

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

**GSM 900 BANDINDA COST-231 WALFISCH-IKEGAMI YÖNTEMİNİN ORDU
İLİNE UYARLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik Müh. Mustafa MUTLU

**ARALIK 2010
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

**GSM 900 BANDINDA COST-231 WALFISCH-IKEGAMI YÖNTEMİNİN
ORDU İLINE UYARLANMASI**

Elektronik Müh. Mustafa MUTLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Elektronik Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26.11.2010
Tezin Savunma Tarihi : 24.12.2010**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. İsmail Hakkı ÇAVDAR
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Haydar KAYA
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Bekir DİZDAROĞLU**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Bu çalışmada GSM 900 bandında Ordu ilinde seçilmiş beş baz istasyonunda yapılan ölçümlerde COST-231 Walfisch-Ikegami yöntemi kullanılarak herhangi bir noktada yapılan ölçüm değeriyle bu yöntem kullanılarak teorik olarak bulunan değerler karşılaştırılarak Ordu iline bu yöntemin ne kadar uygulanabilir olup olmadığı irdelenmiştir.

Çalışma sırasında bana yardımlarını esirgemeyen hocam Doç. Dr. İsmail Hakkı ÇAVDAR'a, GPS ölçü aletini kullanmamı sağlayan K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü müdür yardımcısı Doç. Dr. Kamil COŞKUNÇELEBİ'ye, Öğr. Gör. Mustafa KARA'ya, Öğr. Gör. Ergün YÜCESOY'a, Öğr. Gör. Özer ŞENYURT'a ve EMR 300 Radyasyon Metre cihazını verip ölçüm yapmamı sağlayan Elektronik Müh. Mehmet Ali KOLCU'ya, Elektronik Müh. Mustafa SEMERCİ'ye, Öğrencim İsmail MURAT'a, aileme, ebediyete göçen annem ve babama teşekkürü bir borç biliyorum.

Mustafa MUTLU

Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Bina Dışı Zayıflamayı Veren Yöntemler	2
1.2.1. Okumura Yöntemi	2
1.2.2. Hata Yöntemi.....	4
1.2.3. COST-231 Hata Yöntemi	9
1.2.4. Sakagami-Kuboi Yöntemi	10
1.2.5. COST-231 Walfisch-Ikegami Yöntemi	11
2. YAPILAN ÇALIŞMA VE BULGULAR.....	19
2.1. ORMEH.....	20
2.2. ORMIG	32
2.3. ORDTU.....	46
2.4. OSINA	58
2.5. SUBAM	70
2.6. Ölçüm Yapılan Baz İstasyonlarındaki Elektromanyetik Dalganın Yere İnme Mesafesi.....	80
2.7. Ölçme İşleminde Kullanılan Ölçü Aletleri	86
2.8. Ölçüm Yapılan Tüm Baz İstasyonlarının Haritası ve Resimleri	87
3. TARTIŞMA	90
4. SONUÇLAR.....	92

5.	ÖNERİLER.....	93
6.	KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Bu çalışmada Ordu ilindeki beş baz istasyonundan elde edilen ölçüm sonuçlarıyla COST-231 Walfisch-Ikegami yöntemi arasındaki tutarlılık araştırılmıştır. Baz istasyon yüksekliğinin bina yüksekliğinden büyük ve binalar arası mesafelerin düzenli olması durumunda bu yöntem ve ölçüm sonuçlarının tutarlılığı gözlemlenmiştir. Ölçüm sonuçları MATLAB kullanılarak çizdirilmiş ve tablo halinde gösterilmiştir. Bütün ölçümler direkt görüş hattı olmaksızın alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bina Dışı Yöntemler, Küçük Hücre, Direkt Görüş Var, Direkt Görüş Yok, Cost-231 WI, Elektriksel Eğim, Mekanik Eğim, Gmsk, Tdma

SUMMARY

Adaptation of COST-231 Walfisch-Ikegami Method to Ordu City in GSM 900 Frequency Band

In this study consistency of measurement results obtained for five base stations in Ordu city and COST-231 Walfisch-Ikegami method is investigated. It is observed that this method and measurement results are consistent when base station antenna height is higher than building height and when the distance between buildings is regular. Measurement result are plotted and tabulated by using MATLAB. All measurements are taken in case of non line of sight.

Key Words: Outdoor Models, Micro-Cell, Los, Nlos, Cost-231 WI, Electrical Tilt, Mechanical Tilt, Gmsk, Tdma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.2.1.	Temel zayıflama katsayısı $A_{RU}(f, d)$ frekans ve antenler arası uzaklık grafiği (Blaunstein, 2000).	2
Şekil 1.2.2.	Yükseklik kazanç katsayısı $H_{TU}(h_T, d)$ verici anten yüksekliği ve antenler arası uzaklık grafiği (Blaunstein, 2000).	3
Şekil 1.2.3.	Yükseklik kazanç katsayısı $H_{RU}(h_R, d)$ alıcı anten yüksekliği, frekans ve ortam tipi grafiği (Blaunstein, 2000).	3
Şekil 1.2.4.	Okumura yöntemi için düzeltme katsayısı grafiği (Blaunstein, 2000).	6
Şekil 1.2.5.	Eğimli tepe arazisi düzeltme katsayısı-arazi dalgalanma yükseklik grafiği (Blaunstein, 2000).	6
Şekil 1.2.6.	Teorik kestirim ve ölçümlerden elde edilen eğimli arazi düzeltme katsayısı grafiği (Blaunstein, 2000).	7
Şekil 1.2.7.	Kara-deniz düzeltme katsayısı-uzaklık (% olarak) grafiği (Blaunstein, 2000).	7
Şekil 1.2.8.	Ortalama yol kaybı-vericiden uzaklık grafiği (Blaunstein, 2000).	8
Şekil 1.2.9.	Okumura'nın nokta ölçümleri ile Hata yöntemi'nin kestiriminin karşılaştırılması grafiği (Blaunstein, 2000).	8
Şekil 1.2.10.	Sakagami-Kuboi yöntemi'nde kullanılan parametrelerin gösterimi (Stewart, 2010).	11
Şekil 1.2.11.	COST-231 WI yöntemi'nde kullanılan parametrelerin gösterimi (Margues, 2008).	12
Şekil 1.2.12.	Ölçüm yapılan caddede baz istasyonundan gelen elektromanyetik dalganın geliş açısına bağlı olarak zayıflamanın değişimi (Margues, 2008).	12
Şekil 1.2.13.	Ölçüm yapılan caddede öndeki bina tepesiyle durma noktasındaki açının gösterilmesi (Margues, 2008).	17
Şekil 2.1.1.	Mehmetçik Bulvarı'nın Google Earth görüntüsü	21
Şekil 2.1.2.	Mehmetçik Bulvarı'nda ölçüm yapılan alanın resmi	21
Şekil 2.1.3.	Ormeğ'in elektrik alanının ortalama değerinin uzaklıkla değişimi	31
Şekil 2.1.4.	Ormeğ'in ölçülen gücün ortalamasının uzaklıkla değişimi	32
Şekil 2.1.5.	Ormeğ'in ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi	32
Şekil 2.2.1.	Ormig baz istasyonunun Google Earth görüntüsü	33
Şekil 2.2.2.	Ormig'te ölçüm yapılan alanın resmi	34

Şekil 2.2.3.	Ormig'in elektrik alanın ortalama değeriyle uzaklığın değişimi	44
Şekil 2.2.4.	Ormig'in ortalama manyetik alanının uzaklıkla değişimi	44
Şekil 2.2.5.	Ormig'in gücüyle uzaklığın değişimi	45
Şekil 2.2.6.	Ormig'in ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi.....	45
Şekil 2.3.1.	Ordu'nun Google Earth görüntüsü	46
Şekil 2.3.2.	Ordu'da ölçüm yapılan alanın resmi.....	47
Şekil 2.3.3.	Ordu'nun elektrik alanın ortalama değerinin uzaklıkla değişimi	56
Şekil 2.3.4.	Ordu'nun manyetik alanının ortalama değerinin uzaklıkla değişimi.....	56
Şekil 2.3.5.	Ordu'nun güç yoğunluğunun ortalama değerinin uzaklıkla değişimi	57
Şekil 2.3.6.	Ordu'nun ölçülen gücün uzaklıkla değişimi.....	57
Şekil 2.3.7.	Ordu'nun ölçülen zayıflamanın logaritmik olarak uzaklıkla değişimi	58
Şekil 2.4.1.	Osina'nın Google Earth görüntüsü	59
Şekil 2.4.2.	Osina'da ölçüm yapılan alanın resmi.....	59
Şekil 2.4.3.	Osina'nın elektrik alanın ortalama değerinin uzaklıkla değişimi	68
Şekil 2.4.4.	Osina'nın güç yoğunluğunun ortalama değerinin uzaklıkla değişimi	68
Şekil 2.4.5.	Osina'nın gücünün uzaklıkla değişimi.....	69
Şekil 2.4.6.	Osina'nın gücünün uzaklıkla logaritmik olarak değişimi.....	69
Şekil 2.4.7.	Osina'nın ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi.....	70
Şekil 2.5.1.	Subam'ın Google Earth görüntüsü.....	71
Şekil 2.5.2.	Subam'da ölçüm yapılan alanın resmi	71
Şekil 2.5.3.	Subam'ın elektrik alanın ortalama değeriyle uzaklığın değişimi	77
Şekil 2.5.4.	Subam'ın manyetik alanın ortalama değerinin uzaklıkla değişimi.....	78
Şekil 2.5.5.	Subam'ın güç yoğunluğunun ortalama değerinin uzaklıkla değişimi.....	78
Şekil 2.5.6.	Subam'ın gücün uzaklıkla değişimi.....	79
Şekil 2.5.7.	Subam'ın gücün uzaklıkla logaritmik olarak değişimi	79
Şekil 2.5.8.	Subam'ın ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi	80
Şekil 2.6.1.	Ormeş hücre1'in yere inme mesafesi	80
Şekil 2.6.2.	Ormeş hücre2'in yere inme mesafesi	81
Şekil 2.6.3.	Ordu hücre2'in yere inme mesafesi	81
Şekil 2.6.4.	Ordu hücre3'in yere inme mesafesi	82
Şekil 2.6.5.	Osina hücre1'in yere inme mesafesi	82

Şekil 2.6.6.	Osina hücre2'nin yere inme mesafesi	83
Şekil 2.6.7.	Osina hücre3'ün yere inme mesafesi	83
Şekil 2.6.8.	Ormig hücre1'in yere inme mesafesi	84
Şekil 2.6.9.	Ormig hücre2'nin yere inme mesafesi	84
Şekil 2.6.10.	Ormig hücre3'ün yere inme mesafesi	85
Şekil 2.6.11.	Subam hücre2'nin yere inme mesafesi	85
Şekil 2.7.1.	EMR 300 cihazı	86
Şekil 2.7.2.	GPS ölçüm cihazı.....	86
Şekil 2.7.3.	Uzaklık (lazermetre) ölçer	87
Şekil 2.8.1.	Baz istasyonlarının Google Earth görüntüsü	87
Şekil 2.8.2.	Ordu merkezde ölçüm yapılan alanların resimleri.....	88
Şekil 2.8.3.	Baz istasyonu antenlerinin resimleri	88
Şekil 2.8.4.	Ölçüm yapılan alandaki resimler	89
Şekil 3.1	Teorik ve pratik zayıflama değerlerinin değişimi	90

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.2.1.	Hata yöntemi'nin getirdiği kısıtlamalar (Blaunstein, 2000).	9
Tablo 1.2.2.	COST-231 Hata Yöntemi'nin getirdiği kısıtlamalar (Blaunstein, 2000).	10
Tablo 1.2.3.	COST-231 WI Yöntemi'nin getirdiği kısıtlamalar (Margues, 2008).	16
Tablo 2.1.1.	Mehmetçik Bulvarı'ndaki baz istasyonunun özellik ve ölçüm değerleri.....	22
Tablo 2.2.1.	Ormig baz istasyonunun özellik ve ölçüm değerleri.....	34
Tablo 2.3.1.	Ordu'nun özellik ve ölçüm değerleri	47
Tablo 2.4.1.	Osina'nın özellik ve ölçüm değerleri	60
Tablo 2.5.1.	Subam'ın özellik ve ölçüm değerleri	72

