi}{(r\Delta\theta)r\Delta\phi} \tag{2.15}$$

ya da

$$P(\theta,\phi) = \frac{\Phi(\theta,\phi)}{r^2} \tag{2.16}$$

olur, Eşitlik (2.6),(2.7),(2.8) den hareketle

$$P(\theta,\phi) = G(\theta,\phi)\frac{Po}{4\pi r^2} \tag{2.17}$$

elde edilir. $P_0/ 4\pi r^2$ anten kayıpsız olduğunda antene verilen güç yoğunluğunu temsil etmektedir.

***Ae(θ,Φ)*= Etkin alan , metre²**

Bir alıcı anten düşünüldüğünde etkin alanın anlaşılması daha kolay olur; anten tarafından gönderilen düzlem dalganın temsil ettiği etkin yutulma alanının bir ölçüsüdür . Etkin alan kazanç ve dalga boyuna aşağıdaki gibi bağlıdır,

$$A_e(\theta,\phi) = \frac{\lambda^2}{4\pi}G(\theta,\phi) \tag{2.18}$$

Hornlar , yansıtıcılar mercekler gibi çok sayıda yüksek kazançlı anten açıklık türü antenler olarak adlandırılır.Açıklık anten yüzeyine yakın bir düzlem olup, maksimum ışıma yönüne diktir, ışımanın en büyük bölümü buradan akar.

η_a = Açıklık türü antenin anten verimidir , birimsizdir

A = Anten açıklığının fiziksel alanıdır , metre²

böylece

$$\eta_a = \frac{A_e}{A} \tag{2.19}$$

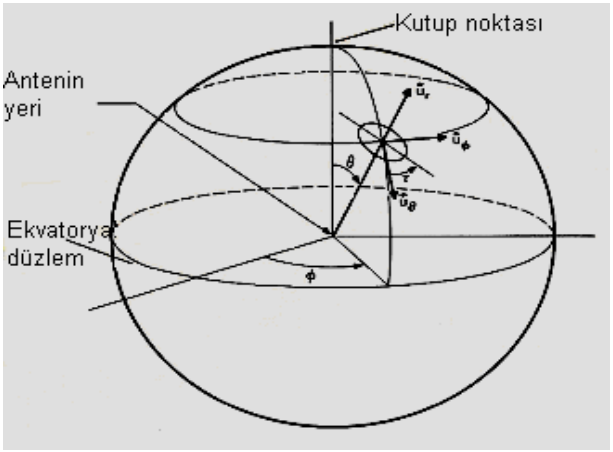
yazılabilir. ηa bazen açıklık verimi olarak ta isimlendirilir. Eşitlik (2.18) ve (2.19) dan

$$G = \eta_a \frac{4\pi}{\lambda^2} A \tag{2.20}$$

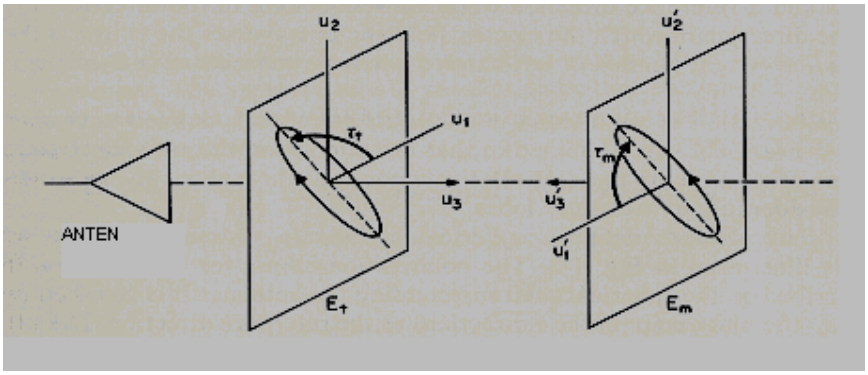
yazılabilir, aslında η_a birkaç faktörün çarpımından oluşur.

$$\eta_a = \eta \eta_i \eta_1 \eta_2 \eta_3 ... \tag{2.21}$$

η_i terimi anten aydınlatma verimi , η_1 η_2 η_3 terimleri ise anten kazancını düşüren diğer bütün etkileri ifade eder.



Şekil 2.3 Polarizasyon elipsinin anten koordinat sistemi ile ilişkisi[1]



Yayınlanmış alan Uyumlaştırılmış gelen alan

Şekil 2.4 Antenin polarizasyon özelliklerinin veriş ve alış durumlarındaki ilişkisi[1]

τt , τm terimleri ise sırasıyla yayınlanan ve alış durumunda uyumlaştırılmış dalganın eğim açılarıdır. Gelen dalganın polarizasyonu antenin alış polarizasyonundan farklı olduğu zaman, polarizasyon uyumsuzluğundan dolayı kayıp meydana gelir. İki nokta arasındaki açısal uzaklık 2ξ olduğu zaman polarizasyon verimi η_p ile verilir ve

$$\tau_m = 180^\circ - \tau_t \tag{2.22}$$

$$\eta_p = \cos^2 \xi \tag{2.23}$$

şeklinde ifade edilir [1] .

2.2.1 Güç Transferi

Gücün verici anteninden alıcı antenine ulaşması temel öneme sahip bir durumdur. Antenlerin serbest uzayda ve aralarında büyük bir R uzaklığı bulunduğu farz edilsin. Bu taktirde alış gücü , gelen dalganın güç yoğunluğu ve alıcı anteninin etkin açıklık alanının çarpımına eşit olacaktır.

$$P_r = PA_e \tag{2.24}$$

Eşitlik (2.17) ve (2.18) den

$$P_r = \frac{G_t P_t}{4\pi R^2} \frac{\lambda^2 G_r}{4\pi} \tag{2.25}$$

ya da

$$P_r = \left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 G_t G_r P_t \tag{2.26}$$

olacaktır. **r** ve **t** alıcı ve verici antenlerini temsil eden indislerdir.

G_t = Alıcı anten yönündeki verici antenin kazancı

G_r = Verici anten yönündeki alıcı antenin kazancı

Yukarıdaki Eşitlik (2.26) formülü Friis geçiş formülü olarak adlandırılır. Eşitlik 2.17 den antenden R uzaklığındaki güç yoğunluğu

$$\frac{G_t P_t}{4\pi R^2} \tag{2.27}$$

olarak verilir. Radardan dönen ve alınmış olan güç yoğunluğu sırasıyla Eşitlik 2.28 ve Eşitlik 2.29 ifadeleriyle verilir

$$\frac{G_t P_t}{4\pi R^2}\frac{\sigma}{4\pi R^2} \tag{2.28}$$

$$\frac{G_t P_t}{4\pi R^2}\frac{\sigma}{4\pi R^2} A_e \tag{2.29}$$

burada A_e , alıcı anteninin etkin alanı (veya yakalama bölgesi) olarak adlandırılır. Alınmış olan güç ise Eşitlik 2.30 ile verilir

$$P_r = \frac{G_t P_t}{4\pi R^2}\frac{\sigma}{4\pi R^2}\frac{G_r \lambda^2}{4\pi} \tag{2.30}$$

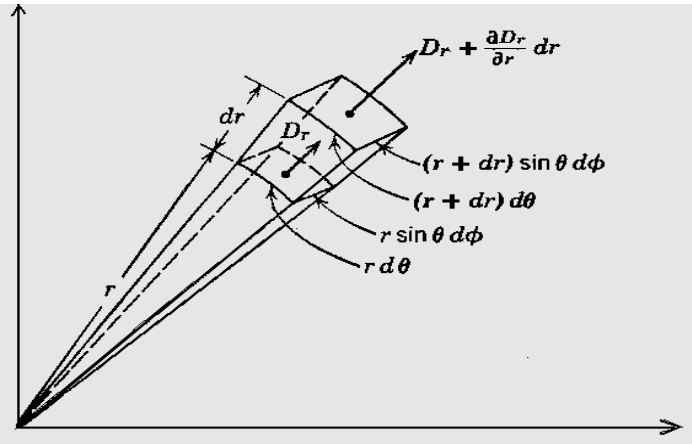
eğer enerjinin gönderilmesi ve alınması sırasında aynı anten kullanılmışsa, bu takdirde $G_t = G_r = G$ olacağından denklemin son hali

$$P_r = \frac{G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} P_t \tag{2.31}$$

olur. (2.24) den (2.31)'e kadar olan formüller ise radar denklemleri olarak bilinir[1-2] Aşağıda ise küresel koordinatlardaki hacim elemanı ve onun özelliği verilmektedir. Hacim elemanının alt kısmından giren ve üst kısmından çıkan net akı

$$d\psi_r = (r+dr)^2 \sin\theta d\theta d\phi (D_r + \frac{\partial D_r}{\partial r} dr) - r^2 \sin\theta d\theta d\phi D_r \qquad (2.32)$$

şeklinde verilir.



Şekil 2.5 Küresel koordinatlarda hacim elemanı temsili[7]

Birinci derece diferansiyeller şu şekilde elde eldirler.

$$d\psi_r = r^2 \sin\theta d\theta d\phi \frac{\partial D_r}{\partial r} dr + 2rdr \sin\theta d\theta d\phi D_r \qquad (2.33)$$

$$= \sin\theta dr d\theta d\phi \frac{\partial}{\partial r}(r^2 D_r)$$

Benzer şekilde Θ ve Φ yönleri için

$$d\psi_\theta = d\theta \frac{\partial}{\partial \theta}(D_\theta r \sin\theta d\phi dr) = r dr d\theta d\phi \frac{\partial}{\partial \theta}(\sin\theta D_\theta) \qquad (2.34)$$

$$d\psi_\phi = d\phi \frac{\partial}{\partial \phi}(D_\phi r d\theta dr) = r dr d\theta d\phi \frac{\partial D_\phi}{\partial \phi}$$

elde edilir. Diverjens ise hacim elemanı tarafından bölünen dψ'lerin toplamıdır.

$$\nabla \cdot \vec{D} = \frac{d\psi_r + d\psi_\theta + d\psi_\phi}{r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi} \tag{2.35}$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 D_r) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(\sin\theta D_\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial D_\phi}{\partial\phi}$$

şeklindedir [7].

2.2.2 Yüksek kazançlı antenlerin tahmini karakteristikleri

Aşağıda BW ile verilen ifade antenin 3 dB'lik demet genişliğidir.

$$BW_{3-dB} = k\frac{\lambda}{D} \tag{2.36}$$

burada k = demet genişliği sabiti , λ = dalga boyu ve D ise desen düzlemindeki açıklığın boyudur.

$$k = 1.05238\, I + 55.9486$$

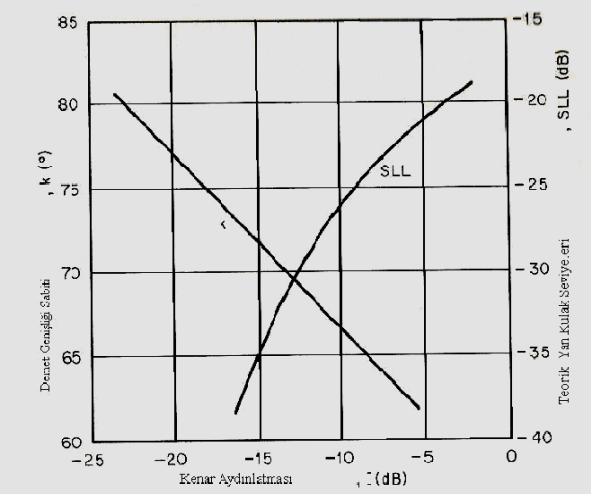
I, desibel cinsinden kenar aydınlatmasının mutlak değeri ve k'nin değeri de derecedir.

$$G = \frac{K}{\theta_1\theta_2} \tag{2.37}$$

ifadesi kayıpsız anten için tahmin edilen kazancı verir , K birimsiz bir sabit θ_1 ve θ_2 ise birbirine dik iki temel düzlemdeki 3dB lik demet genişlikleridir.

Şekil 2.6'da kenar aydınlatmasına karşı yaklaşık yan kulak seviyesi ve demet genişliği sabiti yansıtıcı antenler için gösterilmiştir. K'nin gerçek değeri geçerli anten için antenin verimine bağlıdır. Çoğu anten mühendisleri tarafından kullanılan en popüler değer 30000 dir fakat başka birkaç değer daha

kullanılmaktadır. Örneğin Stutzman ve Thile bu değeri 26000 olarak, Stegen ise 35000 olarak önermiştir.



Şekil 2.6 Kenar aydınlatmasına karşı ilk tahmini yan kulak seviyesi ve demet genişliği sabiti [1-2]

Uygulamada karşılaşılan karmaşık problemlere ait doğru çözümü bulabilmek için analitik yöntemlerin yanında, zaman ve frekans domeninde çalışan birçok sayısal yöntem de geliştirilmiştir. Bunların başlıcaları arasında moment yöntemi (MoM), zaman domeni sonlu farklar yöntemi (FDTD), sonlu elemanlar (FE) yöntemi, parabolik denklem (PE) sayılabilir. Bilgisayar hızları ve depolama yetenekleri arttıkça sayısal ve iteratif yaklaşımların kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Ancak özellikle mükemmel iletken olmayan kompozit malzemelerde, dalga boyuna göre çok büyük cisimlerin incelenmesinde ve fiziksel olarak süreksizlik oluşturan yapılarda kırınım olayının etkilerini incelemekte sayısal yöntemler yetersiz kalmaktadır. Bu tür problemlerin incelenmesi birçok sivil ve askeri uygulama için

büyük önem taşımaktadır. Örneğin, arazi süreksizliklerinden saçılım hesapları, uzaktan algılama, radar ve haberleşme sistemleri için önemlidir. Yine uçak, uydu ve füzelerde kullanılan kompozit yapılardaki kırık ve boşluklar için geliştirilen saçılım hesaplama yöntemleri, radar kesit alanı (RCS) azaltma, elektromanyetik girişim (EMI) ve elektromanyetik uyumluluk (EMC) için büyük önem taşımaktadır [20,47].

FDTD metoduyla Maxwell eşitlikleri zaman domeninde direkt olarak çözülür. Homojen ve gevşek bir ortamda serbest Maxwell eşitlikleri şöyledir;

$$\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = -\nabla \times \vec{E}$$
$$\varepsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \nabla \times \vec{H} - \sigma \vec{E} \qquad (2.38)$$

(i,j,k) ve n gösterimleriyle uzay ve zamanda ayrılırlar ayrık uzay ve zaman düğümleri

$$E_x(x,y,z,t) = E_x^n(i,j,k); x = i \times \Delta x,\ y = j \times \Delta y,\ z = k \times \Delta z,\ t = n \times \Delta t \qquad (2.39)$$

olan, elektromanyetik alanın altı bileşeni birim hücrenin özel noktalarında yerleşmişlerdir. Elektrik alan bileşenleri E_x E_y E_z ve manyetik alan bileşenleri ise H_x H_y H_z olarak iteratif olarak hesap yapmak için

$$H_x^{n}(i,j,k) = H_x^{n-1}(i,j,k) - \frac{\Delta t}{\mu_0 \Delta z}[E_y^n(i,j,k) - E_y^n(i,j,k-1)] \qquad (2.40)$$
$$- \frac{\Delta t}{\mu_0 \Delta y}[E_z^n(i,j,k) - E_z^n(i,j-1,k)]$$

$$H_y^{n}(i,j,k) = H_y^{n-1}(i,j,k) - \frac{\Delta t}{\mu_0 \Delta x}[E_z^n(i,j,k) - E_z^n(i-1,j,k)]$$
$$- \frac{\Delta t}{\mu_0 \Delta z}[E_x^n(i,j,k) - E_x^n(i,j,k-1)]$$

$$H_z^{\tilde{n}}(i,j,k) = H_y^{\tilde{n}-1}(i,j,k) - \frac{\Delta t}{\mu_0 \Delta y}[E_x^n(i,j,k) - E_x^n(i,j-1,k)]$$

$$- \frac{\Delta t}{\mu_0 \Delta x}[E_y^n(i,j,k) - E_y^n(i-1,j,k)]$$

şeklinde ifade edilir. Elektrik alan bileşenleri ise

$$E_x^n(i,j,k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} E_x^{n-1}(i,j,k) - \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon - \sigma\Delta t)\Delta z}[H_y^n(i,j,k) - H_y^n(i,j,k-1)] \qquad (2.41)$$

$$+ \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon - \sigma\Delta t)\Delta y}[H_z^n(i,j,k) - H_z^n(i,j-1,k)]$$

$$E_y^n(i,j,k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} E_y^{n-1}(i,j,k) - \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon - \sigma\Delta t)\Delta x}[H_z^n(i,j,k) - H_z^n(i-1,j,k)]$$

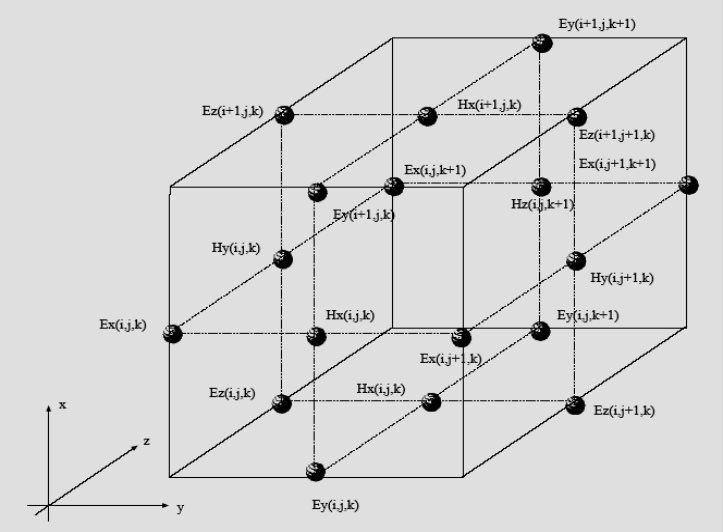
$$+ \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon - \sigma\Delta t)\Delta z}[H_x^n(i,j,k) - H_x^n(i,j,k-1)]$$

$$E_z^n(i,j,k) = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} E_z^{n-1}(i,j,k) - \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon - \sigma\Delta t)\Delta y}[H_x^n(i,j,k) - H_x^n(i,j-1,k)]$$

$$+ \frac{2\Delta t}{(2\varepsilon - \sigma\Delta t)\Delta x}[H_y^n(i,j,k) - H_y^n(i-1,j,k)]$$

ifadeleriyle verilir. Burada $\tilde{n} = n + 1/2$ ile verilir, ε, μ_0, σ birim hücrenin referans noktalarıdır.

Birim hücrede aşağıdaki gibi gösterilebilir.



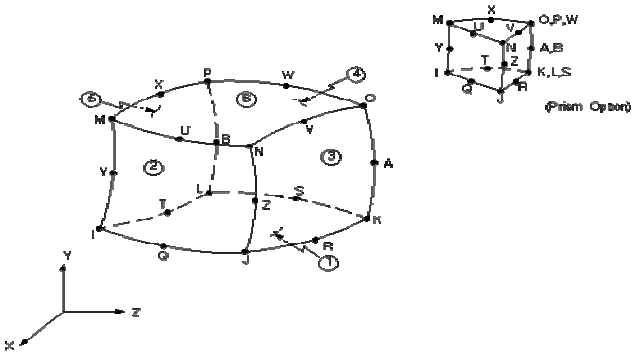
Şekil 2.7 Elektromanyetik alan bileşenlerinin yerini gösteren ve Yee tarafından önerilen FDTD birim hücresi[20]

Birim hücreye dikkat edildiğinde elektrik alan bileşenlerinin kenarların ortasında , manyetik alan bileşenlerinin ise yüzeylerin ortasında oldukları açıkça görülebilir[20].

Ayrıca Elektromanyetik alanların üç boyutlu olarak modellenmesi için seçilen yüksek frekans elektromanyetik elementi olan HF120 yüksek frekans tuğlası (high frequency brick) birim hücresi de aşağıda görülmektedir. Bu, lineer bir ortamda Maxwell eşitliklerinin tümünde kullanılmaya uygundur.

Bunun bir arkadaşı olan tetrahedral element HF119 benzer tam dalga kabiliyetine sahiptir. HF120 elementi 20'den fazla geometrik nokta tarafından

tanımlanır ve elementin kenarlarında ve yüzlerinde yer alır. HF120, tüm harmonik model analiz türlerine uygulanabilir fakat geçiş analiz türlerine uygulanamaz.



Şekil 2.8 HF120 3D Yüksek frekans tuğlası (brick)[20]

Şeklin sağ üst köşesinde ise uzayı üçgen prizmalara bölmek istediğinizde kullanılması gereken yüksek frekans tuğlası (high frequency brick) görülmektedir.

2.3 Anten Parametreleri

Antenlerin karakteristiklerini ve performanslarını değerlendirmek için birkaç anten parametresini ele alabiliriz. Bu parametreler anten desenleri, kazanç, empedans, belli başlı elektriksel ve mekanik parametreler olmak üzere bazı ana gruplarda toplanabilir. Antenin performansı bu parametrelerin çevre tarafından etkileniş tarzına da bağlıdır.

Anten parametreleri beş tane olup bunlar

1) Işıma Yapısı (Radyasyon Deseni) : Antenin ışıma özelliklerinin uzay koordinatları cinsinden matematiksel olarak ifadesi ya da grafiksel olarak gösterilmesidir. Bu iş için en uygun koordinat sistemi küresel koordinat sistemidir.

2) Empedans

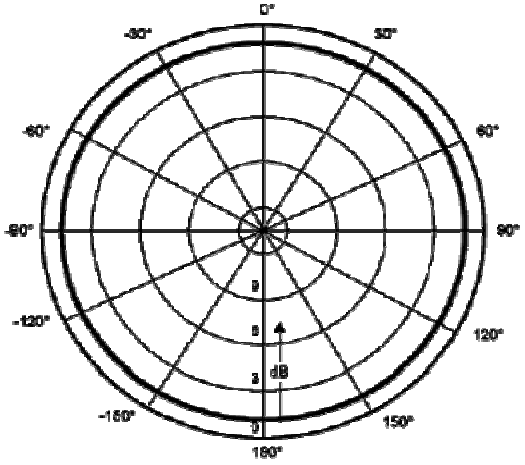
3) Kazanç

4) Polarizasyon

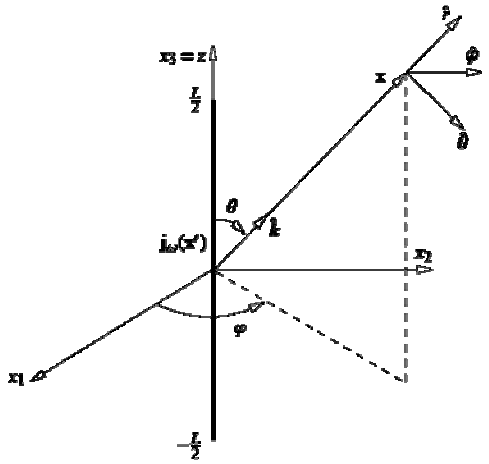
5) Gürültü Sıcaklığı

şeklindedir [(2)].

Aşağıdaki şekilde izotropik antenin ışıma diyagramı ve küresel koordinatlar görülmektedir



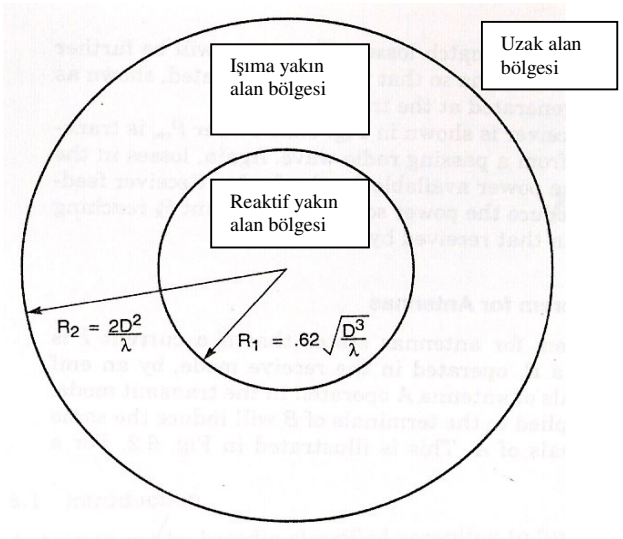
Şekil 2.9 İzotropik antenin ışıma deseni[(6)]



Şekil 2.10 Küresel koordinatlar la ilgili şematik gösterim[(6)]

Antenden ışınlanan gücün yoğunlaştığı hacimsel bölgelere kulak (lobe) denir. Ana kulak; major lobe , ikinci kulak; minor lobe, yan kulak ; side lobe, arka kulak ; back lobe olarak adlandırılır. Maksimum ışımanın alındığı hacimsel bölgeye ana kulak denir. Işıma diyagramında genellikle bir tane ana kulak bulunur.

Bir anteni çevreleyen uzay reaktif yakın alan bölgesi, ışınım yakın alan bölgesi ve uzak alan bölgesi olarak üç bölgeye ayrılır.



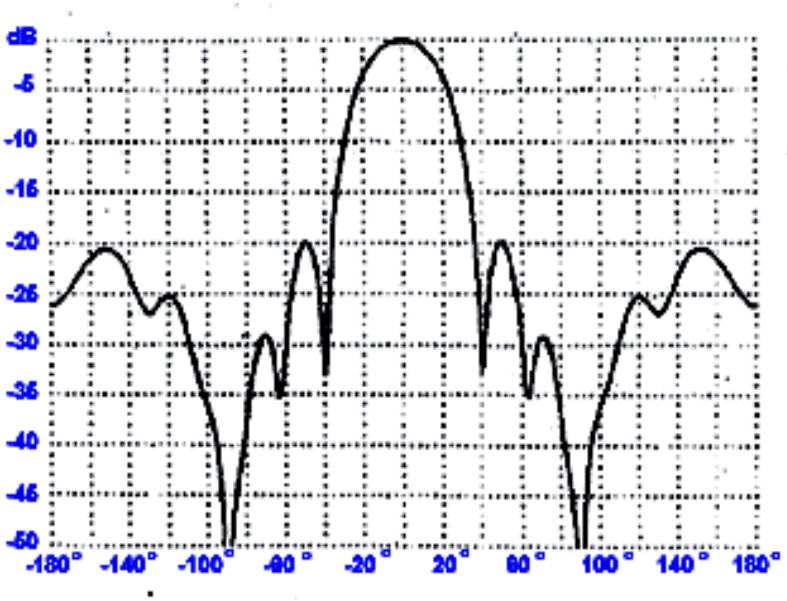
Şekil 2.11 Anten çevresindeki alanlar [4]

Bir antenden çevreye yayılan elektromanyetik dalgaların üç bileşeni vardır. Bunlar iki yakın-alan bölgesi ve bir uzak-alan bölgesidir.Yakın-alan bileşenlerindeki alan şiddetleri, antenden olan uzaklıkla ters orantılı olarak hızla azalır . Azalma; reaktif yakın-alan da uzaklığın üçüncü kuvveti ile, diğer iki bileşen olan yakın ve uzak-alan bölgesinde ise uzaklığın karesi ile ters orantılı azalma şeklindedir. Alanların uzaklıklarını bulmak için gerekli ifadeler Şekil 2.11 üzerinde gösterilmiştir. Burada D antenin en geniş boyutudur , λ ise dalga boyudur. Burada ölçümleri yapılmış olan uzak alan bölgesindeki dalgalar TEM (Transverse Electromagnetic)

dalgalardır. Yani elektrik alan k doğrultusundan bakıldığında magnetik alana göre sağ açılıdır[4].

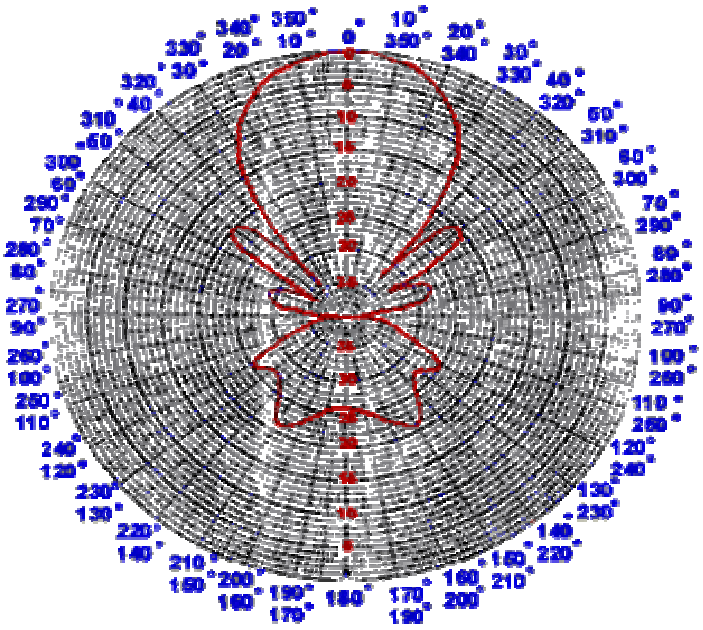
2.3.1 Anten Işıma Diyagramları (Desenleri)

Bir antenin deseni demek; antenin ışımasının , yönün bir fonksiyonu olarak üç boyutlu grafiksel gösterimi demektir. Pratikte üç boyutlu desen demek seri olarak ölçülmüş ve kaydedilmiş iki boyutlu desenlerdir [5] .



Şekil 2.12 Şekilde 10 elemanlı bir yagi dizisinin kartezyen azimutunu yani "E" düzlemini göstermektedir. Ayrıntılar belirgin fakat desen yeterince açıklayıcı değildir[5].

Antenlerin desenlerini tanımlamak için pek çok format kullanılmaktadır Şekil 2.12 de görülen kartezyen grid sistemi kadar Şekil 2.13 de görülen kutupsal koordinat gösterim sistemi de oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Burada temel nesne tamamı 360 derece olan ya yatay ya da düşey düzlemde bulunan ışıma çizimidir. VHF/UHF ve mikrodalga bölgesinde anten ışıma çizimi antenden en az 30 metre uzaklıkta serbest uzayda uzak alan bölgesinde çizilir.



Şekil 2.13 Aynı 10 elemanlı yagi dizisinin polar koordinatlardaki ışıma diyagramı çizimi. Bu çizim kartezyen çizime göre daha avantajlıdır. Yan loblar ve ana lob desibel olarak gösterilmiştir[5].

Bir antenin ışıma diyagramı onun bir nevi yol haritası hakkında bilgi verir. Diyagram; ışımanın nerede ne kadar yoğunlaştığını gösterir. Çizimin diyagramda 1dB düşmesi antenden ışıyan gücün %80'ne düşmesi demektir. 3dB ise %50'ye düşme anlamına gelir. Burada görülen 10 dB lik bir azalma yayınlanan gücün %10'na düşüldüğü anlamına gelmektedir [5]. Antenin güç deseni küresel bir çapta yayılan güç yoğunluğunun bir ölçüsüdür. Bu güç yoğunluğu ortalama poynting vektörü ile tanımlanıp

$$\mathbf{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} \qquad (2\text{-}42)$$

ile verilir. Durgun durumdaki zaman periyodlu ortalama poyntng vektörü ise

$$P_{ort} = \frac{1}{2} \text{Re} (\mathbf{E} \text{ x } \mathbf{H}^{*}) \qquad (2\text{-}43)$$

bağıntısı ile verilir.

Mutlak bir güç deseni, antenden belli bir uzaklıktaki metrekarede watt olarak güç yoğunluğudur.. Bir antenin demet genişliği, güç seviyesinin maksimum değerinin ilk yarısına düştüğü noktalar arasındaki anten ışıma deseninin açısal genişliğidir. Bu demet genişliği "yarı güç demet genişliği" olarak da adlandırılır. Antenlerin desenleri şekillerine göre de sınıflandırılır. Bunlardan bazıları, tüm yönlü, yatay da tüm yönlü, kalem demet şekli, fan demet şekli ve şekillendirilmiş demetlerdir [2-5] .

Antenin demet şekli aynı zamanda anten çözünürlüğünü ya da alış anteni tarafından görülebilen iki kaynak arasındaki minimum açısal ayırmayı belirler. Çoğu antenin desenlerinde bir ana kulak(main lobe) ve birkaç yardımcı kulak(auxiliary lobe) bulunur bunlara yan kulaklar (side lobes) denir. Ana kulağın tam karşısındaki yönde meydana gelen yan kulağa arka kulak (back lobe) adı verilir.

2.3.2 Empedans

Bir antenin empedansı; yayılım ortamı ve çalışan sisteme bağlı olan transmisyon hattı bağlantısı arasındaki dönüştürücülük işleminin verimi olarak bilinir. Eğer antenin empedansı transmisyon hattına uyumlu değilse araya uygunlaştırma (matching) cihazı konulabilir. Bu durum ise verimi etkiler.

Anten akımı I, 2-44 denklemiyle verilip ,

$$I = \frac{V_R - V_T}{Z_t} \qquad (2\text{-}44)$$

şeklindedir.

burada $Z_t = Z_A + Z_T$ dir. Maksimum güç transferi şartı

$$R_r + R_L + j X_A = R_T - j X_T \tag{2-45}$$

bağıntısı ile ilintili olup, anten tarafından alıcıya teslim edilen güç

$$W_R = I^2 R_T = \frac{V_R^2 R_T}{|Z_t|^2} \tag{2-46}$$

şeklindedir.

Alış anteni tarafından saçılmış olan ya da tekrar yayınlanan güç , antenin omik kayıpları nedeniyle kaybolan güç ve antenden yayınlanan güç sırasıyla

$$W_s = I^2 R_r = \frac{V_R^2 R_r}{|Z_t|^2} \tag{2-47}$$

$$W_L = I^2 R_L = \frac{V_R^2 R_L}{|Z_t|^2} \tag{2-48}$$

$$W_T = I^2 R_r = \frac{V_T^2 R_r}{|Z_t|^2} \tag{2-49}$$

şeklinde verilir. Antenin empedansı onun şekline de bağlıdır.

2.3.3 Kazanç

Bir antenin kazancı onun sistemdeki performansının en önemli ölçüsüdür. Bir antenin kazancı , ana demetin tepesindeki maksimum ışıma yoğunluğunun , aynı yöndeki izotropik bir ışıyıcının aynı giriş gücüyle ürettiği ışıma yoğunluğuna oranı olarak tanımlanabilir. Anten kazancı anten performansınsın değerlendirilmesi için kullanılan bir ölçüdür, yönlendiriciliğine ve verimine bağlıdır. Kazanç; ışıma şiddetinin izotropik durumdaki ışıma şiddetine oranıdır.

Kazanç genelde G ile gösterilir Θ ve Φ ye bağlıdır.Şimdi kazancı yazmak gerekirse;

$$G(\Theta,\Phi) = 4\pi\, U(\Theta,\Phi) / P_{giriş} \tag{2.50}$$

olarak yazılır. G= kazanç, 4π = steradyan , U = W/sr ve P = W tır.

Kazanç fonksiyonu ışınlanan gücü açısal olarak tanımlar ve

$$G(\theta,\phi) = \frac{P(\theta,\phi)}{\frac{W_T}{4\pi}} \tag{2-51}$$

şeklinde verilir.

Burada P birim katı açıya ışınlanan güç, W ise toplam ışınlanan güçtür. Antenin yönlendiriciliği ve kazançla olan ilişkisi

$$D = \frac{P_{maks}}{P_{ort}} \tag{2-52}$$

bağıntısıyla verilir. Yönlendiricilik verim ile çarpılınca da

$$G = \eta D$$

şeklinde kazanç elde edilir.

Antenin demet genişliğinden kazancına geçilebilir.

$$P_{maks} \approx \frac{1}{\Theta_r \Phi_r} \quad \text{ve} \quad P_{ort} = \frac{1}{4\pi} \tag{2-53}$$

Θ_r ve Φ_r , θ ve φ yönlerinde radyan cinsinden yarı güç demet genişlikleridir. Eşitlik (2.52) ve (2.53) den

$$D \approx \frac{4\pi}{\Theta_r \Phi_r} \tag{2-54}$$

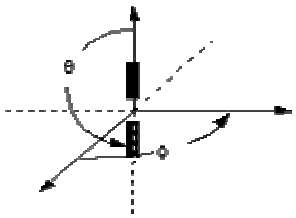
olur . Eğer yarı-güç demet genişlikleri Θ_d ve Φ_d şeklinde derece olarak verilirse yönlendiricilik yaklaşık olarak şöyle olur,

$$D \approx \frac{41,253}{\Theta_d \Phi_d} \tag{2-55}$$

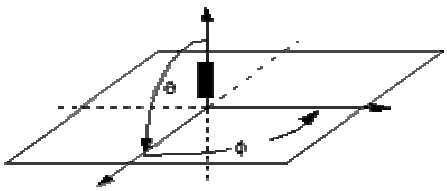
şeklinde olur. Eğer anten % 70 verime sahipse bu taktirde yaklaşık olarak kazanç

$$G \approx \frac{29,000}{\Theta_d \Phi_d} \tag{2-56}$$

şeklinde elde edilir [2].



Şekil 2.14 Dipol antenin katı açısı[10]



Şekil 2.15 Yeryüzündeki monopol antenin katı açısı[10]

antenin ışınım gücü

$$P_r = \frac{1}{2}\iint \mathrm{Re}(\vec{E} \times \vec{H}^*) \cdot d\vec{S} = \frac{1}{2}\iint \mathrm{Re}(\vec{E} \times \vec{H}^*) \cdot \hat{r} r^2 \sin\theta d\theta d\phi = \iint U d\Omega \tag{2.57}$$

formülü yardımıyla hesaplanır. Anten yönlendirme kazancı

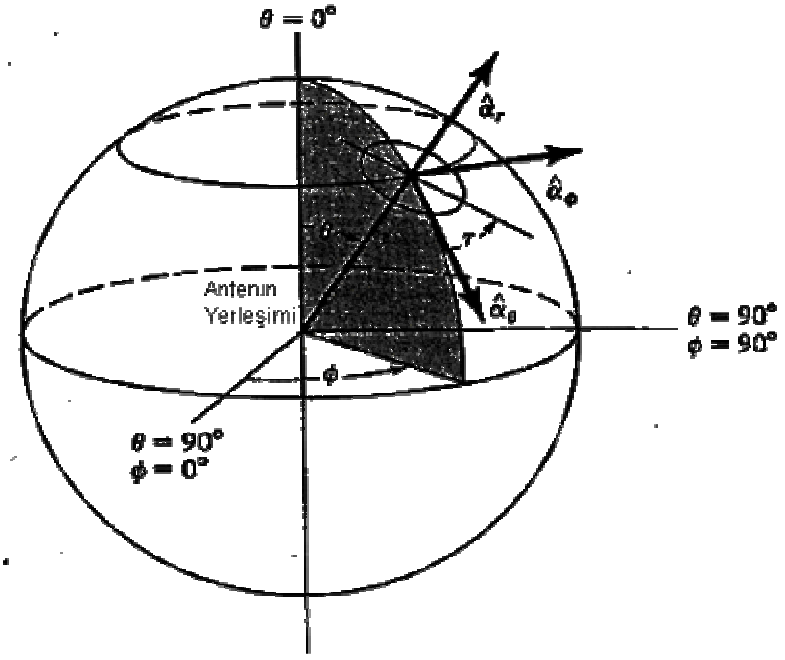
$$G_D(\phi,\theta) = \frac{U(\phi,\theta)}{P_r / \Omega} = \frac{\Omega U(\phi,\theta)}{\iint U d\Omega} \tag{2.58}$$

bağıntısıyla verilir[7] .

2.3.4 Polarizasyon

Bir antenin polarizasyonu, ana demet yönünde antenden ışıyan elektrik alan vektörünün zamana göre değişen ucunun yeri olarak tanımlanır. Pratikte ise ışıyan enerjinin polarizasyonu antenin merkezindeki yöne göre değişir. Böylece bir çok polarizasyon türü ortaya çıkar.

Bir antenin polarizasyonu bu antenden ışınlanan elektromanyetik alanın uzak alan bölgesindeki yayılma doğrultusuna göre elektrik alan bileşeninin doğrultusu olarak bellidir.