SEMBOLLER DİZİNİ

$A_{RU}(f, d)$	: 100 MHz-1 GHz frekans aralığında kentsel ortamda uzaklık ve frekansla zayıflama düzeltme katsayısı
$A(h_R)$	: Belirli kısıtlamalar altında Hata Yöntemi'nde mobil anten yüksekliği için korelasyon faktörü
C_m	: COST-231 Hata Yöntemi'nde ilgilenilen ortama bağlı olarak zayıflamaya eklenen sabit
c	: Işığın boşluktaki hızı
$\langle H \rangle$	: Alma noktasına yakın yerdeki binaların ortalama yüksekliği (5-50 m)
h_s	: Alma noktasının baz istasyonu tarafındaki bina yüksekliği (20-100 m)
H	: Baz istasyonu civarındaki binaların ortalama yüksekliği
$H_{TU}(h_T, d)$	: Baz istasyonu anteninin kazanç faktörüdür
$H_{RU}(h_R, d)$	: Hareketli aracın anten yükseklik kazancı
h_{base}	: Baz istasyonu anteninin yüksekliği
h_{Roof}	: Çatının yüksekliği
k_a	: Baz istasyonu antenlerinin komşu binaların çatı tepelerinin altında olması durumundaki yol kaybı
k_d	: Çoklu-ekran kırınım kaybı ile uzaklık arasındaki bağıntıyı ifade eder
k_f	: Çoklu-ekran kırınım kaybı ile frekans arasındaki bağıntı
k	: Yayınım sabiti
L'_{50}	: Arazi düz değilse ve kara-deniz karışımı ise Okumura tarafından verilen toplam zayıflama düzeltme faktörü
L_{TER}	: Dalgalı tepeli yerler için düzeltme faktörü
L_{SP}	: Eğimli arazideki düzeltme faktörü
L_{LS}	: Kara-deniz karışımı (deniz kenarı) araziler için düzeltme faktörü

L_{msd}	: COST-231 WI yönteminde çoklu ekran kırınım kaybı (dB)
L_{rts}	: Son çatı tepesinden bulunulan noktaya olan kırınım ve saçılma kaybı (dB)
L_{ori}	: Bulunulan caddeki konumlanış kaybı (dB)
L_{bsh}	: Baz istasyonu antenlerinin çatı tepe seviyesinin altı veya üstü durumuna bağlı olarak kayıplar (dB)
L_{FS}	: Bir radyo-linkte alıcı ve verici arasında hiç bir engel yokken ki zayıflama
L_{50}	: Okumura yöntemindeki (düz arazi ve kentsel ortam için) ortalama yol kaybını logaritmik olarak veren ifade
L_{pextra}	: Ölçüm yapılan nokta, baz istasyonunun hemen altındaki caddede bulunuyorsa fazladan zayıflama
$H_{average}$	: Bir ölçüm noktasında altı dakikalık süre içinde ölçü aletine gelen elektrik alanın ortalama değerini 377'e bölerek bulunan manyetik alan ortalaması
E_{max}	: Bir ölçüm noktasında altı dakikalık süre içinde ölçü aletine gelen elektrik alanın maksimum değeri
P_r	: Alıcıda elde edilen güç
$E_{average}$	: Bir ölçüm noktasında altı dakikalık süre içinde ölçü aletine gelen elektrik alanın ortalama değeri
$W_{b[m]}$	: Binalar arası uzaklık
$W_{s[m]}$	: Mobilin bulunduğu sokağın genişliği
x	: COST-231 WI Yöntemi'nde bulunulan caddede bina ile ölçüm noktası arasındaki yatay (dik) uzaklık
P_{Nlos}	: işaretin zayıflama değeri
$\Delta_{hMobile}$	: Çatı yüksekliği ve mobil araç yüksekliği arasındaki fark
Δ_{hbase}	: Baz istasyonu anten yüksekliği ve çatı tepe yüksekliği arasındaki fark
φ	: Bulunulan caddedeki açı (bulunulan noktayla baz istasyonu antenini birleştiren doğruyla caddedeki hareket doğrultusu arasındaki açı)
ϕ	: Antenin normaliyle yapılan yatay açı
ψ	: Yükselme açısı (ölçüm yapılan noktayla baz istasyonu anteni arasındaki düşey açı)
θ	: Bulunulan noktayla çatı tepe köşesi arasındaki açı

KISALTMALAR DİZİNİ

<i>COST</i>	: European Cooperative for Scientific and Technical
<i>COST – 231WI</i>	: European Cooperative for Scientific and Technical Walfisch Ikegami
<i>CDMA</i>	: (Code Division Multiple Access) Kod Bölmeli Çoklama
<i>EIRP</i>	: Effective Isotropic Radiated Power (Etkin İzotropik Yayılım Gücü)
<i>ERP</i>	: Effective Radiated Power (Etkin Yayılım Gücü)
<i>FDM</i>	: Frequency Division Multiplexing (Frekans Bölmeli Çoklama)
<i>GMSK</i>	: Gaussian Minimum Shift Keying
<i>LOS</i>	: Line of Sight (Direkt Görüş)
<i>MT</i>	: Mobile Terminal (Gezgin Birim)
<i>NLOS</i>	: Non-Line of Sight (Direkt Görüş yok)
<i>PCM</i>	: Pulse Code Modulation (Vuruş kodlamalı Modülasyon)
<i>TDM</i>	: Time Division Multiplexing (Zaman Bölmeli Çoklama)
<i>UMTS</i>	: Universal Mobile Telecommunications System
<i>WI – MAX</i>	: Verici anteninden yaklaşık 50 km mesafeye kadar bir etki alanı ve 75 Mbps indirme hızı olması planlanan bir çeşit kablosuz bağlantı sistemidir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Günümüzde bina dışı kablosuz iletişimde deneysel verilere dayanarak her hangi bir noktada oluşabilecek zayıflamayı veren çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu konuda en eski yöntem Okumura Yöntemi'dir. Bu yöntem yapılan deneysel çalışmaların sonucunda türetilen grafiklere dayanır. Okumura yöntemi mevcut yöntemlerin muhtemelen en yaygın kullanılanıdır. Sadece kentsel, varoş ve kırsal ortamları hesaba katmaz, ayrıca değişik tip arazilerin etkisini de açıklar.

Bir başka yöntem de Hata Yöntemi'dir. Okumura tekniğini bilgisayarda gerçekleştirmede ve kolayca uygulamada, Hata, Okumura tarafından geliştirilen grafiksel veriyi açıklamak için deneysel bir yöntem geliştirmiştir. Hata, Okumura'nın zayıflamayı bulmak için verdiği grafiksel yöntemi bağıntıya dökerek bilgisayar ve matematiğe daha uygun bir formata sokmuştur.

Hata yönteminin frekans bant genişliğini 2 GHz'e kadar genişletmek ve ortama bağlı olarak eklenen bir sabit değer (C_m) ile COST-231 Hata yöntemi geliştirilmiştir.

Bir diğeri de Erceg Yöntemi'dir. Bu yöntem kablosuz servisler tarafından 1.9 GHz'de 95 makro hücreden toplanan deneysel veriler temel alınarak oluşturulmuştur (Kavas, Yılmaz ve Çabuk, 2003).

Bu yöntemlerden başka yine Okumura'nın detaylı analizine dayanan, kentsel ortamlar ve mikro hücreler için geliştirilen Sakagami-Kuboi Yöntemi vardır.

Son olarak en zengin parametrelili yöntem olan COST-231 Walfisch-Ikegami Yöntemi'ni de bu listeye dâhil edebiliriz. Diğer yöntemler direkt görüş (LOS) için bağıntı geliştirmesine rağmen bu yöntemde hem direkt görüş hem de direkt görüşün olmadığı (NLOS) durumlar için zayıflamayı veren bağıntılar geliştirmiştir.

1.2. Bina Dışı Zayıflamayı Veren Yöntemler

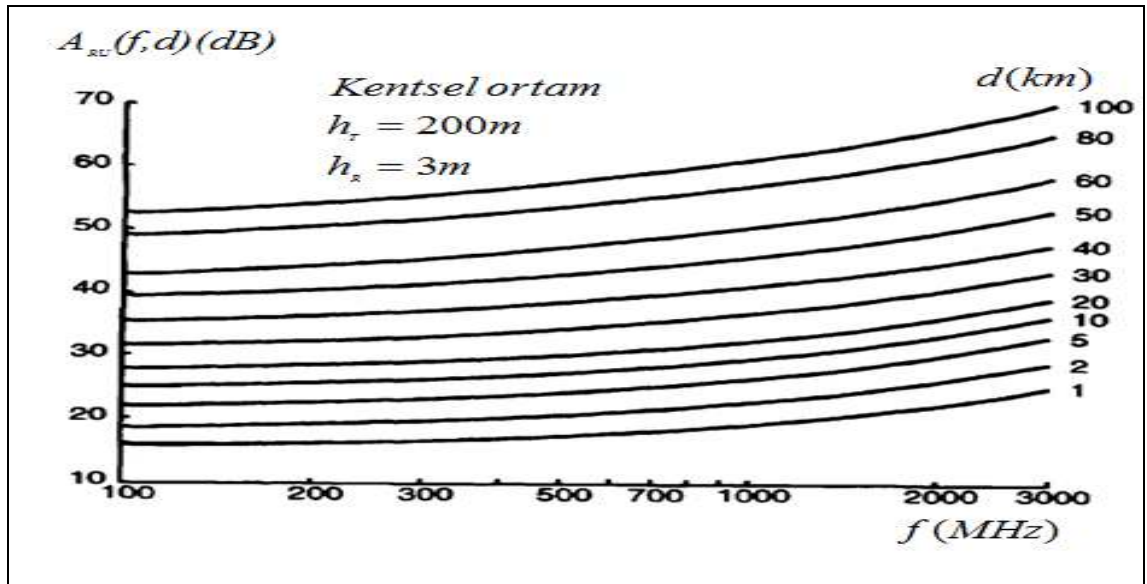
1.2.1. Okumura Yöntemi

Tokyo ve çevresindeki bir dizi ölçümlere dayanarak, Okumura mobil baz istasyonundaki ortalama gücü kestirmede deneysel bir yöntem ileri sürmüştür. Yöntem, kentsel ortamdaki (düz gibi) yer şekli için boş uzaya göre ortalama zayıflamayı, $A_{RU}(f, d)$ açıklayan bir dizi eğriye dayanmaktadır. Toplam kayıpları

$$L_{S0} = L_{FS} + A_{Ru}(f, d) + H_{Tu}(h_T, d) + H_{Ru}(h_R, d) \quad (1.1)$$

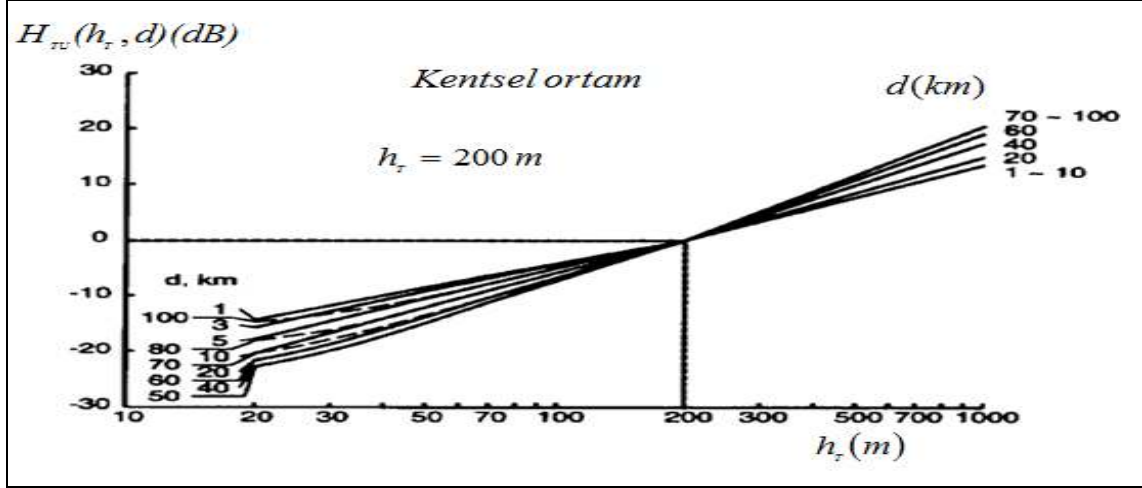
olarak gösterebiliriz.

Burada, yukarıda olduğu gibi, L_{FS} boş uzaydaki kayıplardır. Denklem (1.1) deki birinci düzeltme faktörü, $A_{RU}(f, d)$, Şekil 1.2.1’de 100 MHz-1 GHz aralığında frekansa bağlı bir fonksiyon olarak gösterilmiştir ve baz istasyonundan uzaklık, T , 1-100km aralığında alınmıştır. Referans baz istasyon anteninin yüksekliği $h_T = 200m$, ve referans hareketli anten yüksekliği $h_R = 3m$ ’dir.



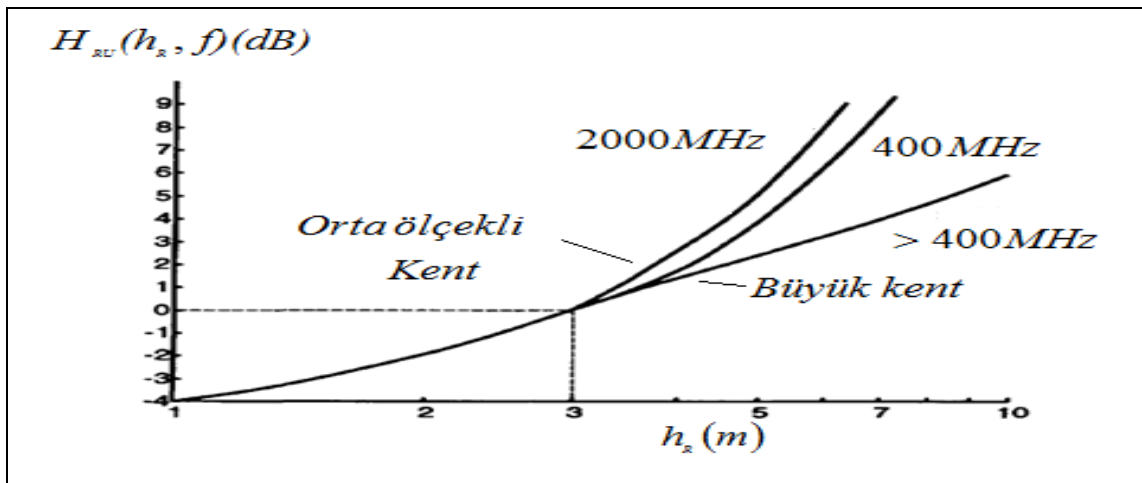
Şekil 1.2.1. Temel zayıflama katsayısı $A_{RU}(f, d)$ frekans ve antenler arası uzaklık grafiği (Blaunstein, 2000).

(1.1)'deki bağıntıda ikinci düzeltme faktörü, $H_{TU}(h_T, d)$ aynı referans antenleri ($h_T = 200m$, $h_R = 3m$) için Şekil 1.2.2'de gösterilen baz istasyonu anteninin kazanç faktörüdür.



Şekil 1.2.2. Yükseklik kazanç katsayısı $H_{TU}(h_T, d)$ verici anten yüksekliği ve antenler arası uzaklık grafiği (Blaunstein, 2000).

(1.1)'deki bağıntıda üçüncü düzeltme faktörü $H_{RU}(h_R, d)$ Şekil 1.2.3'te gösterilen hareketli aracın anten yükseklik kazancıdır.



Şekil 1.2.3. Yükseklik kazanç katsayısı $H_{RU}(h_R, d)$ alıcı anten yüksekliği, frekans ve ortam tipi grafiği (Blaunstein, 2000).

Eğer anten yükseklikleri $h_t = 200m$ ve $h_r = 3m$ 'den daha fazla saparsa Şekil 1.2.2 ve Şekil 1.2.3'teki bütün düzeltmeler pozitif ve negatif yönlerde değiştirilir.

Tepeler, dağlar, bitki örtüsü, genel eğimli arazi kara-deniz karışımı arazi gibi düz olmayan (kaba) yer şekline sahip daha karışık kentsel ortamlar için, (1.1)'den L_{50} üzerinde aşağıdaki düzeltmeler Okumura tarafından verilmiştir.

$$L'_{50} = L_{50} + L_{SO} + L_{TER} + L_{SP} + L_{LS} \quad (1.2)$$

Burada, L_{50} Şekil 1.2.4'de gösterilen varoş ve açık alanlar için düzeltme faktörüdür. Şekil 1.2.5'te gösterildiği gibi, L_{TER} dalgalı tepeli yerler için düzeltme faktörüdür. Yer dalgalanması olmayan arazi faktörü Δh , bir arazi düzensizlik parametresi olarak, alıcıyla verici arasındaki 10km'lik bir mesafe için tanımlanan belirli bir yüksekliktir. (Şekil 1.2.5'te gösterilmiştir) Eğimli arazideki düzeltme faktörü, L_{SP} Şekil 1.2.6'da gösterilmiştir. Ortalama eğim parametresi, θ açısı, pozitif veya negatif olabilir ve genellikle eğimli arazi için 60km, 10km'den az ve 30km için ölçülür. Kara-deniz karışımı düzeltme faktörü, L_{LS}

Şekil 1.2.7'de gösterilmiştir. Su tarafında kalan toplam radyo yol uzunluğunun yüzdesiyle belirlenir. Okumura yaklaşımı mevcut yöntemlerin muhtemelen en yaygın kullanılanıdır. Sadece kentsel, varoş ve kırsal ortamları hesaba katmaz, ayrıca değişik tip arazilerin etkisini de açıklar. Bütün olgular ve etkiler pratikte iyi hesaplanabilir. Fakat bütün düzeltme faktörlerini bilgisayarda gerçekleştirmek bu yöntemde külfetlidir, Çünkü veri grafiksel formda mevcuttur. Bundan dolayı, bilgisayarda gerçekleştirmede veri, bilgisayar belleğine noktadan noktaya biçiminde girilmek zorundadır ve interpolasyon (ara değerleri bulma) rutinleri ara hesaplamalar için yazılmalıdır (Blaunstein, 2000).

1.2.2. Hata Yöntemi

Okumura Yöntemi'ni bilgisayarda gerçekleştirmede ve kolayca uygulamada, Hata Okumura tarafından verilen grafiksel veriyi açıklamak için deneysel bir yöntem geliştirmiştir. Bu Şekil 1.2.1 ile Şekil 1.2.7 arasındaki şekillerde gösterilmiştir. Kentsel,

varoş ve kırsal alanlar için Okumura'nın ortalama yol kaybına ait analitik ifadeleri sadece yaklaşık düz arazilerde uygulanabilir ve bu ifadeler logaritmik olarak giriş parametrelerinin belirli sınırlamaları tarafından sınırlandırılır.

$$L_{50} = 69.55 + 26.16 \log f_0 - 13.82 \log h_T - a(h_R) + (44.9 - 6.55 \log h_T) \log d \quad (1.3)$$

Burada, $150 \leq f_0 \leq 1500 \text{ MHz}$, $30 \leq h_T \leq 200m$, $1 \leq h_R \leq 10m$,

ve $1 \leq d \leq 20km$ 'dir. Denklem (1.3)'teki bütün parametreler Okumura Yöntemi'ndeki ile aynıdır. $a(h_R)$ fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanan mobil anten yüksekliği için korelasyon faktörüdür.

Orta ölçekli kentler için

$$a(h_R) = (1.1 \log f_0 - 0.7)h_R - (1.56 f_0 - 0.8) \quad (1.3.a)$$

büyük kentler için;

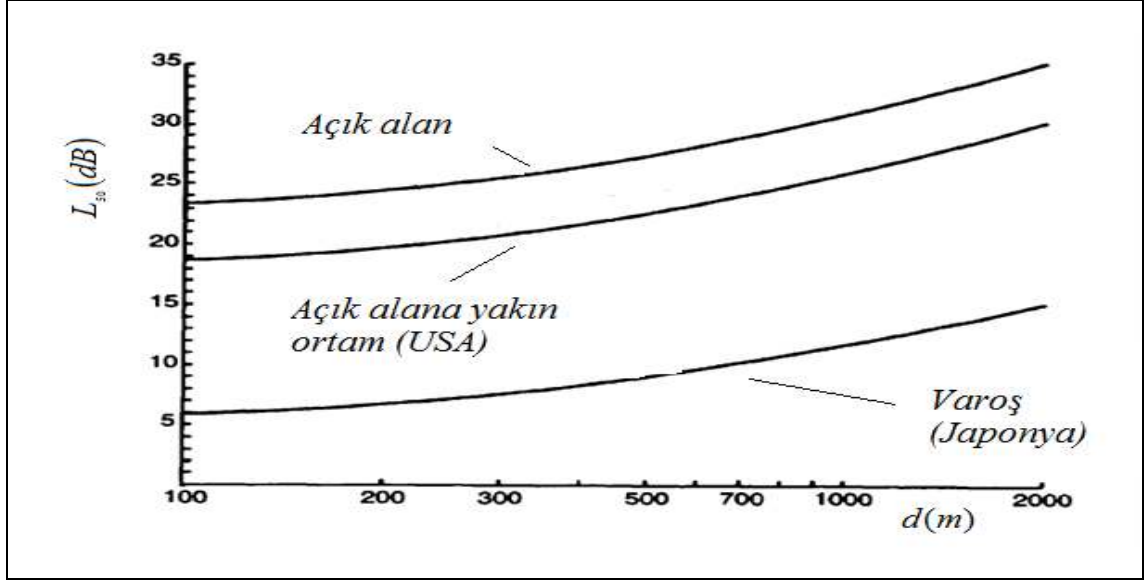
$$\begin{aligned} a(h_R) &= 8.29 \times (\log 1.54 \times h_R)^2 - 1.1, \quad f_0 \leq 200 \text{ MHz} \\ &= 3.2 \times (\log 11.75 \times h_R)^2 - 4.97, \quad f_0 \geq 400 \text{ MHz} \end{aligned} \quad (1.3.b)$$

Varoş bölgeler için

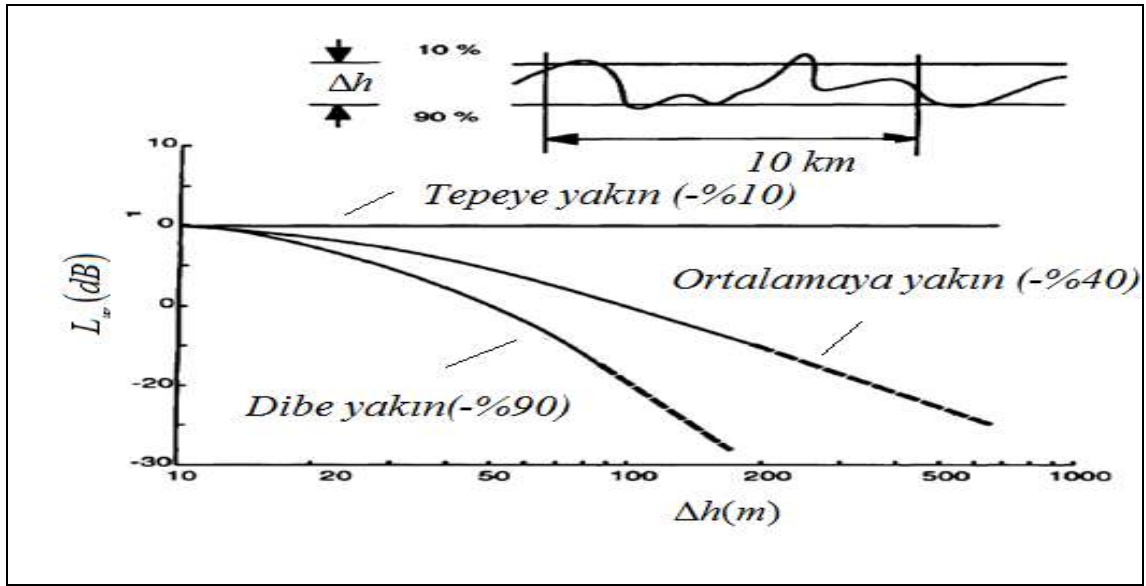
$$L_{50}(\text{suburban}) = L_{50}(\text{urban}) - 2 \left[\log \left(\frac{f_0}{28} \right) \right]^2 - 5.4(dB) \quad (1.4)$$