Şekil 2.16 Anten koordinat sistemi için dönme algılayışı ve polarizasyon elipsi[1]

Işıyan dalganın polarizasyonu doğrusal, herhangi bir açı altında , eliptik ya da herhangi bir dönme durumunda bulunabilir. Polarizasyon , değişen genliğe ve elektrik alanın (**E**) düşey bileşenlerinin genliğine bağlıdır. Elektrik alan vektörü şu şekilde verilir [1]

$$\mathbf{E} = \mathbf{a}_\theta E_\theta \cos \omega t + \mathbf{a}_\phi E_\phi \cos(\omega t + \alpha) \qquad (2.59)$$

şeklinde bulunur

E_θ ve E_ϕ , θ ve ϕ yönündeki bileşenlerin genlikleri, α ise bileşenler arasındaki faz farkıdır. Bu şu şekillerde de yazılabilir;

$$\mathbf{E} = \mathbf{a}_\theta u + \mathbf{a}_\phi v \tag{2.60}$$

$$\frac{u^2}{E_\theta{}^2} - \frac{2uv\cos\alpha}{E_\theta E_\phi} + \frac{v^2}{E_\phi{}^2} - \sin^2\alpha = 0 \tag{2.61}$$

elipsin genel denklemi ise,

$$Au^2 + Buv + Cv^2 + Du + Ev + F = 0 , \quad \text{kök}<0 \tag{2.62}$$

2.3.5 Gürültü Sıcaklığı

Antenin gürültü sıcaklığı demek , anten ucundaki alıcıya gelen alış anteni gürültü gücüdür. Gürültü gücü büyük bölümü anten deseni tarafından aydınlatılan gürültü kaynaklarından meydana gelir. Bunlar dış uzaydan gelen gürültü kaynakları, anten demeti içindeki gök cisimlerinden gelen gürültüler ve anten demeti içinde kalan yeryüzü kaynaklarından gelen gürültülerdir. Antenin gürültü sıcaklığı , antenin pozisyonuna , boyuna ve anten yan kulaklarının (side lobes) konumlarına bağlıdır.

Bir antenin gürültü sıcaklığı

$$T_\alpha = \frac{P_n}{KB} \tag{2.63}$$

şeklinde verilir.

Burada P_n antenin terminaline gelen ve ölçülebilen gürültü gücüdür, K , boltzman sabiti ve B ise band genişliğidir. Eğer T kaynağın θ açısındaki gürültü sıcaklığı ise ϕ ve G antenin kazanç fonksiyonu olmak üzere, anten gürültü sıcaklığı

$$T_\alpha = \frac{\int_S T(\theta,\phi)G(\theta,\phi)dA}{\int_S G(\theta,\phi)dA} \tag{2.64}$$

bağıntısı ile verilir.

Burada integrasyon S yüzeyi üzerindeki katı açı üzerinden alınıp, dA = $\sin\theta d\theta d\phi$ dir.

Gürültü sıcaklığı ve gürültü figürü arasındaki bağıntı

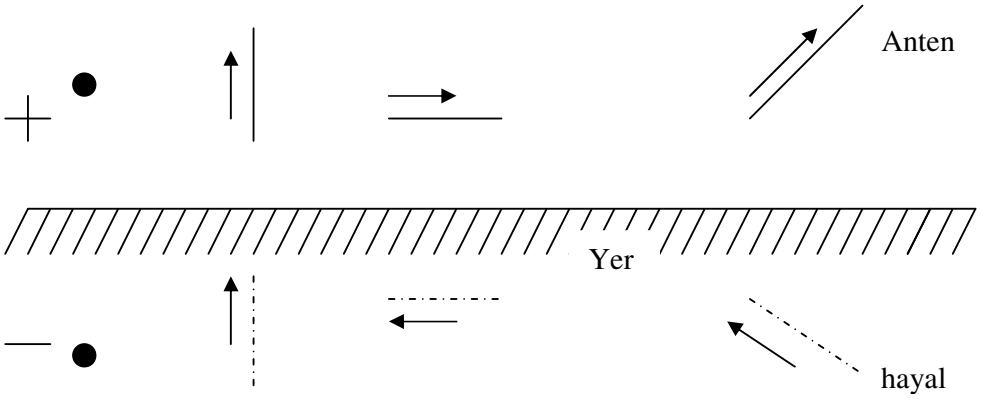
$$F = 1 + \frac{T_\alpha}{T_0} \tag{2.65}$$

şeklindedir.Burada F gürültü figürü ve T_0 ise 290ºK referans sıcaklığıdır[2].

Antenin düşük gürültü seviyesi ile çalışması isteniyorsa antenin arka kulakları (back lobes) ve yan kulaklar (side lobes) seviyeleri düşük tutulmalıdır. Ayrıca transmisyon hatlarının kayıplarının minimum tutulması da gürültü düzeyini azaltır[2].

2.4 Mükemmel Yer Üzerindeki Antenler

Yer yüzeyine yakın antenlerin çalışma karakteristikleri yer yansımalarının etkileri tarafından değiştirilecektir. Bu durum anten çalışma frekansı 30 MHz'in altında ve anten, yer yüzeyinden bir ya da iki dalga boyundan daha düşük yükseklikteyken kısmen doğrudur. Birinci dereceden yer etkisini tahmin etmek için mükemmel iletken yer yüzeyine basit bir imaj teorisi uygulanabilir.



Şekil 2.17 Mükemmel iletken yer düzlemi üzerindeki imajlar: (a) noktasal yük , (b) düşey tel , (c) Yatay tel , (d) eğik tel[1]

Antenlerin empedans özellikleri ise self empedans ve karşılıklı empedans olarak iki sınıfta ele alınabilir. Empedans, vericideki gücün antene aktarılması açısından ya da antenden gelen elektromanyetik dalganın alıcıya aktarılması açısından önemlidir. I_0 akımıyla beslenen L_e etkin boyuna sahip çok kısa bir dipol için antenin çevresindeki geniş bir küresel alanda P güç yoğunluğu ,

$$P = \frac{80\pi^2 I^2{}_0 L^2{}_e}{\lambda^2} \tag{2.66}$$

Şeklinde verilir ve bu ifadenin $I_0{}^2$ ile bölünmesiyle

$$R_e = 80\pi^2 \quad \frac{L^2{}_e}{\lambda^2} \tag{2.67}$$

Elde edilir. Burada R_e ohm olarak ışıma direncidir.

Karşılıklı empedansın ifadelerini ise şöyle yazabiliriz, anten dizilerinde sürüş noktasındaki bireysel bileşenlerin empedansları dizinin diğer bileşenleriyle karşılıklı kuplaj etkisinden dolayı self empedanslarından farklı olabilir. Çoklu bileşene sahip bir dizide akımlar ve voltajlar arasındaki ilişkiler aşağıdaki gibi verilebilir[1,2];

$$V_1 = I_1 Z_{11} + I_2 Z_{12} + \ldots\ldots + I_n Z_{1n}$$

$$V_2 = I_1 Z_{12} + I_2 Z_{22} + \ldots\ldots + I_n Z_{2n}$$

$$\cdot \qquad \cdot \qquad \cdot$$

$$\cdot \qquad \cdot \qquad \cdot$$

$$\cdot \qquad \cdot \qquad \cdot$$

$$V_n = I_1 Z_{1n} + I_2 Z_{2n} + \ldots\ldots + I_n Z_{nn} \tag{2.68}$$

Olarak ifade edilir.Burada V_n n'yinci elemandaki etki eden voltajdır, I_n = n'ynci elemandan akan akım, Z_{nn} = n'yinci elemanın self empedansı, $Z_{mn} = Z_{nm}$ = n'yinci ve m'yinci elemanlar arasındaki karşılıklı empedanstır.

Birinci eleman için sürüş noktasındaki empedans,

$$Z_{1giriş} = \frac{V_1}{I_1} = Z_{11} + \frac{I_2}{I_1} Z_{12} + \ldots.. + \frac{I_n}{I_1} Z_{1n} \tag{2.69}$$

şeklindeki gibi verilir[1-2].

Bu çalışmada dipol antenlerden yapılan ışımaların ölçüleri ele alınmıştır. Bazı durumlarda da dipol anten dizileri ile yapılan ölçümler ele alınmışlardır. Antenlerden iyi verim elde etmek için anten parametrelerini ve onların işlevlerinin çok iyi bilinmesi gerekir.

2.5 Dipol Antenler

Anten olarak çok sık kullanılan dipol antenler merkezden beslenen ve boyu dalgaboyu ile belli bir oranda bulunan tel materyalden yapılan antenlerdir. Bu antenlerden akan akım genellikle sabit değildir. Boyu kısa tutulmuş dipoller için genellikle akım dağılımı sinüsoidal yerine yaklaşık olarak üçgenseldir. Ve bu akım şöyle temsil edilir;

$$\mathrm{I} = \begin{matrix} \left\{ \frac{2I_m}{L}(\frac{L}{2} - z), z > 0 \right\} \\ \left\{ \frac{2I_m}{L}(\frac{L}{2} + z), z < 0 \right\} \end{matrix} \qquad \frac{L}{\lambda} < \frac{1}{30} \tag{2.70}$$

Kısa dipol için yavaşlatılmış potansiyel aşağıdaki biçimde olur,

$$\mathrm{A}_z = \frac{\mu I_m e^{j(\omega t - kr)}}{2\pi L r} \left[\int_0^{\frac{L}{2}} (\frac{L}{2} - z)dz + \int_{-\frac{L}{2}}^{0} (\frac{L}{2} + z)dz \right] \tag{2.71}$$

Zamana bağımlılığın ihmal edilmesi ile eşitlik şöyle olur.

$$\mathrm{A}_z = \frac{1}{2}\left(\frac{\mu L I_m e^{-jkr}}{4\pi r} \right) \tag{2.72}$$

Böylece kısa antenin uzak alanı, toplam alanın bir yarısı olur. Manyetik ve elektrik alanlar,

$$\mathrm{H}_\phi = \frac{jkI_m L e^{-jkr} \sin\theta}{8\pi r} \quad , \quad \mathrm{r} >> \frac{1}{k} \tag{2.73}$$

$$\mathrm{E}_\theta = \frac{j\omega\mu I_m L e^{-jkr} \sin\theta}{8\pi r} \quad , \quad \frac{L}{\lambda} < \frac{1}{30} \tag{2.74}$$

Ayrıca poynting vektörü de şu şekilde olur

$$\mathrm{P}_r(\theta) = \frac{Z_0 k^2 {I_m}^2 L^2}{128\pi^2 r^2} \sin^2\theta, \tag{2.75}$$

olur. Burada kısa dipolün güç deseni ile elemansal telin güç deseni aynıdır. Antenin toplam ışıdığı güç ise

$$W_T = 10\pi^2 I_m{}^2 \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2 \tag{2.76}$$

Şeklinde olur , ışıma direnci ise ;

$$R_r = \frac{2W_T}{I_m{}^2} = 20\pi^2 \left(\frac{L}{\lambda}\right)^2 \tag{2.77}$$

biçiminde yazılır. Ayrıca bu dipoller de yönlendiricilik ve etki alanı da aynı olup aşağıdaki bağıntı ile verilir.

$$A_e = \frac{3\lambda^2}{8\pi} \tag{2.78}$$

Dipolün yönlendirme paternini veren $F(\theta)$ ifadesi şu şekildedir.

$$F(\theta) = f(\theta)^2 = \left[\frac{\cos\left(k\frac{L}{2}\cos\theta\right) - \cos\frac{kL}{2}}{\sin\theta}\right]^2 \tag{2.79}$$

olur ve desenin maksimum değeri F_{maks} olarak adlandırılır [1-2,4].

2.6 FREKANS PLANLAMASI

Türkiye'de yayın yapan kanalların çokluğu, ülkede kullanılan frekansların gelişi güzel kullanımı yerine bir kurala bağlanılmasını gerekli kılmıştır. Radyo ve televizyon yayınları için ayrılmış olan frekans ve kanallar sınırlı bir ulusal kaynaktır. Bu kullanıldığında tükenmemekte, kullanılmadığı zamansa ziyan olmaktadır. Aynı frekansı kullanan vericilerin hangi özelliklerde yayın yapması gerektiği, birbirlerine en az ne kadar uzaklıkta olması gerektiği gibi özellikleri ise bir frekans planlaması ile belirlenmektedir.

Ülkemizde radyo ve televizyon yayınlarında kullanılan frekans bandları ise şöyledir[47,48];

Frekans aralığı	Kullanıldığı alan
148.5 KHz- 283.5 KHz	GM'lu UD radyo yayıncılığı
526.5 KHz- 1606.5 KHz	GM'lu OD radyo yayıncılığı
5950 KHz – 26100 KHz	GM'lu KD radyo yayıncılığı
87.5 MHz- 108 MHz	FM'lu radyo yayıncılığı
174 MHZ – 223 MHz	VHF 3.Band analog TV yayıncılığı
470 MHz 862 MHz	UHF 4.,5. band analog TV yayıncılığı

Sayısal platformda yayın yapılması düşünülen kanallar ve frekansları ise şöyledir;

223 MHz – 230 MHz	VHF 3.band 12. kanal(birinci tercih)
1452 MHz- 1479 MHz	L bandı Karasal sayısal radyo yayıncılığı (T-DAB). İkinci tercih
790 MHz – 862 Mhz	UHF V Karasal sayısal TVyayıncılığı(DVB-T)

Analog TV yayıncılığı frekans planlaması için Rec. ITU-R BT.417, (655), (419) nolu dökümanlarına, FM radyo yayıncılığı frekans planlaması içinse ITU-R BS.412 numaralı dökümana başvurulabilir. Frekans planı hazırlanmasında 1/250.000 ölçekli sayısal arazi yükseklik haritaları (DTED-1 formatında ve 3x3 saniye hassasiyetinde, propagasyon ve simülasyon yazılımları arazi yükseklik bilgileri olarak bu haritaları) kullanılır ve 1/250.000 ile 1/500.000 ölçekli görüntüleme amaçlı Raster Haritaları kullanılır.

TV ve radyo yayıncılığı frekans planlaması sırasında Türkiye'deki il, ilçe , belde ve köylerin nüfusları ve koordinatlarını veren İdari ve Demografik Veri Tabanı

ile komşu ülkelerle olan sınırlarını il idari sınırlarını önemli karayolları ve gölleri gösteren Vektörel Mekansal Veriler temel veri tabanını oluşturmaktadır.

Ayrıca şu kriterlerde dikkate alınmaktadır;

STO-61, Cenevre-84 uluslararası anlaşmalara göre koordinasyonu yapılmış olan TRT vericileri, komşu ülkelerde de aynı standartlara göre koordinasyonu yapılmış olan vericilerle frekansların enterferansa neden olmaması ve enterferansa maruz kalmaması kriterleri belirlenmiştir.

ITU-R +RMD propagasyon modelini kullanarak bir vericinin kapsama ve enterferans için yayılım analizlerini içeren çalışma dosyaları üretilir. Bu enterferans analizleri kullanılarak her bir emisyon mahalli için frekans ve kanal dağılımı belli yazılımlar tarafından yapılmaktadır. Bu dağılımı hesap ederken arazi, bitki örtüsü bilgisi (küçük şehir, büyük şehir, seyrek bitki, yoğun bitki) önemli olmaktadır [52,73,74]. Frekans planlaması sırasında uyulması gereken sinyal seviyeleri ise;

Kapsama için; %50 lokasyon ve % 50 zaman eğrileri

Enterferans için; %50 lokasyon ve %1 zaman eğrileri

şeklinde verilebilir.

Bu çalışmalar sırasında alış noktasında iki kriter değerlendirmeye alınıp, yapıcı sinyalin seviyesi o servis için istenen ortalama sinyal seviyesinin üzerinde olmalıdır, yani $F_{yapıcı} > F_{min}$

Çizelge 2.1 Analog TV yayıncılığı için gereken sinyal seviyeleri[47]

	III. Band	IV. Band	V. Band
Şehir (dBμV/m)	55	65	70
Kırsal (dBμV/m)	49	58	64

Çizelge 2.2 FM Radyo yayıncılığı için gereken sinyal seviyeleri[47]

	Mono (dBμV/m)	Stereo (dBμV/m)
Kırsal	48	54
Şehir	60	66
Büyük Şehir	70	74

Alış noktasındaki yapıcı sinyalin seviyesi ile servis için istenen koruma oranı farkı , alış noktasındaki enterferans seviyesinden büyük olmalıdır, yani $F_{yapıcı} - F_{ent} > PR$ (Koruma oranı) olmalıdır.

Enterferans analizleri sonucunda bazen, planlanan verici için tüm kanal veya frekanslar diğer vericiler tarafından enterfere edilebilir. Öyle durumlarda, planlanan vericiye ofset verilmesi (8M, 8P gibi), anten desenlerinin incelenerek bazı yönlere koruma konması, verici gücü veya anten yüksekliğinin artırılıp azaltılması gerekebilir.

Çizelge 2.3 Analog TV yayınlarında kullanılan koruma oranları şöyledir[47],

Koruma oranları dB		
Sürekli enterferans		Troposferik enterferans
Eş kanal	52	45
Alt yan kanal	1	- 9
üst yan kanal	-2	-12
Hayal kanalı UHF (n+9)	6	- 1

FM radyo yayıncılığı koruma oranları ise aşağıdaki gibidir

Çizelge 2.4 ± 75 kHz maksimum frekans sapması kullanılarak yapılmış olan (dB) olarak Radyo- Frekans koruma oranı[51]

Frekans aralığı (kHz)	75 kHz maksimum frekans sapması kullanılarak elde edilen (dB) cinsinden Radyo-frekans koruma oranları			
	monofonik		stereofonik	
	durgun interferans	troposferik interferans	durgun interferans	Troposferik interferans
0	36.0	28.0	45.0	37.0
25	31.0	27.0	51.0	43.0
50	24.0	23.0	51.0	43.0
75	16.0	16.0	45.0	37.0
100	12.0	12.0	33.0	25.0
125	9.5	9.5	24.5	18.0
150	8.0	8.0	18.0	14.0
175	7.0	7.0	11.0	10.0
200	6.0	6.0	7.0	7.0
225	4.5	4.5	4.5	4.5
250	2.0	2.0	2.0	2.0
275	−2.0	−2.0	−2.0	−2.0
300	−7.0	−7.0	−7.0	−7.0
325	−11.5	−11.5	−11.5	−11.5
350	−15.0	−15.0	−15.0	−15.0
375	−17.5	−17.5	−17.5	−17.5
400	−20.0	−20.0	−20.0	−20.0

Sırasıyla analog TV ve FM radyo yayınlarının alınmasında; TV alıcı anteni yerden 10 m yükseklikte , yönlendirilmiş ve kazancı 10 dB olarak, radyo alıcı anteni yerden 10 m yüksekliğinde yönlendirilmemiş, kazancı 0dB olarak planlanmaktadır. Mobil ve taşınabilir alışlarda anten yüksekliği 2m olduğunda alınan sinyal seviyesi 10 dB azalmaktadır[47].

Analog Televizyon Ulusal Frekans Planı 1995 yılı temmuz ayında 830 emisyon noktası ve tüm il ve ilçe merkezleri ile nüfusu 5000 den fazla yerleşim yerlerinin kapsamasına göre yapılmıştır. Ayrıca elektromanyetik olarak aydınlatılamayan bölgelerin boşluk doldurucular (gap filler) veya ilave düşük güçlü vericiler kullanmak suretiyle kapsama alanına dahil edilmesi planlanmıştır.

Planlama sütunlarında her bir vericiye ait;

RTÜK No,

İstasyonun yeri,

Boylam ve enlem,

Rakım,

Kanal veya frekansı,

Ofset,

Anten yüksekliği,

Etkin yayın gücü,

Koruma sektörü,

Koruma oranı,

Anten eğimi,

Anten polarizasyonu,

Düşey kazanç bilgileri

bulunmaktadır[49].

Bilindiği üzere Radyo ve TV yayınları elektromanyetik dalgaların yayınımı sayesinde olmaktadır. Bu yayınlarda E; elektrik alan (polarizasyon yönü), H; manyetik alan, yayılım ortamı atmosfer ve referans anteni olarak izotropik anten alınır. Güç ise

$$P = \frac{P_t}{4\pi r^2} \tag{2.80}$$

ile verilir.

Poynting teoremi ($P = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$)

$$|P| = E \cdot H$$

$$= \frac{E^2}{120\pi} \tag{2.81}$$

ve

$$\frac{E^2}{120\pi} = \frac{P_t}{4\pi r^2} \tag{2.82}$$

olduğundan, E değeri

$$E = (30\, P_t)^{1/2} / r$$

$$E = P_t - 20 \log(r) + 74.77 \tag{2.83}$$

olarak yazılabilir. Burada ;

P_t : etkin izotropik yayılan güç (eirp, dBW)

E : elektrik alan şiddeti (dB μ V/m)

r : mesafe (km)

Elektromanyetik dalgaların boşlukta zayıflaması ise Rec. ITU-R PN. 525 protokolüyle bellidir. Rec .370 yerine Rec 1546 gelmektedir.

$$L = 20 \log(4 \pi r / \lambda) \quad (2.84)$$

olup burada L boşluktaki iletim kaybı (dB), λ dalga boyu (m), r mesafe (m) olarak alınmaktadır.Ayrıca;

$$L = 32.45 + 20 \log(f) + 20 \log(r) \quad (2.85)$$

$$L = P_t - P_r \quad (2.86)$$

olur. P_r

$$P_r = E - 20 \log(f) - 107.22 \quad (2.87)$$

şeklindedir. İzotropik anenle dipol anten arasındaki fark 2.15 dB dir, dolayısıyla

$$P_r = E + G - 20 \log(f) - 105.07 \quad (2.88)$$

olmaktadır. Burada P_r, izotropik alınan güç , E ; elektrik alan şiddeti (dBμV/ m), G ; dipol antene göre alıcı antenin kazancı (dBd) , f; frekansı (MHz) dir.

Elektrik alan şiddetinin değeri ise

$$E (dB\mu V/ m) = V_0 (dB\mu V) + k (dB(1/m)) + a_k (dB) \quad (2.89)$$

bağıntısıyla verilir[48,49,50].

V_o ; alıcı aygıt girişindeki voltaj değeri, k; alış anteninin anten faktörü, a_k ise anten kaybı dır. Anten üreticileri anten kaybı yerine , antenin izotropik antene göre veya yarım dalga dipole göre kazancını verirler.

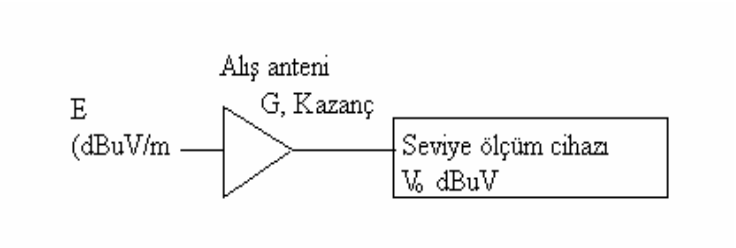
Antenin etkin açıklığı A ise

$$A = P_r / P_d = G\lambda^2 / 4\pi \ (m^2) \tag{2.90}$$

bağıntısı ile verilir.Buradaki terimler $P_r = Vo^2/50$ olup anten tarafından W cinsinden alınan güçtür , $P_d = E^2/Z_0$ olup antene gelen güç yoğunluğudur W/m^2 , $Z_0 = 377\,\Omega$ olarak havanın empedansıdır.

$$k=E/V_0=9.73/\ \lambda (G)^{1/2} \quad = -29.77dB - G\ dB + 20\ \log(f) \tag{2.91}$$

elektromanyetik seviye ölçüm şeması Şekil 2.18 de gösterilmiştir

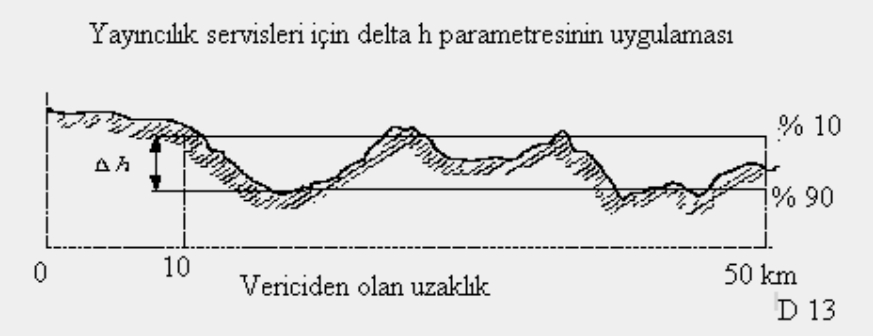


Şekil 2.18 Elektromanyetik seviye ölçüm şeması

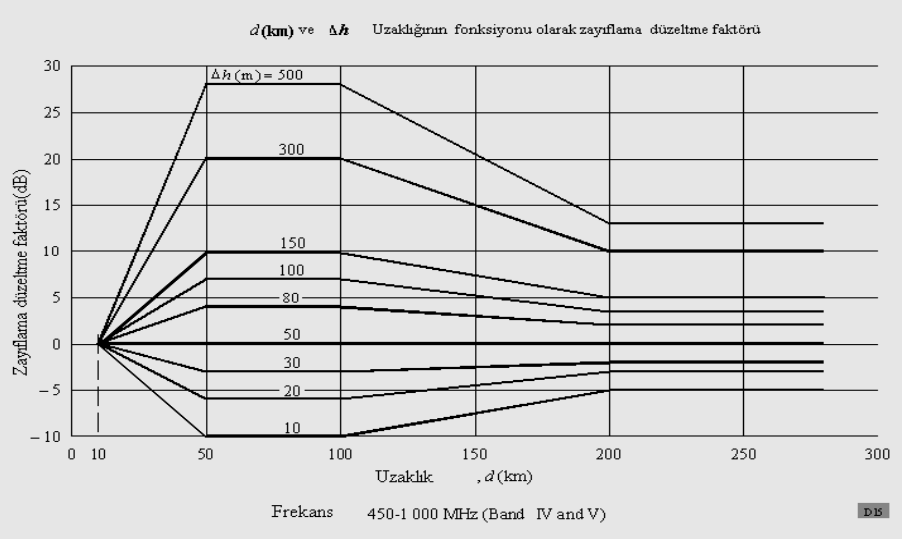
$$E= V_0 - 31.92 - G + 20 \log f + a_k \tag{2.92}$$

şeklinde olup burada a_k ; kablo kaybıdır.

VHF (30-250 MHz)ve UHF (450-1000MHz) arası propagasyon eğrileri, 1kW e.r.p için 10-1000km uzaklığa karşı alan şiddeti değerleri olarak ve karasal, sıcak deniz , soğuk deniz ile %50 kapsama ve %50, %10, %5, %1 zaman (time)için verilmiştir.



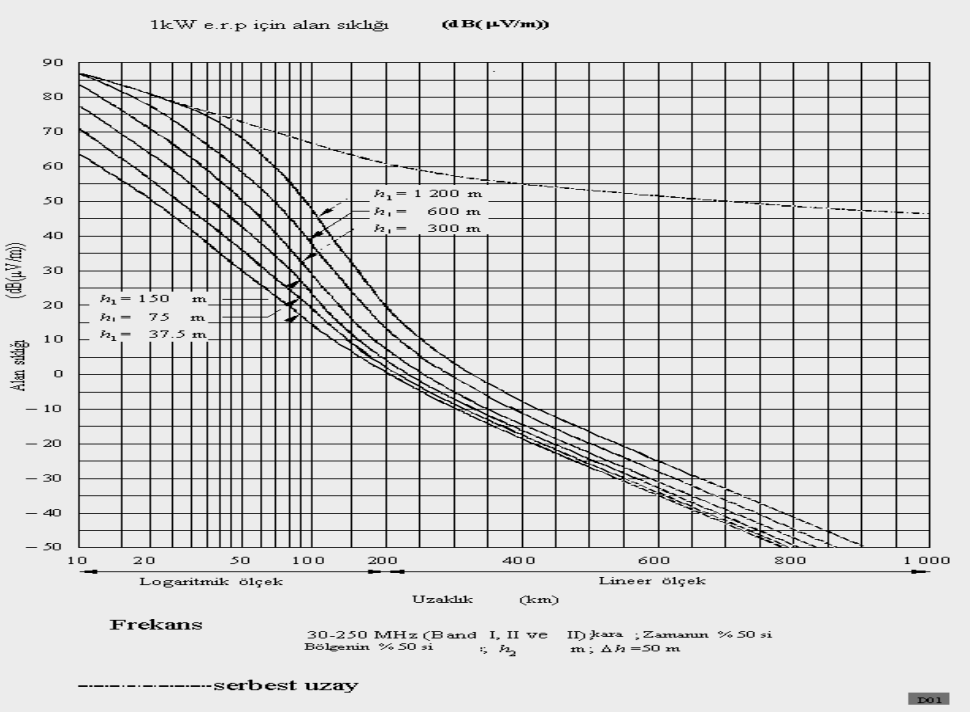
Şekil 2.19 Δh parametrelerinin sınırlarını gösteren çizelge[48]



Şekil 2.20 d (km) ve Δh uzaklıklarının fonksiyonu olarak zayıflama düzeltme faktörünü gösterir çizelge[58]

Şekillerden görüleceği üzere h1; etkin verici anten yüksekliği olup vericiden alıcıya doğru 3 km ile 15 km arasındaki ortalama arazi yüksekliğini (h1= 37.5,75,150,300,600,1200 m), h2= alıcı anten yüksekliğini (h2=10 m), Δh arazi

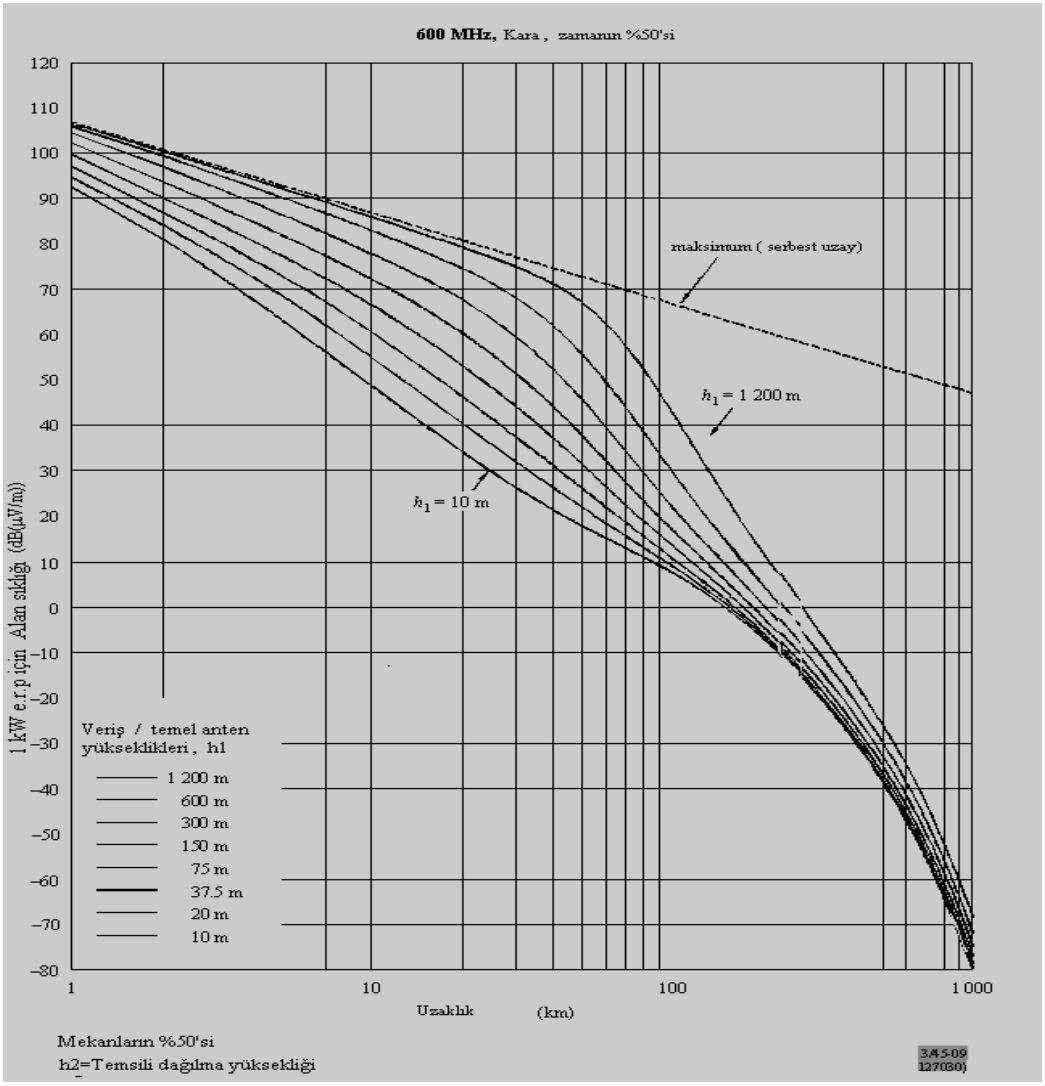
engebe ölçüsü ise vericiden alıcıya doğru 10 km ile 50 km arasındaki yüksekliklerin %10'u ile %90'ı arasındaki farkı göstermektedir[48-58].



Şekil 2.21 ITU R-1546 dökümanı[58]

ITU-R P370 propagasyon eğrisinden herhangi bir uzaklık için okunan alan şiddeti değerinin anlamı;vericiden belli uzaklıktaki bir nokta etrafındaki 200m x 200m boyutlarındaki bir bölge göz önünde bulundurulur, bu bölge içerisindeki tüm noktaların minimum %50 sinde gözlenmesi beklenen alan şiddeti değeri eğriden okunan değerin üzerinde kalmalıdır.

Rec. ITU-RP.370 dokümanı yeniden gözden geçirilerek 30MHz-3000MHz ile 1km-1000km aralıklarında yayıncılık, karasal mobil, deniz mobil ve belli sabit servisler (bir noktadan çok noktaya çalışan sistemler) için, Rec. ITU-R P.1546 dokümanı hazırlanmaktadır.



Şekil 2.22 Rec. ITU-R P.1546 dökümanı[96]

Propagasyon eğrilerinde arazi bilgisi kabaca hesaba katılır, bu nedenle Türkiye gibi dağlık ülkelerde planlama yapılırken sayısal arazi yükseklik bilgilerini hesaba katan propagasyon modelleri kullanılarak (ITU-R+RMD, FCC+RMD,….vb), herhangi bir alış noktasına gelen sinyalin tahmini doğru olarak yapılır [65] .

2.6.1 Elektromanyetik Dalgaların Zayıflaması (RMD)

Elektromanyetik dalgalar alıcıya yansıyarak ve kırınıma uğrayarak ulaştığından, sinyal yayılımı serbest uzay(free space) koşullarına uymaz. Sinyalin dağılım özelliği yere, zamana ve iklim şartlarına göre değişir.

Yansıma; alış antenlerinin yönlü anten olmaması durumunda, alıcıya yansıyarak gelen elektromanyetik dalgalar alıcıda enterferansa neden olurlar. Bu durum yansıma propagasyon hesaplarında yansıma katsayısı olarak hesaba katılır.Bu katsayı yerin elektriksel özelliklerine[55] ve dalganın polarizasyonuna bağlıdır.

Kırınım; Sinyalin yayılım hatları üzerindeki engellerden dolayı oluşan kayıpların göz önüne alınması gerekmektedir. RMD metotlarında sinyalin yayılım hesaplamalarında yansıma ve kırınım dikkate alınmaktadır

2.6.2 RMD (Reflection plus Multiple Diffractions) Metotları

Epstein-Peterson Metodu; Tek bıçak kenarlı kırınım kaybının iki ayrı engel için arka arkaya uygulanması metodudur.

Deygout Metodu; Engellerden biri diğerine göre daha fazla kırınım kaybına neden oluyorsa bu metod kullanılır.

Vogler Metodu; Bu metod çoklu bıçak sırtı engellerden oluşan ve kırınım kaybı hesabını yapan metoddur. Temeli bıçak sırtı engellerin sayısı kadar Fresnel integrali alınmasına dayanır. Bu nedenle söz konusu metod güvenilir olmakla beraber verimli ve hızlı değildir[48].

2.6.3 Frekans planlamasındaki sütunların açıklaması aşağıdaki gibidir:

Sütun1- RTÜK no: Tahsis edilebilecek yayın kanalının radyo ve televizyon üs kurulu tarafından verilen numarasıdır

Sütun 2 –İstasyonun yeri: yayın kanalının tahsis edileceği verici istasyonunun kurulacağı yeri kabaca tanımlayan yerin adıdır

Sütun 3- Boylam(doğu):Verici istasyonun kurulacağı noktanın derece ve dakika olarak belirtilen boylamıdır. Verici istasyon 5`sütunda verilen rakım ile 8`inci sütunda belirtilen maksimum anten yüksekliği değerleri aşılmamak kaydıyla, plan revizyonu gerekmeksizin bu boylam içinde 00 saniye ile 59 saniye arasında bir noktada kurulabilir.

Sütun 4- Enlem (kuzey): Verici istasyonunun kurulacağı noktanın derece ve dakika olarak belirtilen enlemidir. Verici istasyonun 5. sütunda verilen rakım ile 8. sütunda belirtilen maksimum anten yüksekliği değerleri toplamı aşılmamak kaydıyla, plan revizyonu gerekmeksizin bu enlem içinde 00 derece ile 59 dakika arasında bir noktada kurulabilir.

Sütun 5 – Rakım (m) :Verici istasyonun kurulacağı noktanın metre olarak deniz seviyesinden olan yüksekliğidir.Verici istasyon 3. sütunda verilen boylam ile 4. sütunda verilen elemde olmak ve 8. sütunda verilen maksimum anten yüksekliği ile birlikte toplam anten yüksekliği aşılmamak kaydıyla, planda revizyon gerekmeksizin rakımı farklı bir noktada kurulabilir

Sütun 6- Kanal no: Modülasyonlu ses ve görüntü taşıyıcılarını içine alan televizyon yayın kanalının, VHF bandında ITU sistem B ile UHF bantlarında sistem G için Avrupa uluslararası frekans planında (1961 Stockholm) belirtilen numarasıdır.

Sütun 7- Ofset : Görüntü ve ses taşıyıcı frekanslarının söz konusu kanal için bilinen anma (nominal) değerinden farklı olması gereken miktardır. Burada 0(sıfır) ofset, taşıyıcı frekansların anma eğerinde olacağını; 8M , anma frekansından (8/12)*15625Hz daha düşük olacağını; 8P ise aynı miktarda daha yüksek olacağını gösterir (8 rakamının yanındaki M ve P harfleri sırasıyla minus ve plus 'ın karşılığıdır.

Sütun 8 – Anten Yüksekliği (m) : Verici anten faz merkezinin yerden yüksekliğinin 5. sütunda belirtilen rakım için aşılmaması gereken üst sınır değeridir.Verici antenin kurulacağı noktanın 3. ve 4. sütunlarda belirtilen boylam ve enlem sınırları içerisinde kaydırılmasının zorunlu olduğu durumlarda seçilen noktanın rakımı ile anten yüksekliği toplamı söz konusu yayın kanalı için planda verilenin toplamını aşmamak kaydıyla bu yükseklik artırılabilir.

Sütun 9 ve 10 – E.R.P.(dBW) : Sırasıyla görüntü ve ses taşıyıcılarının herhangi bir yönde yayınlayabileceği maksimum etkin yayın gücünün (effective radiated power) 1Watt güç üzerine desibel (dB) artış olarak (dBW) ifadesidir. Anten yüksekliğinin 8. sütunda belirtilen değerden önemli ölçüde düşük olması durumunda RTÜK'ten izin alınmak kaydıyla madde 7 de verilen grafik kullanılarak bu sınır güç değerleri artırılabilir.

Sütun 11- Koruma Sektörü (°) : Verici istasyonunun 9. ve 10. sütunlarda belirtilen maksimum ekin yayın gücü değerlerinin azaltılması gereken açısal bölgedir . Açısal bölgenin sınırlarını gösteren rakamlar, derece cinsinden kuzey doğrultusundan saat dönme yönünde ölçülen açılardır(azimut).

Sütun 12- Koruma Oranı (dB): Verici istasyonunun 9. ve 10. sütunlarda belirtilen maksimum etkin yayın gücü değerlerinin 11. sütunda belirtilen açısal bölge içinde azaltılması gereken en az miktarın desibel olarak ifadesidir.

Sütun 13- Anten Eğimi(º) : Verici anten sistemi düşey radyasyon diyagramının en yüksek yayın gücü doğrultusunun yatay düzlemle yapması gereken ters (yatay doğrultunun aşağısı) yöndeki açının derece olarak minimum değeridir.

Sütun 14- Anten Polarizasyonu : Antenden yayınlanan elektromagnetik dalga elektriksel bileşeninin yatay veya düşey doğrultuda olması durumudur. Burada Y yatay polarizasyonu (kutuplaşma) , D ise düşey polarizasyonu gösterir.