Açık ve kırsal bölgeler için

$$L_{50}(\text{rural}) = L_{50}(\text{urban}) - 4.78 \times [\log f_0]^2 - 18.33 \times \log f_0 - 40.94(dB) \quad (1.5)$$

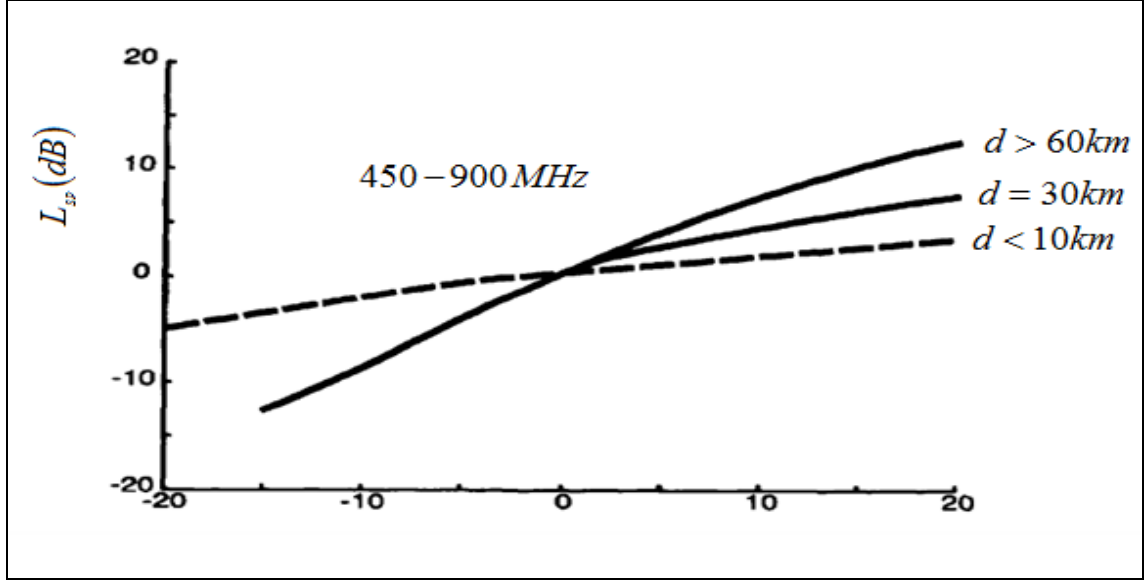


Şekil 1.2.4. Okumura yöntemi için düzeltme katsayısı grafiği (Blaunstein, 2000).

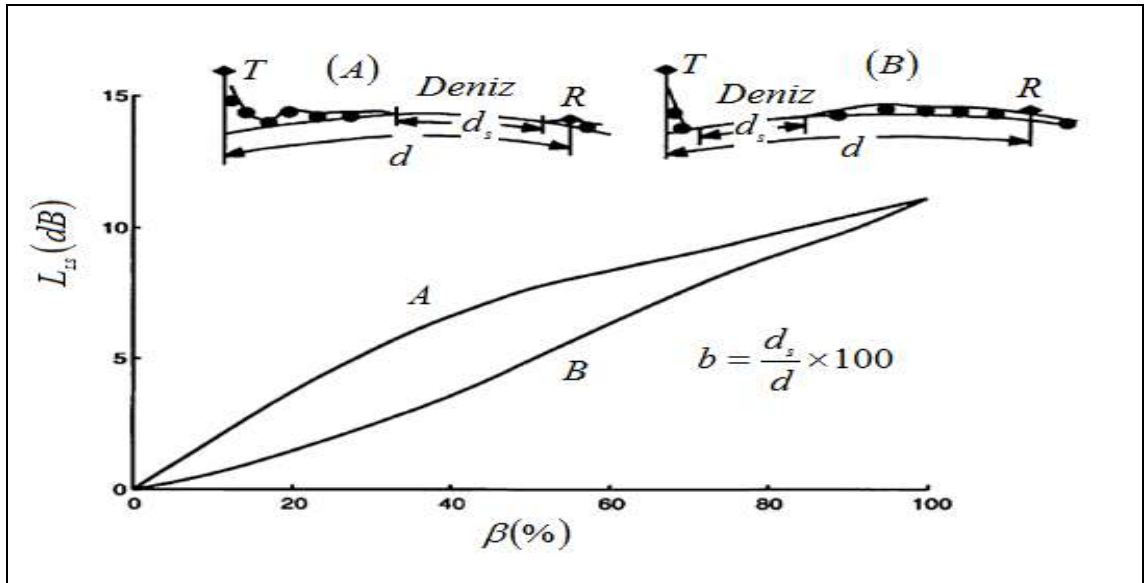


Şekil 1.2.5. Eğimli tepe arazisi düzeltme katsayısı-arazi dalgalanma yükseklik grafiği (Blaunstein, 2000).

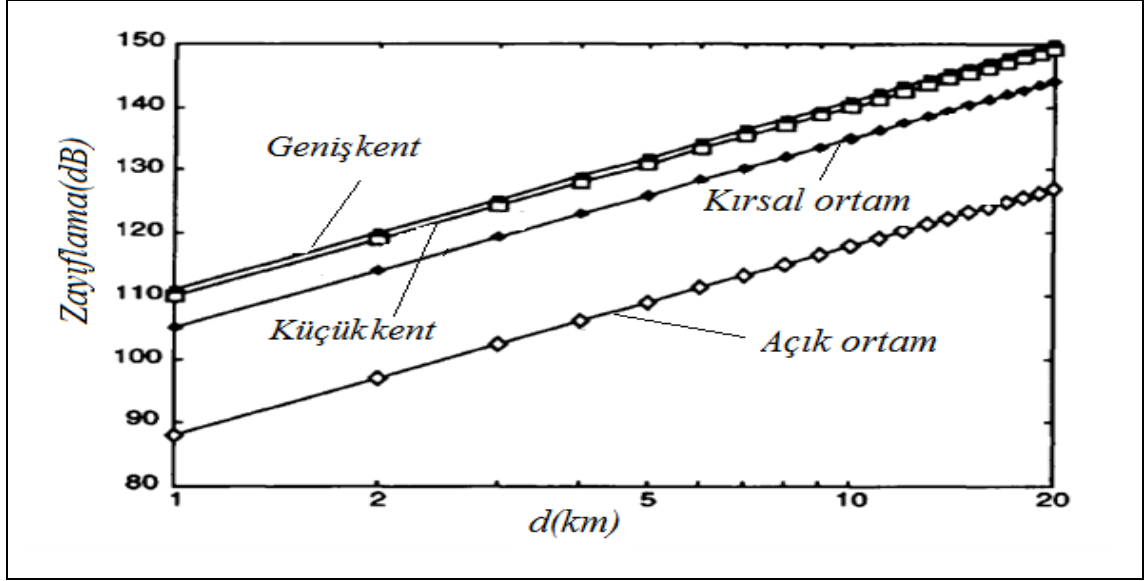
varoş ve kırsal alanlar için yapılan düzeltmelerle parametreler arasındaki ilişkilerin hata tarafından yapıldığı analitik bağıntıları (1.4) ve (1.5)'yi izleyerek L_{50} (kentsel) (1.3) ve (1.3.a ve 1.3.b)'e göre kentsel alandaki yol kaybını gösterir.



Şekil 1.2.6. Teorik kestirim ve ölçümlerden elde edilen eğimli arazi düzeltme katsayısı grafiği (Blaunstein, 2000).

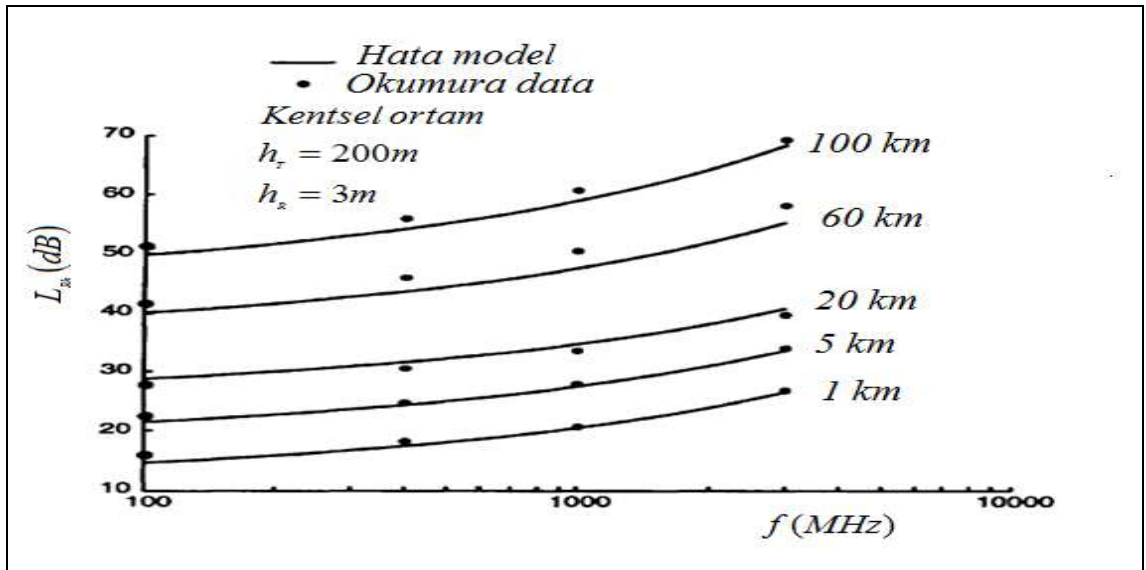


Şekil 1.2.7. Kara-deniz düzeltme katsayısı-uzaklık (% olarak) grafiği (Blaunstein, 2000).



Şekil 1.2.8. Ortalama yol kaybı-vericiden uzaklık grafiği (Blaunstein, 2000).

Son formüller, ayrıca, düzeltme fonksiyonunun küçük, orta ve büyük şehirler için olan farkı da açıklar. Farklı alanları için yol kaybı farkı Şekil 1.2.8'de gösterilmiştir. Bu şekillerde $h_T = 200m$ ve $h_R = 3m$ için 900 MHz'deki ortalama yol kaybı iki terminal arasındaki uzaklığa (km olarak) bağlı olarak çizilmiştir. Yol kaybı farkı küçük veya büyük kent için ihmal edilebilir ve 1-2 dB'i aşmaz.



Şekil 1.2.9. Okumura'nın nokta ölçümleri ile Hata yöntemi'nin kestiriminin karşılaştırılması grafiği (Blaunstein, 2000).

Hata yönteminin orijinal Okumura yöntemindeki bütün spesifik düzeltmeleri içermediğine dikkat etmeliyiz. Fakat Hata'nın formülasyonlarıyla Okumura'nın Orijinal eğrilerinin $h_T = 200m$ ve $h_R = 3m$ için verdiği sonuçlar arasındaki fark ihmal edilebilir düzeydedir ve Şekil 1.2.9'dan da görüleceği gibi 1-2 dB'i nadiren aşar. Ayrıca Hata'nın analitik ifadeleri hesaplamak için veriler bilgisayara kolaylıkla girilebilir (Blaunstein, 2000).

$$P_{L,urban}(d)dB = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f_c) - 13.82 \log_{10}(h_t) - a(h_r) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_t)) \log_{10}(d) \quad (1.6)$$

Tablo 1.2.1. Hata yöntemi'nin getirdiği kısıtlamalar (Blaunstein, 2000).

Parametreler	Aralık değerleri
Frekans	[100,1000]MHz
BS yüksekliği	[30,200]m
MT yüksekliği	[1,10]m
BT ile MT arasındaki mesafe	[1,20]km

1.2.3. COST-231 Hata Yöntemi

Europeon Cooperative for Scientific and Technical (COST) un, Hata Yöntemi'nin frekans bant genişliğini 2 GHz'e kadar genişletmek için yapılan düzeltme sonucu elde edilen yöntemdir.

$$P_{L,urban}(d)dB = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f_c) - 13.82 \log_{10}(h_t) - a(h_r) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_t)) \log_{10}(d) + C_m \quad (1.7)$$

Normal Hata Yöntemi'nden farkı ilgilenilen ortama bağlı olarak tanımlanan C_m parametresidir. Burada, C_m yarı kentsel alanlarda ve orta büyüklükteki şehirlerde 0 dB'dir ve büyük kentler ve alanlarda 3 dB'dir. Diğer parametreler bir önceki ile aynıdır. Bu yöntem parametrelerin aşağıdaki aralığı için kısıtlanmıştır.

Tablo 1.2.2. COST-231 Hata Yöntemi'nin getirdiği kısıtlamalar (Blaunstein, 2000).

Parametreler	Aralık değerleri
Frekans	[1500,2000]MHz
BS yüksekliği	[30,200]m
MT yüksekliği	[1,10]m
BT ile MT arasındaki mesafe	[1,20]km

Burada f_c : taşıyıcı frekansı (MHz), d : baz istasyonu ile mobil arasındaki uzaklık (km), h_t : baz istasyonu anteninin yüksekliği (m), h_r : mobilin yerden yüksekliği (m) cinsinden alınır (Blaunstein, 2000).

1.2.4. Sakagami-Kuboi Yöntemi

Okumura sonuçlarının detaylı analizine dayalı 450 MHz-2200 MHz frekans aralığında geçerli kentsel ortamlar için küçük hücreleri planlamada kullanılabilecek yöntemlerden biridir (Stewart, 2010).

Bu yöntemde logaritmik olarak yol kaybını veren bağıntı:

$$\begin{aligned}
 L_p(dB) = & 100 - 7.1 \times \log(W) + 0.023 \times (\phi) + 1.4 \times \log(h_s) + 6.1 \times \log\langle H \rangle \\
 & - \left\{ 24.37 - 3.7 \times \left(\frac{H}{h_b} \right)^2 \right\} \times \log(h_b) \\
 & + \{ 43.42 - 3.1 \times \log(h_b) \} \times \log(d) + 20 \times \log(f) + e^{[13\{\log(f) - 3.23\}]}
 \end{aligned} \tag{1.8}$$

Burada;

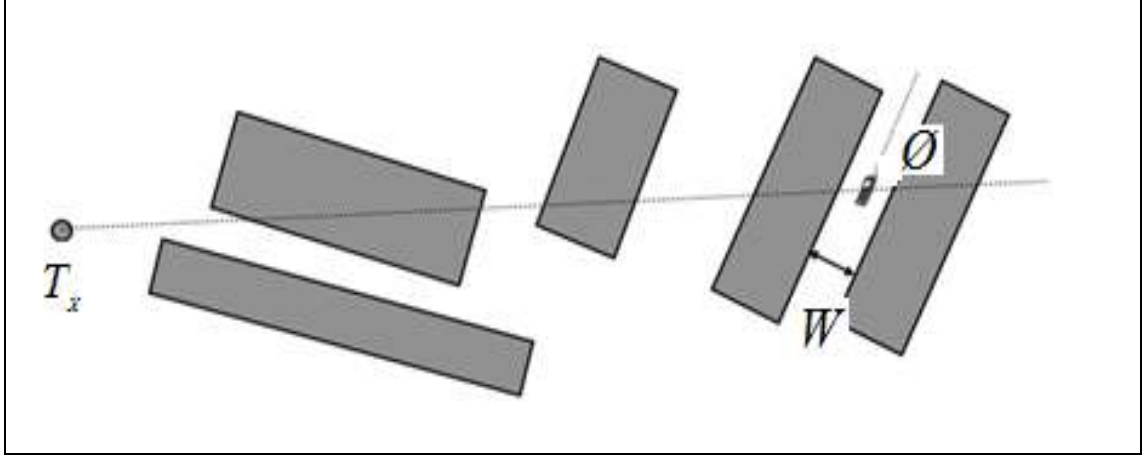
W : Alma noktasındaki yolun genişliği (5-50 m)

ϕ : Baz istasyon yönüne göre (konumlanma açısı) yolun oryantasyonu (0-90°)

h_s : Alma noktasının baz istasyonu tarafındaki bina yüksekliği (20-100 m)

$\langle H \rangle$: Alma noktasına yakın yerdeki binaların ortalama yüksekliği (5-50 m)

H : Baz istasyonu civarındaki binaların ortalama yüksekliği

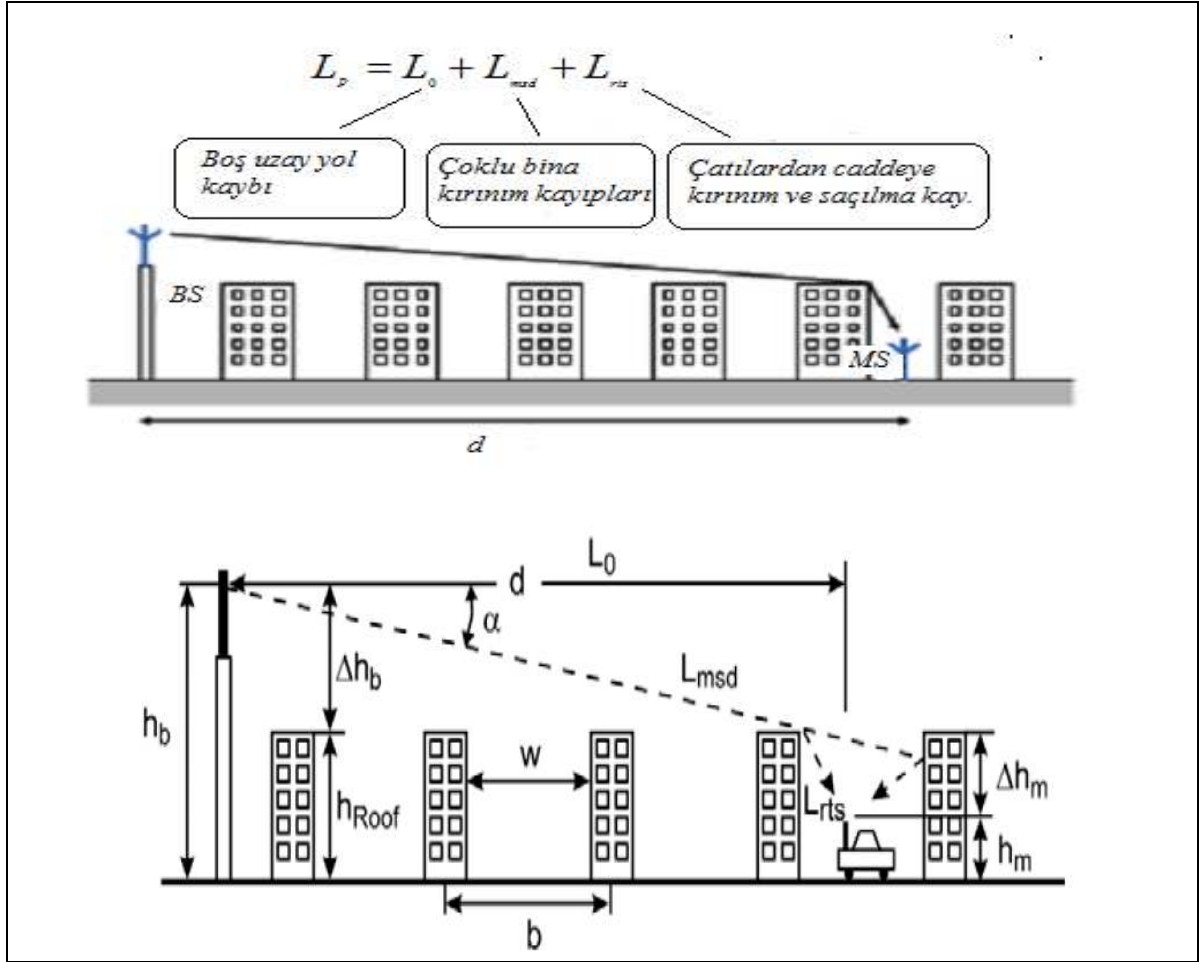


Şekil 1.2.10. Sakagami-Kuboi yöntemi'nde kullanılan parametrelerin gösterimi (Stewart, 2010).

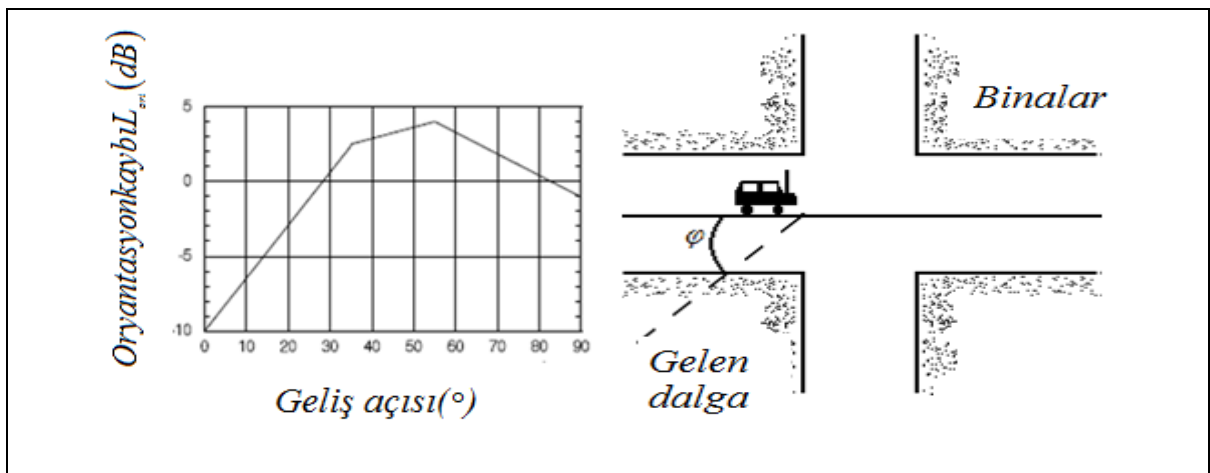
1.2.5. COST-231 Walfisch-Ikegami Yöntemi

Bina dışları için [Corro7] iki yöntem önerilir, COST-231 Okumura-Hata Yöntemi ve COST-231-Walfish Ikegami Yöntemi. Okumura-Hata [Hata80] ve Okumura [OkOh 68] yöntemlerine dayanır ve Walfish-Ikegami, Walfish-Bertoni [WaBe88] ile Ikegami[IkYo84]'nin kombinasyonunun sonucudur. Bunlar kentsel, kent dışı ve kırsal ortamlar için geliştirilmişlerdir. Okumura-Hata uzak mesafeler içindir, genellikle 5 km'den daha büyük mesafeler içindir. Walfish-Ikegami hem kentsel, hem de kent dışı (kent çevresi) ortamlarda mesafenin 5 km'den daha az olduğu durumlarda kullanılır. Yol kayıp tahmini için bu yöntemin parametreleri; binaların yüksekliği h_{Roof} ; yolların genişliği W_s , binalar arası mesafe (W_b) ve yolun direkt radyo dalga yoluna göre konumlanışı ϕ 'dır.

$$L_p = L_0 + L_{msd} + L_{rts} \quad (1.9)$$



Şekil 1.2.11. COST-231 W1 yöntemi'nde kullanılan parametrelerin gösterimi (Margues, 2008).



Şekil 1.2.12. Ölçüm yapılan caddede baz istasyonundan gelen elektromanyetik dalganın geliş açısına bağlı olarak zayıflamanın değişimi (Margues, 2008).