Sütun 15- Düşey Kazanç : Verici anten sisteminin , maksimum radyasyon doğrultusundan geçen düşey düzlem içinde, referans olarak alınan izotropik dipol antene göre sahip olması gereken kazancın desibel olarak minimum değeridir[49].

2.7 ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK

Televizyon ve radyo yayın istasyonlarının sayısındaki artış , bu yayınların izleyiciler tarafından kolaylıkla takip edilmesini de zorlaştırmaktadır Bunun en büyük nedeni ise , GSM kaynaklı RF kaynakları , Radyo ve TV vericileri sayısı ve diğer elektromanyetik alan kaynakları ve bunların yol açığı enterferans olayıdır.

Bir elektromanyetik dalganın alıcılar tarafından alınabilmesi için, alıcıya ulaşan sinyalin gürültü seviyesinden daha yüksek seviyede olması gerekmektedir. Eskiye oranla daha fazla sayıda olan elektromanyetik dalga kaynaklarının ve sonuçta meydana gelen enterferansın yüzünden gürültü seviyesinin eşik değeri de yükselmiştir.

Herhangi bir elektromanyetik dalga yayınının kapsama alanı, kendisine komşu olan diğer elektromanyetik kaynakların kapsama alanların girici etkisi nedeniyle küçülecektir. Dalganın yayılım düzleminde bulunan engeller de buna

ilave bir etki yapacaktır. Bu etkileri de göz önüne alarak ITU – RMD protokolü bina yapıları olmadan arazi yapısının elektromanyetik dalga yayınımına olan etkisini göstermektedir. Bazı durumlarda da arazi yapısı üzerinde binaların etkisini yok etmek için arazi yapısı , arazinin yüzeyi binaların tepesinden geçiyormuş gibi ele alınarak, arazi üzerinde hiç bina yokmuş varsayımı yapılabilir.

Elektromanyetik dalgaların alımı sırasında kayıp hesabı yapılırken tüm bozucu etkilerin toplamı alınarak toplam kayıp hesabı yapılır. Enterferans hesaplamaları belli başlı bazı yöntemlerin kullanılmasıyla yapılabilir. Örneğin ; Monte-Carlo Metodu, Güç Toplamı Metodu, Basitleştirilmiş Çarpım Metodu, Log-Normal Metod , t-LNM Metodu , Schwartz ve Yeh Metodu bunlardan bazılarıdır.

Elektromanyetik dalgalar yer yüzeyinde yayılırken ;

i) Kutup bölgelerinde farklı,

ii) Dönence bölgelerinde farklı

iii) Ekvator bölgelerinde farklı

davranış özellikleri görülmektedir[50].

ITU modeller hep Avrupa'da yapılan ölçümler sonucu elde edilen yönergelerdir. Bu yönergelerin Türkiye'de % kaç oranında geçerli olduğu ise henüz bilinmemektedir. Türkiye'nin de kendine özgü normlar oluşturması gerekmektedir[53].

Burada anlatılanlar elektromanyetik kirlilik kaynakları olarak anılabilirler.

2.8 FREKANS KANALLARI VE BANDLARI

Avrupa yayıncılığında kullanılan frekans kanalları ve taşıyıcıları aşağıda verildiği gibidir. ABD de ve dünyanın faklı bölgelerindeki standartlar burada verilmemiştir.

Çizelge 2.5 VHF Sistem B[54]

Kanal	Kanal sınırları MHz		Resim Taşıyıcı MHz	Ses Taşıyıcı MHz	Çift FM İkinci ses taşıyıcısı	NICAM Taşıyıcı MHz
5	174	181	175.25	180.75	180.99	181.1
6	181	188	182.25	187.75	187.99	188.1
7	188	195	189.25	194.75	194.99	195.1
8	195	202	196.25	201.75	201.99	202.1
9	202	209	203.25	208.75	208.99	209.1
10	209	216	210.25	215.75	215.99	216.1
11	216	223	217.25	222.75	222.99	223.1
12	223	230	224.25	229.75	229.99	230.1

Çizelge 2.6 VHF Sistem B İtalya[54]

Kanal	Kanal Sınırları MHz		Resim Taşıyıcı MHz	Ses Taşıyıcı MHz	Çift FM İkinci Ses Taşıyıcı MHz
D	174.00	181.00	175.25	180.75	180.99
E	182.50	189.50	183.75	189.25	188.49
F	191.00	198.00	192.25	197.75	197.99
G	200.00	207.00	201.25	206.75	206.99
H	209.00	216.00	210.25	215.75	215.99
H1	216.00	223.00	217.25	222.75	222.99
H2	223.00	230.00	224.25	229.75	229.99

Çizelge 2.7 VHF Sistem B FAS[54]

Kanal	Kanal sınırları		Resim Taşıyıcı	Ses Taşıyıcı Mhz
M4	162	169	163.25	168.75
M5	170	177	171.25	176.75
M6	178	185	179.25	184.75
M7	186	193	187.25	192.75
M8	194	201	195.25	200.75
M9	202	209	203.25	208.75
M10	210	217	211.25	216.75
M11	218	225	219.25	224.75

Çizelge 2.8 VHF Sistem B1[54]

Kanal	Kanal Sınırları MHz		Resim Taş. MHz	Ses Taşıyıcı MHz	Dual FM İkinci Ses Taşıyıcı MHz	(NICAM carrier) MHz
R6	174	182	175.25	180.75	180.99	181.1
R7	182	190	183.25	188.75	188.99	189.1
R8	190	198	191.25	196.75	196.99	197.1
R9	198	206	199.25	204.75	204.99	205.1
R10	206	214	207.25	212.75	212.99	213.1
R11	214	222	215.25	220.75	220.99	221.1
R12	222	230	223.25	228.75	228.99	229.1

Çizelge 2.9 VHF Sistem D ve D1[54]

Kanal	Kanal Sınırları , MHz		Resim Taşıyıcı MHz	Ses Taşıyıcı MHz	NICAM Taşıyıcı MHz
R6	174	182	175.25	181.75	181.10
R7	182	190	183.25	189.75	189.10
R8	190	198	191.25	197.75	197.10
R9	198	206	199.25	205.75	205.10
R10	206	214	207.25	213.75	213.10
R11	214	222	215.25	221.75	221.10
R12	222	230	223.25	229.75	229.10

Çizelge 2.10 VHF Sistem L[54]

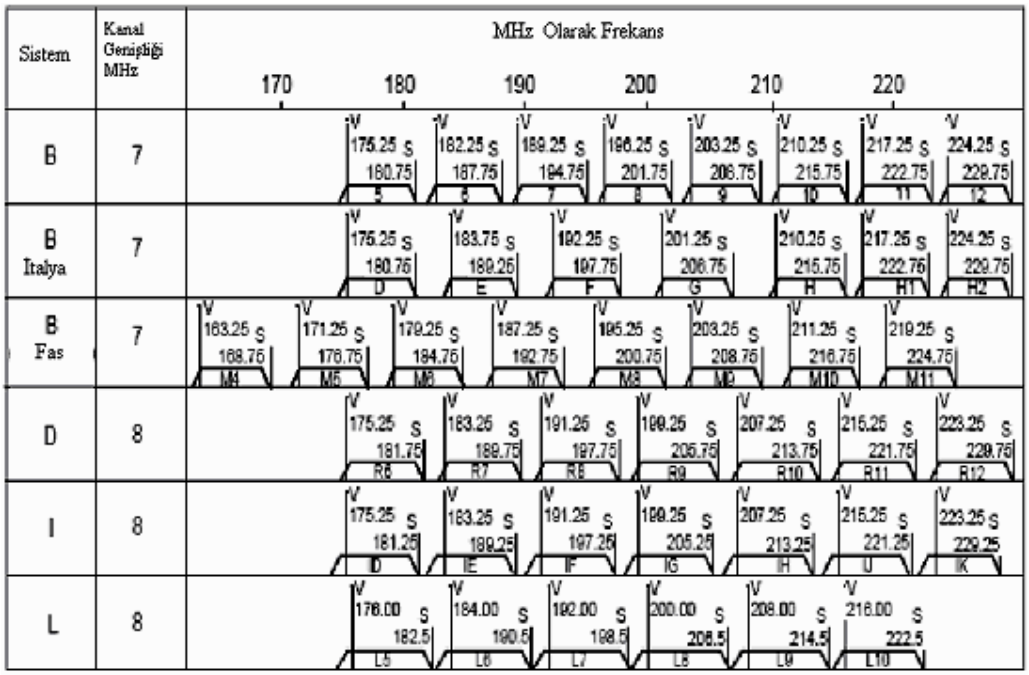
Kanal	Kanal Sınırları MHz		Resim Taşıyıcı	Ses taşıyıcı	NICAM Taşıyıcı
L5	174.25	182.75	176.00	182.50	181.85
L6	182.75	190.75	184.00	190.50	189.85
L7	190.75	198.75	192.00	198.50	197.85
L8	198.75	206.75	200.00	206.50	205.85
L9	206.75	214.75	208.00	214.50	213.85
L10	214.75	222.75	216.00	222.50	221.85

Çizelge 2.11 VHF Sistem I[54]

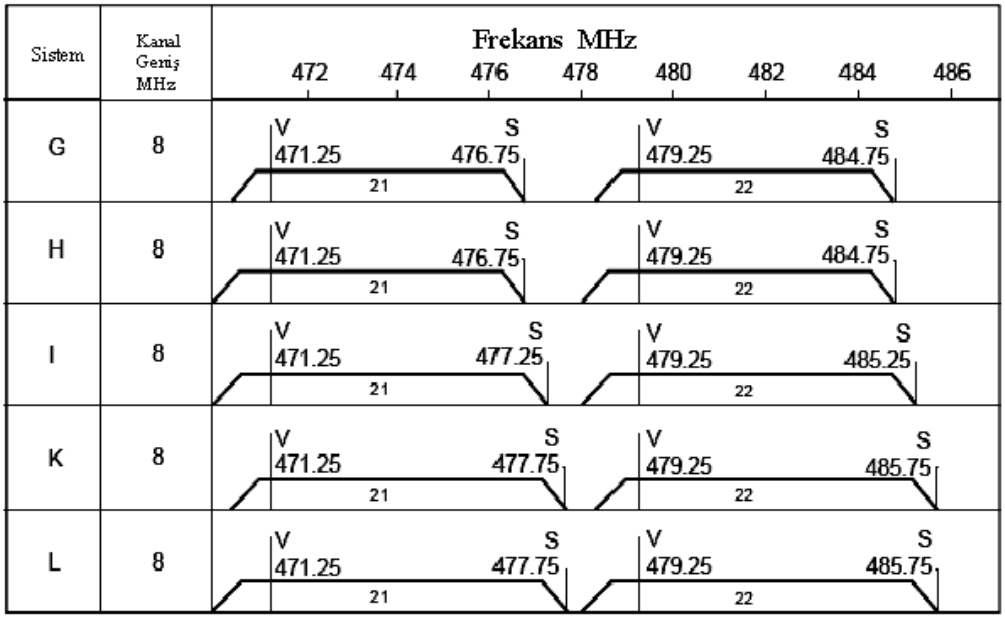
Kanal	Kanal Sınırları, MHz		Resim taşıyıcı MHz	Ses Taşıyıcı MHz	NICAM Taşıyıcı MHZ
ID	174	182	175.25	181.25	181.80
IE	182	190	183.25	189.25	189.80
IF	190	198	191.25	197.25	197.80
IG	198	206	199.25	205.25	205.80
IH	206	214	207.25	213.25	213.80
IJ	214	222	215.25	221.25	221.80
IK	222	230	223.25	229.25	229.80

Tüm kanalların yani VHF III ve UHF IV-V , band başı ve band sonu frekansları ile resim ve ses taşıyıcılarının tümü ise aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir[54].

Çizelge 2.12 Band III te Analog Televizyonlar için Kanal pozisyonları [54]



Çizelge 2.13 Band IV ve V Televizyonlarında Kanalların Pozisyonları[54]



Çizelge 2.14 UHF Sistemleri D1, G, H, I, K ve L[54]

KANAL	Kanal Sınırları MHz		Resim Taşıyıcı MHz	Sistem G, H Ses Taşıyıcı MHz	Sistem G, Çift FM İkinci Ses MHz	Sistem G,H,L,(K) NICAM Taşıyıcı MHz	Sistem I Ses Taşıyıcı MHz	Sistem K,L SesTaşıyıcı MHz	Sistem I NICAM Taşıyıcı MHz
21	470	478	471.25	476.75	476.99	477.1	477.25	477.75	477.8
22	478	486	479.25	484.75	484.99	485.1	485.25	485.75	485.8
23	486	494	487.25	492.75	492.99	493.1	493.25	493.75	493.8
24	494	502	495.25	500.75	500.99	501.1	501.25	501.75	501.8
25	502	510	503.25	508.75	508.99	509.1	509.25	509.75	509.8
26	510	518	511.25	516.75	516.99	517.1	517.25	517.75	517.8
27	518	526	519.25	524.75	524.99	525.1	525.25	525.75	525.8
28	526	534	527.25	532.75	532.99	533.1	533.25	533.75	533.8
29	534	542	535.25	540.75	540.99	541.1	541.25	541.75	541.8
30	542	550	543.25	548.75	548.99	549.1	549.25	549.75	549.8
31	550	558	551.25	556.75	556.99	557.1	557.25	557.75	557.8
32	558	566	559.25	564.75	564.99	565.1	565.25	565.75	565.8
33	566	574	567.25	572.75	572.99	573.1	573.25	573.75	573.8
34	574	582	575.25	580.75	580.99	581.1	581.25	581.75	581.8
35	582	590	583.25	588.75	588.99	589.1	589.25	589.75	589.8
36	590	598	591.25	596.75	596.99	597.1	597.25	597.75	597.8
37	598	606	599.25	604.75	604.99	605.1	605.25	605.75	605.8
38	606	614	607.25	612.75	612.99	613.1	613.25	613.75	613.8
39	614	622	615.25	620.75	620.99	621.1	621.25	621.75	621.8
40	622	630	623.25	628.75	628.99	629.1	629.25	629.75	629.8
41	630	638	631.25	636.75	636.99	637.1	637.25	637.75	637.8
42	638	646	639.25	644.75	644.99	645.1	645.25	645.75	645.8
43	646	654	647.25	652.75	652.99	653.1	653.25	653.75	653.8
44	654	662	655.25	660.75	660.99	661.1	661.25	661.75	661.8
45	662	670	663.25	668.75	668.99	669.1	669.25	669.75	669.8
46	670	678	671.25	676.75	676.99	677.1	677.25	677.75	677.8
47	678	686	679.25	684.75	684.99	685.1	685.25	685.75	685.8
48	686	694	687.25	692.75	692.99	693.1	693.25	693.75	693.8
49	694	702	695.25	700.75	700.99	701.1	701.25	701.75	701.8
50	702	710	703.25	708.75	708.99	709.1	709.25	709.75	709.8
51	710	718	711.25	716.75	716.99	717.1	717.25	717.75	717.8
52	718	726	719.25	724.75	724.99	725.1	725.25	725.75	725.8
53	726	734	727.25	732.75	732.99	733.1	733.25	733.75	733.8
54	734	742	735.25	740.75	740.99	741.1	741.25	741.75	741.8
55	742	750	743.25	748.75	748.99	749.1	749.25	749.75	749.8
56	750	758	751.25	756.75	756.99	757.1	757.25	757.75	757.8
57	758	766	759.25	764.75	764.99	765.1	765.25	765.75	765.8
58	766	774	767.25	772.75	772.99	773.1	773.25	773.75	773.8
59	774	782	775.25	780.75	780.99	781.1	781.25	781.75	781.8
60	782	790	783.25	788.75	788.99	789.1	789.25	789.75	789.8
61	790	798	791.25	796.75	796.99	797.1	797.25	797.75	797.8
62	798	806	799.25	804.75	804.99	805.1	805.25	805.75	805.8
63	806	814	807.25	812.75	812.99	813.1	813.25	813.75	813.8
64	814	822	815.25	820.75	820.99	821.1	821.25	821.75	821.8
65	822	830	823.25	828.75	828.99	829.1	829.25	829.75	829.8
66	830	838	831.25	836.75	836.99	837.1	837.25	837.75	837.8
67	838	846	839.25	844.75	844.99	845.1	845.25	845.75	845.8
68	846	854	847.25	852.75	852.99	853.1	853.25	853.75	853.8
69	854	862	855.25	860.75	860.99	861.1	861.25	861.75	861.8

2.9 DESEN ÖLÇÜMÜ YAPILAN ANTENLER

2.9.1. Giriş

Yapılan ölçmelerde FM verici antenleri ve TV verici antenlerinin yayınladığı elektromanyetik dalgalar incelenmiştir. Burada FM antenlerin ve TV antenlerinin özellikleri verilecektir.

2.9.2 Ölçümü Yapılan VHF FM Antenleri

Bu ölçümler sırasında kullanılan FM antenleri VHF frekans bölgesinde çalışmakta olup HA115/2421/50 I-Nr. 118.0603 tipli VHF yönlendirilmiş dizisidir. Yatay polarizasyonlu olarak dizayn edilmiş VHF veriş anten sistemidir. Böyle sistemler genellikle birkaç diziden oluşur ve kuleye monte edilir. Sistemin düzenlemesi ve kablolama sistemi istenen ışıma desenine göre tasarlanır.

2.9.2.1 Tek Panel Sistemin özellikleri

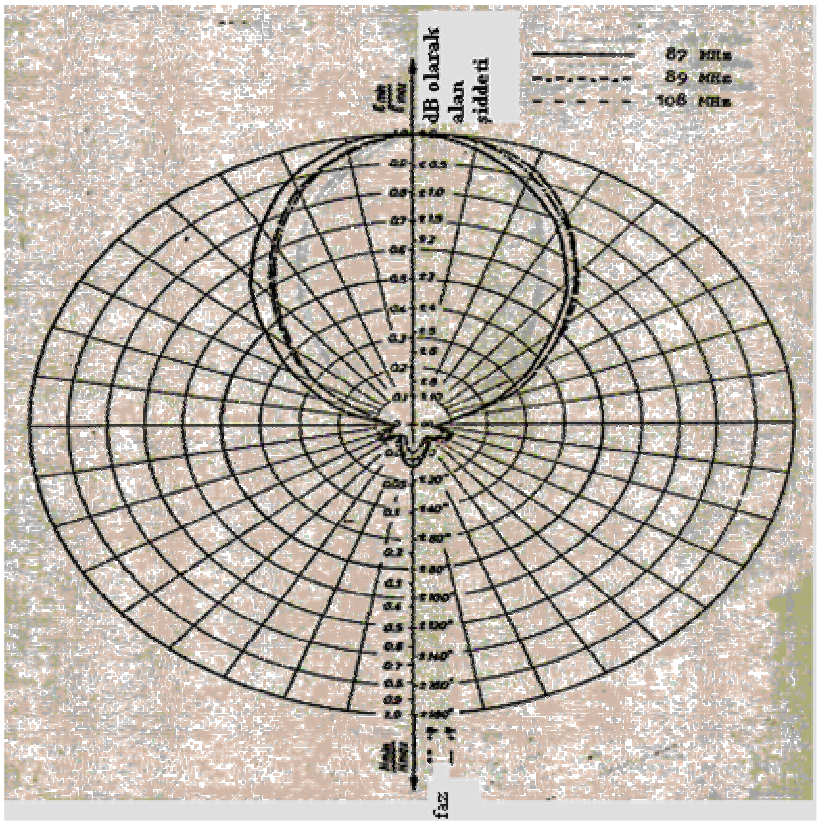
Frekans bölgesi	87 – 108 MHz
Maks. Güç iletme kapasitesi (ortalama)	6 kW
Giriş empedansı (dengelenmemiş)	50Ω
VSWR	≤ 1.33
Güç kazancı(Yarım dalga dipole uygun)	4.5 (6.5dB)
Polarizsyon	Yatay
Yatay patern	RH 13623 bl.3
Düşey patern	RH 13623 bl.4
Ağırlık	140 kg

Rüzgar yükü(rüzgar basıncı 135 kp/m^2)	300 kp önden
	160 kp yandan
Maksimum izin verilen rüzgarhızı	220 km/s
Kablo	7/8" Cu2Y

2.9.2.2 Elektriksel ve Mekanik karakteristikler

Antenin güç kazancı , anten bölgesindeki ve antenin servis verdiği bölgedeki coğrafi şartlara da bağlıdır. Güç kazancı yatay ve düşey yönde antenden ışıyan enerji yoğunluğunun istenen bir bölgeye yönlendirilmesiyle elde edilir. Böylece verici gücü tam olarak kullanılabilir. Düşey düzlemdeki yönlendirme aynı fazlı birkaç ışıyıcının üst üste dizilmesiyle güçlendirilir.

Yönlendirilmiş dizi olan bir HA 115/2421/50 I-Nr. 118.0603 anten panelinde iki adet üst üste yerleştirilmiş , aynı fazda beslenen ışıyıcı bulunur. Güç kazançları 6.5dB dir. Üç farklı frekansta bir yönlendirilmiş dizinin yatay ve düşey ışıma paternleri şekil 2.23 ve şekil 2.24 de gösterilmiştir.

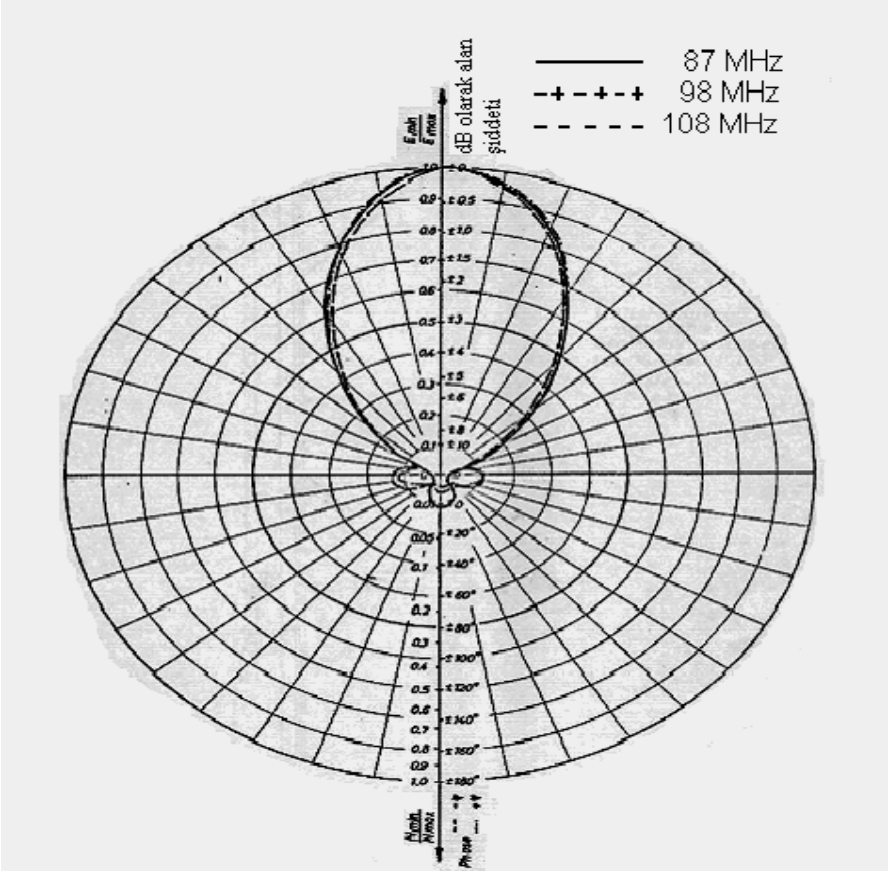


Şekil 2.23 HA 115/2421/50 yönlendirilmiş VHF dizisinin rölatif alan uzunluğunun yatay paterni[81].

Güç kazancı bu dizilerin sayısına göre artar. Kare biçiminde yapılmış bir kule çevresine yerleştirilmiş dört adet anten dizisinden dairesel desen elde edilir. Çeşitli desen tipleri de kulenin şekline göre ya da antenlerin konuluş biçimine göre elde edilebilir.

Bu yönlendirilmiş dizilerin büyük band genişliği ise dipollerin girişlerinde reaktanslar kullanılması ve dipollerin arkasında ızgara biçiminde reflektörler kullanılması ile elde edilmiştir. Izgara reflektör tek bir parazitik elemandan daha düşük seçiciliğe sahiptir ve yüksek bir ön-arka oranında yayınlanan frekans bandının tamamı üzerinde bir homojenlik sağlar.

Dipoller 80 mm çapında iki tüple desteklenmiştir ve 50mm çapında sıcak galvenizle kaplı çerçevelere vidalanmıştır. Reflektörler (3000x2000mm) ve RF besleme sistemi bu çerçeve üzerine bağlanmıştır. RF kablo katı bakır iç iletkeni merkezleyen diskler içerir iç iletken olan bakır tüp bu diskler içine yerleştirilmiştir. Dış iletken bölümü bronz flanşlarla birleştirilmiştir.

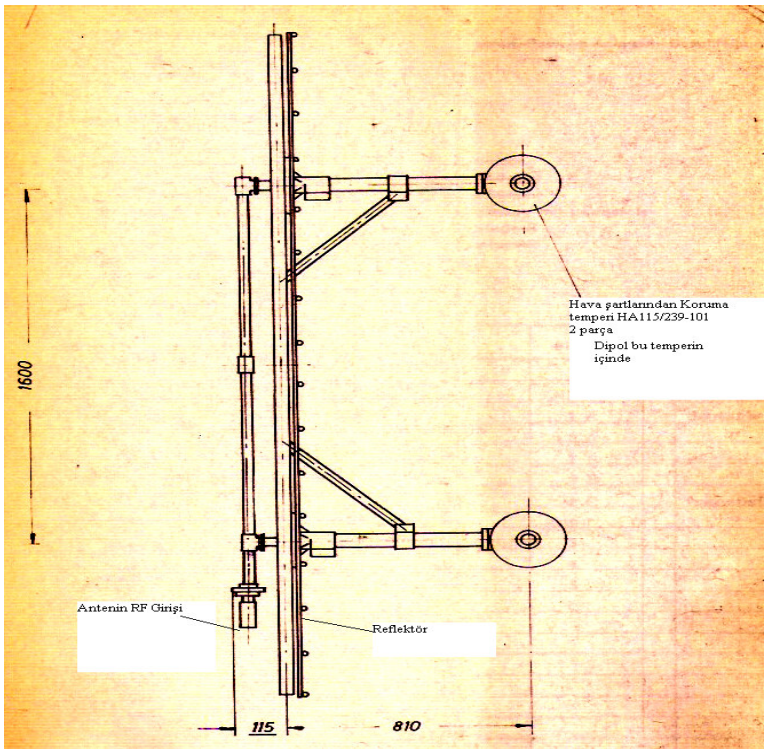


Şekil 2.24 HA 115/2421/50 yönlendirilmiş VHF dizisinin rölatif alan uzunluğunun düşey paterni[81].

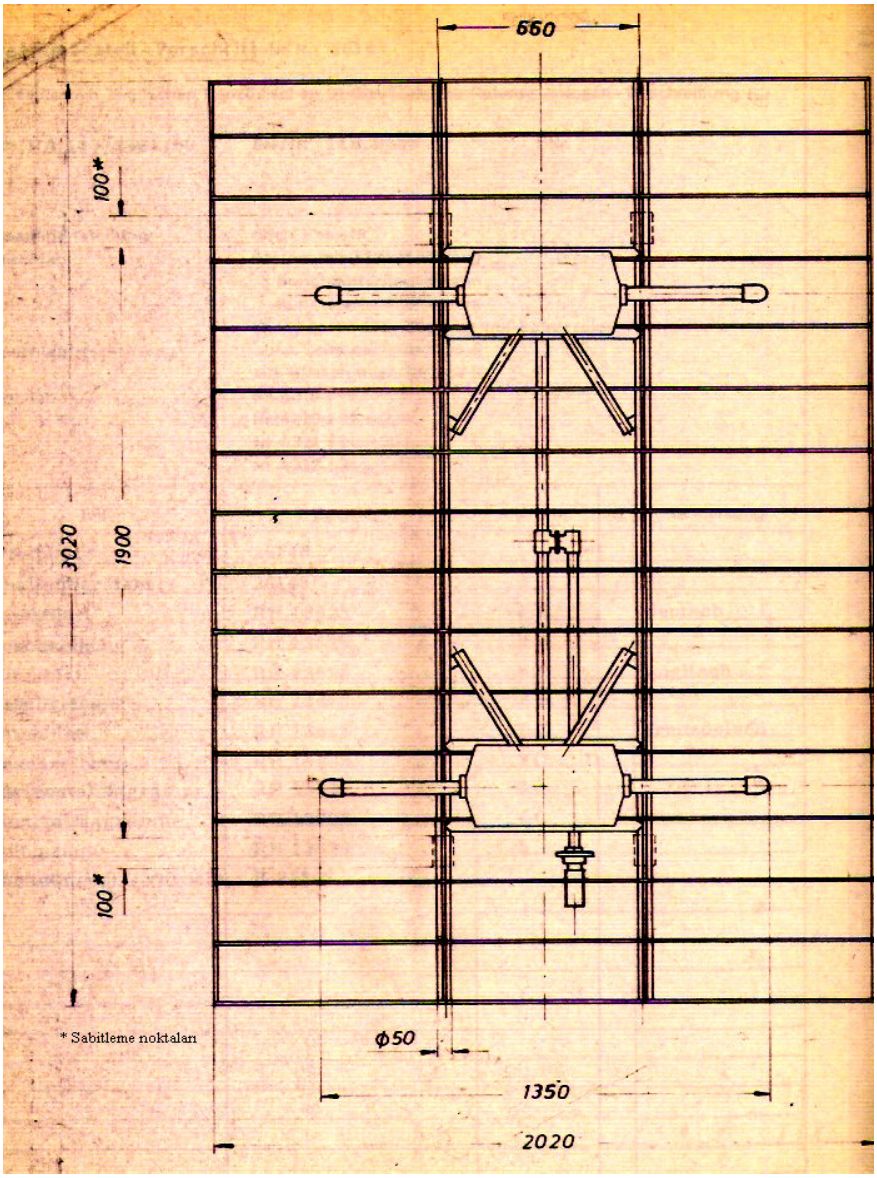
Dipol voltajlarının dengelenmesi destekleyici bileşenlerle yapılmıştır. Işıyıcılar kolayca değiştirilebilmek amacıyla konsola vidalanmışlardır.Dizinin tüm parçaları

iletkenliği sağlayacak şekilde birbirine bağlıdır. Dipoller arasındaki mesafe 1600mm dir ve bu merkez frekansta yarım dalga boyuna denk gelmektedir.

Tüm parçalar sıcak galvenizle kaplanmıştır. Ek olarak diğer yüzey korumaları Alman demiryolları otoritelerinin kurallarına uygun olarak yapılmıştır. Antenlerin yaklaşık on iki aylık düzenli aralıklarla boyanması ile ömürleri daha da artırılabilir.



Şekil 2.25 İki dipol dizisinden oluşan panel antenin yandan görünüşü[81]



Şekil 2.26 Tek bir panel anten dizisinin önden görünüşü[81]

2.9.2.3. Tüm Sistemin Özellikleri

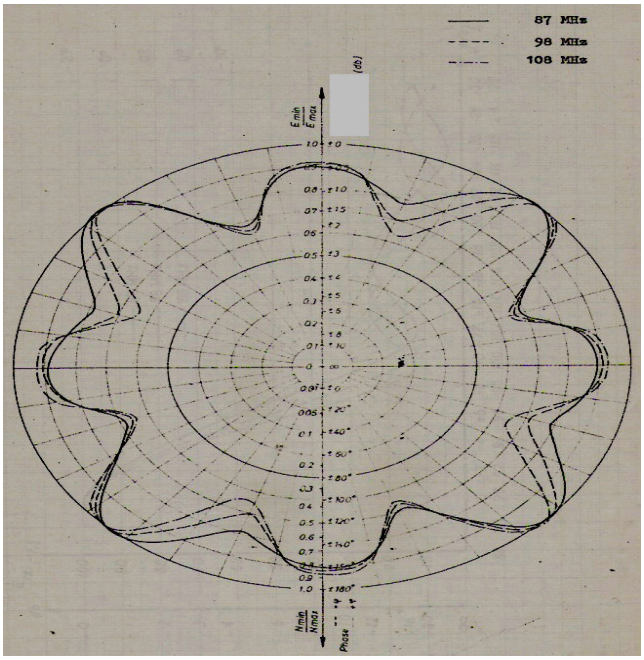
Anten panellerinden oluşan tüm FM anten sisteminde ise şunlar bulunmaktadır;

Frekans Bölgesi	87.5 -108 MHz arası
Güç Taşıma Kapasitesi (ortalama)	20 kW

ERP	50 kW
Giriş empedansı (dengelenmemiş)	50 Ω
VSWR	≤ 1.2
Polarizasyon	Yatay
Konnektör	Dezifix D
Kablo	1 5/8” Cu2Y

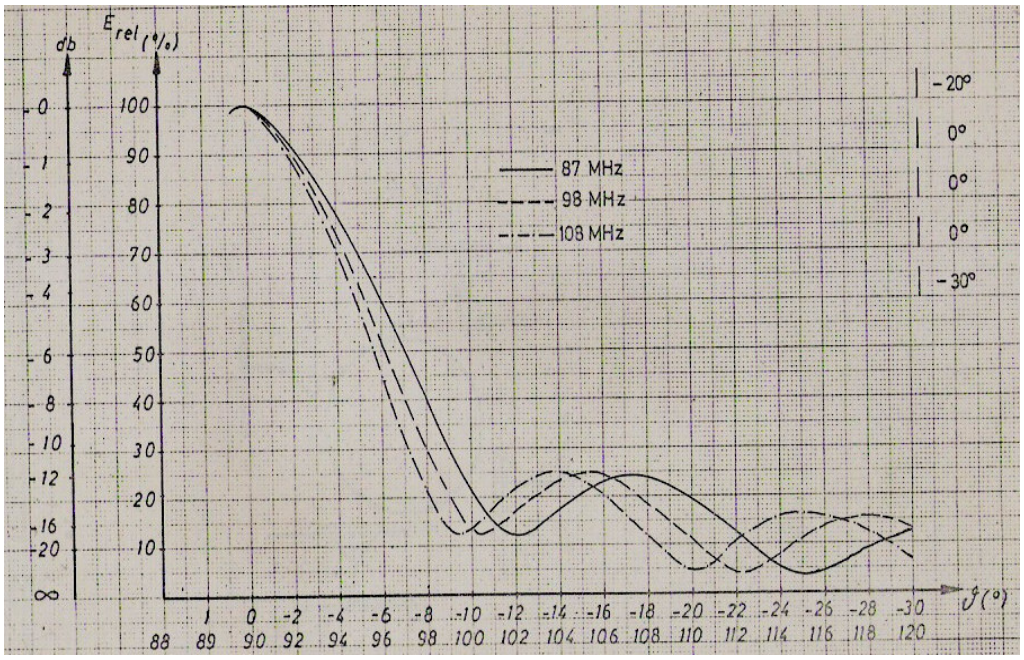
Statik veriler

Ağırlık	Yaklaşık 100kg
Rüzgar yükü(q=95kgf/m^2 Buz yükü olmaksızın)	Yaklaşık 3000kgf
Maksimum izin verilen rüzgar hızı	200 km/h



Şekil 2.27 AR211-425. 3542.02 VHF FM anten alanlarının hesaplanmış yatay ışıma desenleri[81]

Aşağıda ise yine hesaplanmış düşey ışıma desenleri verilmektedir

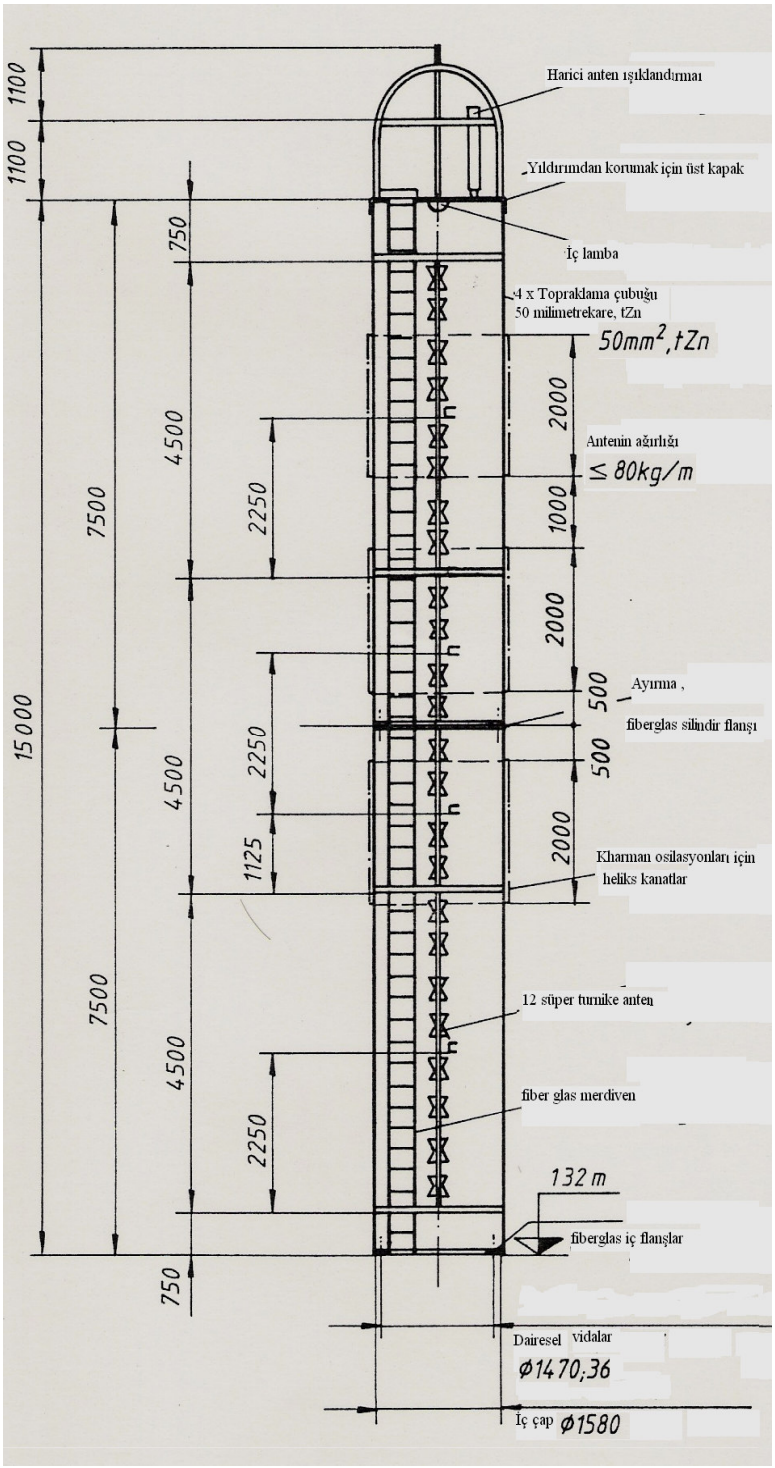


Şekil 2.28 AR 211-425.3542.02 tip VHF FM Anten alanının hesaplanmış düşey ışıma desenleri[81]

2.9.3 Ölçümü Yapılan VHF – UHF TV Antenleri

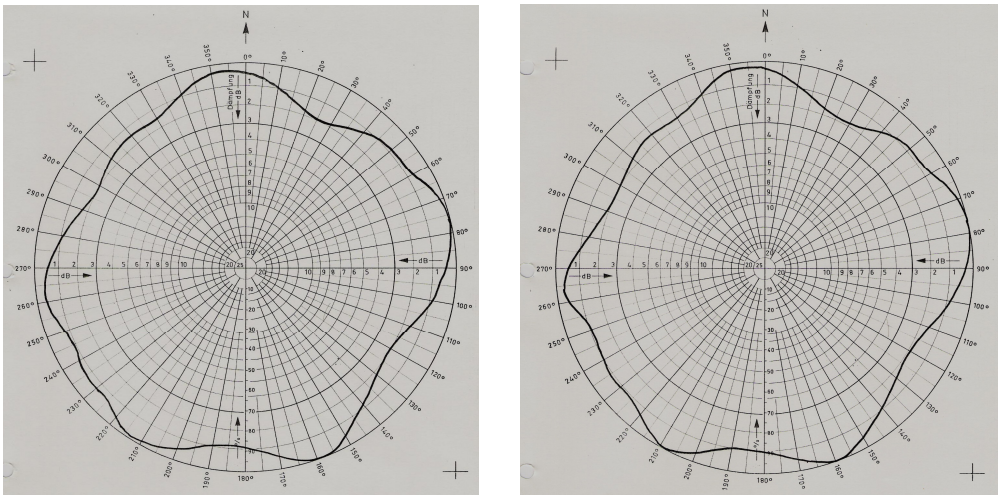
Yapılan ölçmelerde üzerinde çalışılan anten dizilerinden şimdi de kullanılan TV antenlerinin özellikleri verilebilir. Bu antenlerden UHF'de kullanılanlar, fiberglas silindir içinde bulunmaktadır. Bu sistem her biri 1125mm yüksekliğinde dipol şekli verilmiş ikişer çiftten oluşan 12 süper turnike anten barındırmaktadır. Dipoller 4 düşey kare tübe kaynatılmıştır. Materyal olarak sıcak galvenize daldırılmış çelik kullanılmıştır. Dipol çiftlerinin beslenmesi iki kare tübün içine giren koaksiyel rigid line ile yapılmaktadır. Her bir elemanın altında birer 3-dB kuplör konulmuştur. Bunlar dipol çiftlerine gelen gücü aralarında 90º faz farkı oluşturarak eşit olarak dağıtmaktadırlar. 3-dB kuplörün giriş bağlantısı 13/30 , çıkış bağlantısı 7/16 dır. Her bir elemanın 3dB kuplörlerinin girişleri 7/8 Cu2Y kablo ile

ana splitter'a bağlanmıştır. Ana splitter anten silindirinin tabanına yerleştirilmiş ve 3dB kuplörlere bağlanmıştır. Ana splitterın 12 adet çıkışı vardır.