Şekil 1.2.11 ve Şekil 1.2.12’de gösterildiği gibi. Bu yöntemin bir özelliği vardır, LOS’u NLOS’tan ayırır. LOS yayılımı için ($\varphi = 0$) kayıp (1.10) bağıntısıyla hesaplanır. NLOS yayılımı için kayıp üç terimden oluşur: boş uzay kaybı (L_0), çoklu ekran kırınım kaybı (L_{msd}), ve çatı tepesinden caddeye olan kırınım ve saçılma kaybı (L_{rts}), Bu yüzden NLOS’ta tahmin denklem (1.11) bağıntısıyla ile hesaplanır.

$$L_p[dB] = 42.6 + 26 \log(d_{[km]}) + 20 \log(f_{[MHz]}) \quad d \geq 0.02 \text{ m} \quad (1.10)$$

$$L_p[dB] = \begin{cases} L_0[dB] + L_{rts[dB]} + L_{msd[dB]} & L_{rts} + L_{msd} > 0 \\ L_0[dB] & L_{rts} + L_{msd} \leq 0 \end{cases} \quad (1.11)$$

Boş uzay kaybı

$$L_0[dB] = 32.4 + 20 \log(d_{[km]}) + 20 \log(f_{[MHz]}) \quad (1.12)$$

ile verilir. L_{rts} terimi temel olarak en son çatı tepesi ile MT (Mobile Terminal) arasındaki kaybı açıklar. Bu parametre Ikegami yöntemine dayanır (cadde konumlanışı ve cadde genişliğini hesaba katarak). Fakat Ikegami’den başka COST-231 farklı bir cadde konumlandırma fonksiyonu kullanır.

$$L_{rts[dB]} = -16.9 - 10 \log(w_{s[m]}) + 10 \log(f_{[MHz]}) + 20 \log(\Delta h_{mobile[m]}) + L_{ori[dB]} \quad (1.13)$$

Burada :

Δh_{Mobile} : çatı yüksekliği ve mobil araç yüksekliği arasındaki fark (1.14) bağıntısıyla

$$\Delta h_{Mobile[m]} = h_{Roof[m]} - h_{Mobile[m]} \quad (1.14)$$

L_{ori} : cadde konumlanış (oryantasyon kaybı) (1.15) bağıntısıyla

$$L_{ori[dB]} = \begin{cases} -10 + 0.354 \times \varphi_{[deg]} & 0^\circ \leq \varphi < 35^\circ \\ 2.5 + 0.075 \times (\varphi_{[deg]} - 35) & 35^\circ \leq \varphi < 55^\circ \\ 4.0 - 0.114 \times (\varphi_{[deg]} - 55) & 55^\circ \leq \varphi < 90^\circ \end{cases} \quad (1.15)$$

L_{msd} : parametresi temel olarak BS (base station, baz istasyonu) antenleri ve son çatı tepesi ve mobil terminal arasındaki kaybı açıklar. Walfish ve Bertoni Orjinal Yöntemi (COST-231)'nin baz istasyonu antenlerinin yüksekliğinin çatı tepe yüksekliğinden aşağıda olduğu durumda ölçümlere dayalı deneysel fonksiyonu kullanarak (uzantısı) ortaya çıkar.

$$L_{msd[dB]} = L_{bsh[dB]} + k_a + k_d \times \log(d_{[km]}) + k_f \times \log(f_{[MHz]}) - 9 \log(w_{b[m]}) \quad (1.16)$$

Burada:

L_{bsh} : Baz istasyonu antenlerinin çatı tepesi seviyesinin altı veya üstü durumlarına bağlı olan kayıplar.

$$L_{bsh[dB]} = \begin{cases} -18 \log(1 + \Delta h_{base[m]}) & h_{base} > h_{Roof} \\ 0 & h_{base} \leq h_{Roof} \end{cases} \quad (1.17)$$

Δh_{base} : Baz istasyonu anten yüksekliği ve çatı tepe yüksekliği arasındaki fark (1.44)

$$\Delta h_{base[m]} = h_{base[m]} - h_{Roof[m]} \quad (1.18)$$

k_a : Baz istasyonu antenlerinin komşu binaların çatı tepelerinin altında olması durumundaki yol kaybının artışını temsil eder.

$$k_a = \begin{cases} 54 & h_{base} > h_{Roof} \\ 54 - 0.8 \times \Delta h_{base} & d \geq 0.5km \text{ ve } h_{base} \leq h_{Roof} \\ 54 - 1.6 \times \Delta h_{base} \times d_{[km]} & d < 0.5km \text{ ve } h_{base} \leq h_{Roof} \end{cases} \quad (1.19)$$

k_d : çoklu-ekran kırınım kaybı ile uzaklık arasındaki bağıntıyı ifade eder.

$$k_d = \begin{cases} 18 & h_{base} > h_{roof} \\ 18 - 15 \times \frac{\Delta h_{base}}{h_{roof}} & h_{base} \leq h_{roof} \end{cases} \quad (1.20)$$

k_f : çoklu-ekran kırınım kaybı ile frekans arasındaki bağıntı.

$$k_f = \begin{cases} -4 + 0.7 \times \left(\frac{f_{[MHz]}}{925} - 1 \right) & \text{Orta büyüklükteki şehir} \\ -4 + 1.5 \times \left(\frac{f_{[MHz]}}{925} - 1 \right) & \text{Metropoller için} \end{cases} \quad (1.21)$$

Eğer yapı ortam bilgisi bilinmiyorsa aşağıdaki değerler önerilir.

$$h_{Roof[m]} = 3 \times \{\text{kat sayısı}\} + \text{catı yüksekliği}_{[m]}$$

$$\text{catı yüksekliği}_{[m]} = \begin{cases} 3\text{m} \dots \text{catı eğimli ise} \\ 0\text{m} \dots \text{catı düz ise} \end{cases}$$

$$W_{b[m]} = 20 \dots 50 \dots (\text{binalar arası uzaklık})$$

$$W_{s[m]} = W_{b[m]} / 2 \dots (\text{Mobilin bulunduğu sokagin genişliği})$$

$\varphi = 90^\circ$ Tablo 1.2.3'ün gösterdiği gibi, COST-231 WI Yöntemi'nin sınırlamaları vardır. Onlardan biri, önceden belirtilmiştir, kısa mesafe tahminidir, diğeri UMTS frekansları için olan sınırlamadır, yani sistem frekans (2000 MHz ve yukarısı) tayfı onu tamamen kapsamaz. Bu yöntemde, standart sapma [4-7] dB civarında değerler alır ve h_{base} , h_{Roof} 'a [Corr07] göre azaldığında hata artar.

Tablo 1.2.3. COST-231 WI Yöntemi'nin getirdiği kısıtlamalar (Margues, 2008).

Parametreler	Aralık değerleri
Frekans	[800, 2000]MHz
BS yüksekliği	[4,50]m
MT yüksekliği	[1,3]m
BT ile MT arasındaki mesafe	[0.02,5]km

Bazen baz istasyonu binanın tepesinde olduğunda ve bina mobil terminale komşu olduğunda yol kaybı hesabı (1.22)'e göre yapılır. Fazladan zayıflama $[WaACO3]$ 'e bağlıdır ve çatıdan mobil terminale olan kırınım yüzünden olan zayıflamayı temsil eder.

Bu (1.23)'i kullanarak hesaplanabilir.

$$L_p[dB] = L_0[dB] + L_{Pextra}[dB] \quad (1.22)$$

Burada L_{Pextra} : Fazladan zayıflama, bu terimde (1.23) denklemiyle verilir;

$$L_{Pextra}[dB] = -20 \log \left[\frac{1}{\sqrt{\pi \times k \times r_{[m]}}} \left(\frac{1}{\theta_{[rad]}} - \frac{1}{2\pi - \theta_{[rad]}} \right) \right] \quad (1.23)$$

θ : Şekil 1.2.13.'de gösterildiği gibi, (1.24) ile tanımlanan mobil terminal ve çatı tepe köşesi arasındaki açı.

$$\theta_{[rad]} = \tan^{-1} \left(\frac{|\Delta h_{mobile[m]}|}{x_{[m]}} \right) \quad (1.24)$$

k : (1.25)'de verilen yayılım sabiti

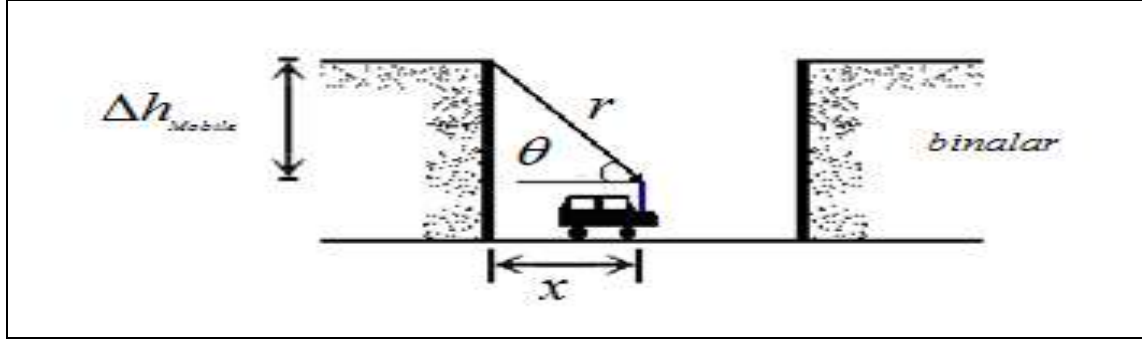
r : Şekil 1.2.13.'de gösterilen ve (1.52) bağıntısıyla verilen çatı tepeleri ile mobil terminal arasındaki uzaklık.

$$k = \frac{2 \times \pi \times f_{[MHz]}}{300} \quad (1.25)$$

$$r_{[m]} = \sqrt{(\Delta h_{Mobile[m]})^2 + x_{[m]}^2} \quad (1.26)$$

Δh_{Mobile} : Çatı yüksekliğiyle mobil terminal yüksekliği arasındaki fark.

x : Mobil terminal ile kırınım kenarları arasındaki yatay uzaklık.



Şekil 1.2.13. Ölçüm yapılan caddede öndeki bina tepesiyle durma noktasındaki açının gösterilmesi (Margues, 2008).

Bina dışları için, 3GPP, [3GPP98] tarafından önerilen bir başka yöntem vardır. Bu yöntem, kentsel ortamlardaki [XiBe94] bazı önlem ayarlamalarıyla [WaBe88]'e dayanır. Bu yüzden bu yöntem için tahmin edilen kayıp şöyle ifade edilir (Margues, 2008):

$$L_{p[dB]} = -10 \log \left[\left(\frac{\lambda_m}{4 \times \pi \times d_{[m]}} \right)^2 \right] - 10 \log \left[\frac{\lambda_{[m]}}{2 \times \pi^2 \times r_{[m]}} \left(\frac{1}{\theta_{[rad]}} - \frac{1}{2\pi + \theta_{[rad]}} \right)^2 \right] - 10 \log \left[\frac{2.35^2}{d_{[m]}^{2(1-0.04\Delta h_{base[m]})}} \left(\Delta h_{Base[m]} \sqrt{\frac{w_{b[m]}}{\lambda_{[m]}}} \right)^{1.8} \right] \quad (1.27)$$

Burada λ : dalga boyu

Bu yöntem, COST-231 Wİ'deki gibi üç parçaya bölünebilir. (1.27)'in ilk parçası L_0 'i temsil eder, ikincisi L_{rts} 'yi ve sonuncusuda L_{msd} 'yi temsil eder. Bu yöntemin sınırlamaları vardır. BS anten yüksekliğinin çatı-tepe seviyesinin üzerinde olduğunu kabul eder, her hangi bir şart altında L_p , L_0 'dan daha az olmayacaktır, Δh_{base} 0–50 m arasında

olmalıdır ve binaların hemen hemen aynı yükseklikte olduğu durumların dışındaki, kent dışı alanlardaki test senaryolarına uygulanabilir olmalıdır.

COST-231 WI Yöntemi ITU-R tarafından kabul edilmiştir ve rapor 567-4'e dahil edilmiştir. Path Loss'un kestirimi (tahmini) çatı tepe seviyesinin yukarısındaki istasyon anten yükseklikleri için olan ölçümlerde ($h_{base} > h_{Roof}$) uyumludur. Kestirim hatası

($h_{base} \gg h_{Roof}$) durumlarıyla karşılaştırıldığında ($h_{base} = h_{Roof}$) için hata büyük olur. Ayrıca ($h_{base} \ll h_{Roof}$) için yöntemin performansı zayıftır. Tahminin güvenilirliği yer örtüsü, bina yüksekliği, bina arası genişlik ve caddenin genişliği homojen olmadığında düşer (Margues, 2008).

2. YAPILAN ÇALIŞMA VE BULGULAR

Ölçme işlemine başlamadan önce şehir merkezinde TV vericisi, FM vericisi, telsiz vericisi ve GSM 900 bandını kullanan diğer operatörlerden uzak ve her sektörde yalnızca tek anteni bulunan beş baz istasyonu seçilerek ölçme işlemine başlanmıştır. Ölçmeye GPS ölçü aletini beş GPS uydusunu görecektir şekilde ayarlayarak, baz istasyonu anteninden uzak herhangi bir noktadan başlayarak yöntemin kısıtlamalarından biri olan baz istasyonu antenine 20m'lik bir uzaklık kalacak şekilde (uzaktan yakına) 183 direkt görüşün olmadığı noktada ölçüm yapılmıştır. Ölçüm yapılan her noktayla baz istasyonu arasında kalan binaların yükseklikleri, binalar arası genişlik, iki bina orta noktası arasındaki uzaklık lazermetreyle ölçülmüştür. Ölçüm yapılan her noktadaki enlem ve boylam bilgisi not edilmiştir. Ölçüm esnasında cep telefonu gibi alan meydana getiren aletlerin kapalı tutulmasına dikkat edilmiş, ölçü aletiyle 6 dakika boyunca elektrik alan probu kullanılarak alan ölçülmüş ve akabinde ölçü aleti sıfırlanmıştır. Ölçme işlemi konuşma trafiğinin yoğun olduğu (saat: 10:00-15:00) saatlerde yapılmış ve ölçmenin yapıldığı zaman bilgisi kaydedilmiştir. Yine ölçü aleti yerden 1.36 m yükseklikte bir standın üzerine konularak ölçüm yapılmıştır. Arazide GPS'le enlem ve boylam bilgisi alınan ölçüm noktası ve baz istasyonunun koordinat bilgileri Google Earth'e yerleştirilerek ölçüm noktasıyla baz istasyonu arasındaki uzaklık, baz istasyonu anteniyle yapılan yatay açı ve ölçüm noktasının kuzeyle yaptığı (azimuth açısı) açı Google Earth'ten yararlanarak bulunmuştur. Google Earth üzerine her ölçüm noktasında ölçüm noktasıyla ilgili ölçüm değerleri (elektrik alanın ortalaması, maksimum değeri, bina yüksekliği vs.) etiket olarak kaydedilmiştir.

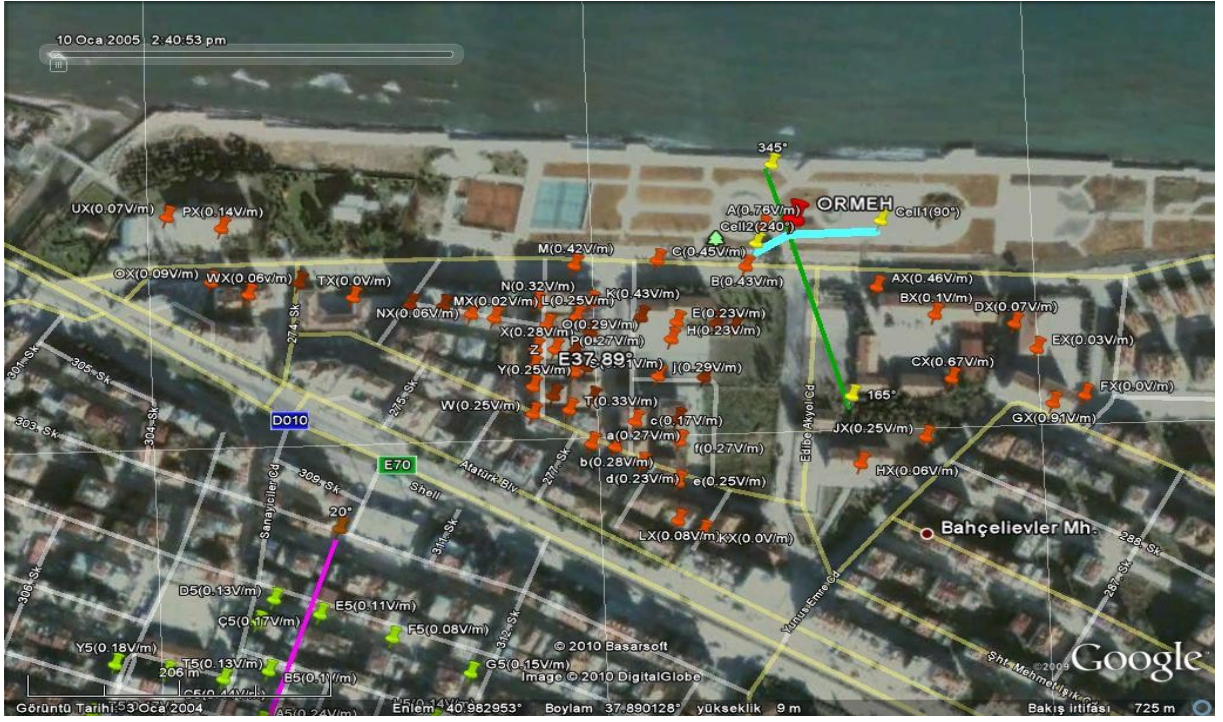
Her ölçüm noktası baz istasyonunun yakın alanından uzak (yöntemin kısıtlaması) olduğu için elektrik alan ve manyetik alan arasındaki ilişki doğrusaldır Bu özellikten faydalanarak önce ölçümle bulunan elektrik alanının ortalama değerinden hareketle manyetik alan, güç yoğunluğu, güç ve zayıflama değerleri bulunduktan sonra bunların uzaklığa bağlı olarak MsExcel'den faydalanarak grafikleri çizilmiştir. Ölçüm yapılan yerdeki ölçü aletinin ne kadar yükseklikte tutulduğu bilgisi ve baz istasyonu anteninin yüksekliğinden faydalanarak düşeyle (yükselme) yapılan açıyla, Google Earth'ten yararlanarak bulunulan noktanın baz istasyonu anteninin normaliyle yapılan yatay (azimuth) açı dikkate alınarak

antenin kazancındaki azalma bulunarak baz istasyonu anteninden yayınlanan güç (EIRP) bulunmuştur.

Ölçüm noktasında ölçülen ve yöntem için gerekli olan değerler Matlab kullanılarak ölçüm noktasındaki zayıflama, boş uzay yol kaybı gibi değerler hesaplatılmış ve çizdirilmiştir. Her baz istasyonu ölçüm değerlerini kullanarak bulunan değerlerle, yöntemi kullanarak bulunan değerlerin aritmetik ortalamasıyla standart sapması hesaplanarak bulunmuştur.

2.1. ORMEH

Ordu Merkez Bahçelievler Mahallesi Mehmetçik Bulvarı üzerinde bulunan Ormeh adlı baz istasyonunun kapsam alanı içinde kalmak kaydıyla direkt görüşün olmadığı 49 noktada ölçü aletinin elektrik alan probu kullanılarak ölçüm yapılmış bu ölçüm değerlerinin maksimumu 0.6992 (V/m), 49 noktada yapılan ölçüm değerlerinin ortalaması 0.210007692 (V/m) standart sapması 0.134035667 (V/m) olmasına rağmen üç noktada ölçü aleti sıfır değerini göstermiştir. Baz istasyonu anteni 9 metre yukarıda, iki sektörden oluşan ve her sektörde birer X polarizasyonlu antenin bulunduğu, her iki sektörde de antene verilen gücün 11.74 watt olduğu, iki hücrede toplam olarak dokuz değişik frekansın kullanıldığı, 72 kişinin aynı anda konuşabildiği yaklaşık 500 metre yarıçaplı bir baz istasyonu.



Şekil 2.1.1. Mehmetçik Bulvarı'nın Google Earth görüntüsü



Şekil 2.1.2. Mehmetçik Bulvarı'nda ölçüm yapılan alanın resmi

Tablo 2.1.1. Mehmetçik Bulvarı'ndaki baz istasyonunun özellik ve ölçüm değerleri

Site Adı	ORD Turgut Özal Bulvarı	
Site NO	42411	
Sistem Koordinat Bilgileri	40.983806°N	37.891611°E
Site ID	ORMEH	
	Cell1(0°)	Cell2(100°)
Frekansı (kanal no)	936.4(7),940.8(29),944(45), 944.4(47), 944.8(49)	938.2(16),942.4(37), 942.8(39) 945.8(54)
Bir anda konuşabilecek telefon sayısı	5.8=40	4.8=32
Anten tipi kazancı ve uzunluğu(mm)	739632(15dBi) (1296 mm)	739684(15dBi) (1296 mm)
Yatay 3dB açıklığı	65°	65°
Düşey 3dB açıklığı	15°	14°
Anten Yeri	GİYDİRME	
Anten Yüksekliği	9m	9m
Anten Açısı	90°	240°
Anten Tilt Açısı	8°	6°
Feeder Tipi	LCF ½ inch(12m)-7/100*12=0.84dB	LCF ½ inch(12m)- 7/100*12=0.84dB
Power Splitter Tipi ve sayısı	var	var
Hybrid Combiner	var	var
Güvenlik mesafesi(m)	8.34m	8.34m
Verici gücü(W)	11.74	11.74
Kanal başına düşen alan(m ²)	(R=500m, $\pi.R^2=282743.3m^2$, 785000m ² /72 kanal=10902 m ² /kanal	

Tablo 2.1.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	Enlem(°)	Boylam(°)	Azimuth açısı(°)	Antenden uzaklık (km)	E_{max} (V/m)
A	40.983790°N	37.891370°E	266.23	0.0206	1.0948
B	40.983510°N	37.891220°E	225.27	0.04795	1.0948
AX	40.983340°N	37.892284°E	76.09	0.07609	0.6164
G	40.983086°N	37.891109°E	263.17	0.09026	0.2852
F	40.983110°N	37.890960°E	207.71	0.09464	0.4968
C	40.983570°N	37.890500°E	215.09	0.09653	1.15
E	40.983130°N	37.890640°E	254.51	0.11044	0.3772
BX	40.983132°N	37.892749°E	121.5	0.1215	0.276
H	40.983010°N	37.890590°E	227.42	0.12288	0.3404
D	40.983170°N	37.890350°E	126.99	0.12699	0.4508
h	40.982734°N	37.890845°E	135.13	0.13513	0.8924
K	40.983285°N	37.889948°E	224.05	0.15095	0.5796
j	40.982751°N	37.890470°E	236.31	0.15138	0.874
M	40.983550°N	37.889824°E	208.7	0.15266	0.6532
J	40.983075°N	37.889936°E	257.91	0.16248	0.3772
L	40.983208°N	37.889833°E	247.54	0.16331	0.4416
DX	40.983198°N	37.893433°E	167.30	0.1673	0.322
g	40.982445°N	37.890615°E	272.43	0.17245	0.46
R	40.982946°N	37.889808°E	256.31	0.17892	0.4324
I	40.982829°N	37.889894°E	239.84	0.18005	0.7636
O	40.983130°N	37.889585°E	246.06	0.18532	0.4324
N	40.983291°N	37.889508°E	252.09	0.18569	0.414
f	40.982286°N	37.890623°E	206.37	0.18719	0.46
c	40.982436°N	37.890272°E	216.59	0.18862	0.5612
X	40.982967°N	37.889488°E	242.36	0.18884	0.4324
S	40.982795°N	37.889791°E	233.75	0.18944	0.4508
P	40.982959°N	37.889644°E	240.32	0.1902	0.4508
JX	40.982265°N	37.892633°E	191.98	0.19198	0.69
k	40.982607°N	37.889932°E	226.73	0.193	0.3956
EX	40.982870°N	37.893563°E	194	0.194	0.2944
HX	40.982087°N	37.892097°E	196.24	0.19624	0.276
Z	40.982842°N	37.889466°E	239.38	0.2091	0.4048
V	40.982632°N	37.889618°E	232.11	0.21152	0.6532
T	40.982531°N	37.889742°E	227.99	0.21155	0.46
b	40.982261°N	37.890103°E	216.68	0.21301	0.4416
d	40.982138°N	37.890307°E	210.71	0.21455	0.3864
e	40.982000°N	37.890600°E	203.04	0.21719	0.46
MX	40.983192°N	37.889163°E	251.55	0.2175	0.276
Y	40.982701°N	37.889455°E	235.91	0.21846	0.322
a	40.982286°N	37.889912°E	220.21	0.22061	0.414
NX	40.983224°N	37.888977°E	253.68	0.23095	0.3588
W	40.982509°N	37.889448°E	231.97	0.23197	0.4968