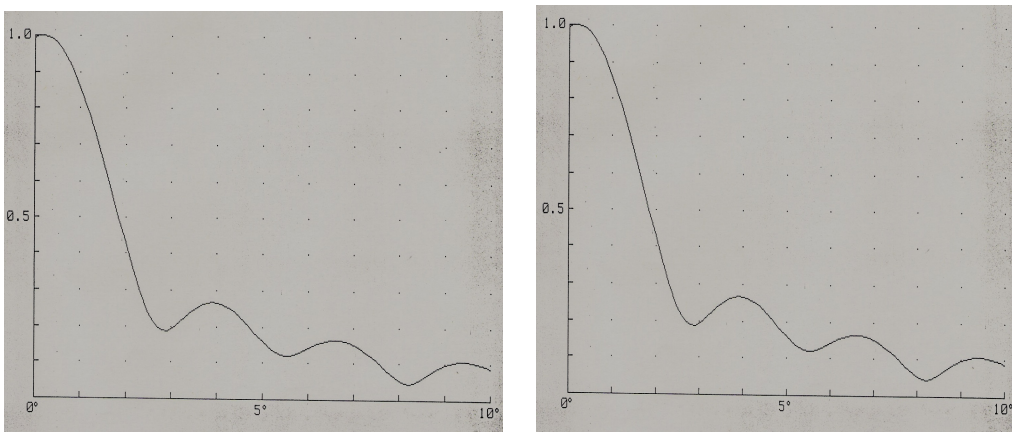
Şekil 2.29 12 süper turnike antenin içinde bulunduğu fiberglas silindir[81].

Şekil 2.29da TRT-UHF vericilerine ait olan antenlerin fiberglas silindir içerisindeki yerleşimi görülmektedir. Aşağıda ise aynı anten sistemine ait 22. ve 25. kanallarda ölçülmüş olan desenler verilmiştir



(a) (b)

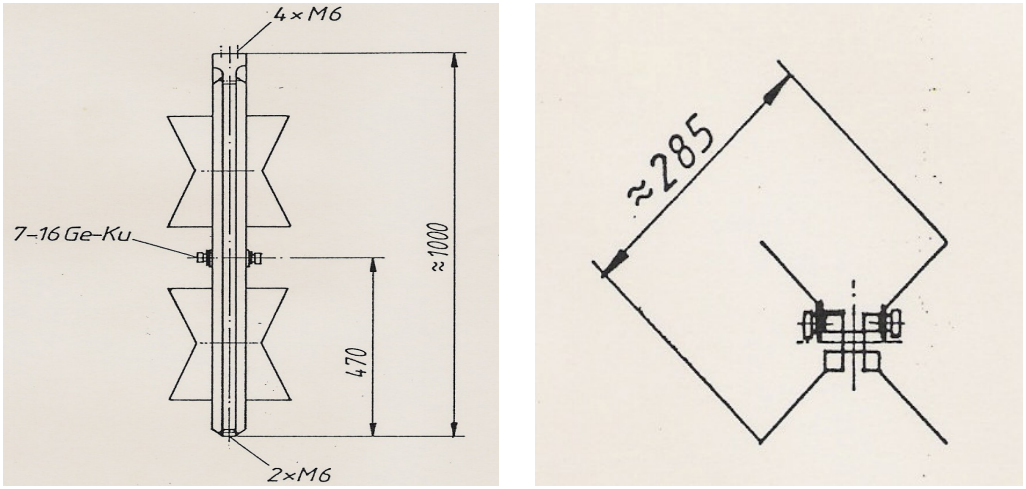
Şekil 2.30 (a) kanal 22 (479.25 MHz, ERP= 488kW), (b) kanal 25 (503.25 MHz, ERP=488kW) değerlerindeki kathrein anten sisteminin ölçülmüş olan yatay anten paternleri. Her iki paternde de E(maks)'nın toleransı $\pm$ %8 olarak tespit edilmiştir[81]



(a) (b)

Şekil 2.31 (a) kanal 22 , (b) kanal 25'e ait olan düşey paternler (kathrein anten sistemi) [81]

Şekil 2.31'de görülen diyagramlar ölçümleri yapılmış olan TRT UHF vericilerinin düşey yöndeki anten desenleridir. Burada 22. ve 25 kanallar için yapılan ölçümler verilmesine rağmen anten sistemi geniş bandlıdır.



(a) (b)

Şekil 2.32 (a) süper turnike antenlerin yandan görünüşü , (b) süper turnike antenlerin üstten görünüşü[81]

TRT UHF Kathrein anten sistemlerinin teknik özellikleri ise aşağıdaki gibidir;

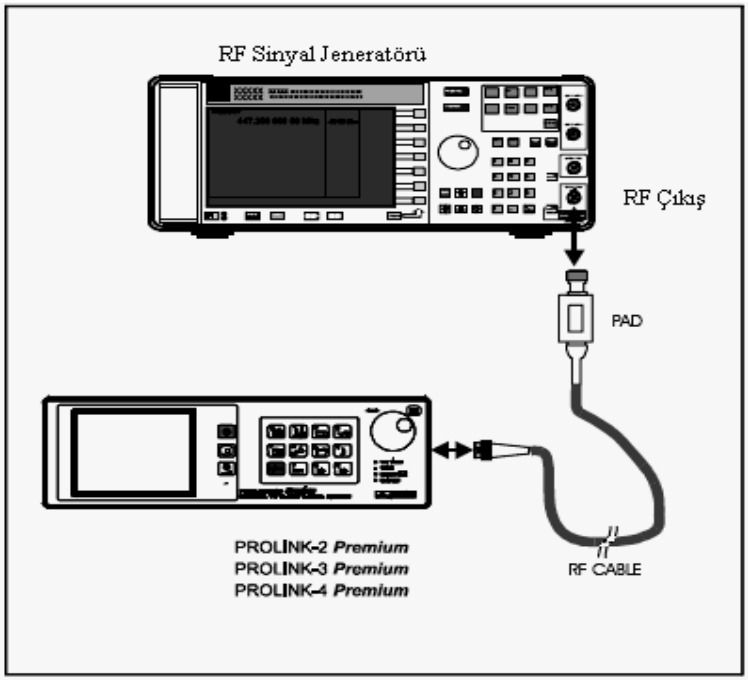
Frekans bölgesi	470MHz- 790MHz
Polarizasyon	Yatay
Empedans	50 Ohm
Kazanç(yarım dalga dipol referans)	14.6 dB
VSWR	1.05 kanal
1.1 band geçişi	
Yatay ışıma deseni	bkz. Şekil8.a,b
Düşey ışıma deseni	bkz Şekil9.a,b

Maksimum güç oranı	2x20 kW
Giriş	6 1/8" EIA
Ağırlık(silindirle birlikte)	2900kg
Rüzgar yükü (silindirle birlikte)	V=200km/s'te 52kN

şeklinde verilmektedir[81-82].

2.9.4 Ölçümlerde Kullanılan Ölçü Aleti

Televizyon vericileri VHF antenlerinde kullanılan sistemler ise FM vericilerde kullanılanlarla aynı mekaniksel özelliklere sahiptir . Fakat elektriksel olarak frekans 170MHz ile 230 MHz arasında değiştiği için boyları da bu dalga boyu oranında VHF TV antenlerine göre kısalmaktadır.



Şekil 2.33 Prolink alan şiddeti ölçü aletinin ölçüm düzeneği[120]

Alan şiddeti ölçüleri PROLINK-2-3/3C-4/4c Premium alan şiddeti ölçü aleti ile alınmıştır. Ölçümler aşağıdaki düzenek kurularak yapılmıştır. RF sinyal jeneratörü ile kalibrasyon yapıldıktan sonra ölçü aletinin girişine anten bağlanarak alan şiddeti ölçümlerine geçilmiştir.

Çizelge 2.15 Prolink alan şiddeti ölçü aleti RF jeneratör frekansları[120]

BAND	RF JENERATOR FREKANSI (MHZ)	İzin verilen Fark (kHz)
VLO	50	±62.5
VLO	150	±62.5
VHI	180	±62.5
VHI	435	±62.5
UHF	460	±62.5
UHF	845	±62.5
SAT	1000	±500.0
SAT	2000	±500.0

Yukarıda görülen çizelgede ise Prolink alan şiddeti ölçü aletinin RF Sinyal jeneratörü frekansları ve bu frekanslarda meydana gelen maksimum sapmalar görülmektedir Prolink alan şiddet ölçü aletinin ölçmelerde karşılaşılabilecek muhtemel üç tür hata çeşidi vardır; bunlar

a) Donanım hatası

b) Yazılım hatası

c) Format hatası

şeklindedir .

Bu hataların kodları ise sırasıyla HW, SW, FT harfleri ile tanımlanmıştır.

2.10 SPEKTRUM ANALİZÖRÜ İLE ELEKTRİK ALAN ÖLÇÜMÜ

Spektrum analizörle dBm cinsinden ölçülen güç değeri ve anten kazancından hesaplanan anten faktörü (dB(1/m)) toplanarak havadaki elektrik

alan şiddeti teorik olarak hesaplanır. Spektrum analizörün girişinde oluşan güç değeri , kazancın bir fonksıyonu olan antenin etkin alanına bağlı olarak değişmektedir.

Bu yapılan ölçümlerde yönlü anten (logaritmik-periyodik) kullanılması durumunda elektrik alan şiddetinin polarizasyonunda yansımalardan dolayı değişiklik olabileceğinden düşey ve yatay polarizasyon etkilerini de hesaba katmak gerekir. Önce bir referans noktası seçilerek, yönlü antenin dipolleri yere dik konumda tutularak x-y-z yönünde ayrı ayrı ölçümler yapılır. Aynı şekilde dipoller yere paralel duruma getirilerek x-y-z konumları için ölçümler yapılır. Böylece hem yatay ve hem de düşey polarizasyonun etkileri hesaba katılmış olur.

Spektrum analizör band genişliği içine düşen güç değerini okuduğundan ölçümü yapılan verici frekansının band genişliğini bilmek oldukça önemlidir.Örneğin FM radyo ve GSM bandı için 200 kHz lik, TV ise VHF de 7 MHz , UHF de 8 MHz band genişliği içinde yayın yaptığından spektrum analizörde ölçülen güç değeri çözünürlük band genişliği (Resolution Band Width (RBW)) dBm cinsinden ifade edildiğinden havadaki elektrik alan şiddeti değerini bulabilmek için kullanılan antenin kazancı G veya anten faktörü k'nın hesaba katılması gerekir.

$$V(dBuV) = dBm + 107 \quad (4.1)$$

Düşey polarizasyon için x,y,z yönlerinde dBm olarak okunan güç değerleri denklemde yerine konularak dBuV'a çevirilir. Bu değer anten faktörü k (dB/m) ile beraber aşağıdaki formüllere konularak düşey polarizasyondaki Ex , Ey, Ez hesaplanır[50].

$$Ex\ (dBuV/m) = V\ (dBuV) + k\ (dB(1/m)) \quad (4.2)$$

Aynı işlem y ve z yönünde de yapılarak Ey ve Ez de hesap edilir. Bu bileşenlerin karelerinin toplamının karekökleri alınarak düşey polarizasyon için etkin elektrik alan değeri hesaplanır.

$$E_{düşey(etkin)} = (E_x^{\,2} + E_y^{\,2} + E_z^{\,2})^{1/2} \quad (4.3)$$

benzer işlemler yatay polarizasyon ölçümü içinde tekrarlandığında

$$E_{yatay(etkin)} = (E_x^{\,2} + E_y^{\,2} + E_z^{\,2})^{1/2} \quad (4.4)$$

elde edilir.

Ortamın toplam elektrik alan şiddetinin hesaplanması ise aşağıdaki denklem ile yapılır.

$$E_{(etkin)} = (E_{düşey}^{\,2} + E_{yatay}^{\,2})^{1/2} \quad (4.5)$$

Anten faktörü "k" ise şöyle bulunur. Havadaki elektrik alan değerinin antenden iletilerek ölçüm cihazının girişinde oluşan gerilime oranına "anten faktörü" denilmektedir.

$$k = E/V \quad (4.6)$$

E : elektrik alan (V/m)

V : cihazın girişindeki gerilim (volt)

k anten kazancı G ve dalga boyu λ cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$k(1/m) = \sqrt{\frac{1}{\frac{\lambda}{4\pi}.G}.\frac{377}{50}} \quad (4.7)$$

$$k(dB\ (1/m)) = -29{,}77 - g + 20 \log (f(MHz)) \quad (4.8)$$

yukarıda bulunan ilk denklem anten faktörünü veren bir denklemdir alttaki denklem ise bu denklemin logaritmik şeklidir [50].

2.11 VERİCİLERİN BİLEŞENLERİNİN ANTEN IŞIMA PATERNİNE ETKİLERİ

Antenden yayınlanan elektromanyetik radyasyonun ait olduğu TV vericileri üzerinde şu bileşenler bulunmaktadır. Sesin ve resmin ayrı ayrı işleme tabi tutulduğu ses uyarıcı (exciter) ve resim uyarıcı (exciter) katları. Bu katlar üzerinde ses için iki adet ses modülatör , bir adet ses IF ön düzeltici ünite ve son olarak ta bir adet ses RF konvertör.

Ses uyarıcı katında ses sinyali uygulandıktan sonra iki ayrı taşıyıcı ile modüle edilerek IF düzeyinde iki moduleli ses sinyali birleştirilir. Daha sonra IF düzeyinde birleştirilen ses sinyalinde IF sinyal seviye ve faz düzeltmeleri yapılır. Son olarak ta burada bulunan ses RF çeviricide ses IF den RF düzeyine çıkartılır. Katın çıkışında 1Watt RF seviyesi elde edilir.

Resim uyarıcı katında yine iki adet resim girişi bulunmaktadır.Fakat video girişinin diğeri yedek olarak kullanılmıştır. Burada resim işareti grup gecikme dengeleyiciden geçerek resim işaretinin 5 MHz'lik band genişliğinin 0-5 MHz arasında her yerde aynı seviyede olması sağlanır. Bunun için bu devre üzerinde gönderilen sinyalin çiftleyicide uğrayacağı bozulmaları belli sınırlar içinde tutacak (kompanze) şekilde sinyal üzerinde değişiklikler yapılır. Aksi durumda yani bu 5 MHz'lik band genişliğine sahip resim işaretinin seviyesi her yerde aynı olacak şekilde ayarlanmazsa antenden ışıyan güç bandın bozulma şekline göre desenini değiştirir. Bandın sonlarındaki seviye düşerse güç düşeceği için ışıma deseninin

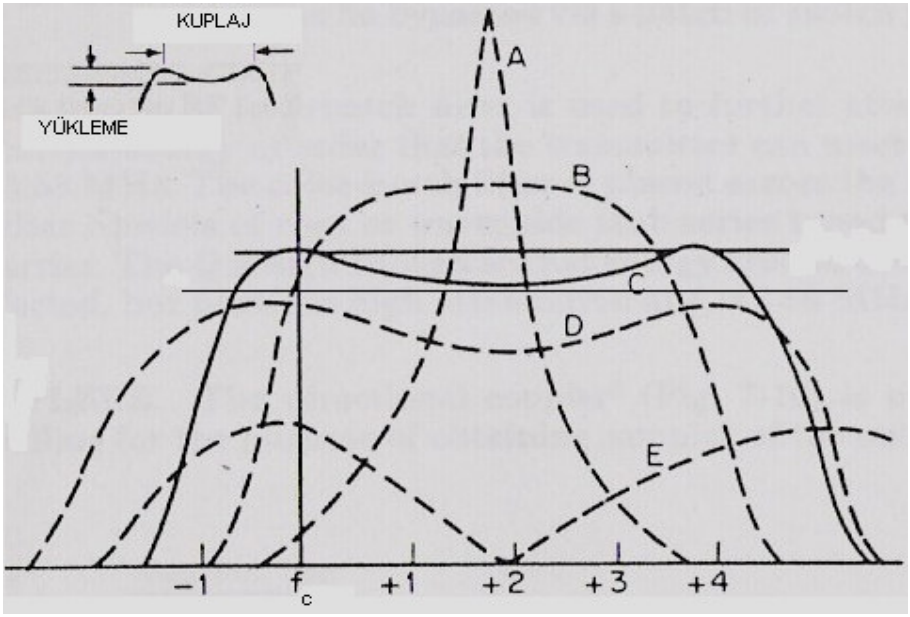
ulaştığı noktaların vericiye olan uzaklıkları azalacaktır. Bu çalışmada yapılan ölçümlerde ışıma desenini bozacak şekildeki değişiklikler gözlenmemiştir. Dolayısıyla vericilerin grup gecikme ayarları belirlenen sınırlar içerisindedir.

Bu katta ayrıca beyaz seviye sınırlama devresi ve video kenetleyici bir devre daha bulunmaktadır. Video kenetleyici devre ortalama resim seviyesindeki değişikliklerden etkilenmeksizin sinyalin arka boşluk seviyesini (back porch level) sabit tutmak için kullanılmıştır. Video işareti kesildiğinde ise devre otomatik olarak karartma düzeyine kilitlenir ve vericinin aşırı olarak sürülerek zarar görmesini önler. Böylece desenin şekli değişmeden ulaştığı mesafeler düşürülmüş olur. Beyaz sınırlama devresi ise resim işaretinin seviyesini yaklaşık olarak 1 Vpp seviyesinde tutarak vericinin aşırı modülasyon yapmasını engellemek için konmuştur. Ölçümlerini yaptığımız tüm vericilerde beyaz sınırlama devresi bulunmaktadır ve modülasyon derinliği olarak %10 değeri kullanılmıştır. Bu değer ABD de % 12.5 tir.

Resim yolunda ayrıca güç amplifikatöründeki bozulmaları önlemek için diferansiyel faz ayarı kullanılmıştır. Buradan sonra resim işareti, resim modülatörden geçirilerek IF düzeyine çıkarılmıştır. SAW filtre ve frekans sentezleyiciden geçtikten sonra doğrusallık düzeltici (linearity corrector) katına gelmiştir. Son olarak ta up konvertör birimine gelerek resim İşareti de IF düzeyinden RF düzeyine yani kanal frekansına çıkarılmıştır.Ardından da giden güç faz düzelticiden geçirilmiştir 1Watt (maksimum 2Watt) olacak şekilde resim RF sinyali elde edilmiştir.

Ses ve resim işaretleri 1 watt RF sinyali olarak elde edildikten sonra gerek yarı iletken gerekse tetrod elektron tüplerinin kullanıldığı güç yükselteçlerine uygulanmışlardır. VHF vericileri güç yükselteçleri 5 kW ve 10 kW olarak

çalışmaktadırlar. UHF güç yükselteçleri ise 1kW ve 20 kW olarak çalışmaktadırlar. Vericilerin desenleri çıkarıldığında bu güçler kullanılmıştır. Güç yükselteçlerinin çalışma şartlarına göre antenin ışıma deseni de değişme göstermektedir.



Şekil 2.34 Tetrod elektron tüpünün muhtemel band ayar eğrileri[97]

Şekil 2.34'e bakıldığında ölçümü alınan vericilerde kullanılan RF güç yükselteçlerinin band ayar eğrileri görülmektedir. Bu ayarlar ölçüm yapılan vericilerin güç yükselteçlerinin ayarlanmasında da kullanılmıştır. Şekil 2.34'de görülen eğriler vericinin RF güç yükseltecinin çalışma ayarlarını gösteren eğrilerdir. Bu eğriler ya spektrum analizör kullanılarak ya da MUF2 ölçü aleti kullanılarak elde edilebilir.

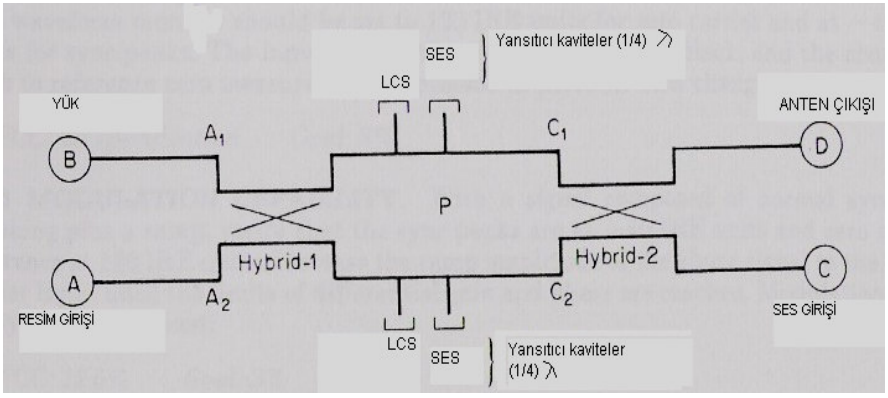
A ile gösterilen eğri yüksek VSWR oranını göstermektedir. Bu durum da güç yükseltecinin Ig2 akımı çok yüksek olur ve kavite zarar görebilir. Ig1 akımı ve Ip akımı da çok düşük olur. Böyle bir eğri durumunda verici ile yayın yapılamaz.

B eğrisi durumunda verici band genişliği dar ayarlanmıştır, daha fazla kuplaja ihtiyaç vardır ve yükleme düşüktür. Bu durumda Ig1 ve Ip akımları düşük Ig2 akımı yüksektir.

C eğrisi durumunda en iyi RF çıkış gücü elde edilmiştir. Ig1, Ig2 ve Ip akımları en iyi değerde bulunmaktadır.

D eğrisi durumunda ise aşırı kuplaj sözkonusudur, kontrol grid Ig1 ve anod akımı Ip yüksek bir değer almıştır. Ekran grid Ig2 akımı ise düşüktür.

E eğrisi durumu yine yüksek bir VSWR oranını göstermektedir. Bu durumda da verici RF yükselteci anot voltajları sınırların çok dışındadır ve verici ile yayın yapılamaz.



Şekil 2.35 Çiftleyici (Notch diplexer) [97]

Verici RF güç yüksetecinde gerekli ayarlar yapıldıktan sonra ses ve resim RF güç yükseltecinden çıkan RF sinyalleri vericide bulunan çiftleyiciye uygulanır. Şekil 2.35'de görülen notch diplexer vericilerin ses ve resim sinyallerini ortak bir antenden yayınlamak amacıyla kullanılmıştır. Bu çiftleyici sistemi ses ve resim vericilerinin çıkışını sabit bir empedans üzerinden birleştirir. Şekilde iki melez (hibrid) birleştirici (combiner) vardır. A1 ve A2 girişlerindeki sinyaller arasında 90°

faz farkı vardır. kavitiler resime göre ayarlanır ve sinyal A1 den C1'e ve A2 den C2' ye geçer. Bu geçiş sırasında ne faz ne de genlik değişir. C1 ve C2 deki sinyaller şöyledir;

C1 (C de) = 0.7 (0° de) |

C2 (C de) = 0.7 (180 ° de) | iptal

C1 (D de) = 0.7 (90° de) |

C2 (D de) = 0.7 (90°de) | Toplam

Şekilden de görüldüğü gibi A dan giren sinyal band genişliği sınırlamaya uğramaksızın D ye gider. C deki sinyal ise hibridlerde ayrılır.

C2 = 0.7 (90° de)

C1 = 0.7 (0 °de)

Ses kaviteleri düşük empedansa rezonanslı olduğundan P noktasındaki hatta paralellenerek karşıya geçirilmiştir.Sinyaller ters olarak aşağıdaki gibidir.

C2 = 0.7 (270˚ de)

C1 = 0.7 (180˚ de)

C1 (C 'de) = 0.7 (180˚ de)

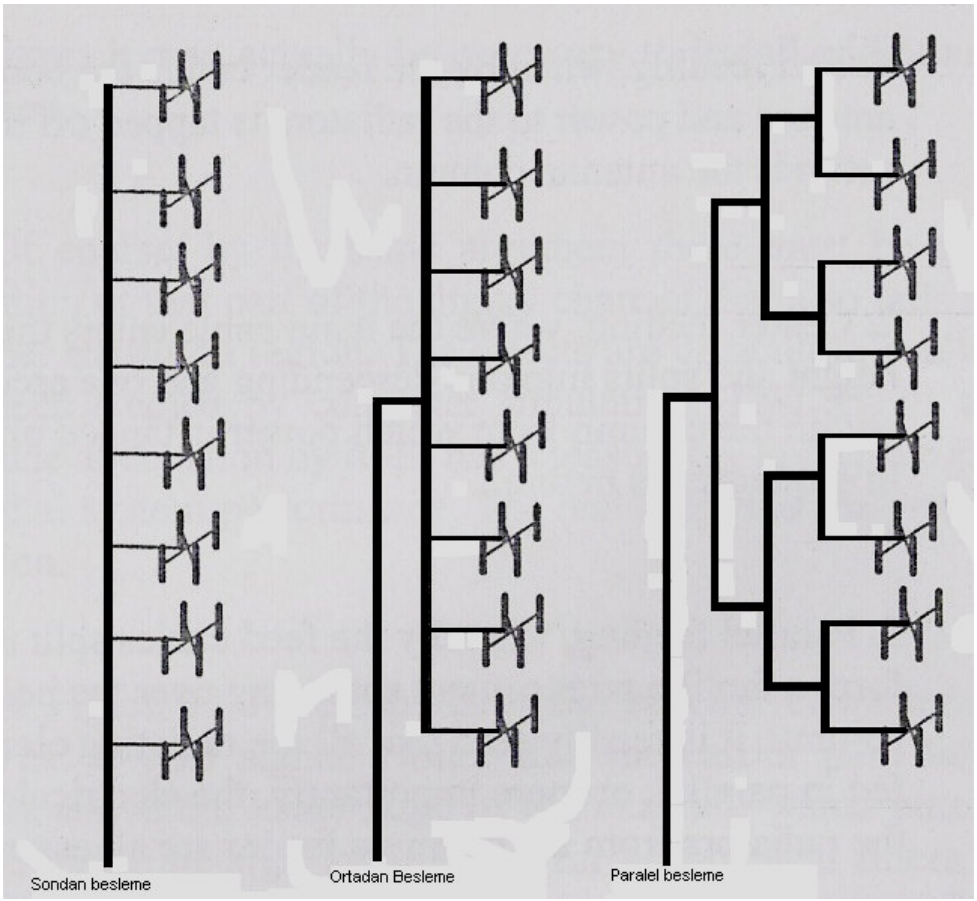
C2 (C' de) = 0.7 (360˚ de) iptal

C1 (D' de) = 0.7 (270˚ de)

C2 (D' de) = 0.7 (270˚ de) Toplam

O halde bir vericinin tüm gücü C den D ye doğru gönderilmiş olur [97] .

Ölçümleri yapılan vericiler 5 kW ile 20 kW güçlere sahip olan vericiler olduğundan bunlar yüksek güçlü vericiler olarak adlandırılır. Yüksek güçlü vericilerde ise anten sistemi olarak ya slot anten ya da panel anten sistemi kullanılır. Slot antenler de band genişliği oldukça düşük olup ancak bir ya da iki vericinin yayını yapılabilir. Bu antenlerin boyutları küçük olmasına karşılık bu tür sınırlamalar sonucu TV yayınları için kullanımları uygun olmamaktadır.



Şekil 2.36 Anten dizileri besleme metodları[97]

TRT'nin de kullanmış olduğu anten sistemleri boyutları büyük olmasına karşılık geniş banda sahip olduğundan birden çok fazla TV kanalının yayınına da imkan veren panel anten sistemlerinden oluşmuştur. Slot antenlerden farklı olarak paralel besleme tekniği kullanan panel anten sistemleri oldukça kullanışlı anten paterni elde etmeye imkan verirler.

Yüksek kazanç istenen dizi antenlerin girişine güç uygularken kullanılan üç çeşit güç dağıtım metodu vardır. Bunlar ;

1. Sondan beslemeli
2. Ortadan beslemeli
3. Paralel beslemeli

Sondan beslemeli antenlerde RF (feeder) hattı anten dizisin en altından girer ve en üstteki dipole kadar aynı hat devam eder. En üstte ise RF (feeder) hattı bir elekronik tıkaç ile tıkanır.

Ortadan beslemeli anten dizilerinde RF (feeder) hattı anten dizisinin ortasına kadar gelir ve burada aşağı bir hat yukarı bir hat olmak üzere ikiye ayrılır. Ve sırasıyla her iki kol da en son antene yapılan bağlantıdan sonra hattın son elektronik tıkaç ile tıkanır [(101)].

Paralel beslemeli anten dizilerinde ise RF (feeder) hattı dizideki anten sayılarına göre düzenli aralıklarla bölünür . Her bölünen kol daha sonra ikiye bölünür. Böylece her kolda iki dipol kalacak şekilde RF (feeder)hattı bölünmeye devam eder. Bu besleme sisteminde her RF (feeder) eşit olarak yüklenmiş olur.. Bu tezde ölçümü yapılmış olan TRT vericilerinin anten dizilerinde kullanılan RF (feeder) hatları da paralel beslemeli RF (feeder) hatlarıdır. Hatların hepside uygun bölücü devre elemanları ile dağıtılmıştır. Troposferde kırılma indeksi yükseklikle üstel olarak azalmaktadır[(119)]. Vericiler de yüksek rakımlı tepelere kurulduklarından

bu etkilerden bir miktar arındırılmış olmaktadır. Fakat bu sefer de antenden yayınlanan elektromanyetik dalgaların yere ulaşması sürecinde troposferik etki tersine döneceğinden dalga yere doğru yöneldikçe daha da artan kırılma indeksi ile karşılaşmaktadır.Bu nedenle antenler kurulurken yere doğru iki ya da üç derece eğim verilerek monte edilmektedir.

3- ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1-Giriş

Şimdiye kadar yapılan ölçümler hep analog anten ölçümleri ve elektromanyetik alan ölçümleri olarak hazırlanmıştır. Çok yakın bir gelecekte ise ülkemiz sayısal yayınlara geçmeyi planladığı için bazı ölçümlerin de sayısal olarak yapılması zarureti meydana gelmiştir. Dolayısıyla buradaki ölçümler sayısal olarak yapılmıştır.

3.2 Sayısal TV Yayın Standartları

a) Resim (Video) özellikleri (ISO/IEC 1318-2, ITU-R601)

Hepsi MPEG-2 kullanır

Ana Profile, Ana Seviye : Standart TV

Yüksek profile, Ana Seviye: HDTV

Modülasyon

Uydu : QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)

Kablo : QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

Yeryüzü yayını

COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Modulation) Avrupa (DVB)

8-seviyeli VSB (Vestigial Sideband) Amerika, Kore, Tayvan

b) Ses (Audio)(ISO/IEC 1318-3)

MPEG-2 Avrupa

Dolby AC-3 Amerika [83]

DVB-T: Avrupa'da geliştirilen ve tüm Avrupa ülkeleri ile Avustralya, Singapur, Hindistan gibi diğer ülkelerin kabul ettiği sistemdir. **ATSC** (Advanced Television System Committee) : ABD tarafından geliştirilen ve ABD, Kanada, Arjantin, Tayvan, Güney Kore gibi diğer ülkelerde kabul edilen sistemdir. **ISDB-T**(Integrated Services Digital Broadcasting) : Japonya tarafından geliştirilmiş olan bir sistemdir. **DVB-H** (DVB-Handheld : Cep telefonlarına veya cep TV-avuçiçi-alıcılarına yönelik TV yayını): Bu konuda halen testler yapılmaktadır. Buna karşın özellikle Japonya ve Almanya'da uygulamalara başlanmıştır.

Sayısal Yayıncılık (DVB: Digital Video Broadcasting) konusunda Ülkemiz Avrupa'nın kabul ettiği DVB sistemini tercih etmiştir.

DVB-S: TRT'nin Türkiye, Avrupa, Amerika, Avustralya'ya yönelik uydu yayınları DVB-S formatında 1999 yılından bu yana gerçekleştirilmektedir.

DVB-C: Avrupa'da bir çok Ülkede sayısal kablo-TV sistemi üzerinden TRT-INT TV yayını DVB-C formatında dağıtılmaktadır. DVB-T: Ülkemizde de, Avrupa'da olduğu gibi, karasal vericilerden sayısal yayın sistemi olarak DVB-T tercih edilmiş ve denemelere bu sistem ile başlanmıştır.

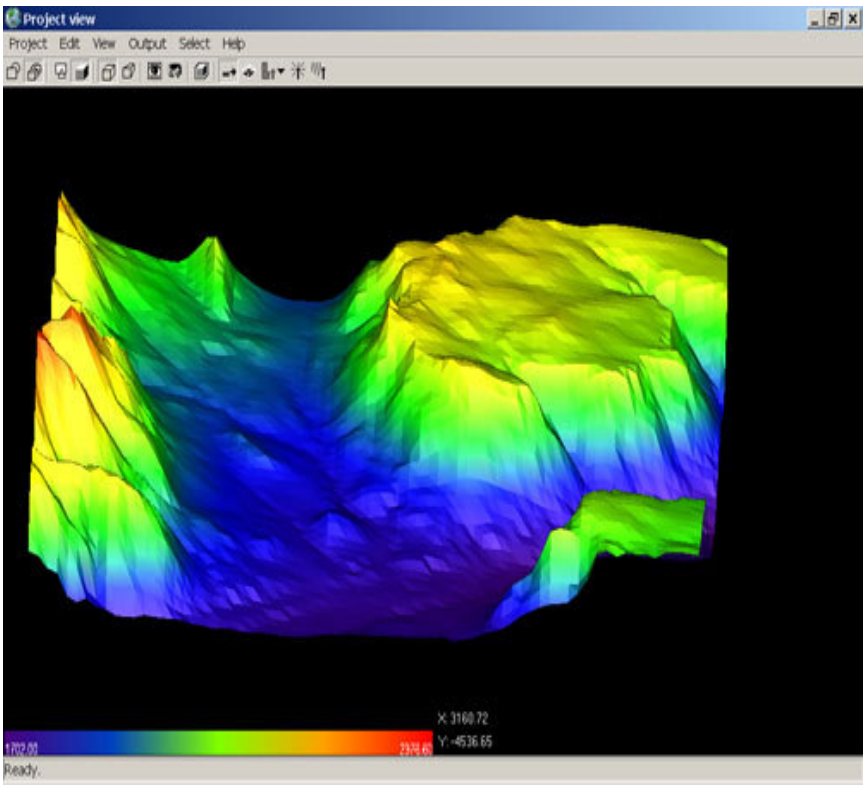
3.3 DVB-T'de kullanılacak frekanslar:

1997 yılında Chester-İngiltere'de yapılan toplantıda, Avrupa Yayın Alanında DVB-T için **VHF** bandı (174-230 MHz) ile UHF (470-862 MHz) bandlarının tamamının kullanılabileceği kararlaştırılmıştır.

2004 yılında başlayan ve 2006 yılının 14 Mayıs-17 Haziran tarihleri arasında yapılmış nihai konferans ile sonuçlandırılan toplantılar ile birlikte; ITU

tarafından, Avrupa ve Afrika Yayın Alanlarında tüm VHF ve UHF bandlarında Sayısal Karasal TV ve Radyo Frekans Planlarının gerçekleştirileceği frekanslar tespit edilerek yaklaşık 50 yıldır kullanılan analog TV frekans planı olan Stockholm'61 anlaşmasının yerine geçecek sayısal planlar ortaya konulacaktır.

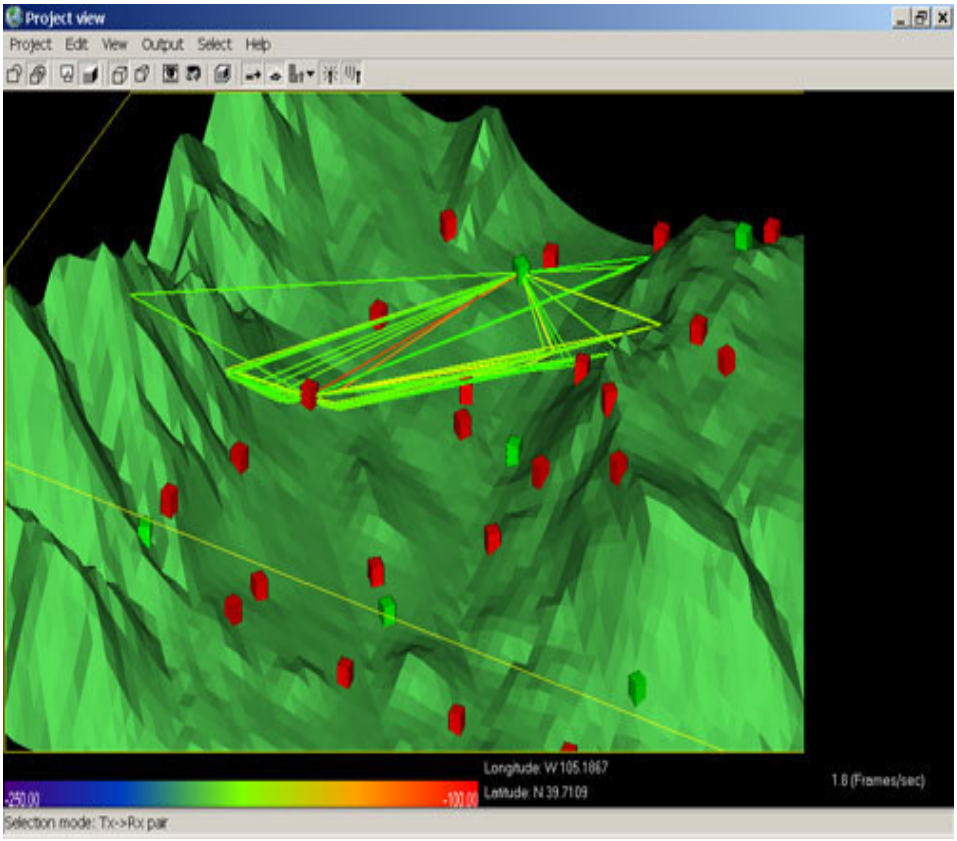
Ülkemizde de nihai durumda VHF ve UHF bantlarının tamamı sayısal radyo ve TV yayınları için kullanılacaktır[84]



Şekil 3.1 Sayısal arazi modeli[56]

Şekil 3.1'de arazinin üç boyutlu ortografik görüntüsü verilmiştir. Arazi sayısal arazi datası USGS den okutulmuştur. Bu arazi yaklaşık olarak 3.3 x 4.1 km'lik bir alanı kaplamaktadır.

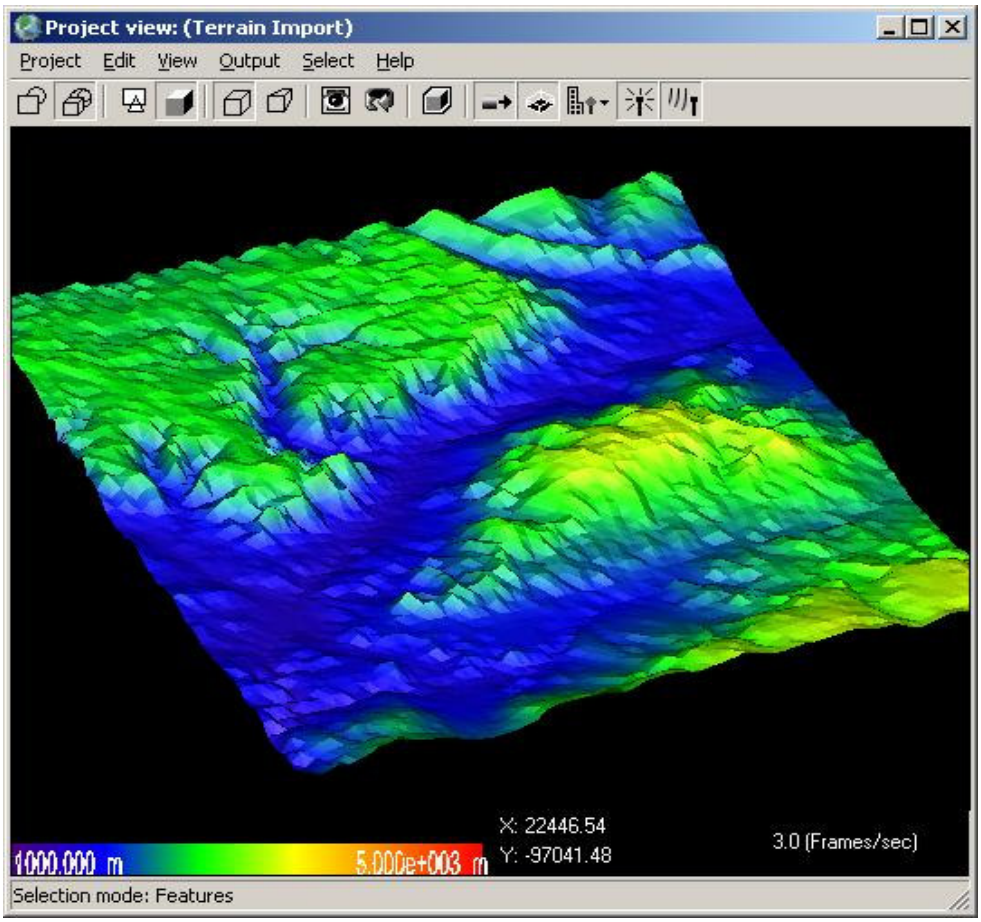
USGS dataları okutulduktan sonra alıcı ve verici antenlerinden gelen sinyallerin yerleri belirlenmiştir. Alıcı ve verici antenlerin yerleri ise Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Bu alıcı verici kombinasyonunda yapılan ölçüler 1 GHz'de gerçekleştirilmiştir [56] .



Şekil 3.2 sayısal arazi modeli[56]

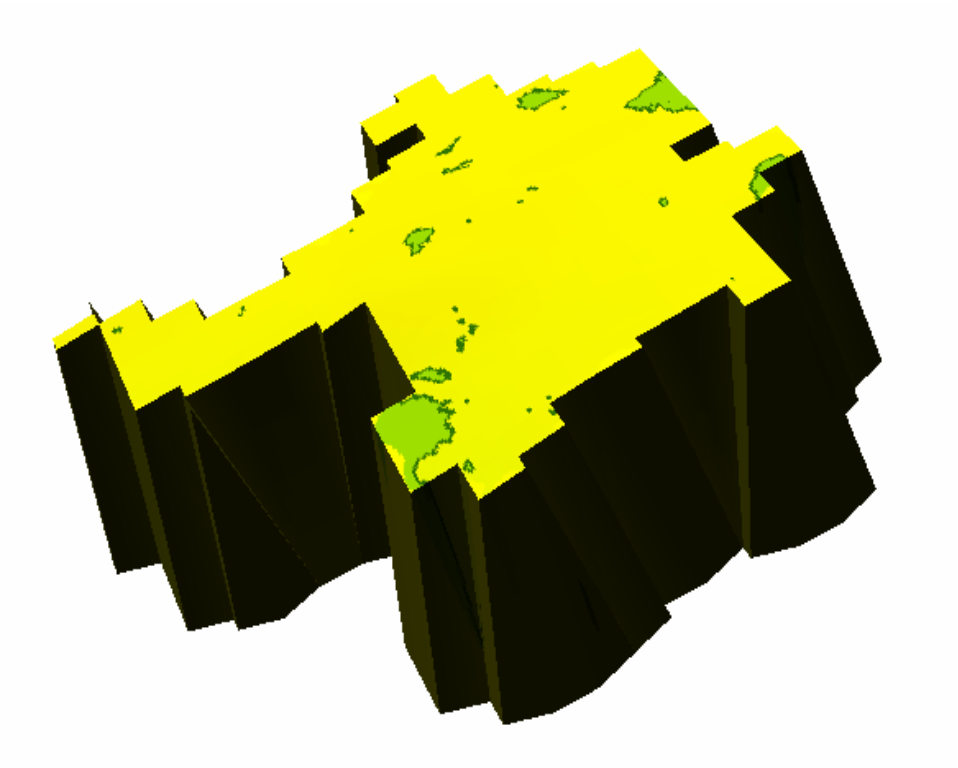
Yukarıdaki şekilde ise vericilerin arasındaki çeşitli ışın yolları gösterilmiştir her bir verici-alıcı çifti için ışın ve zaman gecikmesindeki rölatif güçler gösterilmiş , impuls cevapları belirlenmiştir. Arazi üzerindeki kutucukların yeşil olanları vericileri, kırmızı olanları ise alıcıları göstermektedir. Şekilde gösterilmiş olan

antenler düşey polarizasyonlu izotropik antenler olup yerel arazi üzerinde 15 metre yüksekliğe sahiptirler.



Şekil 3.3 Başkabir arazi simulasyon modeli[56]

Şekil 3.3'de ise başkabir arazi modeli örneği görülmektedir. Bu düzenekte ilk yapılan ölçüler birkaç saat zaman almaktadır. Fakat daha sonra 1 GHz yerine başka bir frekansta ölçü yapılmak istendiğinde –örneğin 200 MHz-işlemler sadece birkaç dakika sürmektedir[56].



Şekil 3.4 Akşehir ilçesi arazisi ve ölçüm değerleri[56]

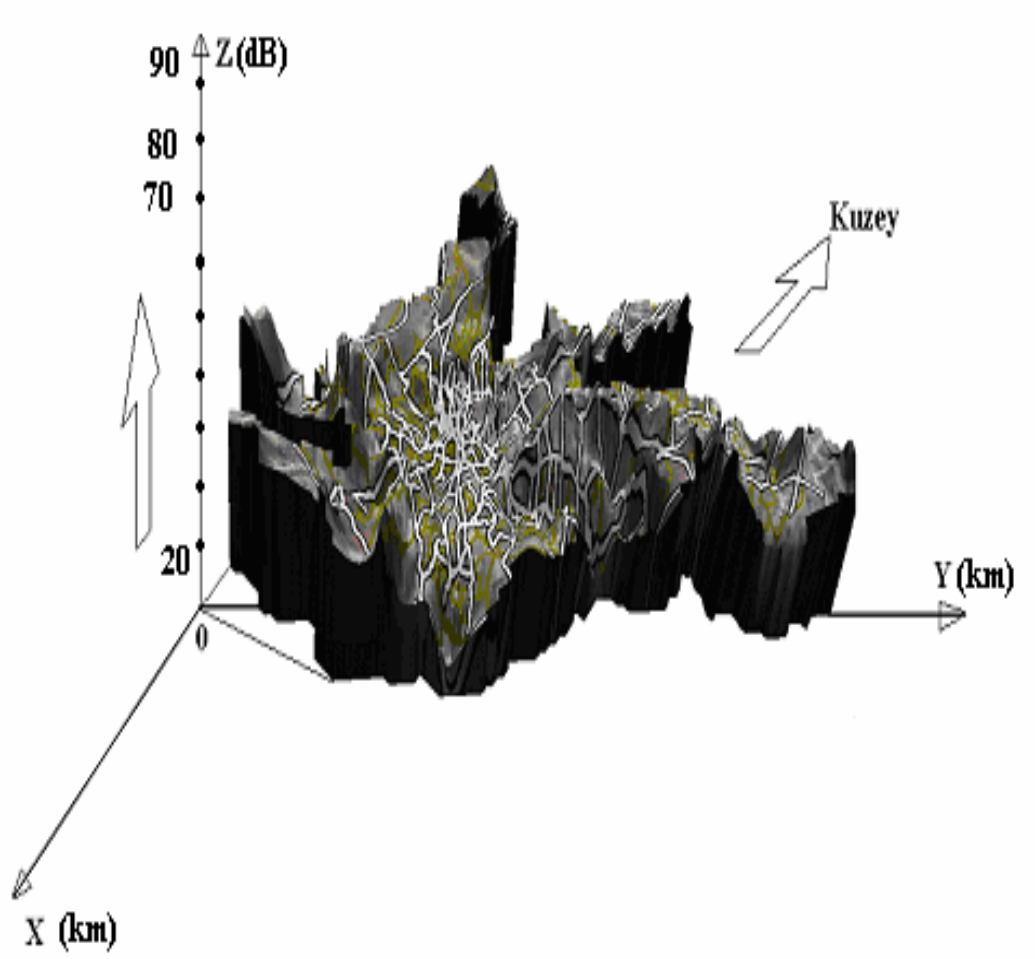
Şekil 3.4 de Konya iline bağlı Akşehir ilçesinde bulunan Akşehir ana verici istasyonu çevresinde bulunan elektromanyetik alan dağılımı görülmektedir. Burada arazi yapısı düz ve engebeler olmadığı için elektirik alan dağılımında da çok büyük boyutlarda değişim gözlenmemiştir. Sadece vericiye yakın olan bölgelerde alan şiddeti 55-70 dB civarında çıkmış vericiden uzaklaştıkça alan şiddeti düzgün olarak azalmaya devam etmiştir. TRT vericileri ile özel TV vericileri arasındaki açı 180º olarak belirlenmiştir.

Özel Tv'ler vericilerini Akşehir'e göre TRT'nin tam aksi istikamete kurmuşlardır. Bu durum da TRT vericilerine Tv antenleri yönlendirildiğinde diğer kanallardan gelen rahatsız edici emisyonların etkileri en az olmaktadır.

Alan şiddeti ölçüleri yapılırken alan şiddeti ölçü aletinin anteni TRT vericilerine çevrildiğinde alınan sinyal seviyesi 49 dBμV – ile 69 dBμV arasında değişmektedir. Alan şiddeti ölçü aletinin anteni özel TV vericilerine çevrildiğinde TRT yayınlarının ölçülmüş olan alan şiddeti seviyesi ise 42μV ile 58 dBμV arasında değişmektedir.

Yine Akşehir ana verici istasyonundan yayın alan Altınekin ilçesinde yapılan ölçülerde ise alan şiddeti ölçü aletinin anteni TRT vericilerine çevrili iken alınan elektrik alan şiddeti seviyesi 23 dBμV i le 46 dBμV arasında değişmektedir. Anten özel Tv ler istikametine çevrildiğinde ise yine 23 dBμV ile 46 dBμV arasında değişmektedir.

Bu durmda şu soru akla gelmektedir . Neden alan şiddeti seviyesi anten tam tersi istikamete çevrildiği anda da fazla değişmemektedir? Bunun sebebi diğer yönde de TRT vericileri ile özel TV vericileri arasındaki açı 180 º olmayıp çok daha düşük değerlerde dmektir.



Şekil 3.5 Ankara ve illerin arazisi ve yapılan ölçüm değerleri[56]

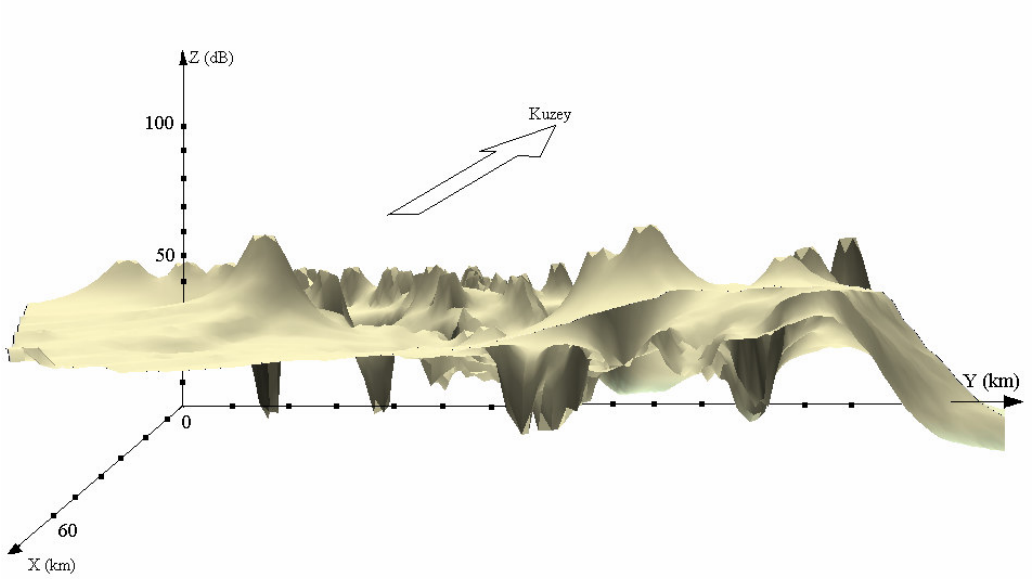
Şekil 3.3 ve 3.4' görülen modeller sırasıyla Akşehir ile Ankara ve civar iller için veriler excelden çekilerek bulunmuş arazi modeli üzerine bindirilmiş RF alan şiddeti değerlerinin dağılımıdır. Ankara dağılımı üzerindeki beyaz çizgiler , yolları gösteren katman , haki yeşil çizgiler mahalle ve ilçe sınırlarını gösteren katman, yüzey Ankara ve çevresinin haritadan alınan katmanı , şeklin koyu rengi ise google Earth'dan GEScene programı ile çekilerek koordinatları üst üste çakıştırılan

katmandır. Şekile üç boyutlu dağılımı ise alınan alan şiddeti ölçülerinin sayısal değerleri vermekte olup elektromanyetik dağılımı gösteren katmandır.

Bu katmanlar incelendiğinde görülmektedir ki Ankara'nın ve civar yerleşim bölgelerinin TV yayınlarını ne derece alıp almadığı görüle bilmektedir . TV vericilerinin bulunduğu yüksek kesimlerde alan şiddeti seviyeleri 70-80 dBμV mertebelerinde seyretmektedir. Fakat yükseklik bakımından Tv vericilerinden daha alçak rakımlı bölgelerde kalan ve bir coğrafi oluşumun arkasında kalan bölgelerde yayın alan şiddeti değerleri oldukça düşük görülmektedir.

Ankara'da yapılmış olan ölçüler şehir merkezi olarak ; Armada, Eryaman Etimesgut , Mamak, Yeni mahalle , Ümitköy, Çayyolu , Hoşdere caddesi, Batıkent ve Keçiören ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Bu noktalardan alınan ölçüler TRT'nin ankara'daki emisyon noktaları olan Elmadağ, Yeni Mahalle (Şentepe), Dikmen ve Hüseyin Gazi Tepesi'nden yayın yapan vericiler için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Yapılan ölçülerde bulunan elektrik alan şiddeti değerleri ise en yüksek değer olan 82 dBμV ile en düşük değer olan 26 dBμV arasında değişmektedir. 82 dBμV, Yeni mahalle mevkiinden Elmadağ vericisi için yapılan ölçülerden elde edilmiştir.

Bu değerin yüksek olmasının sebebi TV1 vericisinin ölçüsü olması ve VHF 5. kanaldan yayın yapmasıdır. Özel TVlerin hepsi UHF bandından yayın yaptığı için TV1 vericisinin VHF 5. kanaldan yapmış olduğu yayın herhangi bir bozucu frekansa maruz kalmamaktadır. Bu nedenle de bu bölgede alınan ölçülerde alan şiddeti değeri yüksek çıkmaktadır.



Şekil 3.6 Siirt ili arazisi ve çevresinde yapılan ölçümlerin değerlendirilmiş hali[56]

Şekil 3.6'da görülen durum Siirt ve çevresinde yapılan ölçümlerden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Ölçümler prolink alan şiddeti ölçü aleti kullanılarak yapılmıştır.

Şekilde X-Y düzlemi , arazinin yüzeyi olarak belirlenmiştir. Z boyutu ise gösterimin kolaylığı açısından dB olarak alan şiddetini gösterecek şekilde seçilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere merkez olarak Siirt ve çevresinin batı bölgeleri alınmıştır.

Bu coğrafyada ölçülen alan şiddeti değerleri 70 dBuV ile 32 dBuV arasında değişmektedir. 0 değerine yakın görülen yerler ise yayın seviyesinin çok fazla düşük olduğunu göstermekte olup normal alıcılarla alınamayacağını ifade etmektedir.

Ölçümler sırasıyla şöyle yapılmıştır; DVB-T ölçümleri olarak Ankara Dikmen de yapılmış olup , kanal numarası 31 dir. Vericinin gücü 1500W ve anten

kazancı 9.7 dB dir. Modülasyon türü 64-QAM, code rate 2/3, guard interval ¼, paket veri hızı 19.91 Mbps ve şebeke MFN olarak alınmıştır.

Ölçümler Ankara'nın İstanbul'un ve Siirt'in muhtelif çoklu noktalarında yapılmıştır. Sinyal seviyeleri dBμV olarak elde edilmiştir.

Ayrıca bu şehirlerde yapılan ölçümlerde işlenmenin doğruluğu açısından ölçüm noktalarının koordinatları da alınmıştır.

DVB-T için:

Çizelge 3.1 DVB-T için Referans Planlaması konfigürasyonları [93,94]

Referans planlama konfigürasyonu	RPC 1	RPC 2	RPC 3
Referans planlama konfigürasyonu	95%	95%	95%
Referans *C*/*N* (dB)	21	19	17
Referans $(E_{med})_{ref}$ (dBµV/m) at 200 MHz	50	67	76
Referans $(E_{med})_{ref}$ (dBµV/m) at 650 MHz	56	78	88

$(E_{med})_{ref}$: minimum ortalama eş alan şiddeti

RPC 1: sabit çatı alışı için referans planlama konfigürasyonu

RPC 2: taşınabilir dışmekan alışı için ya da düşük kaliteli taşınabilir iç mekan alış ya da hareketli alış için referans planlama konfigürasyonu

RPC 3: daha yüksek kaliteli taşınabilir iç mekan için referans planlama konfigürasyonu

T-DAB için:

Çizelge3.2 DVB-T için Referans Planlaması konfigürasyonları [93,94]

Referans planlama konfigürasyonu	RPC 4	RPC 5
Yönlenme olasılığı	99%	95%
Referans *C*/*N* (dB)	15	15

Referans $(E_{med})_{ref}$ (dBµV/m) at 200 MHz	60	66

$(E_{med})_{ref}$: minimum ortalama eş alan şiddeti

RPC 4: Hareketli alış için referans planlama konfigürasyonu

RPC 5: Taşınabilir iç mekan alış için referans planlama konfigürasyonu

Plan tatbikatı: (Doc 23)

EBU-TD (Technical Department)'dan T-DAB için yaptığı plan tatbikatı aşağıdaki gibidir:

Band III'de, T-DAB için gerekli olan çalışmaları yapmak için Wiesbaden 95 (WI95)'de elde edilmiş olan veriler kullanılmıştır. Bu veriler taksim sınırlarını ulusal sınırları ve WI95'de tahsis edilmiş olan kanalları da içermekdedir. Ancak WI95'den beri gerçek uygulamalarda değişiklikler olduğu muhakkaktır. Bu değişiklikler güncellenmemiştir. Bu nedenle kayıtlı orijinal veriler plan tatbikatı için kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçların kısıtlı bir bölümü Ek-1 ve Ek-2'de görülmektedir. **Ek-1** Referans planlama konfigürasyonunun 4. modelini (Reference Planning Configurations-4; **RPC-4**), **Ek-2** ise **RPC-5** modeline göre yapılan çalışmayı göstermektedir. Her iki durumda da referans şebeke 4 (RN4) temel alınmıştır.

Eklerde kapsaması asıl olan (istenen) istasyon ile enterfere eden (istenmeyen) istasyonun analiz sonuçları görülmektedir. Analiz sonuçlarında;

O	Verici kapsamalarının örtüştüğünü (Overlap),
USF	Hesaplanmış, kullanılabilir alan şiddetini (Usable field strength),
INC	Enterferans sonucuna göre minimum ortalama alan şiddeti (minimum median field strength) değerindeki artışı,

göstermektedir.

Avrupa'da III. Bandın DVB-T ve T-DAB için planlanması düşünülmüştür. Mevcut durumda III. Band 11. ve 12. kanallar T-DAB için kullanılmaktadır. BPN'yi geliştirmek için SFN çalışmaları yapılmış olup (doc17), DVB-T SFN'lerinin analizi için III. Ve IV banda lokasyon olasılığı %95 ve alış şartları taşınabilir dışmekan (portable outdoor reception) olarak , T-DAB içinse III.Band'da lokasyon olasılığı %95 ve alış şartları taşınabilir iç mekan (PI) olarak belirlenmiştir[93].

Çizelge 3.3 III.Band T-DAB Frekans bloklarını gösterir çizelge[94]

T-DAB blok numarası	Merkez Frekansı (MHz)	Blok Band Genişliği (MHz)	Alt Koruma Bandı (kHz)	Üst Koruma Bandı (kHz)	Frekans Bölgesi (MHz)
5A	174.928	174.160 - 175.696	160	176	174.0 - 181.0
5B	176.640	175.872 - 177.408	176	176	
5C	178.352	177.584 - 179.120	176	176	
5D	180.064	179.296 - 180.832	176	336	
6A	181.936	181.168 - 182.704	336	176	181.0 - 188.0
6B	183.648	182.880 - 184.416	176	176	
6C	185.360	184.592 - 186.128	176	176	
6D	187.072	186.304 - 187.840	176	320	
7A	188.928	188.160 - 189.696	320	176	188.0 - 195.0
7B	190.640	189.872 - 191.408	176	176	
7C	192.352	191.584 - 193.120	176	176	
7D	194.064	193.296 - 194.832	176	336	
8A	195.936	195.168 - 196.704	336	176	195.0 - 202.0
8B	197.648	196.880 - 198.416	176	176	
8C	199.360	198.592 - 200.128	176	176	
8D	201.072	200.304 - 201.840	176	320	
9A	202.928	202.160 - 203.696	320	176	202.0 - 209.0
9B	204.640	203.872 - 205.408	176	176	
9C	206.352	205.584 - 207.120	176	176	
9D	208.064	207.296 - 208.832	176	336	
10A	209.936	209.168 - 210.704	336	176	209.0 - 216.0
10B	211.648	210.880 - 212.416	176	176	
10C	213.360	212.592 - 214.128	176	176	
10D	215.072	214.304 - 215.840	176	320	
11A	216.928	216.160 - 217.696	320	176	216.0 - 223.0
11B	218.640	217.872 - 219.408	176	176	
11C	220.352	219.584 - 221.120	176	176	
11D	222.064	221.296 - 222.832	176	336	
12A	223.936	223.168 - 224.704	336	176	223.0 - 230.0
12B	225.648	224.880 - 226.416	176	176	
12C	227.360	226.592 - 228.128	176	176	
12D	229.072	228.304 - 229.840	176	176	

Çizelge 3.3 de III.Band da (174-230 MHz) T-DAB için planlanmış olan kanalların bölümlendirilmesi gösterilmiştir. Burada yine B dizge sistemi geçerli olup band genişliği 7 MHz dir. Her band da 4 adet T-DAB bloğu vardır. N kanalın da T-DAB frekans bloğu A için ve N-1 kanalındaki blok D için güvenlik bandları 320 kHz ve 336 kHz arasındadır.[54]

EBU radyo ve Televizyon Hazırlama konferansının altıncı toplantısında elde edilen sonuçlar BPN 003-005-038-043-047 şeklinde ortaya konulmuştur. Bunlarda

frekansa karşılık gelen yükseklik kayıpları (height loss dB) sırasıyla 200, 500, 800 MHz frekanslarına karşılık 12, 16, 18 dB olarak belirlenmiştir. Sinyalin bina içerisine nüfuz etme kaybı ortalama değer olarak yine sırasıyla 9, 8, 8 dB olarak belirlenmiştir. B ina içerisine nüfuz etme kaybı standart sapma olarak ise 3, 5.5, 5.5 dB olarak ifade edilmiştir.[94]

3.4. Uzak-Alan Desen Hataları

Hataların tanımı sadece test sonuçlarındaki sınırların kesinliğini belirlemekle kalmayıp ayrıca görüş sahasının bilgisayar yardımıyla nasıl geliştirileceğini ve bu hataların düzeltme miktarlarının anlamını da verir.

Uzak alan bölgesinde en çok görülen hatalar şunlardır;

1- Homojen olmayan genlik ve faz

a. Faz eğrisi sonlu bölge uzunluğundan dolayı oluşur

b. Genlik eğrisi kaynak antenin boyundan ya da yer bölgesinin loblamasından oluşur

c. Genlik eğimi kaynağın dönmesinden ya da yer bölgesinin yüksekliğinden oluşur

2- Yansımalar:

a. Test anteni ana kulak aydınlatması nedeniyle

b. Yerel yansımalar arka kulak sebebiyle olur

c. Test anteni ve standart anten arasındaki farklılıklar nedeniyle oluşur.

3- Bileşenlerin doğruluğu

a. Frekansın ayarlanması

b. Gürültü sınırları

c. Alıcının doğrusallığı – dinamik bölge

d. Kazanç standardının doğruluğu

e. Pedestal açının doğruluğu

4- Çeşitli Hatalar

a. Test anteninin sapmaları

b. Girişim(interferans)

c. Kaynak polarizasyonu

Bu hataların en önemlilerinden biri olan yansıma kulaklarının büyüklüğü kaynağın ışıma gücüne yansıtıcılığına ve test anteninin konumlandırılmasına bağlıdır. Eğer kaynak yansıtıcı nesnelerin ana kulak ışımasından kaçınılarak tasarlanabilirse normal olarak yan kulakları en az 25 dB bulmayı bekleyebiliriz.

Aşağıda çeşitli nesnelerin yansıtıcılıkları verilmiştir;

Ağaçlar ve odunlar ……15-25 dB

Binalar…… 5-15 dB

Yutucu……20-40 dB

Toprak 0-5˚C ……..0-5 dB

5˚C +……..1-15 dB

Parketmiş otomobiller……-15 dB

Çoğu dış mekan ölçüm alanlarında en iyi desen elde etmek için en dar demet genişliğine ulaşılması gerekmektedir[6]

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan tez çalışmasında; DVB-T ve T-DAB ölçümleri pilot bölgelerde yayın yapan İstanbul'da Çamlıca ve Beylikdüzü vericilerinden, Ankara'da Dikmen vericisinden ve Siirt'te Siirt vericisinden alınmıştır. Bu ölçümler sırasında EBU CP-R ve CP-T tartışmalarından yararlanılmıştır.

Bu güne kadar antenlerin uzak alandaki ışınım güçleri Katrein alan şiddeti ölçüm aleti kullanılarak dB olarak Türkiye sınırları içerisinde çeşitli coğrafik bölgelerde yapılmıştır. Fakat bu ölçümlerde Prolink alan şiddeti ölçü aleti kullanılmıştır. Elektromanyetik ışınımı ölçülecek olan verici kaynaklarının frekansları, antenden yayılan etkin güç miktarı, verici anteninin deniz seviyesinden olan yüksekliği, alıcı antenin deniz seviyesinden olan yüksekliği, verici antenin konumu (bu konum ufuk koordinat sistemine göre veya ekvatoryal koordinat sistemine göre olabilir), alıcı antenin konum parametreleri belirlenmiştir.

Tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde anten ışıma diyagramlarının hesabı ve modellendirilmesi yapılacak şekilde grafikleme çalışması uygulanmıştır.

Bu parametreler yardımı ile bir bilgisayar modelleme programı kullanılarak ölçümü yapılmak istenen antenin üç boyutlu ışınım diyagramı yoluyla modellenmiştir.

Bu güne kadar Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde TRT 'ye ait birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü TV kanalları ile R1, R2, R3 ve R4 radyo kanallarının uzak alan RF ölçümleri dB cinsinden yapılmıştır.

Ayrıca 2008 yılında sayısal yayına geçilmesi planlandığından İstanbul ve Ankara illerinin sayısal uzak alan ölçümleri de yine dB olarak ikinci defa alınmıştır.

TRT nin yaptığı ölçümlerde Pİ ve PO olarak sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan ölçümler yer yüzeyinden 2 m yukarıda anten kullanılarak alınmış olduğundan çıkan seviyeler 40dB ile 70dB arasında değişmektedir. ITU normlarına göre ise bir TV yayınının ev içinde kullanılan bir antenle alınması için yerden 10 metre yüksekteki yayın seviyesi 90 dBuV olması gerekmektedir. Bu amaçla TRT yayınlarını alırken bulunan değerlerin üzerine 13 dbμV eklenmektedir

Bu çalışmada yapılan ölçümlerde kullanılan dipoller hep kısa üçgensel dalgalarla ışıyan dipollerdir. Her antenin türüne göre değişik ölçüm metodları olmakla birlikte burada dipollerin ölçüm metodu ile ilgili bilgileri ifade edilebilir. Yapılan ölçümler uzak alan ölçümleri olduğu için testler de uzak alan testleri olarak ele alınmıştır.

Uzak alan bölgesi dizayn edilirken planlanması gereken bazı parametreler vardır; bölgenin uzunluğu, genişliği ve kule yüksekliklerinin belirlediği geometrisi; kaynak tasarımı yapılırken ele alınan güç ve kaynak anteni özellikleri ile birde alış bölgesi dizaynı yapılmıştır. Alış bölgesi tasarımında yönlendirme önemlidir. Ayrıca kayıtlar yapılırken duyarlık, ölçme hızı , enterferans, çizim ve veriş testleri etkili olmaktadır.

Ölçümler sırasında atmosferin özellikleri nedeniyle bozucu etkilerle karşılaşılmıştır. Bu bozucu etkiler frekans değeri yukarıya doğru çıktıkça daha da artmaktadır. Burada ele aldığımız en önemli bozucu etki yağmur nedeniyle meydana gelen etkidir. 2-4 GHz arasındaki frekanslarda çok fazla şiddetli yağış altında maksimum zayıflatma 0.48 dB düzeyinde iken 14 GHz frekans seviyesine çıkıldığında bu zayıflatma 40 dB nin üzerine çıkmaktadır ki bu, yayınların izlenememesi anlamına gelmektedir[97].

Antenlerin uzak alan testleri; Desen testleri, Kazanç ve Yönlendiricilik testleri, Polarizasyon testleri ve Görüş alanı testleri olmak üzere farklı başlıklar altında toplanabilir. Bu çalışmada sadece desen testleri ile ilgilenilmiştir.

Elbette bir antenin uzak alan ölçümleri yapılırken bu ölçümlerde bir takım hatalar da meydana gelmektedir . Bu hatalar da yine yakın alan , uzak alan ve sıkı bölge hataları olmakla birlikte bizim ölçümlerimiz uzak alanda yapıldığı için uzak alan hataları ele alınmıştır. Uzak alanda oluşan başlıca hatalar [(6)] ; Bir biçimli olmayan genlik ve faz hataları (sonlu alan uzunluğundan dolayı faz eğriliği, kaynak anten boyu ya da yer bölgesi lobundan dolayı genlik eğriliği ve alıcının yerleşimi ya da yer bölgesi yüksekliğinden dolayı genlik eğimi), Yansımalar (Test anteni ana kulak (main lobe) aydınlatması, Arka kulaktan (back lobe) kaynaklanan yerel yansımalar ve Test ve standart anten arasındaki farklılıklar), Bileşenlerin doğruluğu (Frekans ayarı, Gürültü sınırları, Alıcı doğrusallığı – dinamik bölge, Kazanç standart doğruluğu ve Ayak (kaide) açısı doğruluğu) ve Çeşitli hatalar (Test anteni sapmaları, Enterferans ve Kaynak polarizasyonu) şeklinde değerlendirilmektedir.

Yukarıda gruplanan hataların yanı sıra bir de hataların tahmin edilmesi (error estimation) işlemi yapılır. Burada alanın homojensizliği, yansımalar ve eleman sınırlamalarının getirdiği hatalar hesaplanır. Sonrada bu hatalar hata düzeltme[(6)] (error corrections) yoluyla bertaraf edilmektedir.

Anten ışımaları üzerinde çalışılan vericiler UHF bandı G dizge sisteminde çalışmaktadır. Emisyon sınıfı A5C (negatif) – Ses : F3 olup frekans sapması her ses kanalı için maksimum 50 kHz dir. Ses ve resim amplifikasyonu ayrı dır ve her iki ses sinyalinin transmisyonu birliktedir. Transmisyon çıkışı ses resim güç oranları

çift sesli çalışmada 100:5:1 , tek sesli çalışmada ise 20:1 ya da 10:1 olup ölçüleri yapılan TV vericilerinin kullanmış olduğu sınırlar 20:1 , tek ses çalışması olduğu için bu oran 20:2 şeklinde yapılmıştır. Vericiler geniş bantlı olduğu için UHF bandının tüm kanallarında yayın yapabilecek kapasitededirler.

Türkiye'de televizyon yayıncılığı için TV vericilerinin kurulma tarihleri 1960'lı yılların sonları ile 1970'li yılların başlarına rastlamaktadır. Bu yıllarda vericilerin kurulacağı yerler planlanırken, o tarihlerde uydu yayıncılığı henüz yeni başlamamış olduğundan, TV yayınlarının tüm ülkeye dağıtılması amacıyla R/L zinciri ile birlikte çalışacak şekilde planlanmıştır. Bu yüzden vericiler arazi yapısına göre en büyük kapsama alanı sağlayacak ve aynı zamanda R/L zinciri ile birlikte çalışacak şekilde düzenlenmiştir. Bu durum anten ışıma diyagramlarına olumlu katkı sağlamıştır. Bunun yanında şehirleşmenin artması ve daha sonraki yıllarda özel TV kanallarının şehir içlerine kurdukları vericilerin artması nedeniyle, şehir içlerinde ve açık arazide önceden uluslararası normlarda olan dBμV olarak anten ışıma alan şiddeti bu kanalların bastırmasına uğrayarak düşmüştür. Yani daha önceden şehrin bir mahallesinde ölçülmüş olan alan şiddeti örneğin 60 dBμV ise özel TV ve Radyo vericileri kurulduktan sonra yaklaşık 40-45 dBμV seviyelerine düştüğü görülmektedir.

Bazı özel kanallar tarafından şehir içlerine ve ortak herhangi bir transmisyon noktası belirlenmeden şehrin birbirinden ayrı noktalarına farklı vericiler kurulmuş ve bunların çıkışlarında olması gereken harmonik bastırma filtreleri de önceleri takılmadığından dolayı asıl yayın frekansı ile harmonikler de herhangi bir bastırmaya

uğramaksızın yayınlanmıştır. Bu durum TRT açısından ve kurallara uygun yayın yapan özel TV kanalları açısından çok ciddi zorluklara yol açmıştır.

Bu problemlerin yanı sıra alıcıların bulunduğu mekanlarda TV yayınlarını alabilmek için açık alanda ulaşılması gereken elektromanyetik dalganın alan şiddeti değerlerinin özel TV kanallarının bastırması nedeniyle düşmesi probleminin de çözülmesi gerekmektedir. Bunu yapabilmek için ya vericilerin gücünün yükseltilmesi ya da alıcıların giriş duyarlılık ve seçicilik değerlerinin yükseltilmesi gerekmektedir. Her iki durumda da ortada olan bir gerçek, hem TRT'nin yayın normu hem de alıcıların duyarlılık ve seçicilikleri uluslararası normlarda olduğudur. Böylece açık alandaki elektromanyetik dalganın elektrik alan şiddetlerinin normlara ulaştırılması için farklı yollar izlenmesi gerektiği açıktır.

Elektrik alan şiddetinin düşmüş olması problemi sayısal yayıncılık başladıktan sonra kısmen de olsa hafiflemiş olacak fakat tamamen çözülmemiş olacaktır. Diğer durum ise vericilerin tek transmisyon noktasına toplanmasıyla çözülebilir olmasıdır.

Tüm TV vericilerinin tek noktaya toplanması için çalışmalara başlanmış olup pilot olarak İstanbul'da Çamlıca Tepesi, ortak transmisyon noktası olarak belirlenmiştir. Fakat bu sayısal yayıncılık için düşünülmüştür. Analog yayıncılık eski şekilde devam etmektedir.

Ayrıca bununla birlikte dünyada TV ve FM yayıncılığında elektron tüplerinin kullanımı hemen hemen yok denecek düzeydedir. Fakat TRT kurumu TV ve FM yayıncılığın da yaklaşık % 90 oranında tüplü güç yükselteçleri kullanmaktadır. Tüp

ile yapılmış olan güç yülselteçlerinin gerek kuruluş ve gerekse işletme maliyetleri hem hava hem su ile (gücüne göre) soğutma gerektirdiğinden çok yüksek olmaktadır. Vericiler coğrafi olarak yüksek rakımlı bölgelere kurulduklarından, su ile soğutulduklarında zaman zaman su soğutma devrelerinde donmalar meydana gelmektedir ve bu artı bir maliyete daha sebep olmaktadır. Ayrıca su soğutma sistemi hem birincil hem de ikincil devrelere sahip olduğundan maliyet katlanmaktadır.

Ayrıca tüp ile çalışan vericilerde yüksek gerilim kullanma zorunluluğu olduğundan, gerek gerilimin yüksekliği nedeniyle öldürücü kazalara sebebiyet vermesi bakımından gerekse güç arttığında, uygulanacak olan anot voltajı da artırılmaktadır. Dolayısıyla personelin kanser yapıcı etkisi olan yumuşak x ışınlarına maruz kalması bakımından birde insan sağlığı açısından zararlı ve ekonomik açıdan da hiç verimli olmadığı belirtilebilir.

Oysa bu vericilerin yerine transistörlü vericilerin kullanılması hem işletme açısından hem ekonomik açıdan ve hem de sağlık açısından çok daha uygun olmaktadır. Fakat halen yayın yapmak amacıyla kullanılan mevcut tüplü vericilerinde atılamayacağı ortadadır. Bunun yerine bu vericilerden tüplü güç yükselteçleri transistörlü güç yükselteçleriyle değiştirilebilir. Böylece hem su soğutma sistemlerinden, hem yüksek gerilim sistemlerinden arındırılmış olan vericiler, daha ergonomik hale getirilmiş, ömürleri artırılmış, işletme maliyetleri düşürülmüş ve sağlık açısından doğurduğu tehlikeler en aza indirilmiş olur.

Böylece yapılan tez çalışması sonucunda, söz konusu vericilerden yayınlanan elektromagnetik dalganın desenin tekrarlı analizlerinin tek ölçümle nasıl sağlandığı ve kullanılan bilgisayar programları ve yapılan modellemelerle bu alandaki

çalışmalara ne denli kolaylıklar sağlandığı ele alınmış ve bu vericilerin daha verimli ve çevreye daha uyumlu hale getirilebilmesi için bazı gerekli durumlar irdelenmiştir.

KAYNAKLAR

1. JOHNSON, Richard C., JASIK, H. , "Antenna Engineering Handbook", Second Edition , McGraw-Hill Book Company , 1984.

2. WOLFF , Edward A. "Antenna Analysis" , Space Engineering Laboratory, Jon Wiley & Sons, inc. , New York. London , Sidney 1977.

3. FISHER K.D., NASA , http://lisa.nasa.gov/STRATEGY/getThere.html, (2007).

4. RODDY D., "Satellite Communications" , Third Edition, McGraw Hill Telecom Engineering International Edition , 2001.

5. REISERT J.H. , "Understanding and Using Antenna Patterns" , (2005).

6. EVANS, Gary E. , "Antenna Measurements Techniques", Artech House Inc, London , 685 Canton streets **,** 1990.

7. S.Ramo, J.R.Whinnery, T.V.Duzer, "Fields And Waves in Communication Electronics" , Second Edition , John Wiley & Sons **,** 1984 .

8. K.B.Benson , Revised by J.Whitaker , Television Engineering Handbook , Featuring HDTV Systems, METU Library 1992.

9. H. Y. Yang , "A numerical method of evaluating electromagnetics fields in a generalised anisotropic medium", IEEE Trans. On Antennas and Propagation , **43**,1626, (1995).

10. N.E. Buris , B.F. Timothy and R.S. Silverstein , "Dipole arrays printed on ferrite substrate", IEEE Trans. on Antennas and Propagation**, 41** , 165, Feb (1993).

11. U.ANDERSSON , " The FDTD Method for Computational Electromagnetics Application" , Expert at PDC, http://www.nada.kth.se/~ulfa, (2006).

12. IEEE Standard " Test Procedure For Antennas" Std.149 , (1979) .

13. B.Temelkuran, M.Bayındır, E.Özbay, R.Bisvas, M.M.Sigalas,G.Tuttle, K.M.Ho, "Photonic crystal-based resonant Antenna with a very high directivity" Journal of applied Physics , Communications ,Volume .**87** , number 1, 1 january (2000).

14. J.M.Seavey, "Commercial Antenna design using WIPL-D code", Presented at the ACES conference March 19-21 , Monterey ,California, USA, (2001).

15. R.Braun ,M.Pinkasy " Automated Antenna Measurement Channel Power and Air Sensitivity Test Integrated System" (2001).

16. J.Yang, B.Lindmark, P.S. Kildal, " Studies of Cylindrical Base Station Antennas for Future Communication Systems by Using G2DMult", Presented at Nordic Antenna Conference Antenn00 in Lund September (2000).

17. J.D.Lohn, D.S. Linden , G.S.Hornby, W.F.Krauss, A.Rodriguez, S.Seufert, "Evolutionary Design of an X-Band Antena For NASA's Space Technology 5 Mission", Proc. 2004 IEEE Antenna and Propagation Society International Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting , Vol.**3**,pp.2313-2316, (2004).

18. K.Sarabandi,R.Azadegan, " Design of an efficient Miniaturized UHF Planar Antenna" , IEEE Transactions on Antennas And Propagation, vol.**51** ,No :6 , June (2003).

19. P.Russer , " Network Oriented Modeling Of Radiating Electromagnetic Structures" , Turkish journal of Electronic Engineering , Vol.**10**, No.2 , (2002).

20. S.Paker , L . Sevgi , " FDTD Evaluation of The SAR Distribution in A Human Head near A Mobille Cellular Phone", TJEE Vol.**6** ,No .3, (1998).

21. BALANIS C.A. , ANTENNA THEORY Analysis And Design, Second Edition, JOHN WILEY & SONS, INC. , 1997.

22. S.Bhashyam, A.Sabharwal , B. Aazhang , " Feedback Gain İn Multiple Antenna Systems" , IEEE Transactions on Communications , Vol .**50** , No .5 , May (2002).

23. D.Bakers , " Finite Antenna Arrays: An Eigencurrent Approach ", CIP-DATA Library Technische Universiteit Eindhoven, NUR **919** (2004).

24. B.M.Hochwald, T.L.Marzetta, "Unitary space-Time Modulation For Multiple – Antenna Communications in Rayleigh Flat Fading" ,IEEE Transactions on Information Theory , Vol.**46** , No . 2 , March (2000).

25. A.L.Drozd , "IEEE Standards and Recommended Practices For CEM Computer Modeling And Simulation " IEEE International Symposium on EMC Standards Workshop , Minneapolis , MN , 19. August (2002).

26. A.Khaleghi, A.Azoulay, J.C.Bolomey, N. Ribiere-Tharaud, "DESIGN AND DEVELOPMENT OF A COMPACT WLAN DIVERSITY ANTENNA FOR WIRELESS COMMUNICATIONS", DRE, Supélec, 3, rue Joliot-curie, Plateau de Moulon F-91192 Gif-sur-Yvette Cedex, France

27. Kuntae Kima,, Jong-Yeon Park , Yong-Hee Hana, Ho-Kwan Kanga,Hyun-Joon Shin , Sung Moona, Jung-Ho Park , "3D-feed horn antenna-coupled microbolometer" , Sensors and Actuators A Physical110, 196–205**,** (2004).

28. B.Hasibi , B.M. Hochwald "Multi Antenna Cayley Differantial Codes" California Institute of Technology Pasadena , CA,0-7803-7402- IEEE (2002).

29. Thomas Svantesson and Mats Viberg "A RADIO CHANNEL MODEL FOR MULTIELEMENT ANTENNA SYSTEMS" Department of Signals and Systems,Chalmers University of Technology,S-412 96 G¨oteborg, Sweden,

30. Thomas Svantesson ,"MULTIMODE ANTENNA DIVERSITY" , Chalmers University of TechnologyDepartment of Signals and SystemsS-412 96 G¨oteborg, Sweden

31. Montree Budsabathon, Yoshitaka Hara, Shinsuke Hara, "Optimum Beamforming for Pre-FFTOFDM Adaptive Antenna Array" , IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. **53**, NO. 4, JULY (2004).

32. G.Çakır L.Sevgi , "Design, Simulation and Tests of a Low-cost Microstrip Patch Antenna Arrays for the wireless Communication", TJEE VOL.13, NO.1 (2005).

33. HAARP , "Ionospheric Research Facility, Arctic Facility For Conducting Upper Atmospheric Research", http://www.haaarp.alaska.edu/haarp, (2002).

34. Faton Tefiku, Craig A. Grimes, "Design of Broad-Band and Dual-Band Antennas Comprised of Series-Fed Printed-Strip Dipole Pairs" , IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 48, NO. 6, JUNE (2000).

35. N. Milisavljevic, B. Scheers, Y.Yvinec, M. Acheroy, "3D visualization of data acquired by laboratory UWB GPR in the scope of mine detection", Royal Military Academy

36. Jeffrey J. Daniels1, Lucian Wielopolski2, Stan Radzevicius3, and Jess Bookshar1, "3D GPR Polarization Analysis for Imaging Complex Objects", Geological Sciences, The Ohio State University, Columbus,

37. Akbar M. Sayeed, "Deconstructing Multiantenna Fading Channels", IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, VOL. **50**, NO. 10, OCTOBER (2002).

38. Carl R. Nassar, Seyed Alireza Zekavat, "Smart Antenna Arrays With Oscillating Beam Patterns: Characterization of Transmit Diversity in Semi-Elliptic Coverage", IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. **50**, NO. 10, OCTOBER (2002).

39. Halim Yanikomeroglu, Elvino S. Sousa, "Antenna Gain Against Interference in CDMA Macrodiversity Systems", IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL. **50**, NO. 8, AUGUST (2002).

40. Frank Kolak and Channabasappa Eswarappa , A Low Profile 77 GHz Three Beam Antenna for Automotive Radar" , IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS (2001).

41. K. Rizk, R. Valenzuela, S. Fortune, D. Chizhik and F. Gardiol "LATERAL, FULL- 3D AND VERTICAL PLANEP ROPAGATION IN MICROCELLS AND SMALL CELLS", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION

42. Herv_e Lebret , Stephen Boyd, "Antenna Array Pattern Synthesis", ENSTA, DFR/A via Convex Optimization, Research supported in part D_el_egation Generale a l'Armement and by a fellowship from Thomson CSF.Research supported in part by AFOSR (under F49620-92-J-0013), NSF (under ECS-9222391 and EEC-9420565), and ARPA (under F49620-93-1-0085).October 21, (1996).

43. Christos-Savvas Bouganis, Mike Brookes," Multiple Light Source Detection" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. **26**, NO. 4, APRIL (2004).

44. J.Vian , Z. Popovic, " Smart Lens Antenna Arrays " , 0-7803-6583-0/ 01 MTT-S Digest, IEEE (2001).

45. Herve Lebret, Stephen Boyd, "Antenna Array Pattern Synthesis via Convex Optimization", AFOSR (under F49620-92-J-0013), NSF (under ECS-9222391 and EEC-9420565), and ARPA (under F49620-93-1-0085). October 21, (1996).

46. Christos-Savvas Bouganis, Mike Brookes, "Multiple Light Source Detection", IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 26, NO. 4, APRIL (2004).

47. KILIÇ, M. "Radyo ve Televizyon Yayıncılığı Frekans Planlaması" RTÜK , (2002).

48. KALKAN, M. " Radyo ve TV Analog Frekans Planlaması" RTÜK , (2002).

49. RTÜK , Televizyon Ulusal Frekans Planı , T.C Radyo Televizyon Üst Kurulu (1995).

50. ÖZDEMİR , A. R. " Ankara İstanbul ve İzmir Şehirlerinde Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Hazırlanması ve Elektromanyetik Kirliliğin Azaltılması Yönünde Öneriler" Uzmanlık tezi , Telekomünikasyon Kurumu, Temmuz Ankara , (2003) .

51. Carlsson , O. "WRAP 0833 Computerised Spectrum Managament" , Head , Spectrum Management Aerotech Telub SE-351 80 Vaxco , Sweden

52. Cole , D. G. , Wilson , C.D. , " The ITU-R and Radiowave Propagation" , Telecomunication and İndustrial Physics , CSIRO , Epping NSW 1710 ,(2002).

53. ITU-R P833-4 Atteunation in Vegetation (question ITU-R 202/3) , (2003).

54. Technical Report- Annex to ECC Report 4 "Initial Ideas Concerning The Revition of The Stockholm (1961) Agreement (2003).

55. ITU-R P. 527-3*, Electrical Characteristics Of The Surface Of The Earth, 1978-1982-1990-1992 . , * Radiocommunication Study Group 3 Made editorial amendments to this recommendation in 2000 in accordance with Resolution ITU-R **44**.

56. MapInfo Profesional v.8 , "Large GIS Software Developer", (2006). And RemCom Terrain Database (2007).

57. Annex 4 , Propagation Curves in The Land Mobile Services , Page 1 to 26

58. Annex 5 , Determination of The Interference Field Strength In The Land Mobile Service, Page 1 to 18

59. Bria A. , Barque, D.G. , Scalability of The DVB-H Deployment on Existing Wireless Infrastructure, (2005).

60. SEAMCAT , Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool , Software Version 2.1 , U. Manual , European Radiocomminications Office , 23 February (2004).

61. ITU-R PN.525-2 , "Calculation of Free Space Atteunation", The ITU Radiocommunication Assembly , (1999).

62. Kogan, V.V. , Pavliouk , A.P. , Methodology Of Spectrum Monitoring Network Planning, 17th International Wroclaw Symposium end Exhibition on Electromagnetic Compatibility, 1 July (2004).

63. Australian Broadcasting Authority , Digital Terrestial Television Broadcasting Planning Handbook , Including Technical and General Assumptions ,Canberra March (2005).

64. Segal, M. , Akeley , K. , The Open GL Graphics System: A Specification, Ver. 2.0 October 22, (2004).

65. Rec . ITU-R P 1546 -1 Figure 11 600 MHz , land path , %1 time

66. MASC , Aman Tool , Software Tool For The Generations and Modifications Antenna Patterns , April (2005).

67. Annex to ECC Report 4 – Tecnical report , Initıal Ideas Concerning The Revision of The Stockholm (1961) Agreement , Criteria For Planning DVB-T, (2005).

68. Weck, O.D. ,Miller, D: , Hansman, J. , Multifunctionalıty In Parabolic Antenna Design Based On SMA Actuated Radiation Pattern Shaping, American Institute Of Aeronautics And Astronautics Inc., A98-39786, AIAA-98-4813, (1998).

69. Muldavin, J.B. ,Rebeiz, G.M. , MM-Wave Tapered Slot Antennas On Synthesized Low Permittivity Substrates, IEEE Transactions On Antennas and Propagation , **,** Vol.**47** , No.8 , PP.1276-1280 August (1999).

70. F.LACOSTE , "ITU-R Propagation Models Software Library", Centre National d'Etudes Spatials , Toulouse, Cedex 9 ,13 February (2006).

71. Karasawa, Y., Kamiya, Y. , Inoue, T., Denno, S. , Algorithm Diversity In A Software Antenna, IEICE Transactions Communications Vol. E83-B , No.6 June (2000).

72. T. S. Pollock, T. D. Abhayapala, and R. A. Kennedy , "Antenna Saturation Effects on MIMO Capacity", IEEE Research School of Information Sciences and Engineering The Australian National University, 0-7803-7802-(2003).

73. ITU-R P.676-5 , " Atteunation by Atmospheric Gases" , (question ITU-R201/3), The ITU Radio Communication Assembly , (2001).

74. ITU-R P.843-3 , "Atteunation Due To Clouds And Fog", The ITU Radio Communication Assembly , (1999).

75. B.M.Hochwald, T.L.Marzetta, "Unitary space-Time Modulation For Multiple – Antenna Communications in Rayleigh Flat Fading" ,IEEE Transactions on Information Theory , Vol.**46** , No . 2 , March (2000) .

76. P.Russer , " Network Oriented Modeling Of Radiating Electromagnetic Structures" , Turkish journal of Electronic Engineering , Vol.**10**, No.2 , (2002).

77. H. Y. Yang , "A numerical method of evaluating electromagnetics fields in a generalised anisotropic medium", IEEE Trans. On Antennas and Propagation , **43**,1626, (1995) .

78. Kuntae Kima,, Jong-Yeon Park , Yong-Hee Hana, Ho-Kwan Kanga,Hyun-Joon Shin , Sung Moona, Jung-Ho Park , "3D-feed horn antenna-coupled microbolometer" , Sensors and Actuators A Physical **110** 196–205 ,(2004).

79. Schoenneich, H. , Hocher, P.A, Single Antenna Co-Channel Interference Cancellation in Asyncronous TDMA Systems, Information And Coding Theory Labs. University of Kiel (2002).

80. Sellars, M.P., Athanasiadou, G.E. , Ziolko, B. , Greaves, S.D., Opposites Sector Uplink Interference In Broadband FWA Networks In High-Rise Cities, IEEE Electronics Letters , Vol.**40** , No.17, pg. 1070-1071, August (2004).

81. **KATHREIN** , "UHF Transmitting Antenna 757 453" , Werke KG Bereich Professionelle Antennen , Germany

82. **ROHDE & SCHWARZ** , " VHF – FM TRANSMITTING ANTENNA SYSTEM AR211 – 425.3542.02, Printed in West Germany, München

83. MORGÜL A, "Görüntü Sıkıştırma ve Sayısal TV Yayını", Boğaziçi Üniversitesi EEM Bölümü, Sayısal Yayıncılık Paneli , (2006).

84. CAN E., " Vericilerden Sayısal TV (DVB-T) Yayınları (Deneme ve Düzenli Yayınlara Geçiş Stratejileri)", TRT Vericiler Dairesi Başkanı, Sayısal Yayıncılık Paneli , (2006).

85. **STOLLE, R**. " Electromagnetic Coupling of Twisted Pair Cables Selected Areas in Communications", IEEE Journal on Volume 20, Issue 5, Page(s):883-892, june (2002).

86. SAKHIVEL, K. N. , DAS, S. K , "Uncertainty in Radio Frequency Emission Measurements Due The Effects of Electromagnetic Ambient Electromagnetic Compatibility", EMC. 2001 IEEE International Symposium on Volume **2**, 13-17 Aug. 2001 Page(s):985 - 990 vol.2 , (2001).

87. SURIANO, C.R., SURIANO, J.R., THIELE, G., HOLMES, T.W., "Prediction of Radiated Emissions From DC Motors Electromagnetic Compatibility" , IEEE International Symposium on Volume **2**, 24-28 Aug. 1998 Page(s):790 - 795 vol.**2** , (1998).

88. MURAKAMI, T.; OKUNO, Y.; KABASHIMA, S.; "Plasma stabilization and Improvement in The Performance of a Nonequilibrium Disk MHD generator Plasma Science" , IEEE Transactions on Volume **27**, Issue 2, Page(s):604 - 612 , April (1999).

90. EIBERT, T. F., ALAYDRUS, M. , "Electromagnetic and Thermal Analysis For Lipid Blayer Membranes Exposed To RF Fields", Biomedical Engineering, IEEE Transactions on Volume **46**, Issue 8, Page(s):1013 - 1020 , Aug. (1999).

91. QIN YU, HOLMES, T.W., NAISHADHAM, K., " RF equivalent circuit modeling of ferrite-core inductors and characterization of core materials"**,** Electromagnetic Compatibility, IEEE Transactions on Volume **44**, Issue 1, Page(s):258 - 262 , Feb. (2002).

92. SARTO, M.S., SARTO, F., LARCIPRETE, M.C., SCALORA, M., D'AMORE, M., SIBILIA, C., BERTOLOTTI, M., **"**Nanotechnology of Transparent Metals for Radio Frequency Electromagnetic Shielding", Electromagnetic Compatibility, IEEE Transactions on Volume **45,** Issue 4, Page(s):586 - 594 Nov. (2003).

93. **GÜNDÜZ** H., EBU , B/BCP (Broadcast Coferences Preperation) Proje Grubu Birinci Toplantısı Raporu İsviçre ,Cenevre , (2004).

94. **GÜNDÜZ H**. , EBU , B/BCP (Broadcast Coferences Preperation) Proje Grubu Altıncı Toplantısı Raporu İsviçre ,Cenevre , (2005).

95. MAIUZZO, M., HARWOOD, T., DUFF, W., **"**Radio Frequency Distribution System (RFDS) for Cosite Electromagnetic Compatibility", Electromagnetic Compatibility, 2005. EMC 2005. 2005 International Symposium on Volume **1,** Page(s):250 - 255 Vol. 1 , 8-12Aug. (2005).

96. ITU-R P.1546-1 , " Method for Point-to-area Predictions For Terrestrial Services in The Frequency Ranges 30 MHz to 3000 MHz, (2003).

97. K.B.Benson , Revised by J.Whitaker , Television Engineering Handbook , Featuring HDTV Systems, METU Library (1992).

98. BABA, M., SUZUKI, Y., ISHII, A., TAKI, M., FKUNAGA, K., WATANABE, S., "Development of A Transparency High Molecular Gel Phantom For Three-Dimensional Visualization of Radio Frequency Electromagnetic Power Absorption With Capsulate Thermo-Chromic Liquid Crystal" Radio Science Conference, 2004. Proceedings. 2004 Asia-Pacific ,Page(s):418 - 419 , 24-27 Aug. (2004).

99. WANG, H., DIRIK, C., RODRIGUEZ, S.V., GOLE, A.V., JACOB, B., **"**Radio Frequency Effects on The Clock Networks of Digital Circuits", Electromagnetic Compatibility, EMC 2004. 2004 InternationalSymposium on Volume **1**, Page(s):93 - 96 vol.**1**, 9-13 Aug. (2004).

100. ZHANG LEI, MA WEIMING, **"**Research of Radio Frequency Conducted EMI in Multi-Rectifier System", Electromagnetic Compatibility, **2003**. EMC '03. 2003 IEEE International Symposium on Volume **1**, Page(s):583 - 586 Vol.**1**, 11-16 May (2003).

101. BLAIR R., " Digital Techniques In Broadcasting Transmision" , Focal Press, Boston ,Oxford , Butterworth-Heinemann, (1999).

102. DJORDJEVIC, M.L., NOTAROS, B.M., **"**Highly Efficient Large-Domain Moment-Method Analysis And CAD of Radio-Frequency Antennas Mounted on or Situated in Vehicles" Vehicular Technology Conference, IEEE VTS-Fall VTC 2000. 52nd Volume **5**, 24-28 Sept. 2000 Page(s):2373 - 2377 vol.5, (2000).

103. Robert S.MAWREY, "Radio Frequency Interference And Antenna Sites" , UNIsite ,Inc 3450 Buschwood Suite 250 Tampa FL 33618. (2004).

104. YOSHIDA, S., TOHYA, H., , **"**Novel decoupling circuit enabling notable electromagnetic noise suppression and high-density packaging in a digital printed circuit board" **,** Electromagnetic Compatibility, 1998. 1998 IEEE International Symposium on Volume **2,** Page(s):641 - 646 vol.**2**, 24-28 Aug. (1998).

105. GARVER, R.V., TATUM, J.T., **"**Assessment Methodology For Rradio Frequency Effects (RFE)"**,** Electromagnetic Compatibility, 1989. IEEE 1989 National Symposium on Page(s):137 – 142, 23-25 May (1989).

106. IEEE Std 473-1985, **"**IEEE Recommended Practice For an Electromagnetic Site Survey (10 kHz to 10 GHz)" **,**18 June (1985).

107. HILL, R.J., **"**Electric Railway Traction. VII. Electromagnetic Interference In Traction Systems", Power Engineering Journal [see also Power Engineer] Volume **11**, Issue 6, Page(s):259 - 266 Dec. (1997).

108. DRES, D., VOUYIOUKAS, D., CONSTANTINOU, P., "Study Simulation And Measurement Evaluation of Spread Spectrum Overlay İn Analog Broadcasting System", Vehicular Technology Conference, 2002. Proceedings. VTC 2002-Fall. 2002 IEEE 56th Volume **4**, Page(s):2022 - 2025 vol.**4** , , 24-28 Sept. (2002).

109. Fordham, J.; Scott, M. Antenna pattern comparison between an outdoor cylindrical near-field test facility and an indoor spherical near-field antenna test facility Antennas and Propagation Magazine, IEEE Volume **46**, Issue 3, Page(s):146 – 151, June (2004).

110. Balanis, C.A., Electromagnetics at Arizona State University Antennas and Propagation Magazine, IEEE, Volume **35**, Issue 1, Page(s):39 – 48, Feb. (1993).

111. Burger, H.A., Use of Euler-rotation angles for generating antenna patterns Antennas and Propagation Magazine,IEEE Volume **37**, Issue 2, Page(s):56-63, April (1995).

112. Wilson Pearson, L**.,** Array theory via a Fourier-transform operational calculus Antennas and Propagation Magazine, IEEE, Volume **44**, Issue 4, Page(s):98 – 102, Aug.(2002).

113. Leather, P.S.H.; Parsons, D **,**Equalization for antenna-pattern measurements: established technique - new application**,** Antennas and Propagation Magazine, IEEE, Volume **45**, Issue 2, Page(s):154 – 161, April (2003).

114. ROHDE & SCHWARZ, "TV Transcope MUF 2" ,Federal Republic of Germany, (1985).

115. Thiele, E.; Taflove, A **,** FD-TD analysis of Vivaldi flared horn antennas and arrays, Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, Volume **42**, Issue 5, May Page(s):633 – 641, (1994).

116. Petre, P.; Sarkar, T.K. , Planar near-field to far-field transformation

using an array of dipole probes**,** Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, Volume **42**, Issue 4, Page(s):534 – 537, April (1994).

117. Young And Freedman , "Prefix For Power of 10", University Physics, Tenth Edition, 530-YOU-2000, AÜFF Library (2000).

118. Mitchell, R.L **,** On the reduction of stray signal errors in antenna pattern measurements, Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, Volume **43**, Issue 6, June **1995** Page(s):629 – 630

119. Rec . ITU-R P. 368-7 , " Ground Wave Propagation Curves For Frequencies Between 10 kHz And 30 MHZ , (1992).

120. Prolink Field Strength Measure Instrument Manuel, (2005).

EK 1 YAPILAN ÖLÇÜMLER

1 Yapılan birinci grup ölçümler:

İlk grupta yapılan ölçümler Çankırı ve köylerinde dBμV olarak alınmıştır. Aşağıda Çankırı'nın Ilgaz ilçesine bağlı Belören köyünde yapılan ölçümler görülmektedir. Yayınlar Ilgaz istasyonundan alınmaktadır. Bu yerleşim yerinde özel kanallara ait verici bulunmamaktadır.

Çizelge E1.1 Çankırı ,Ilgaz , Belören köyünden alınan ölçüler

İLİ : ÇANKIRI	40º50'N, 33º30'D	İLÇESİ	ILGAZ	KÖYÜ BELÖREN
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ	2.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	61 dBuV	54 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	47 dBuV	25 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	42 dBuV	24 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	56 dBuV	30 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	50 dBuV	36 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	56 dBuV	37 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	52 dBuV	40 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	21 dBuV	<20 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	26 dBuV	<20 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	22 dBuV	<20 dBuV

Aşağıda alınmış olan ölçü yine Çankırı'ya bağlı çomar köyü ölçüsüdür. Yayınlar Kastamonu istasyonundan alınmaktadır ve bu mekanda özel kanallara ait verici bulunmamaktadır. Dolayısıyla özel kanallardan kaynaklanan bir enterferans olayı olmamaktadır.

Çizelge E1.2 Çankırı ,Ilgaz, Çomar köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI	İLÇESİ ILGAZ	KÖYÜ ÇOMAR	
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	65 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	42 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	46 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	46 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	60 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	61 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	56 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	25 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	24 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	28 dBuV

Çizelge E1.3 Çankırı ,Ilgaz, Ilısılık köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI		İLÇESİ ILGAZ		KÖYÜ ILISILIK	
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ	2.ÖLÇÜ	3.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	74 dBuV	34 dBuV	38 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	52 dBuV	27 dBuV	30 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	55 dBuV	30 dBuV	35 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	60 dBuV	28 dBuV	36 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	60 dBuV	38 dBuV	39 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	63 dBuV	43 dBuV	42 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	60 dBuV	39 dBuV	40 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-1	32	32 dBuV		41 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-2	39	31 dBuV		40 dBuV
ELDİVAN	TRT-1	11	30 dBuV	24 dBuV	40 dBuV
ELDİVAN	TRT-2	53	20 dBuV	20 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	TRT-3	56	20 dBuV	20 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	TRT-4	59	20 dBuV	20 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	20 dBuV	20 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	20 dBuV	20 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	20 dBuV	20 dBuV	20 dBuV

Aşağıda Çankırı'ya bağlı Kuşçayırı ve Saraycık köyünde yapılan ölçümler verilmiştir. Yayınlar Kastamonu istasyonundan alınmaktadır. Ölçüm yapılan alanda

özel TV lere ait verici bulunmamaktadır. Bu yüzden enterferans olayı görülmemiştir.

Çizelge E1.4 Çankırı , Ilgaz, Kuşçayırı köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI	İLÇESİ , ILGAZ	KÖYÜ KUŞÇAYIRI	
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	63 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	36 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	45 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	51 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	52 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	51 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	56 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-1	32	50 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-2	39	48 dBuV

Çizelge E1.5 Çankırı ,Ilgaz, Saraycık köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI	İLÇESİ , ILGAZ	KÖYÜ , SARAYCIK	
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	50 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	38 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	43 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	44 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	46 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	49 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	40 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	24 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	24 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	22 dBuV

Aşağıda Çankırı ili Ilgaz ilçesine bağlı Yenice ve yine Çankırı ili Kurşunlu ilçesine bağlı Göllüce köyünde yapılan ölçümler verilmiştir. Bu ölçümlerde de yayınlar , Yenice'de Kastamonu verici istasyonundan Göllüce'de ise Ilgaz istasyonundan alınmaktadır. Her şiki yerleşim biriminde de özel kanallara ait verici bunmamaktadır.

Çizelge E1.6 Çankırı , Ilgaz , Yenice köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI	İLÇESİ ILGAZ	KÖYÜ YENİCE	
İSTASYON ADI	**PROGRAM ADI**	**CH NO**	**1.ÖLÇÜ**
KASTAMONU	**TRT-1**	**6**	60 dBuV
KASTAMONU	**TRT-2**	**48**	43 dBuV
KASTAMONU	**TRT-3**	**45**	52 dBuV
KASTAMONU	**TRT-4**	**51**	49 dBuV
KASTAMONU	**RD-1**	**93.2**	50 dBuV
KASTAMONU	**RD-2**	**98.4**	48 dBuV
KASTAMONU	**RD-3**	**90.0**	50 dBuV
ELDİVAN	**RD-1**	**88.4**	38 dBuV
ELDİVAN	**RD-2**	**91.6**	32 dBuV
ELDİVAN	**RD-3**	**98.8**	44 dBuV
KURŞUNLU RL	**TRT-1**	**32**	35 dBuV
KURŞUNLU RL	**TRT-2**	**39**	33 dBuV

Çizelge E1.7 Çankırı , Kurşunlu , göllüce köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ, KURŞUNLU KÖYÜ: GÖLLÜCE			
İSTASYON ADI	**PROGRAM ADI**	**CH NO**	**1.ÖLÇÜ**
KASTAMONU	**TRT-1**	**6**	69 dBuV
KASTAMONU	**TRT-2**	**48**	47 dBuV
KASTAMONU	**TRT-3**	**45**	54 dBuV
KASTAMONU	**TRT-4**	**51**	48 dBuV
KASTAMONU	**RD-1**	**93.2**	45 dBuV
KASTAMONU	**RD-2**	**98.4**	54 dBuV
KASTAMONU	**RD-3**	**90.0**	43 dBuV

Çizelge E1.8 Çankırı , Kurşunlu , Sumucak köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI		İLÇESİ	KURŞUNLU	KÖYÜ SUMUCAK
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ	2.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	46 dBuV	57 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	<20 dBuV	43 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	23 dBuV	51 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	23 dBuV	52 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	29 dBuV	41 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	32 dBuV	45 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	32 dBuV	41 dBuV

Çizelge E1.9 Çankırı , Ilgaz , Aktaş köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ ILGAZ KÖYÜ AKTAŞ			
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	28 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	<20 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	<20 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	<20 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	<20 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	<20 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	<20 dBuV
ELDİVAN	TRT-1	11	53 dBuV
ELDİVAN	TRT-2	53	52 dBuV
ELDİVAN	TRT-3	56	52 dBuV
ELDİVAN	TRT-4	59	56 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	42 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	43 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	46 dBuV

Aşağıda Çankırı Ilgaz ilçesine bağlı Bozatlı ve Hacıhasan köyünde yapılan ölçümlerdir. Her iki yerleşim biriminde de yayınlar Kastamonu verici istasyonundan alınmaktadır. Yerleşim birimi Kurşunlu R/L istasyonu tarafından da kapsanmaktadır.Ayrıca İnköy mevkiinde 6 adet özel TV kanallarına ait vericiler de bulunmaktadır

Çizelge E1.10 Çankırı ,Ilgaz , Bozatlı köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ ILGAZ KÖYÜ BOZATLI			
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	37 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	20 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	22 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	30 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	36 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	35 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	37 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-1	32	25 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-2	39	23 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	43 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	45 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	41 dBuV

Çizelge E1.11 Çankırı , Ilgaz, Hacıhasan köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI 27.04.2006 İLÇESİ: ILGAZ KÖYÜ : HACIHASAN			
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	57 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	30 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	37 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	36 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	63 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	66 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	63 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-1	32	52 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-2	39	50 dBuV

Çizelge E1.12 Çankırı , Ilgaz , Kazancı köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ ;ILGAZ KÖYÜ ; KAZANCI			
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	76 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	76 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	72 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	77 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	75 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	79 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	74 dBuV
ELDİVAN	TRT-1	11	42 dBuV
ELDİVAN	TRT-2	53	28 dBuV
ELDİVAN	TRT-3	56	25 dBuV
ELDİVAN	TRT-4	59	28 dBuV
ELDİVAN	RD-1	88.4	30 dBuV
ELDİVAN	RD-2	91.6	28 dBuV
ELDİVAN	RD-3	98.8	27 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-1	32	39 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-2	39	38 dBuV

Çizelge E1.13 Çankırı ,Ilgaz ,Sagırlar köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ ILGAZ KÖYÜ SAGIRLAR				
İSTASYON ADI	ÇANKIRI	CH NO	1.ÖLÇÜ	2.ÖLÇÜ
KASTAMONU	ÇANKIRI	6	33 dBuV	50 dBuV
KASTAMONU	ÇANKIRI	48	20 dBuV	37 dBuV
KASTAMONU	ÇANKIRI	45	20 dBuV	41 dBuV
KASTAMONU	ÇANKIRI	51	20 dBuV	41 dBuV
KASTAMONU	ÇANKIRI	93.2	32 dBuV	45 dBuV
KASTAMONU	ÇANKIRI	98.4	30 dBuV	48 dBuV
KASTAMONU	ÇANKIRI	90.0	34 dBuV	45 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	11	37 dBuV	40 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	53	26 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	56	26 dBuV	20 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	59	26 dBuV	22 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	88.4	30 dBuV	25 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	91.6	32 dBuV	26 dBuV
ELDİVAN	ÇANKIRI	98.8	30 dBuV	24 dBuV
İNKÖY	ÇANKIRI	32	22 dBuV	
İNKÖY	ÇANKIRI	39	22 dBuV	

Çizelge E1.14 Çankırı , Ilgaz , Şeyhyunus köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ ILGAZ KÖYÜ ŞEYHYUNUS				
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ	2.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	41 dBuV	57 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	23 dBuV	50 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	30 dBuV	56 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	31 dBuV	59 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	42 dBuV	60 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	45 dBuV	67 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	42 dBuV	59 dBuV
KURŞUNLU R L	TRT-1	32	47 dBuV	49 dBuV
KURŞUNLU R L	TRT-2	39	45 dBuV	47 dBuV

Çizelge E1.15 Çankırı ,Ilgaz , Candere köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI		İLÇESİ	ILGAZ	KÖYÜ CANDERE
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ	2.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	72 dBuV	63 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	46 dBuV	47 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	57 dBuV	47 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	53 dBuV	43 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	71 dBuV	62 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	76 dBuV	58 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	66 dBuV	57 dBuV
KURŞUNLU RL	TRT-1	32	30 dBuV	
KURŞUNLU RL	TRT-2	39	29 dBuV	

Çizelge E1.16 Çankırı , Kurşunlu , Ağılözü köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ KURŞUNLU KÖYÜ : AĞILÖZÜ			
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	23 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	<20 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	<20 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	23 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	<20 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	<20 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	<20 dBuV

Çizelge E1.17 Çankırı , Kurşunlu , İğdir köyü ölçüleri

İLİ : ÇANKIRI İLÇESİ KURŞUNLUKÖYÜ :İĞDİR			
İSTASYON ADI	PROGRAM ADI	CH NO	1.ÖLÇÜ
KASTAMONU	TRT-1	6	53 dBuV
KASTAMONU	TRT-2	48	40 dBuV
KASTAMONU	TRT-3	45	51 dBuV
KASTAMONU	TRT-4	51	52 dBuV
KASTAMONU	RD-1	93.2	43 dBuV
KASTAMONU	RD-2	98.4	44 dBuV
KASTAMONU	RD-3	90.0	43 dBuV

Yukarıda Çankırı ili Ilgaz ilçesine bağlı Kazancı , Sağırlar, Şeyhyunus, Ilgaz Candere ve Kurşunlu ilçesine bağlı Ağılözü ile İğdir köylerinde yapılan alan şiddeti ölçüleri verilmiştir. Yayınlar Ilgaz Candere ve Kazancı'da Kastamonu, Sağırlar, Şeyhyunus, Ağılözü ve İğdir'de Ilgaz Tv istasyonundan alınmaktadır. Ilgaz Candere'de altı adet özel TV kanalına ait verici bulunmaktadır.

2. Kırşehir ilinde yapılan ölçümler

Kırşehir TV verici istasyonundan yayın alan aktarıcı istasyonları ve bazı yerleşim birimleri aşağıda verilmiştir. Kırşehir ana verici istasyonunda , 16 kW gücünde çalışan **TV-2** UHF NEC TRPA dan **3 KW** da yayına verilmiştir. Ölçüler bu şekilde alınmıştır.

Vericinin 3 KW da çalıştırılması neticesinde ;

1- Bu ana vericiden yayın alan **aktarıcı istasyonlarındaki alış** durumunu görebilmek,

2- Ana verici **kapsam alanındaki** il , ilçe ve köylerdeki TV yayınlarındaki son durumu tespit edebilmek amacıyla , değişik yerleşim alanlarında ve aktarıcı istasyonlarında alan şiddeti ölçümleri yapılmıştır.

3- Bu çalışmalara ilave olarak haritadan , kapsama alanı dışında kaldığı bildirilen köylerde de ölçümler yapılmıştır. Alan şiddeti değerleri aşağıda belirtilmiştir.

<u>TV vericilerinin kanal ve güçleri</u> :

TV-1 (Kanal.07)	=	5 kW
* **TV-2 (**Kanal **42)**	**=**	**3 kW (TRPA dan)**
TV-3 (Kanal 45)	=	16 kW
TV-4 (Kanal 49)	=	6 kW (tüp emisyondan düşük ;12.800 saat)
TRT FM (92.0 Mhz)	=	5 kW (RadyoVericisi)

Çizelge E1.18 Kırşehir ili ölçüleri

	Özbağ TV aktarıcı istasyonu	Kırşehir şehir merkezi terme cd	Boztepe ilçesi (Kırşehir'e bağlı)	Karacaören kasabası (Kırşehir'e bağlı)	Dalakçı TV İstasyonu gelen seviye	Mucur İlçesi Kırşehir	Yeniyapan (Nevşehir'e bağlı Kırşehir Kayseri yolu üstü)	İlicek köyü (Nevşehir'e bağlı Kırşehir Kayseri yolu üstü)	Topaklı ilçesi (Nevşehir'e bağlı)	Kızılağıl köyü Nevşehir'e bağlı (Kırşehir Kayseri yolu üstü)
TRT TV-1	75 dBuV	75 dBuV	50 dBuV	54 dBuV	66 dBuV	81 dBuV	65 dBuV	61 dBuV	50 dBuV	69 dBuV
TRT TV-2	65 dBuV	70 dBuV	48 dBuV	47 dBuV	44 dBuV	69 dBuV	68 dBuV	60 dBuV	58 dBuV	66 dBuV
TRT TV-3	69 dBuV	73 dBuV	50 dBuV	49 dBuV	51 dBuV	71 dBuV	74 dBuV	68 dBuV	63 dBuV	72 dBuV
TRT TV-4	60 dBuV	64 dBuV	43 dBuV	44 dBuV	47 dBuV	62 dBuV	66 dBuV	55 dBuV	54 dBuV	61 dBuV

	Çalış kasabası (Nevşehir'e bağlı Kırşehir Kayseri yolu üstü)	Apdi köyü (Topaklı Kozaklı arası)	Dörtyol köyü (Topaklı Kozaklı arası)	İmran köyü (Nevşehir Kozaklıya bağlı)	Kalecik köyü (Nevşehir Kozaklıya bağlı)	Kozaklı TV aktarıcı istasyonu Nevsehir	Kanlıca TV istasyonu	Gerce köyü (Nevşehir Kozaklıya bağlı)	Çağşak köyü (Nevşehir Kozaklıya bağlı)	Altıpınar köyü (Topaklı Özkonak arası)
TRT TV-1	59 dBuV	56 dBuV	51 dBuV	50 dBuV	50 dBuV	67 dBuV	65 dBuV	58 dBuV	58 dBuV	70 dBuV
TRT TV-2	61 dBuV	57 dBuV	54 dBuV	51 dBuV	51 dBuV	62 dBuV	60 dBuV	59 dBuV	59 dBuV	65 dBuV
TRT TV-3	69 dBuV	61 dBuV	59 dBuV	54 dBuV	54 dBuV	65 dBuV	64 dBuV	62 dBuV	62 dBuV	70 dBuV
TRT TV-4	60 dBuV	54 dBuV	51 dBuV	48 dBuV	49 dBuV	51 dBuV	57 dBuV	56 dBuV	57 dBuV	62 dBuV

	Göre TV istasyonu (Nevşehir'e bağlı)	Nevşehir Narlı TV istasyonu	Başdere TV istasyonu (Ürgüp'e bağlı)	Acıgöl (Nevşehir Aksaray arası)	Süleyman köyü (Nevşehir Aksaray arası)	Alayhan köyü (Nevşehir Aksaray arası)	Karakuyu köyü (Aksaray Nevşehir arası)	Tatlıca köyü	Karakuyu köyü Aksaray Nevşehir arası	Çalören TV istasyonu
TRT TV-1	61 dBuV	64 dBuV	63 dBuV	59 dBuV	50 dBuV	47 dBuV	66 dBuV	63 dBuV	64 dBuV	60 dBuV
TRT TV-2	59 dBuV	58 dBuV	58 dBuV	51 dBuV	41 dBuV	40 dBuV	59 dBuV	56 dBuV	57 dBuV	56 dBuV
TRT TV-3	62 dBuV	61 dBuV	64 dBuV	55 dBuV	47 dBuV	42 dBuV	60 dBuV	60 dBuV	61 dBuV	60 dBuV
TRT TV-4	52 dBuV	57 dBuV	55 dBuV	49 dBuV	40 dBuV	39 dBuV	56 dBuV	53 dBuV	53 dBuV	57 dBuV

	Şahin efendi TV istasyonu	Musatafa paşa TV istasyonu	Uçhisar kasabası	Gülşehir	Eğri kuyu (Gülşehir'e bağlı)	Yüksekli (Gülşehir'e bağlı)	Tuzköy (Gülşehir'e bağlı)	Felahiye TV istasyonu (Kayseriye bağlı)	Yüreyir TV aktarıcısı (Kayseri'ye bağlı)	Ürgüp TV istasyonu
TRT TV-1	56 dBuV	56 dBuV	60 dBuV	53 dBuV	62 dBuV	68 dBuV	67 dBuV	71 dBuV	64 dBuV	78 dBuV
TRT TV-2	53 dBuV	44 dBuV	52 dBuV	49 dBuV	60 dBuV	68 dBuV	66 dBuV	61 dBuV	54 dBuV	62 dBuV
TRT TV-3	55 dBuV	52 dBuV	56 dBuV	55 dBuV	69 dBuV	70 dBuV	71 dBuV	65 dBuV	60 dBuV	66 dBuV
TRT TV-4	49 dBuV	50 dBuV	51 dBuV	51 dBuV	60 dBuV	70 dBuV	68 dBuV	64 dBuV	56 dBuV	61 dBuV

	Hacıbektaş ilçesi (Nevşehir)	Kargın Hacıbektaş	Köçektaş köyü (Kırşehir Kayseri yolu)	İmran köyü (Kozaklıya bağlı)	Kalecik köyü (Kozaklıya bağlı)	İsahocalı (Akpınar'a bağlı)	Akpınar R/L
TRT TV-1	78 dBuV	77 dBuV	69 dBuV	59 dBuV	55 dBuV	53 dBuV	66 dBuV
TRT TV-2	67 dBuV	71 dBuV	67 dBuV	55 dBuV	56 dBuV	56 dBuV	55 dBuV
TRT TV-3	68 dBuV	78 dBuV	71 dBuV	61 dBuV	61 dBuV	61 dBuV	63 dBuV
TRT TV-4	62 dBuV	66 dBuV	62 dBuV	53 dBuV	55 dBuV	54 dBuV	54 dBuV

Çizelge E1.19 TRPA'dan (3kW) yayın yapılacağı zaman kapsama alanı dışında kalacağı düşünülen yerler

	Ağaçören Aksaray	Akpınar Aksaray	Ozancı kAksaray	Ovaören Nevşehir	Babakonağı	Susadı Aksaray	Karakuyu Aksaray	Karaova Nevşehir	Acıgöl Nevşehir	Kuyulu kışla Nevşehir
TRT TV-1	71 dBuV	50 dBuV	57 dBuV	0 dBuV	48 dBuV	59 dBuV	61 dBuV	47 dBuV	62 dBuV	52 dBuV
TRT TV-2	65 dBuV	42 dBuV	46 dBuV	0 dBuV	45 dBuV	60 dBuV	51 dBuV	48 dBuV	54 dBuV	48 dBuV
TRT TV-3	72 dBuV	48 dBuV	54 dBuV	0 dBuV	53 dBuV	64 dBuV	57 dBuV	56 dBuV	59 dBuV	54 dBuV
TRT TV-4	63 dBuV	34 dBuV	45 dBuV	0 dBuV	42 dBuV	56 dBuV	48 dBuV	47 dBuV	58 dBuV	45 dBuV
TRT FM	46 dBuV	44 dBuV	50 dBuV	30 dBuV	34 dBuV	52 dBuV	46 dBuV	41 dBuV	60 dBuV	49 dBuV

	İğdelikışla-Nevşehir	Kışlaönü-Nevşehir	Hıdırlar-Nevşehir	Belbarak-Nevşehir	İlicek-Nevşehir	Karaova-Nevşehir	Yeşilyurt-Nevşehir	Gülpınar-Nevşehir	Karapınar-Nevşehir	Topaç-Nevşehir
TRT TV-1	51 dBuV	*54 dBuV*	*51 dBuV*	57 dBuV	55 dBuV	50 dBuV	58 dBuV	54 dBuV	59 dBuV	64 dBuV
TRT TV-2	48 dBuV	*48 dBuV*	*41 dBuV*	42 dBuV	60 dBuV	54 dBuV	50 dBuV	45 dBuV	53 dBuV	48 dBuV
TRT TV-3	54 dBuV	*47 dBuV*	*42 dBuV*	46 dBuV	64 dBuV	60 dBuV	58 dBuV	51 dBuV	63 dBuV	56 dBuV
TRT TV-4	46 dBuV	*41 dBuV*	*41 dBuV*	40 dBuV	61 dBuV	51 dBuV	47 dBuV	43 dBuV	53 dBuV	51 dBuV
TRT FM	42 dBuV	*25 dBuV*	*36 dBuV*	50 dBuV	48 dBuV	48 dBuV	48 dBuV	55 dBuV	51 dBuV	64 dBuV

	Iıcık-Nevşehir	Karacaören-Nevşehir	Çat-Nevşehir	Gülşehir-Nevşehir	Eskiyaylacık-Nevşehir	Mehmetağa-Kırşehir	Çiftlik Sarıkaya-Kırşehir	Bahçepınar-Kırşehir	Aşağıeğerci-Yozgat
TRT TV-1	0 dBuV	48 dBuV	65 dBuV	53 dBuV	*50 dBuV*	62 dBuV	61 dBuV	0 dBuV	53 dBuV
TRT TV-2	0 dBuV	45 dBuV	60 dBuV	49 dBuV	*49 dBuV*	60 dBuV	49 dBuV	0 dBuV	41 dBuV
TRT TV-3	0 dBuV	52 dBuV	67 dBuV	55 dBuV	*41 dBuV*	64 dBuV	51 dBuV	0 dBuV	44 dBuV
TRT TV-4	0 dBuV	42 dBuV	59 dBuV	51 dBuV	*42 dBuV*	55 dBuV	46 dBuV	0 dBuV	36 dBuV
TRT FM	30 dBuV	45 dBuV	55 dBuV	30 dBuV	*28 dBuV*	50 dBuV	60 dBuV	0 dBuV	48 dBuV

	Kösefakılı-Kırşehir	Hasanali	Zalimali-Kırşehir	Polatlı-Kırşehir	Dulkadirlik araisa-Kırşehir	Homurluüçler-Kırşehir	Boğazköy-Nevşehir	Alacaşar-Nevşehir	Aylı-Nevşehir	Belek-Nevşehir
TRT TV-1	48 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	53 dBuV	0 dBuV	45 dBuV	59 dBuV	52 dBuV	48 dBuV	37 dBuV
TRT TV-2	43 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	47 dBuV	0 dBuV	44 dBuV	55 dBuV	50 dBuV	41 dBuV	38 dBuV
TRT TV-3	48 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	51 dBuV	0 dBuV	50 dBuV	63 dBuV	58 dBuV	49 dBuV	42 dBuV
TRT TV-4	36 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	45 dBuV	0 dBuV	42 dBuV	50 dBuV	49 dBuV	41 dBuV	38 dBuV
TRT FM	51 dBuV	30 dBuV	33 dBuV	40 dBuV	22 dBuV	46 dBuV	56 dBuV	42 dBuV	45 dBuV	30 dBuV

	Karasenir-Nevşehir	Kapaklı-Nevşehir	Çöplüçiftliği-Yozgat	Eğlence-Yozgat	Yamaçlı-Yozgat	Kumkuyu-Yozgat	Yaraş-Yozgat	Sarıkent-Yozgat	Küçükincirli-Yozgat	Deliler-Yozgat
TRT TV-1	53 dBuV	53 dBuV	60 dBuV	52 dBuV	62 dBuV	64 dBuV	50 dBuV	51 dBuV	50 dBuV	0 dBuV
TRT TV-2	57 dBuV	57 dBuV	56 dBuV	37 dBuV	58 dBuV	57 dBuV	46 dBuV	41 dBuV	48 dBuV	0 dBuV
TRT TV-3	61 dBuV	61 dBuV	64 dBuV	45 dBuV	57 dBuV	52 dBuV	40 dBuV	47 dBuV	52 dBuV	0 dBuV
TRT TV-4	54 dBuV	54 dBuV	56 dBuV	38 dBuV	48 dBuV	49 dBuV	39 dBuV	37 dBuV	44 dBuV	0 dBuV
TRT FM	45 dBuV	45 dBuV	51 dBuV	47 dBuV	64 dBuV	40 dBuV	28 dBuV	43 dBuV	45 dBuV	29 dBuV

	Karabıyık-Yozgat	Sarıyapraklı-Yozgat	Hacımusalı-Yozgat	Acıkuyu-Ankara	Çadırlı Hacı Yusuf - Kırşehir
TRT TV-1	50 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	54 dBuV	60 dBuV
TRT TV-2	41 dBuV	**0 dBuV**	**0 dBuV**	**40 dBuV**	0 dBuV
TRT TV-3	36 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	45 dBuV	0 dBuV
TRT TV-4	30 dBuV	0 dBuV	0 dBuV	38 dBuV	0 dBuV
TRT FM	21 dBuV	32 dBuV	0 dBuV	45 dBuV	0 dBuV

3. Kütahya İlinde Yapılan Ölçümler

Kütahya ilinde bulunan yerleşim birimlerinden Altıntaş , Aslanapa, Dumlupınar ve Merkez'de ise aşağıdaki ölçümler yapılarak kaydedilmiştir. Altıntaş ve Aslanapa'da Kütahya TV verici istasyonundan, Dumlupınar'da Dumlupınar aktarıcı istasyonundan ve Merkezde İnköy vericisi ile Kütahya ana verici istasyonundan yayın alınmaktadır.

Çizelge E1.20 Kütahya ,Altıntaş ölçüleri

İLİ	KÜTAHYA			İLÇESİ		ALTINTAŞ		TARİH 16.05.2006			
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
KÜTAHYA 1	**11**	68dBuv	58dBuv	60dBuv	46dBuv	62dBuv	60dBuv				
KÜTAHYA 2	**49**	61dBuv	51dBuv	46dBuv	40dBuv	48dBuv	36dBuv				
KÜTAHYA 3	**56**	62dBuv	47dBuv	47dBuv	44dBuv	49dBuv	37dBuv				
KÜTAHYA 4	**59**	60dBuv	49dBuv	45dBuv	39dBuv	48dBuv	36dBuv				
STAR	**24**		31dBuv		44dBuv		34dBuv				
SHOW	**30**		40dBuv		50dBuv		34dBuv				
KANAL 8	**34**		41dBuv		48dBuv		30dBuv				
ATV	**36**		23dBuv		28dBuv		25dBuv				

Çizelge E1.21 Kütahya ili Dumlupınar ölçüleri

İLİ :	KÜTAHYA			İLÇESİ :	DUMLUPINAR			TARİH : 16.05.2006		
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ
D.PINAR 1	5	46 dBuv		53 dBuv		48 dBuv				
D.PINAR 2	48	60 dBuv		60 dBuv		48 dBuv				
D.PINAR 3	51	56 dBuv		58 dBuv		47 dBuv				

Çizelge E1.22 Kütahya ili Aslanapa ölçüleri

İLİ :	KÜTAHYA			İLÇESİ :	ASLANAPA			TARİH 17.05.2006		
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ
KÜTAHYA 1	11	64dBuv	58dBuv	59dBuv	57dBuv	62dBuv	59dBuv			
KÜTAHYA 2	49	54dBuv	54dBuv	45dBuv	32dBuv	51dBuv	41dBuv			
KÜTAHYA 3	56	51dBuv	50dBuv	36dBuv	35dBuv	52dBuv	44dBuv			

Çizelge E1.23 Kütahya ili Merkez ölçüleri

İLİ	KÜTAHYA			İLÇESİ	MERKEZ				TARİH : 17.05.2006		
		1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ			4.ÖLÇÜ	5.ÖLÇÜ	
PROGRAM VE İSTASYON ADI	FM FREKANS TV CH NO	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
KÜTAHYA 1	11	61dBuv	56dBuv	60dBuv	56dBuv	53dBuv	49dBuv	76dBuv	60dBuv	59dBuv	45dBuv
KÜTAHYA 2	49	59dBuv	45dBuv	58dBuv	46dBuv	48dBuv	50dBuv	69dBuv	49dBuv	47dBuv	44dBuv
KÜTAHYA 3	56	53dBuv	48dBuv	51dBuv	51dBuv	45dBuv	55dBuv	66dBuv	54dBuv	47dBuv	45dBuv
KÜTAHYA 4	59	53dBuv	44dBuv	51dBuv	45dBuv	44dBuv	40dBuv	67dBuv	51dBuv	46dBuv	44dBuv
İNKÖY 1	30		43dBuv		50dBuv		49dBuv		41dBuv		45dBuv
İNKÖY 2	37		52dBuv		51dBuv		50dBuv		42dBuv		47dBuv
İNKÖY 3	43		48dBuv		48dBuv		46dBuv		43dBuv		44dBuv

4. Polatlı İlçesinde Yapılan Ölçüm

Aşağıda Ankara'ya bağlı Polatlı ilçesinde yapılan ölçüm verilmiştir. Yayının alındığı istasyon Polatlı aktarıcı istasyonu ve Sivrihisar ana verici istasyonudur. Alıcı anten TRT'y çevrili iken alış seviyesi 32-72 dBμV arasındadır. Özel Tv vericileri ile arasında herhangi bir açı bulunmadığı için alış seviyesinde bir düşüş olmamıştır.

Çizelge E1.24 Ankara ,Polatlı ölçüleri

İLİ :	ANKARA			İLÇESİ		POLATLI		TARİH :		06.06.2006	
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
POLATLI 1	11	47dBuv		45dBuv		68dBuv		33dBuv		54dBuv	
OLATLI 2	28	40dBuv		32dBuv		72dBuv		34dBuv		41dBuv	
POLATLI 3	25	40dBuv		39dBuv		71dBuv		35dBuv		42dBuv	
POLATLI 4	9	45dBuv		47dBuv		67dBuv		34dBuv		47dBuv	
S.HİSAR 1	10	46dBuv		47dBuv		62dBuv		41dBuv		43dBuv	
S.HİSAR 2	41	39dBuv		35dBuv		62dBuv		33dBuv		38dBuv	
S.HİSAR 3	44	42dBuv		36dBuv		62dBuv		35dBuv		35dBuv	
1. ÖLÇÜ NOKTASI :EĞİTİM VE DOKTRİN KOMUTANLIĞI LOJMANLARI ÖNÜ											
2. ÖLÇÜ NOKTASI :ASKERLİK ŞUBESİ YANI											
3. ÖLÇÜ NOKTASI :KAYMAKAMLIK ÖNÜ											
4. ÖLÇÜ NOKTASI :ŞEHİR MEYDANI											
5. ÖLÇÜ NOKTASI :ATATÜRK LİSESİ ÖNÜ											

5 Eskişehir İlinde Yapılan Ölçümler:

Eskişehir ilinde yapılan ölçüler aşağıya çıkarılmıştır. Bu ölçülere göre TRT vericileri ile özel kanallara ait vericiler arasındaki açı ; Alpu, Çifteler, Sivrihisar Beylikova , Günyüzü ve Mahmudiye'de aynı Mihalıççık'ta 90 derece ve Seyitgazi'de 1. ve 2. ölçülerde aynı 3. ölçüde 90 derecedir.

Çizelge E1.25 Eskişehir ili Alpu ölçüleri

İLİ :	ESKİŞEHİR	İLÇESİ	ALPU				TARİH 10.05.2006			
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
E.ŞEHİR 1	7	62dBuv		40dBuv		55dBuv					
E.ŞEHİR 2	22	70dBuv		51dBuv		62dBuv					
E.ŞEHİR 3	25	76dBuv		55dBuv		66dBuv					
1. ÖLÇÜ NOKTASI : ALPU ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİ ÖNÜ											
2. ÖLÇÜ NOKTASI : EVREN PAŞA CAMİİ ÖNÜ											
3. ÖLÇÜ NOKTASI : TARIM ORMAN VE KÖY İŞLERİ İLÇE MÜD. ÖNÜ											

Çizelge E 1.26 Eskişehir ili Çifteler ilçesi ölçüleri

İLİ	ESKİŞEHİR		İLÇESİ	ÇİFTELER		TARİH 11.05.2006					
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
S.HİSAR 1	10	45dBuv	44dBuv	50dBuv	43dBuv	54dBuv	50dBuv	54dBuv	51dBuv		
S.HİSAR 2	41	41dBuv	36dBuv	40dBuv	32dBuv	47dBuv	45dBuv	50dBuv	49dBuv		
S.HİSAR 3	44	40dBuv	39dBuv	34dBuv	21dBuv	42dBuv	41dBuv	45dBuv	43dBuv		
S.HİSAR 4	47	45dBuv	34dBuv	32dBuv	29dBuv	50dBuv	44dBuv	52dBuv	50dBuv		
E.ŞEHİR 1	7	35dBuv	20dBuv	20dBuv	37dBuv	20dBuv	20dBuv	20dBuv	27dBuv		
E.ŞEHİR 2	22	27dBuv	20dBuv	20dBuv	22dBuv	20dBuv	20dBuv	20dBuv	27dBuv		
E.ŞEHİR 3	25	33dBuv	20dBuv	20dBuv	26dBuv	20dBuv	20dBuv	20dBuv	32dBuv		

1. ÖLÇÜ NOKTASI : ATATÜRK İLKÖĞRETİM OKULU ÖNÜ

2. ÖLÇÜ NOKTASI : BELEDİYE BAŞKANLIĞI ÖNÜ

3. ÖLÇÜ NOKTASI : TERMİNAL ÖNÜ

4. ÖLÇÜ NOKTASI : DEVLET HASTANESİ ÖNÜ

Çizelge E1.27 Eskişehir ili Han ilçesi ölçüleri

İLİ	ESKİŞEHİR		İLÇESİ	HAN			TARİH 11.05.2006					
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
S.HİSAR 1	10	54dBuv		56dBuv		40dBuv					
S.HİSAR 2	41	46dBuv		50dBuv		36dBuv					
S.HİSAR 3	44	38dBuv		43dBuv		31dBuv					
S.HİSAR 4	47	44dBuv		50dBuv		36dBuv					
1. ÖLÇÜ NOKTASI : TARIM ORMAN İLÇE MÜD. ÖNÜ											
2. ÖLÇÜ NOKTASI : JANDARMA ÖNÜ											
3. ÖLÇÜ NOKTASI : BELEDİYE BAŞKANLIĞI ÖNÜ											

Çizelge E1.28 Eskişehir ili Mihalıççık ilçesi ölçüleri

İLİ	ESKİŞEHİR		İLÇESİ	MİHALIÇÇIK	TARİH .10.5.2006					
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
S.HİSAR 1	10	62dBuv	58 dBuv	58dBuv	52 dBuv	56dBuv	88dBuv				
S.HİSAR 2	41	61dBuv	45 dBuv	65dBuv	52 dBuv	88dBuv	47dBuv				
S.HİSAR 3	44	56dBuv	41 dBuv	61dBuv	43 dBuv	52dBuv	42dBuv				
S.HİSAR 4	47	58dBuv	49 dBuv	66dBuv	49 dBuv	58dBuv	45dBuv				
1. ÖLÇÜ NOKTASI : TARIM KÖY İŞLERİ İLÇE MÜD.ÖNÜ											
2. ÖLÇÜ NOKTASI : ATATÜRK İLKÖĞRETİMOKULU ÖNÜ											
3. ÖLÇÜ NOKTASI : GÜN SAZAK İLKÖĞRETİMOKULU ÖNÜ											

Çizelge E1.29 Eskişehir ili Sivrihisar ilçesi ölçüleri

İLİ	ESKİŞEHİR			İLÇESİ	SİVRİHİSAR			TARİH	12.05.2006			
PROGRM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
S.HİSAR 1	10	36dB uv		48dB uv		55dB uv		49dB uv			
S.HİSAR 2	41	26dB uv		36dB uv		36dB uv		28dB uv			
S.HİSAR 3	44	22dB uv		30dB uv		30dB uv		26dB uv			
S.HİSAR 4	47	26dB uv		36dB uv		34dB uv		29dB uv			
S.HİSAR II- 1	8	49dB uv		50dB uv		59dB uv		60dB uv			
S.HİSAR II- 2	49	52dB uv		44dB uv		52dB uv		53dB uv			
S.HİSAR II- 3	52	55dB uv		48dB uv		53dB uv		55dB uv			
1. ÖLÇÜ NOKTASI : HÜKÜMET KONAĞI ÖNÜ											
2. ÖLÇÜ NOKTASI : MALİYE LOJMANLARI ÖNÜ											
3. ÖLÇÜ NOKTASI : TMO AJANS MÜD. ÖNÜ											
4. ÖLÇÜ NOKTASI : ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ ÖNÜ											

Yayının alındığı istasyon Eskişehir ve Sivrihisar ana verici istasyonlarıdır. Alıcı anten TRT vericilerine çevrili iken yayın alış seviyeleri Alpu için 40-76 dBµV, Çifteler için 20-54 dBµV, Han için 31-56 dBµV , Mihalıççık için 52-62 dBµV , Sivrihisar çin22-60 dBµV , Beylikova için 46-80 dBµV , Günyüzü için 30-72 dBµV Mahmudiye için 35-67 dBµV , Seyitgazi için 35-50 dBµV olarak ölçülmüştür.

Çizelge E1.30 Eskişehir ili Beylikova ilçesi ölçüleri

İLİ ESKİŞEHİR İLÇESİ BEYLİKOVA TARİH 10.05.2006											
PROGRAM VE İSTASYON ADI	TV CH NO FM FREKANS	1.ÖLÇÜ		2.ÖLÇÜ		3.ÖLÇÜ		4.ÖLÇÜ		5.ÖLÇÜ	
		TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ	TRT İST. YÖNÜ	ÖZEL TV'LER YÖNÜ
E.ŞEHİR 1	**7**	58dBuv		46dBuv		50dBuv					
E.ŞEHİR 2	**22**	74dBuv		48dBuv		51dBuv					
E.ŞEHİR 3	**25**	80dBuv		52dBuv		51dBuv					
E.ŞEHİR 4	**33**	78dBuv		52dBuv		53dBuv					
1. ÖLÇÜ NOKTASI : YENİ CAMİİ ÖNÜ											
2. ÖLÇÜ NOKTASI : OTOGAR											
3. ÖLÇÜ NOKTASI : İLÇE EMNİYET MÜD. ÖNÜ											

Alıcı anten özel Tv vericilerine çevrili iken yayın alış seviyeleri ise şöyle olmaktadır; Alpu için 40-76 dBµV, Çifteler için 20-51 dBµV, Mihalıççık için 41-58 dBµV, Sivrihisar için 22-60 dBµV, Beylikova için 46-80 dBµV, Günyüzü için 30-72 dBµV, Mahmudiye için 35-67 dBµV, Seyitgazi için 35-50 dBµV.

6 Ankara'da Yapılan Ölçümler

Çizelge E1.31 Armada mevkiinden alınan ölçüler, Elmadağ ve Yeni mahalle vericisinden izleniyor.

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	62	Çok iyi
	TRT-2	37	58	Çok iyi
	TRT-3	34	60	Çok iyi
	TRT-4	40	55	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	42	Çok iyi
	Radyo-2	88.0	58	Çok iyi
	Radyo-3	91.2	60	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	57	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	75	Çok iyi
	TRT-2	21	54	Çok iyi
	TRT-3	24	50	Çok iyi
	TRT-4	27	42	İyi
	Radyo-1	107.8	51	Çok iyi
	Radyo-2	105.6	55	Çok iyi
	Radyo-3	102.8	41	Çok iyi
	Radyo-4	103.7	54	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	65	Çok iyi
	TRT-2	47	54	Kötü
	TRT-3	44	52	İyi
	TRT-4	50	51	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	40	Kötü
	TRT-2	52	30	Kötü
	TRT-3	55	41	Kötü
	TRT-4	58	53	Kötü

Çizelge E1.32 Umitköy mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELM	TRT-1	5	51	Orta
	TRT-2	37	39	Kötü
	TRT-3	34	42	Orta
	TRT-4	40	50	İyi
	Radyo-1	93.3	47	İyi
	Radyo-2	88.0	46	İyi
	Radyo-3	91.2	50	İyi
	Radyo-4	98.6	43	Kötü

stasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	75	Çok iyi
	TRT-2	21	54	Çok iyi
	TRT-3	24	50	Çok iyi
	TRT-4	27	42	İyi
	Radyo-1	107.8	51	Çok iyi
	Radyo-2	105.6	55	Çok iyi
	Radyo-3	102.8	41	Çok iyi
	Radyo-4	103.7	54	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	55	Çok iyi
	TRT-2	47	50	Kötü
	TRT-3	44	43	Kötü
	TRT-4	50	42	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	23	Kötü
	TRT-2	52	31	Kötü
	TRT-3	55	30	Kötü
	TRT-4	58	42	Kötü

Çizelge E1.33 Çayyolu mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	41	Kötü
	TRT-2	37	23	Kötü
	TRT-3	34	21	Kötü
	TRT-4	40	22	Kötü
	Radyo-1	93.3	27	Kötü
	Radyo-2	88.0	27	Kötü
	Radyo-3	91.2	32	Kötü
	Radyo-4	98.6	29	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	49	İyi
	TRT-2	21	37	Kötü
	TRT-3	24	35	Kötü
	TRT-4	27	22	Kötü
	Radyo-1	107.8	40	İyi
	Radyo-2	105.6	40	İyi
	Radyo-3	102.8	40	İyi
	Radyo-4	103.7	24	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	34	Kötü
	TRT-2	47	29	Kötü
	TRT-3	44	24	Kötü
	TRT-4	50	24	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	0	Kötü
	TRT-2	52	0	Kötü
	TRT-3	55	0	Kötü
	TRT-4	58	25	Kötü

Çizelge E1.34 Etimesgut mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	60	Çok iyi
	TRT-2	37	51	İyi
	TRT-3	34	45	İyi
	TRT-4	40	47	İyi
	Radyo-1	93.3	45	İyi
	Radyo-2	88.0	47	İyi
	Radyo-3	91.2	39	Orta
	Radyo-4	98.6	37	Orta

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	64	Çok iyi
	TRT-2	21	47	İyi
	TRT-3	24	44	İyi
	TRT-4	27	39	Kötü
	Radyo-1	107.8	43	İyi
	Radyo-2	105.6	38	Orta
	Radyo-3	102.8	38	Orta
	Radyo-4	103.7	31	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	50	Kötü
	TRT-2	47	43	Kötü
	TRT-3	44	36	Kötü
	TRT-4	50	31	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	33	Kötü
	TRT-2	52	27	Kötü
	TRT-3	55	27	Kötü
	TRT-4	58	33	Kötü

Çizelge E1.35 Eryaman mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	64	Çok iyi
	TRT-2	37	74	Çok iyi
	TRT-3	34	74	Çok iyi
	TRT-4	40	73	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	53	Çok iyi
	Radyo-2	88.0	50	Çok iyi
	Radyo-3	91.2	51	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	49	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	64	Çok iyi
	TRT-2	21	56	Çok iyi
	TRT-3	24	52	Çok iyi
	TRT-4	27	56	Çok iyi
	Radyo-1	107.8	39	Orta
	Radyo-2	105.6	43	İyi
	Radyo-3	102.8	36	Orta
	Radyo-4	103.7	29	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	55	Çok iyi
	TRT-2	47	66	Çok iyi
	TRT-3	44	65	Çok iyi
	TRT-4	50	60	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	41	Kötü
	TRT-2	52	33	Kötü
	TRT-3	55	34	Kötü
	TRT-4	58	37	Kötü

Çizelge E1.36 Batıkent mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	74	Çok iyi
	TRT-2	37	71	Çok iyi
	TRT-3	34	73	Çok iyi
	TRT-4	40	70	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	64	Çok iyi
	Radyo-2	88.0	64	Çok iyi
	Radyo-3	91.2	67	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	64	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	87	Çok iyi
	TRT-2	21	79	Çok iyi
	TRT-3	24	80	Çok iyi
	TRT-4	27	78	Çok iyi
	Radyo-1	107.8	53	Çok iyi
	Radyo-2	105.6	59	Çok iyi
	Radyo-3	102.8	62	Çok iyi
	Radyo-4	103.7	58	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	66	Çok iyi
	TRT-2	47	62	Kötü
	TRT-3	44	60	Kötü
	TRT-4	50	55	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	55	Kötü
	TRT-2	52	52	Kötü
	TRT-3	55	5	Kötü
	TRT-4	58	60	Kötü

Çizelge E1.37 Yenimahalle mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	82	Çok iyi
	TRT-2	37	72	Çok iyi
	TRT-3	34	74	Çok iyi
	TRT-4	40	70	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	67	Çok iyi
	Radyo-2	88.0	62	Çok iyi
	Radyo-3	91.2	62	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	71	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	76	Çok iyi
	TRT-2	21	73	Çok iyi
	TRT-3	24	87	Çok iyi
	TRT-4	27	80	Çok iyi
	Radyo-1	107.8	65	Çok iyi
	Radyo-2	105.6	63	Çok iyi
	Radyo-3	102.8	52	Çok iyi
	Radyo-4	103.7	65	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	74	Çok iyi
	TRT-2	47	69	Çok iyi
	TRT-3	44	64	Çok iyi
	TRT-4	50	60	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	57	İyi
	TRT-2	52	48	İyi
	TRT-3	55	52	Kötü
	TRT-4	58	50	Kötü

Çizelge E1.38 Keçiören mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	66	Çok iyi
	TRT-2	37	60	Çok iyi
	TRT-3	34	60	Çok iyi
	TRT-4	40	58	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	54	Çok iyi
	Radyo-2	88.0	61	Çok iyi
	Radyo-3	91.2	47	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	50	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	60	Çok iyi
	TRT-2	21	44	Kötü
	TRT-3	24	50	Kötü
	TRT-4	27	36	Kötü
	Radyo-1	107.8	36	Orta
	Radyo-2	105.6	35	Orta
	Radyo-3	102.8	27	Orta
	Radyo-4	103.7	36	Orta

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	62	Çok iyi
	TRT-2	47	61	Orta
	TRT-3	44	61	Orta
	TRT-4	50	56	Orta

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	51	Çok iyi
	TRT-2	52	54	Çok iyi
	TRT-3	55	53	Çok iyi
	TRT-4	58	53	Kötü

Çizelge E1.39 Dışkapı mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	55	İyi
	TRT-2	37	31	Kötü
	TRT-3	34	47	İyi
	TRT-4	40	38	Kötü
	Radyo-1	93.3	50	Çok iyi
	Radyo-2	88.0	51	Çok iyi
	Radyo-3	91.2	53	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	55	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	70	Çok iyi
	TRT-2	21	60	Çok iyi
	TRT-3	24	69	Çok iyi
	TRT-4	27	57	Çok iyi
	Radyo-1	107.8	49	Çok iyi
	Radyo-2	105.6	52	Çok iyi
	Radyo-3	102.8	50	Çok iyi
	Radyo-4	103.7	57	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	52	İyi
	TRT-2	47	40	Orta
	TRT-3	44	37	Orta
	TRT-4	50	39	Orta

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	67	Çok iyi
	TRT-2	52	56	Çok iyi
	TRT-3	55	53	İyi
	TRT-4	58	56	Orta

Çizelge E1.40 Mamak mevkiinden yapılan ölçümler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	69	Çok iyi
	TRT-2	37	60	Çok iyi
	TRT-3	34	58	Çok iyi
	TRT-4	40	59	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	50	İyi
	Radyo-2	88.0	45	İyi
	Radyo-3	91.2	44	İyi
	Radyo-4	98.6	48	İyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	51	İyi
	TRT-2	21	58	Çok iyi
	TRT-3	24	61	Çok iyi
	TRT-4	27	47	İyi
	Radyo-1	107.8	25	Kötü
	Radyo-2	105.6	40	Orta
	Radyo-3	102.8	41	Orta
	Radyo-4	103.7	31	Orta

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	43	Kötü
	TRT-2	47	30	Kötü
	TRT-3	44	31	Kötü
	TRT-4	50	70	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	58	İyi
	TRT-2	52	26	Kötü
	TRT-3	55	43	Kötü
	TRT-4	58	42	Kötü

Çizelge E1.41 Maltepe mevkiinden alınan ölçümler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	70	Çok iyi
	TRT-2	37	57	Çok iyi
	TRT-3	34	59	Çok iyi
	TRT-4	40	56	Çok iyi
	Radyo-1	93.3	51	İyi
	Radyo-2	88.0	52	İyi
	Radyo-3	91.2	55	Çok iyi
	Radyo-4	98.6	59	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	56	İyi
	TRT-2	21	41	İyi
	TRT-3	24	47	İyi
	TRT-4	27	42	İyi
	Radyo-1	107.8	46	İyi
	Radyo-2	105.6	47	İyi
	Radyo-3	102.8	31	Kötü
	Radyo-4	103.7	36	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	63	Çok iyi
	TRT-2	47	52	Kötü
	TRT-3	44	50	İyi
	TRT-4	50	49	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	52	İyi
	TRT-2	52	50	İyi
	TRT-3	55	52	Kötü
	TRT-4	58	50	Kötü

Çizelge E1.42 Hoşdere caddesi mevkiinden alınan ölçüler

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
ELMADAĞ	TRT-1	5	30	Kötü
	TRT-2	37	25	Kötü
	TRT-3	34	25	Kötü
	TRT-4	40	30	Kötü
	Radyo-1	93.3	40	Orta
	Radyo-2	88.0	55	İyi
	Radyo-3	91.2	42	Orta
	Radyo-4	98.6	39	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
YENİMAHALLE	TRT-1	7	65	Çok iyi
	TRT-2	21	58	Çok iyi
	TRT-3	24	57	Çok iyi
	TRT-4	27	52	İyi
	Radyo-1	107.8	60	Çok iyi
	Radyo-2	105.6	62	Çok iyi
	Radyo-3	102.8	53	İyi
	Radyo-4	103.7	58	Çok iyi

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
DİKMEN	TRT-1	11	67	Çok iyi
	TRT-2	47	63	Orta
	TRT-3	44	56	İyi
	TRT-4	50	52	Kötü

İstasyon adı	Program	Kanal / Frekans	Seviye dBuV	Değerlendirme
H.GAZİ	TRT-1	9	45	Kötü
	TRT-2	52	30	Kötü
	TRT-3	55	35	Kötü
	TRT-4	58	40	Kötü

EK 2 YAPILAN 2.GRUP ÖLÇÜMLER

İkinci Ölçümler

Çizelge E2.1 Ankara Dikmen sayısal ölçümler

ANKARA VERİCİLER: DİKMEN **DVB-T iletim parametreleri:**	VERİCİ GÜÇLERİ	1500 W	**Kod oranı** FFT size=8k		
	MODÜLASYON		1/2		
	64-QAM	X	2/3	X	
	16-QAM		3/4		
	QPSK		5/6		
			7/8		
ÖLÇÜMLER:					Sinyal seviyesi
	Alış durumu				
	P.İ.				
Koordinat - Adres- Mevkii	V.İ	VTİ	P.O.	F.A	(dBµV)
Konya yolu çırağan et lok. 39N531481-32E4834				x	74,00
Çukurambar 39N535640-32E4844				x	71,30
Yüzüncüyıl-Ahmet Mitat iöo 39N533760-32E4740				x	71,00
Bilkent-Atatürk araştırma hast. 39N540044-32E4521				x	60,00
Bilkent-RTÜK 39N530708-32E451851				x	59,70
Etimesgut-Halkekmek 39N560614-32E391973				x	63,90
Konya yolu OPET 39N524911-32E484440				x	68,90
Çukurambar-Arı koleji önü 39N540231-32E474529				x	48,20
Eskişehir yolu-Çukurambar kavşağı 39N542957-32E482119				x	53,00
Bilkent Ufuk sit.14. cad. 39N511180-32E453406				x	54,10
Beysukent-Dicle cad. başı 39N533979-32E434344				x	62,60
Angora evleri girişi 39N525240-32E424003				x	51,70
Otoyol (Etimesgut-Sincan kavşağı) 39N560098-32E373064				x	54,50
Etimesgut-Dumlupınar ilk öğ. Ok.39N541546-32E392512				x	46,80
Etimesgut Devlet Has. Önü. 39N564493-32E400496				x	43,20
Elvankent Planet önü 39N573441-32E363277				x	51,00
Sincan-Ayaş kavşağı 39N583730-32E345270				x	53,10
İstanbul yolu-Ayaş kavşağı 39N573014-32E411787				x	45,20
Ank.İl.Em.Müd. Kavşağı 39N564333-32E494679				x	54,00
Balgat 39N543587-32E4935				x	73,4
Çetim emeç-4.cad. kavşağı 39N534136-32E494524				x	56,4
Çankaya-Turangüneş bul. Kavşağı 39N5236-32E5149				x	62,7
Yeşilkent köyü 39N5143-32E522719				x	41,4
Birlik mah. 9.cad kavşağı 39N524355-32E525928				x	68
Mamak (Samsun-Çankaya kavşağı) 39N545533-32E562082				x	28
Mamak (Samsun-Çankaya kavşağı diğer tarafı) 39N550353-32E562280				x	30
Mamak ASKİ 39N545619-32E572072				x	37,8
Mamak-Derbent ikl.öğ.ok. 39N553365-32E553134				x	24,5
Mamak 39N554616-32E550612				x	28
Mamak Ticaret lisesi 39N5550-32E5501				x	32
Altmışevler girişi 39N564111-32E532945				x	56,8
Siteler Ulubey lisesi önü 39N574166-32E542114				x	53,4
Altındağ -Yıldız mah 39N582316-32E540378				x	49,1
Altındağ -Başpınar mah 39N581353-32E553879				x	57,7
Eskişehir yolu-Turkcell önü 39N5426-32E451126				x	59,9
Ümitköy 39N541378-32E422510				x	43,1
Ümitköy-Gima 39N534055-32E420669				x	48,7
Çayyolu-Hukukçular sit. 39N530772-32E413267				x	41
Çayyolu-Uğur inşaat 39N522601-32E412672				x	49,3

Çizelge E2.1 devam

01-02/03/2006

Kanal: 31 Şebeke:MFN Anten kazancı: 9,7 dBd

Paket veri hızı : 19,91 Mbps

Ortamın kanal karekteristiği;

Rayleigh		C/N	**19,3 dB**		
Ricean		C/N	**17,1 dB**		
Gaussian		C/N			

G.I.	1/4	**X**
	1/8	
	1/16	
	1/32	

Sinyal kalitesi										
C/N	**ALICIDA**		**Görüntü**			**VERİCİLER**			**Artış**	**ALIŞ**
	CBER	**VBER**								
(dB)	Viterbi'den önce	RS'dan önce	**Var**	**Donma**	**Yok**	**Dik.**	**Y.mah**	**Di+YM**	**(dB)**	**Değer.**
24,1	5,08xe-5	1xe-8	x			x				Pİ
24,4	6,56xe-5	1xe-8	x			x				PO
24,4	5,03xe-5	1xe-8	x			x				PO
24,1	3,99xe-3	1xe-8	x			x				PO
24,4	2,13xe-7	1xe-8	x			x				PO
24,4	1,98xe-5	1xe-8	x			x				PO
24,1	1,08E-04	1xe-8	x			x				PO
24,1	1,17E-02	3xe-8	x			x				FA
23,5	1,15xe-3	6xe-8	x			x				FA
24,1	1,22xe-3	1xe-8	x			x				FA
24,1	8,66xe-4	1xe-8	x			x				PO
24,1	3,72xe-2	2,88xe-5	x			x				FA
24,1	1,49xe-3	1xe-8	x			x				FA
23,5	3,58xe-2	4,98xe-5	x			x				FA
18,7	3,27xe-2	2,21xe-5	x			x				FA
19,1	1,84xe-2	1,05xe-7	x			x				FA
24,1	4,44xe-4	1xe-8	x			x				FA
22,3	1,9xe-2	1,82xe-5	x			x				FA
18,5	4,35xe-2	7,93xe-6	x			x				FA
24,1	2,22xe-4	1xe-8	x			x				Pİ
24,1	1,86xe-3	1xe-8	x			x				PO
24,1	5,88xe-3	1xe-8	x			x				PO
19,3	6,42xe-2	3,23xe-3	x			x				FA
24,4	1,52xe-6	1xe-8	x			x				PO
14,3	9,99xe-2	1,04xe-2			x	x				
14,7	9,8xe-2	1,07xe-2			x	x				
19,3	3,8xe-2	1,07xe-4	x			x				FA
9,1	9,99xe-2	1,65xe-2			x	x				
10,5	9,99xe-2	1,04xe-2			x	x				
12	9,99xe-2	1,04xe-2			x	x				
24,1	7,16xe-3	4,1xe-6	x			x				PO
24,1	2,06xe-3	1xe-8	x			x				FA
24,1	1,05xe-3	1xe-8	x			x				FA
14,1	9,35xe-2	1,04xe-2			x	x				PO
23,9	3,44xe-3	1,5xe-6	x			x				PO
21,7	2,68xe-2	3,25xe-5	x			x				FA
24,1	3,8xe-3	1xe-8	x			x				FA
17,1	1,34xe-2	1,7xe-3	x		x	x				FA
24,1	1,06xe-3	1,99xe-3	x			x				FA

Portable İndoor (P.İ.) -- İç mekan	89 dBµV/m	72 dBµV	Alış anteni bina içinde
Portable Outdoor (P.O.) -- Dış mekan	73 dBµV/m	56 dBµV	Alış anteni bina dışında.
Fixed Antenna (F.A.) -- Sabit Alış	54 dBµV/m	**37 dBµV**	Alış anteni yerden 3m. Yüksekte
V.İ.= Binanın verici istaikametine olan tarafı;		**V.T.İ.**= Binanın verici istaikameti yönüne ters olan tarafı	

Çizelge E2.2 İstanbul , Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan birinci grup ölçümler

İSTANBUL

VERİCİLER: ÇAMLICA-BEYLIKDÜZÜ

VERİCİ GÜÇLERİ 1250 W - 1000 W

Anten kazancı: 15 dBd - 10,8 dBd

DVB-T iletim parametreleri:

MODÜLASYON	
64-QAM	**X**
16-QAM	
QPSK	

ÖLÇÜMLER:

			Alış durumu				**Sinyal seviyesi**
	Koordinat		**P.İ.**				
Adres-Mevkii	**Kuzey**	**Doğu**	**V.İ**	**VTİ**	**P.O.**	**F.A**	**(dBµV)**
Harbiye TRT Radyo evi	410240	285914				x	47,10
Beşiktaş İnönü stadyumu	410217	285939				x	59,90
Sirkeci burnu	410018	285900				x	64,20
Yenikapı İDO	410008	285715				x	57,20
Yenikapı İDO	410008	285715				x	39,70
K.Çekmece-Firuzköy	410046	284145				x	88,80
K.Çekmece-Beylikdüzü arası	410024	283954				x	57,00
Beylikdüzü	410058	283823				x	72,90
Beylikdüzü	410058	283823				x	72,50
Beylikdüzü	410128	283739				x	73,30
Beylikdüzü	410128	283739				x	68,70
Büyükçekmece	410129	283507				x	62,90
Büyükçekmece	410105	283456				x	52,00
Büyükçekmece	410107	283457				x	54,00
Bahçeşehir (TEM)	410325	284123				x	63,90
İkitelli (TEM)	410350	284729				x	72,80
İkitelli (TEM)	410350	284729				x	71,40
Kasımpaşa	410229	285759				x	43,00
Harbiye Cemal Reşit Rey	410257	285928				x	30,20
Dolmabahçe Nikah Dairesi önü	410243	285929				x	43,20
Beşiktaş İnönü stadyumu	410219	285937				x	59,20
Kabataş İskelesi	410201	285929				x	58,90
Karaköy Meydanı	410123	285830				x	41,50
Unkapanı köprüsü Eminönü taraf	410123	285742				x	59,00
Haliç-Fener köşkü	410146	285702				x	41,80
Haliç-Balata hast.önü	410217	285643				x	40,40
Haliç-Eyüp iskelesi önü	410249	285615				x	38,80
Haliç-Park ve Bahçeler Müd.	410328	285636				x	38,80
Haliç-Sakarya mah	410351	285632				x	45,10
Haliç-Miniatürk	410421	285639				x	34,00
Aibeyköy-Fevzi çakmak camii	410430	285701				x	44,80

Çizelge E2.2 devamı İstanbul , Çamlıca – Beylikdüzü vericisi ile yapılan birinci grup ölçülerin FFT, G.I , sinyal kalitesi ve paket veri hızı değerleri

Kanal: 23 Şebeke:SFN

FFT size=8k

Kod oranı	
1/2	
2/3	X
3/4	
5/6	
7/8	

G.I.

1/4	X
1/8	
1/16	
1/32	

Paket veri hızı : **19,91 Mbps**

Ortamın kanal karekteristiği;

(Eşkanal koruma oranı)

Rayleigh		C/N	**19,3 dB**
Ricean (FRA)		C/N	**17,1 dB**
Gaussian		C/N	

Sinyal kalitesi										
C/N	**ALICIDA**		**Görüntü**			**VERİCİLER**			**Artış**	**ALIŞ**
	CBER	**VBER**								
(dB)	Viterbi'den önce	RS'dan önce	**Var**	**Donma**	**Yok**	**Çamlı**	**Beylik**	**Çam+Bey**	**(dB)**	**Değer.**
15,5	2,64xe-4	4,11xe-2		x				x		FA
5,9	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x		ENT Kanal a
8,4	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		ENT Kanal a
21,7	3,95xe-3	1xe-8	x					x	**17,5**	PO
8,1	9,99xe-2	1,64xe-2			x		x			FA
					x			x		ENT NTV
12	5,86xe-2	8,95xe-3		x				x		ENT NTV
24,1	2,61xe-4	1,37xe-6	x					x	**0,4**	PO
21,1	3xe-4	1xe-8		x			x			PO
21,7	5xe-3	1xe-8	x					x	**4,6**	Pİ
24,1	6xe-4	1xe-8	x				x			PO
23	7,7xe-4	1xe-8						x		PO
21,7	5,97xe-3	4xe-6		x				x		ENT atv(24ch)
9,1	9,99xe-2	1,64xe-2			x			x		ENT atv(24ch)
20,7	4,42xe-3	1xe-8	x					x		PO
16,3	1,92xe-2	3,53xe-5	x					x	**1,2**	PO
					x		x			PO
7,9	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		FA
16,4	9,67xe-2	1,04xe-2			x			x		
20,7	2,85xe-2	5,97xe-2	x					x		FA
11,9	9,7xe-2	1,04xe-2			x			x		PO
10,3	9,9xe-2	1,04xe-2			x			x		ENT 24.kanal
18,7	3,7xe-2	2,8xe-3	x					x		FA
18,5	7,56xe-3	5,12xe-5	x					x		PO
24,1	3,01xe-2	7,6xe-6	x					x		FA
19,6	3,8xe-2	4xe-3	x					x		FA
20,7	3,47xe-2	4,8xe-5	x					x		FA
18,5	6,15xe-2	1,04xe-2		x				x		FA
14,8	3,63xe-2	6,58xe-3	x					x		FA
18,1	6,05xe-2	3,07xe-3	x					x		
7	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x		FA

Çizelge E 2.3 İstanbul , Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan ikinci grup ölçüler

İSTANBUL **VERİCİLER:** ÇAMLICA-BEYLIKDÜZÜ

VERİCİ GÜÇLERİ 1250 W - 1000 W

Anten kazancı: 15 dBd - 10,8 dBd

DVB-T iletim parametreleri:

MODÜLASYON	
64-QAM	**X**
16-QAM	
QPSK	

ÖLÇÜMLER:

			Alış durumu				**Sinyal seviyesi**
	Koordinat		**P.İ.**				
Adres-Mevk	**Kuzey**	**Doğu**	**V.İ**	**VTİ**	**P.O.**	**F.A**	**(dBµV)**
Alibeyköy-A	410521	285614				x	40,20
Albeyköy-Me	410507	285648				x	42,40
Alibeyköy me	410438	285648				x	30,90
Alibeyköy-Ç	410437	285629				x	35,00
Alibeyköy	410438	285600				x	46,60
Alibeyköy-Bi	410434	285548				x	52,00
Alibeyköy-Bl	410447	285550				x	50,50
Albeyköy-Ak	410513	285529				x	55,40
KağıthaneTra	410548	285737				x	54,40
Kağıthane üs	410506	285817				x	45,40
Kağıthane me	410454	285825				x	30,00
Kağthane-Eg	410509	285847				x	49,00
Ayazağa-Fak	410621	285919				x	28,40
Ayazağaköyü	410642	285950				x	37,20
Maslak-Vakı	410623	290106				x	54,50
Kağıthane- O	410441	285732				x	53,70
Topkapı- İET	410144	285558				x	42,00
Turgut Özal a	410138	285533				x	49,90
Turgut Özal a	410138	285533				x	35,00
Esenler-Otog	410232	285359				x	59,90
Esenler- Yol	410309	285206				x	51,70
Mahmutbey I	410351	285009				x	57,00
Mahmutbey I	410351	285009				x	53,40
Güneşli Kavş	410136	284839				x	41,60
Çobançeşme-	405944	284854				x	39,70
Havaalanı ku	410001	284832				x	49,00
Küçükçekme	405958	284759				x	55,40
K.çekmece ci	405945	284743				x	46,30
K.çekmece-Y	405911	284711				x	44,00
K.çekmece-K	405914	284627				x	71,00
K.çekmece-K	405914	284647				x	40,00
K.çekmece H	405938	284610				x	40,00
K.çekmece	410004	284608				x	62,30
K.çemece-Ka	410034	284028				x	55,00
K.çekmece m	405950	284610				x	58,00
K.çekmece şe	405928	284618				x	48,50
K.çekmece G	405910	284601				x	49,00
Avcılar- Vata	405846	284455				x	34,00
Avcılar	405853	284348				x	51,20
Avcılar	405928	284308				x	46,20
Firuzköy (Ka	410032	284209				x	67,60
Firuzköy Ese	410136	284104				x	74,60

Çizelge E2.3 devamı İstanbul , Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan ikinci grup ölçülerin FFT, GI, sinyal kalitesi ve paket veri hızları

Kanal: 23 Şebeke:SFN

FFT size=8k

Cade Rate	
1/2	
2/3	X
3/4	
5/6	
7/8	

G.I.	
1/4	X
1/8	
1/16	
1/32	

Paket veri hızı : **19,91 Mbps**

Ortamın kanal karekteristiği;

(Eşkanal koruma oranı)

Rayleigh		C/N	**19,3 dB**
Ricean (FRA)		C/N	**17,1 dB**
Gaussian		C/N	

Sinyal kalitesi										
C/N	ALICIDA		Görüntü			VERİCİLER			Artış	ALIŞ
	CBER	VBER								
(dB)	Viterbi'den önce	RS'dan önce	Var	Donma	Yok	Çamlı	Beylik	Çam+Bey	(dB)	Değer.
20,7	9,75xe-3	3,4xe-7	x					x		FA
21,1	7,49xe-3	1,8xe-7	x					x		FA
7,6	9,9xe-2	1,04xe-2			x			x		
14	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		
21,1	1,78xe-2	1,71xe-4	x					x		FA
23,5	1,55xe-2	3,3xe-7	x					x		FA
24,1	3xe-3	6xe-5	x					x		FA
24,1	6,45xe-4	1xe-8	x					x		FA
24,1	5,56xe-2	1xe-8	x					x		FA
18,7	4xe-2	4,31xe-3	x					x		FA
11,2	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		
11,5	6,45xe-2	1,3xe-2			x			x		FA
15,1	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		
11,7	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		FA
6	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x		FA
23,1	1,8xe-4	4,37xe-6	x					x		FA
16,1	3,54xe-2	1,36xe-4			x			x		FA
22,9	1,14xe-2	4,7xe-7	x					x	**14,9**	FA
9,7	9,99xe-2	1,04xe-2			x		x			
15,2	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		PO
18,4	2,12xe-2	5-68xe-3	x					x		FA
20,7	4,95xe-3	7,98xe-3	x					x	**3,6**	PO
18,1	7,8xe-3	4,4xe-3	x				x			FA
9,8	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x		FA
6	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x		FA
17,5	2,49xe-2	1,33xe-4	x					x		FA
17	7,79xe-3	5,27xe-3		x				x		FA
17,4	4,54xe-2	1,28xe-3			x			x		FA
18,6	2,03xe-2	8,4xe-7	x					x		FA
24,1	2,24xe-2	2,67xe-5	x					x		PO
20,3	3,63xe-2	2,67xe-5	x					x		FA
20,3	3,63xe-2	2,67xe-5	x					x		FA
29,1	2,85xe-4	1xe-8	x					x		PO
23,5	3,41xe-2	2,88xe-7	x					x		FA
24,1	1,1xe-3	1,1xe-8	x					x		PO
24,1	1,24xe-2	1,06xe-6	x					x		FA
20,3	2,54xe-2	4,33xe-5	x					x		FA
17,1	6,45xe-2	1,04xe-2			x			x		
13,5	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x		FA
19,4	2,06xe-2	1xe-6	x					x		FA
					x			x		ENT 22
24,1	3,12xe-4	1,1xe-8	x					x		Pİ

Çizelge E2.4 İstanbul , Çamlıca –Beylikdüzü vericisi ile yapılan üçüncü grup ölçüler

İSTANBUL

VERİCİLER: ÇAMLICA-BEYLIKDÜZÜ

VERİCİ GÜÇLERİ 1250 W - 1000 W

Anten kazancı: 15 dBd - 10,8 dBd

DVB-T iletim parametreleri:

MODÜLASYON		**Cade Rate**
64-QAM	X	
16-QAM		
QPSK		

ÖLÇÜMLER:

	Koordinat		Alış durumu				Sinyal seviyesi
			P.İ.				
Adres-Mevkii	**Kuzey**	**Doğu**	**V.İ**	**VTİ**	**P.O.**	**F.A**	**(dBµV)**
Bostancı sahil yolu-Park	405615	290719				x	52,40
Bostancı sahil yolu-Park	405615	290719				x	39,60
Bostancı parkı	405710	290619				x	45,40
Bostancı parkı	405710	290619				x	43,70
Dragos sahil parkı	405507	290815				x	54,00
Dragos sahil parkı	405507	290815				x	39,40
Kartal sahil parkı	405354	291034				x	43,60
Kartal sahil parkı	405354	291034				x	39,60
Pendik sahil otoparkı	405248	291450				x	43,50
Sultanbeyli (TEM)	405826	291319				x	55,70
Samandra gişeleri (TEM)	410001	291014				x	50,10
Altunizade Capitol önü	405728	292424				x	56,70
Altunizade Capitol önü	405728	292424				x	42,10
Fenerbahçe E5-Kadıköy kavşağı	410113	285750				x	56,40
Kadıköy Fenerbahçe stadyumu	405946	290220				x	52,30
Kızıltoprak Bağdat cad.	405925	290236				x	40,00
Fenerbahçe Marina	405900	290237				x	29,00
Bostancı sahil yolu-Erenköy sapağ	405810	290420				x	29,60
Bostancı sahil yolu Park	405752	290433				x	49,00
Bostancı sahil yolu Park	405752	290433				x	46,00
Bostancı sahili park	405712	290618				x	47,30
Bostancı sahili park	405712	290618				x	43,70
Ataşehir (TEM)	410011	290748				x	53,40
Numune hastanesi	410045	290128				x	47,50
Kadıköy Belediye garajı	405945	290127				x	52,10
Kadıköy Belediye garajı	405945	290127				x	40,40
Harem Otogar	405948	290131				x	39,10
Üsküdar-Belediye otobüs garajı	410155	290052				x	53,60
Üsküdar-Belediye otobüs garajı	410155	290052				x	30,00
Şişli iist.cevahir önü	410349	285930				x	49,00
Zincirlikuyu mezarlığı önü	410426	290058				x	47,00
Seyrantepe kavşağı (ykm)	410531	290016				x	52,00
İTÜ Lojmanlar girişi	410615	290154				x	80,00
İTÜ Lojmanlar içi	410606	290207				x	62,50
Daruşşafaka Lisesi	410728	290148				x	47,00
Sarıyer Derbent Mah.	410742	290200				x	39,00
İstinye Gemi Kurtarma İst.	410930	290220				x	40,00
Sarıyer İdo İskelesi	411002	290327				x	65,00
Sarıyer Y.Mah.Karakürtük C.	411016	290339				x	74,00
Sarıyer Rumeli Kavağı	411054	290426				x	57,00

Çizelge E2.4 devamı İstanbul, Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan FFT, GI, sinyal kalitesi ve paket veri hızları

Kanal: 23 Şebeke:SFN
FFT size=8k

Paket veri hızı : 19,91 Mbps
Ortamın kanal karekteristiği;
(Eşkanal koruma oranı)

1/2					
2/3	X	G.I.	1/4	X	
3/4			1/8		
5/6			1/16		
7/8			1/32		

Rayleigh		C/N	**19,3 dB**	
Ricean (FRA)		C/N	**17,1 dB**	
Gaussian		C/N		

Sinyal kalitesi												
C/N	ALICIDA		Görüntü			VERİCİLER			Artış	ALIŞ		
	CBER	VBER										
(dB)	Viterbi'den önc	RS'dan önce	Var	Donma	Yok	Çamlı	Beylik	Çam+Bey	(dB)	Değer.		
24,1	4,46xe-3	1xe-8	x					x	**12,8**	FA	24. kanal FLASH kapatıl	
18,3	5,68xe-2	1,46xe-3	x				x			FA		
21,7	2,06xe-2	2,36xe-6	x					x	**1,7**	FA		
21,1	9,67xe-3	2,8xe-7	x				x			FA		
24,1	4,35xe-3	1,6xe-7	x					x	**14,6**	FA		
16,9	6,9xe-2	9,35xe-3	x				x			FA		
21,1	4,05xe-2	1,4xe-4	x					x	**4**	FA		
18,5	3,66xe-2	1,59xe-4	x				x			FA		
6,9	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x		ENT 23.ch Gebze KRAL		
24,1	1xe-3	1xe-7	x					x		FA		
18,2	5,79xe-2	1,69xe-3	x					x		FA		
21,1	7,33xe-2	1,3xe-5	x					x	**14,6**	PO		
					x		x			ENT 23.ch Beykoz NTV		
21,9	3,57xe-3	1,95xe-6	x					x		PO		
16,3	2,3xe-2	1,28xe-4			x			x		FA		
9,6	9,99xe-2	1,04xe-3			x			x		FA		
11,6	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x				
6,3	9,99xe-2	1,04xe-2			x			x				
18,7	4,54xe-2	1,04xe-2			x			x	**3**	FA		
19,6	1,57xe-2	7,44xe-2			x		x			FA		
17	9,99xe-2	1,65xe-2			x			x	**3,6**	FA		
15,7	5,57xe-2	4,1xe-3			x		x			FA		
18,2	5,47xe-3	3,33xe-3	x					x		FA		
18	3,63xe-2	9,56xe-3	x					x		FA		
21,1	8,35xe-3	4,47xe-6	x					x	**11,7**	FA		
19,6	2,43xe-2	2,19xe-5	x				x			FA		
17,7	5,68xe-2	4,33xe-3	x					x		FA		
24,1	3,04xe-3	5xe-8	x					x	**23,6**	FA		
8,1	9,99xe-2	1,65xe-2			x		x					
22,80	1.3*e-2	7.4*e-5	x					X		FA	xx	
22,00	1.8*e-3	2.4*e-5	x					X		FA	xx	
26,00	4.4*e-3	5.8*e-8	x					X		FA	xx	
28,20	3.2*e-4	1.0*e-8	x					X		Pİ	xx	
28,40	1.1*e-4	1.0*e-8	x					X		PO	xx	
25,60	1.6*e-3	1.8*e-3	x					X		FA	xx	
22,30	1.4*e-2	2.0*e-5		x				X		FA	xx	
19,00					x			X		FA	xx	
28,20	1.4*e-4	1.0*e-8	x					X		PO	xx	
28,40	1.4*e-4	1.0*e-8	x					X		Pİ	xx	

ENT 24.ch FLASH sarkıyor

Çizelge E2.5 İstanbul, Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan dördüncü grup ölçümler

İSTANBUL **VERİCİLER:** ÇAMLICA-BEYLIKDÜZÜ

VERİCİ GÜÇLERİ 1250 W - 1000 W

Anten kazancı: 15 dBd - 10,8 dBd

DVB-T iletim parametreleri:

MODÜLASYON		**Cade Rate**
64-QAM	X	
16-QAM		
QPSK		

ÖLÇÜMLER:

			Alış durumu				**Sinyal seviyesi**
	Koordinat		**P.İ.**				
Adres-Mev	**Kuzey**	**Doğu**	**V.İ**	**VTİ**	**P.O.**	**F.A**	**(dBµV)**
Sarıyer Zür	411019	290319				x	41,00
Sarıyer Ma	411025	290258				x	44,00
İstinye Büy	410926	290210				x	44,00
Yeni köy su	410732	290414				x	47,00
İstinye Dev	410651	290316				x	50,00
Ayazağa K	410708	285946				x	41,50
Beykoz sub	410804	290529				x	65,00
Beykoz Yus	410823	290513				x	75,00
Beykoz Sta	410841	290450				x	63,00
Beykoz Sta	410841	290450				x	55,00

Çizelge E2.6 İstanbul, Çamlıca- Beylikdüzü vericisi ile yapılan dördüncü grup ölçümlerin FFT, GI, sinyal kalitesi ve paket veri hızları

Kanal: 23 Şebeke:SFN

FFT size=8k

Paket veri hızı : **19,91 Mbps**

Ortamın kanal karekteristiği;

(Eşkanal koruma oranı)

1/2					Rayleigh			C/N	**19,3 dB**
2/3	X	**G.I.**	1/4	X	Ricean	(FRA)		C/N	**17,1 dB**
3/4			1/8		Gaussian			C/N	
5/6			1/16						
7/8			1/32						

Sinyal kalitesi												
C/N	**ALICIDA**		**Görüntü**									
	CBER	**VBER**				**VERİCİLER**			**Artış**	**ALIŞ**		
(dB)	Viterbi'den	RS'dan önce	**Var**	**Donma**	**Yok**	**Çamlı**	**Beylik**	**Çam+Bey**	**(dB)**	**Değer.**		
20,00	3.3*e-2	2.5*e-4	x					X		FA	xx	
26,00	3.0*e-3	2.4*e-6	x					X		FA	xx	
19,20	2.1*e-2	4.5*e-4	x					X		FA	xx	
26,10	3.2*e-3	3.7*e-7	x					X		FA	xx	
26,60	2.7*e-3	5.2*e-6	x					X		FA	xx	
21,70	2.2*E-2	6.5*E-4	x					X		FA	xx	
28,40	2.5*e-4	5.1*e-6	x					X		PO	xx	
25,00	7.9*e-3	5.1*e-6	x					X		Pİ	xx	
28,00	2.4*e-4	5.1*e-6	x					X	8	PO	xx	

Portable İndoor (P.İ.) -- İç mekan	89 dBµV/m	73 dBµV	Taşınabilir alış anteni (Bina içinde...)
Portable Outdoor (P.O.) -- Dış meka	73 dBµV/m	57 dBµV	Taşınabilir alış anteni (Bina dışında...)
Fixed Antenna (F.A.) -- Sabit Alış	54 dBµV/m	**38 dBµV**	Sabit alış anteni (Çatı üzerinde ancak ölçümlerde yerden 3m. yüksekte bulunuy

V.İ.= Binanın verici istaikametine olan tarafı; **V.T.İ.**= Binanın verici istaikameti yönüne ters olan tarafı

E (dBuV/m)=E(dBuV)+k_0(1/m); Empedans:75ohm; Gr: 4dBd; Kanal=23 (490MHz), **k0= 16,12 (dB 1/m)** xx => ko=13,12 (dB 1/m)

* = Sağanak yağış

Çizelge E2.7 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler 1

ÖLÇÜM NOKTALARI		ÖLÇUM YAPILAN NOKTANIN KOORDİNATI	ÖLÇÜM ÜN	TRT 1		TRT 2		TRT 3		TRT 4		Rd1		Rd2(TRT FM)		Rd3		Rd GAP	
				Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV
1	SİİRT (MERKEZ) Şehir çıkışı Aydınlar cad.	41E5740-37N5621	16:50	06	ARIZALI	11	42	36	36	30	37	96.0	35	92.0	32	89.8	31	99.6	42
				07	59	43	60	47	59	50	60	**	**	105.6	40	**	**	**	**
2	SİİRT (MERKEZ) Aydınlar cad. Hürriyet İlköğretim yanı	41E5654-37N5537	17:00	06	ARIZALI	11	42	36	32	30	32	96.0	35	92.0	30	89.8	31	99.6	42
				07	58	43	57	47	58	50	60	**	**	105.6	41	**	**	**	**
3	SİİRT (MERKEZ) Algül mah. Molla Halil	41E5635-37N5516	17:10	06	ARIZALI	11	44	36	33	30	32	96.0	34	92.0	32	89.8	33	99.6	38
				07	65	43	53	47	54	50	53	**	**	105.6	43	**	**	**	**
4	SİİRT (MERKEZ) Kıztepe mah. Alparslan İlköğretim yanı	41E5546-37N558	17:25	06	ARIZALI	11	59	36	53	30	58	96.0	42	92.0	44	89.8	44	99.6	57
				07	55	43	52	47	53	50	52	**	**	105.6	37	**	**	**	**
5	SİİRT (MERKEZ) 99.Evler Konutları	41E5318-37N5653	17:35	06	ARIZALI	11	<25	36	<25	30	<25	96.0	29	92.0	29	89.8	30	99.6	36
				07	85	43	54	47	54	50	53	**	**	105.6	60	**	**	**	**
6	YAĞMURTEPE KÖYÜ Köy okulu yanı	41E5226-37N5644	17:50	06	ARIZALI	11	34	36	28	30	27	96.0	<25	92.0	<25	89.8	<25	99.6	<25
				07	44	43	29	47	27	50	27	**	**	105.6	28	**	**	**	**
7	YAĞMURTEPE KÖYÜ Köy okulunun karşı tarafı	41E5651-37N5651	17:55	06	ARIZALI	11	<20	36	<20	30	<20	96.0	24	92.0	22	89.8	22	99.6	30
				07	60	43	43	47	43	50	43	**	**	105.6	31	**	**	**	**
8	KÖPRÜBAŞI KÖYÜ Merkez YİBO Lojmanları	41E5232-37N5547	18:10	06	ARIZALI	11	<20	36	<20	30	<20	96.0	<20	92.0	<20	89.8	<20	99.6	<20
				07	70	43	61	47	61	50	62	**	**	105.6	38	**	**	**	**
9	KÖPRÜBAŞI KÖYÜ Çeşme yanı	41E5008-37N5952	18:20	06	ARIZALI	11	56	36	53	30	44	96.0	39	92.0	37	89.8	37	99.6	49
				07	64	43	61	47	58	50	60	**	**	105.6	50	**	**	**	**
10	KOÇPINAR KÖYÜ Köy çeşmesi yanı	41E5157-37N5456	14:30	06	ARIZALI	11	62	36	54	30	48	96.0	44	92.0	46	89.8	45	99.6	56
				07	60	43	30	47	29	50	30	**	**	105.6	33	**	**	**	**
11	KOÇPINAR KÖYÜ Köyün girişi	41E5205-37N5450	15:00	06	ARIZALI	11	54	36	46	30	42	96.0	37	92.0	36	89.8	38	99.6	48
				07	45	43	21	47	20	50	21	**	**	105.6	28	**	**	**	**
12	GÖKÇEBAĞ KÖYÜ Sağlık Ocağı yanı	41E5227-37N5427	15:40	06	ARIZALI	11	41	36	37	30	32	96.0	30	92.0	31	89.8	33	99.6	39
				07	47	43	31	47	30	50	30	**	**	105.6	21	**	**	**	**
				05	35	21	22	24	25	27	26	99.5	<20	97.7	<20	94.5	<20	103.8	<20

Çizelge E2.8 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler2

ÖLÇÜM NOKTALARI		ÖLÇÜM YAPILAN NOKTANIN KOORDİNATI	ÖLÇÜMÜN YAPILDIĞI SAAT	TRT 1		TRT 2		TRT 3		TRT 4		Rd1		Rd2(TRT FM)		Rd3		Rd GAP	
				Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV
13	GÖKÇEBAĞ KÖYÜ Bağlar Mah	41E5413-37N5244	16:00	06	ARIZALI	11	60	36	56	30	56	96.0	35	92.0	32	89.8	31	99.6	50
				07	33	43	25	47	26	50	25	**	**	105.6	23	**	**	**	**
14	GÖKÇEBAĞ KÖYÜ	41E5241-37N5408	16:40	06	ARIZALI	11	58	36	46	30	51	96.0	34	92.0	37	89.8	42	99.6	53
				07	56	43	31	47	32	50	32	**	**	105.6	31	**	**	**	**
15	GÖKÇEBAĞ KÖYÜ Tansu Çiller	41E5245-37N5445	17:00	06	ARIZALI	11	48	36	32	30	29	96.0	30	92.0	29	89.8	28	99.6	36
				07	79	43	55	47	59	50	62	**	**	105.6	51	**	**	**	**
				05	40	21	37	24	46	27	50	99.5	<20	97.7	<20	94.5	<20	103.8	<20
16	KAYABOĞAZ KÖYÜ Camii	41E5903-37N5323	18:30	06	ARIZALI	11	37	36	33	30	29	96.0	27	92.0	28	89.8	27	99.6	35
				07	54	43	44	47	44	50	43	**	**	105.6	37	**	**	**	**
17	KELBASAN KÖYÜ Okul	42E0809-37N5500	10:00	06	ARIZALI	11	68	36	61	30	49	96.0	54	92.0	52	89.8	54	99.6	66
				07	63	43	59	47	55	50	56	**	**	105.6	40	**	**	**	**
18	MEYDANDERE KÖYÜ	42E0548-37N5534	11:00	06	ARIZALI	11	55	36	46	30	36	96.0	40	92.0	39	89.8	39	99.6	52
				07	49	43	38	47	36	50	36	**	**	105.6	31	**	**	**	**
19	YATAĞAN KÖYÜ Köy cesmesi	42E0926-37N5831	12:00	06	ARIZALI	11	69	36	67	30	58	96.0	53	92.0	55	89.8	53	99.6	69
				07	39	43	28	47	27	50	28	**	**	105.6	26	**	**	**	**
20	YATAĞAN KÖYÜ Köy	42E0918-37N5823	12:20	06	ARIZALI	11	77	36	51	30	52	96.0	48	92.0	44	89.8	52	99.6	65
				07	49	43	33	47	32	50	32	**	**	105.6	26	**	**	**	**
21	TAŞLI KÖYÜ Orta	42E0815-37N5915	12:40	06	ARIZALI	11	63	36	64	30	56	96.0	33	92.0	37	89.8	41	99.6	50
				07	32	43	<20	47	<20	50	<20	**	**	105.6	28	**	**	**	**
22	TAŞLI KÖYÜ Köyün girişi Sağlık	42E0832-37N5928	13:00	06	ARIZALI	11	54	36	46	30	43	96.0	35	92.0	36	89.8	35	99.6	48
				07	51	43	27	47	29	50	30	**	**	105.6	27	**	**	**	**
23	SOBETAŞ KÖYÜ Okulun yanı	42E0900-37N5941	13:20	06	ARIZALI	11	65	36	63	30	58	96.0	42	92.0	49	89.8	47	99.6	62
				07	45	43	31	47	27	50	28	**	**	105.6	26	**	**	**	**
24	TAŞYAKA KÖYÜ Okul yanı	42E1010-38N0043	15:50	06	ARIZALI	11	59	36	51	30	44	96.0	36	92.0	37	89.8	33	99.6	35
				07	47	43	54	47	53	50	52	**	**	105.6	35	**	**	**	**

Çizelge E2.9 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler3

ÖLÇÜM NOKTALARI		ÖLÇÜM YAPILAN NOKTANIN KOORDİNATI	ÖLÇÜMÜN	TRT 1		TRT 2		TRT 3		TRT 4		Rd1		Rd2(TRT FM)		Rd3		Rd GAP	
				Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV
25	TATLIPAYAM KÖYÜ Okul önü	42E0906-38N0100	16:10	06	ARIZALI	11	64	36	60	30	47	96.0	50	92.0	50	89.8	54	99.6	64
				07	59	43	63	47	58	50	58	**	**	105.6	47	**	**	**	**
26	İNCEKAYA KÖYÜ Camii arkası	42E0755-38N0124	16:30	06	ARIZALI	11	72	36	63	30	51	96.0	36	92.0	57	89.8	47	99.6	65
				07	51	43	30	47	30	50	30	**	**	105.6	32	**	**	**	**
27	İNCEKAYA (RESİDAR) KÖYÜ Muhtarın evinin önü	42E0820-38N0056	17:30	06	ARIZALI	11	70	36	40	30	52	96.0	59	92.0	62	89.8	62	99.6	72
				07	49	43	34	47	34	50	33	**	**	105.6	31	**	**	**	**
28	DERİNÇAY KÖYÜ Aşağı Mah. Trafo yanı	42E0623-38N0214	17:50	06	ARIZALI	11	66	36	62	30	55	96.0	42	92.0	44	89.8	41	99.6	60
				07	33	43	30	47	31	50	32	**	**	105.6	26	**	**	**	**
29	DAMLI KÖY Köy Çesmesi yanı	42E0336-37N5945	18:20	06	ARIZALI	11	38	36	<20	30	<20	96.0	<25	92.0	26	89.8	26	99.6	32
				07	32	43	20	47	22	50	22	**	**	105.6	26	**	**	**	**
30	KELEKİR KÖYÜ Köy Meydanı	42E0013-38N0226	19:20	06	ARIZALI	11	<25	36	<25	30	<25	96.0	28	92.0	28	89.8	29	99.6	33
				07	58	43	43	47	42	50	44	**	**	105.6	40	**	**	**	**
31	YOLBULDU MEZRASI Cami yanı	41E5543-38N0003	19:50	06	ARIZALI	11	72	36	57	30	51	96.0	54	92.0	55	89.8	54	99.6	66
				07	<25	43	<25	47	<25	50	<25	**	**	105.6	<25	**	**	**	**
32	AKYAMAÇ KÖYÜ Köy Meydanı Mezarlık	41E5608-37N5936	20:20	06	ARIZALI	11	65	36	62	30	58	96.0	63	92.0	67	89.8	70	99.6	73
				07	34	43	30	47	32	50	43	**	**	105.6	30	**	**	**	**
33	TAŞBALTA KÖYÜ Camii yanı	42E0342-37N5847	09:30	06	ARIZALI	11	39	36	31	30	31	96.0	34	92.0	38	89.8	43	99.6	53
				07	32	43	<25	47	<25	50	<25	**	**	105.6	21	**	**	**	**
34	AYDINLAR İLÇESİ İlçe girişi Arvit Seramik Fab. Kapısı	42E0011-37N5716	10:10	06	ARIZALI	11	80	36	75	30	69	96.0	68	92.0	58	89.8	59	99.6	70
				07	46	43	38	47	42	50	47	**	**	105.6	34	**	**	**	**
				05	52	21	39	24	53	27	58	99.5	32	97.7	40	94.5	37	103.8	35
35	AYDINLAR İLÇESİ İlçe Meydanı Saat Kulesi yanı	42E0037-37N5702	10:30	06	ARIZALI	11	62	36	61	30	56	96.0	33	92.0	39	89.8	35	99.6	46
				07	35	43	30	47	31	50	33	**	**	105.6	30	**	**	**	**
36	AYDINLAR İLÇESİ İlçe Çıkışı Cumhuriyet cad.	42E0035-37N5702	10:40	06	ARIZALI	11	61	36	55	30	50	96.0	35	92.0	53	89.8	47	99.6	51
				07	34	43	36	47	35	50	36	**	**	105.6	30	**	**	**	**
				05	53	21	43	24	50	27	57	99.5	33	97.7	41	94.5	37	103.8	36

Çizelge E2.10 Siirt'te Yapılan sayısal ölçümler4

ÖLÇÜM NOKTALARI		ÖLÇÜM YAPILAN NOKTANIN KOORDİNATI	ÖLÇÜMÜN YAPILDIĞI SAAT	TRT 1		TRT 2		TRT 3		TRT 4		Rd1		Rd2(TRT FM)		Rd3		Rd GAP	
				Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	Ch	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV	MHz	dBµV
37	AYDINLAR İLÇESİ Sultan Sok. Sultan camii Trf.5 yanı	42E0030-37N5647	11:40	06	ARIZALI	11	70	36	70	30	61	96.0	46	92.0	57	89.8	52	99.6	63
				07	58	43	60	47	57	50	57	**	**	105.6	39	**	**	**	**
				05	54	21	38	24	52	27	58	99.5	32	97.7	41	94.5	37	103.8	35
38	ÇINARLISU KÖYÜ Camii arkası Trf direği yanı	42E0015-37N5450	11:10	06	ARIZALI	11	55	36	56	30	50	96.0	46	92.0	42	89.8	42	99.6	59
				07	77	43	63	47	66	50	69	**	**	105.6	63	**	**	**	**
39	DEREYAMAÇ KÖYÜ Okul yanı	42E0018-37N5838	12:01	06	ARIZALI	11	74	36	73	30	64	96.0	36	92.0	48	89.8	46	99.6	44
				07	62	43	58	47	56	50	57	**	**	105.6	49	**	**	**	**
40	İKİZBAĞLAR KÖYÜ Köyün girişi Selhattin Aslan'nın evi yanı	41E5836-37N5830	12:40	06	ARIZALI	11	67	36	65	30	59	96.0	41	92.0	57	89.8	51	99.6	53
				07	74	43	48	47	53	50	47	**	**	105.6	53	**	**	**	**
41	İKİZBAĞLAR KÖYÜ Eski Okulun arkası	41E5829-37N5842	12:45	06	ARIZALI	11	70	36	54	30	44	96.0	40	92.0	54	89.8	49	99.6	50
				07	53	43	45	47	44	50	42	**	**	105.6	35	**	**	**	**
42	DOLUHARMAN KÖYÜ Sağlık Ocağı yanı	41E5458-37N5904	13:40	06	ARIZALI	11	32	36	29	30	45	96.0	26	92.0	26	89.8	25	99.6	28
				07	71	43	71	47	68	50	68	**	**	105.6	59	**	**	**	**
43	İNKAPI KÖYÜ Okul Yanı	41E5326-37N5945	14:00	06	ARIZALI	11	<25	36	<25	30	<25	96.0	<25	92.0	<25	89.8	<25	99.6	<25
				07	83	43	54	47	52	50	52	**	**	105.6	50	**	**	**	**
44	MERKEZ BAĞTEPE Zeydan Mah. Girişi	41E5841-37N5715	14:40	06	ARIZALI	11	71	36	59	30	55	96.0	48	92.0	52	89.8	50	99.6	62
				07	58	43	43	47	45	50	48	**	**	105.6	33	**	**	**	**
45	MERKEZ BAĞTEPE Sağlık Ocağı yanı 141.sok	41E5900-37N5722	15:00	06	ARIZALI	11	73	36	56	30	50	96.0	42	92.0	56	89.8	53	99.6	56
				07	60	43	61	47	54	50	53	**	**	105.6	33	**	**	**	**
46	ÇATILI KÖYÜ Muhtarın Evi yanı	42E0146-37N5824	15:20	06	ARIZALI	11	65	36	58	30	59	96.0	46	92.0	48	89.8	50	99.6	56
				07	65	43	70	47	69	50	55	**	**	105.6	61	**	**	**	**

ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Elmadağ'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Elmadağ'da, lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümünden ve Fizik Bölümünden 1998 yılında mezun oldu. 2000-2002 yılları arasında Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans, 2002-2007 yılları arasında da Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimini sürdürmektedir. 1985 yılından bugüne kadar Türkiye Radyo Televizyon Kurumu'nun çeşitli birimlerinde çalıştı ve yönetici olarak görev yaptı. Halen TRT kurumunda Teknik Yönetmen olarak çalışmalarına devam etmektedir.

Yüksek Lisans ve Doktora eğitimleri sırasında çeşitli üniversitelerden gelecekte faydalı olacak birkaç alanda dersler aldı. 2007 yılı 14-30 Mart tarihleri arasında İNGİLTERE'de OMNIBUS SYSTEM LIMITED adlı firmadan Omnibus Video Server System Superusing , Training and Engineering eğitimi aldı. 30 Ekim - 2 Kasım 2007 tarihleri arasında ise tez ölçümleri değerlendirilmesi amacıyla kullanılmak için Mapinfo Temel- ileri düzey ve 10-14 Aralık 2007 tarihleri arasında ARC GIS I-II eğitimlerini aldı. Ayrıca DPT destekli bir TÜBİTAK TUG projesi olup 15 nisan 2007'de başlamış olan " ULUSAL RADYO ASTRONOMİ YER SEÇİMİ" projesinde araştırmacı üye olarak görev yapmaktadır ve yer seçimi çalışması ölçümlerine devam etmektedir.