Tablo 2.1.1.'in devamı

FX	40.982533°N	37.893928°E	241.3	0.238	0.1196
LX	40.981729°N	37.890588°E	200.31	0.24641	0.1932
RX	40.983285°N	37.888749°E	256.31	0.24825	0.3128
XX	40.983302°N	37.888480°E	257.91	0.26964	0.644
TX	40.983395°N	37.888002°E	260.72	0.30661	0.2576
KX	40.981647°N	37.890788°E	246.91	0.32748	0.1932
ZX	40.983479°N	37.887587°E	263.78	0.34091	0.9292
WX	40.983405°N	37.887172°E	263.17	0.37623	0.506
OX	40.983501°N	37.886873°E	265.1	0.39997	0.2944
UX	40.983972°N	37.886525°E	272.43	0.42837	0.3404
				Ortalama	Ortalama
				0.195986731	0.486538462
				Standart Sapma	Standart Sapma
				0.079964745	0.229962163

<i>Nokta adı</i>	Eaverage (V/m)	Haverage (A/m)	Paverage (W/m²)	Pr(W)	Pr(dBm)
A	0.6992	0.001854642	0.001296766	1.07381E-05	-19.69071763
B	0.3956	0.001049337	0.000415118	3.43746E-06	-24.63762036
AX	0.4232	0.001122546	0.000475062	3.93384E-06	-24.05183284
G	0.184	0.000488064	8.98037E-05	7.43637E-07	-31.28638956
F	0.3956	0.001049337	0.000415118	3.43746E-06	-24.63762036
C	0.414	0.001098143	0.000454631	3.76466E-06	-24.2427392
E	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243275
BX	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30698947
H	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243275
D	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
h	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
K	0.3956	0.001049337	0.000415118	3.43746E-06	-24.63762036
j	0.2668	0.000707692	0.000188812	1.5635E-06	-28.05902951
M	0.3864	0.001024934	0.000396034	3.27944E-06	-24.84200366
J	0.2668	0.000707692	0.000188812	1.5635E-06	-28.05902951
L	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
DX	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40502867
g	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
R	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
I	0.2392	0.000634483	0.000151768	1.25675E-06	-29.00752251
O	0.2668	0.000707692	0.000188812	1.5635E-06	-28.05902951
N	0.2944	0.000780902	0.000229898	1.90371E-06	-27.20398991
f	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
c	0.1564	0.000414854	6.48832E-05	5.37278E-07	-32.69801104
X	0.2576	0.000683289	0.000176015	1.45753E-06	-28.36382884

Tablo 2.1.1.'in devamı

S	0.2852	0.000756499	0.000215753	1.78659E-06	-27.4797556
P	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
JX	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
k	0.2208	0.000585676	0.000129317	1.07084E-06	-29.70276464
EX	0.0276	7.32095E-05	2.02058E-06	1.67318E-08	-47.76456438
HX	0.0552	0.000146419	8.08233E-06	6.69273E-08	-41.74396446
Z	0.3036	0.000805305	0.000244491	2.02455E-06	-26.93671067
V	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.86260358
T	0.3036	0.000805305	0.000244491	2.02455E-06	-26.93671067
b	0.2576	0.000683289	0.000176015	1.45753E-06	-28.36382884
d	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243275
e	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
MX	0.0184	4.88064E-05	8.98037E-07	7.43637E-09	-51.28638956
Y	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
a	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
NX	0.0552	0.000146419	8.08233E-06	6.69273E-08	-41.74396446
W	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
FX	0	0	0	0	0
LX	0.0736	0.000195225	1.43686E-05	1.18982E-07	-39.24518973
RX	0.0828	0.000219629	1.81853E-05	1.50587E-07	-38.22213928
XX	0.046	0.000122016	5.61273E-06	4.64773E-08	-43.32758939
TX	0	0	0	0	0
KX	0	0	0	0	0
ZX	0.1288	0.000341645	4.40038E-05	3.64382E-07	-34.38442876
WX	0.0552	0.000146419	8.08233E-06	6.69273E-08	-41.74396446
OX	0.0828	0.000219629	1.81853E-05	1.50587E-07	-38.22213928
UX	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40502867
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	0.210007692	0.00055705	0.000164639	1.36332E-06	-29.7169694
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	0.134035667	0.000355532	0.000202804	1.67936E-06	9.731142137

<i>Nokta adı</i>	PNLos (Pratik)(dB)	Açıya bağlı Kazançtaki toplam azalma Son EIRP (dB)	Ø (antenin normaliyile yapılan yatay açısı)	PL0(dB)	hRoof(m)
A	-61.52611763	-13.8546	23.8		
B	-79.32832036	-0.9993	14.73		
AX	-75.36573284	-4.3761	42.35		
G	-84.40808956	-2.5683	32.29	70.879566	7.5<(hb=9m)
F	-78.71992036	-1.6077	24.91	71.291154	7.5<hb
C	-79.4074392	-0.5253	14.41	71.462905	
E	-85.15793275	-0.6045	12.58	72.632187	11

Tablo 2.1.1.'in devamı

BX	-88.71408947	-4.5789	38.31	73.461185	15.5
H	-84.93363275	-0.8288	15.95	73.559283	11
D	-83.91431419	-0.4554	3.69	73.845049	11
h	-82.2193893	-2.8188	31.3	74.384695	7.5<hb
K	-79.74632036	-0.5813	7.54	75.346321	19
j	-82.30342951	-1.4456	20.47	75.371029	11
M	-79.18520366	-1.3468	19.4		
J	-83.33572951	-0.4133	0.16	75.985657	12.66
L	-84.5302893	-0.5079	6.06	76.029915	12.5
DX	-93.39332867	-3.1595	23.9	76.239578	11.75
g	-82.2193893	-2.8188	31.12	76.502923	11.5
R	-84.2603893	-0.7778	2.29	76.822837	12.33
I	-83.80152251	-0.896	6.97	76.877521	13.5
O	-82.88712951	-0.8619	6.22	77.128105	17.5
N	-81.75008991	-1.1439	12.09	77.145429	19
f	-80.74051419	-3.6292	33.63	77.215312	9.5
c	-86.26491104	-2.1231	23.41	77.281414	14
X	-83.27602884	-0.7778	2.36	77.291539	13.93
S	-82.3078556	-0.8619	6.25	77.319093	16
P	-83.60241419	-0.7673	0.32	77.353869	14.56
JX	-74.9323893	-10.7713	63.5	77.434779	12
k	-84.18406464	-1.2087	13.27	77.480805	15
EX	-99.09616438	-5.0239	32.48	77.525694	15.5
HX	-86.06636446	-12.0331	71.8	77.62541	13
Z	-81.85681067	-0.7699	0.62	78.17674	14.125
V	-85.61730358	-0.9353	7.89	78.276688	17
T	-81.48281067	-1.1439	12.01	78.27792	16.38
b	-81.93072884	-2.1231	23.32	78.337659	13.83
d	-82.87593275	-2.8865	29.29	78.400229	12.6
e	-82.9150893	-2.1231	22.81	78.506455	19
MX	-105.8922896	-1.0841	11.46	78.518844	19
Y	-84.2287893	-0.8094	4.09	78.557098	16.33
a	-82.57011419	-1.7996	19.79	78.642163	16
NX	-96.15546446	-1.2785	13.59	79.040018	19
W	-84.1028893	-0.9353	8.36	79.078295	16.1
FX	-50.7031	-5.6524	36.42	79.301198	18
LX	-90.48168973	-4.4535	39.12	79.602826	13
RX	-92.39463928	-1.5175	16.53	79.667444	19
XX	-97.41078939	-1.6068	17.99	80.385345	19
TX	-53.3253	-2.3647	21.46	81.501385	13.75
KX	-49.8859	-5.8041	43.61	82.073355	21
ZX	-87.48952876	-2.5849	23.38	82.422454	8.5<hb
WX	-94.84906446	-2.5849	23.17	83.278727	12.25
OX	-91.08943928	-2.8227	25.11	83.810207	16
UX	-92.31172867	-3.7833	32.48	84.40604	10

Tablo 2.1.1.'in devamı

	Ortalama	Ortalama	Ortalama		
	-82.90669055	-2.5659673	20.57807692		
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma		
	10.38173727	2.806966981	15.09403999		

<i>Nokta adı</i>	$\phi(^{\circ})$ (Caddedeki konumlanma açısı)	W(m)	b(m)	Lori(dB)	Lrts(dB)
A					
B					
AX					
G	120	9.78	82	0	18.644808
F	125	9.78	82	0	18.644808
C	0	0	0	-10	65535
E	140	17	82	0	20.161881
BX	36	44	64	2.575	21.934291
H	140	17	82	0	20.161881
D	143	47	82	0	15.745392
h	113	59	72	0	10.839677
K	20	5.5	20	-2.92	27.391174
j	127	64	92	0	14.40457
M					
J	24	27	58	-1.504	18.028761
L	90	26	68	0.01	19.5828
DX	88	20	63	0.238	20.34484
g	118	60	78	0	15.124076
R	52	33	72	3.775	22.178823
I	90	60	85	0.01	16.697691
O	101	5.8	25	0	29.30862
N	69	16	42	2.404	28.077601
f	120	32	45	0	15.945818
c	123	42	87.75	0	18.587278
X	59	26	34	3.544	24.165802
S	49	23	44	3.55	26.028373
P	148	17.5	29	0	22.765928
JX	13	40	80	-5.398	11.905062
k	141	41	101	0	19.353278
EX	59	15	65	3.544	27.576905
HX	100	30	60	0	19.332677
Z	60	26	34	3.43	24.185512
V	138	32	55	0	21.618065
T	44	38	57	3.175	23.695392

Tablo 2.1.1.'in devamı

b	90	36	91	0.01	19.149134
d	100	24	45	0	19.998043
e	20	30	40	-2.92	20.023589
MX	100	13.125	38.89	0	26.533808
Y	50	26	34	3.625	25.764532
a	100	30	61	0	21.324438
NX	100	11.7	33.24	0	27.032942
W	47	26	34	3.4	25.405046
FX	55	20	25	4	28.197596
LX	100	12	34	0	23.312077
RX	100	10.75	30.792	0	27.400716
XX	100	13.09	28.49	0	26.545405
TX	100	14.49	30.99	0	23.035572
KX	100	10	30	0	28.647659
ZX	100	24.83	37	0	15.909027
WX	100	17.73	34.77	0	21.0383
OX	100	14.15	20	0	24.588087
UX	100	20	40	0	18.504804
	Ortalama	Ortalama	Ortalama		
	81	23.792788	48.633115		
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma		
	43.581342	16.162493	27.175247		

<i>Nokta adı</i>	Lbsh(dB)	ka(dB)	kd(dB)	kf(dB)	Lmsd(dB)
A					
B					
AX					
G	-7.1629202	54	18	-3.9962162	-1.0510286
F	-7.1629202	54	18	-3.9962162	-0.6805994
C	-18	54	18	-3.9962162	65535
E	0	54.353408	20.727273	-3.9962162	5.4330035
BX	0	55.2636	24.290323	-3.9962162	4.909343
H	0	54.393216	20.727273	-3.9962162	6.4336202
D	0	54.406368	20.727273	-3.9962162	6.7429301
h	-7.1629202	54	18	-3.9962162	2.6119197
K	0	56.4152	25.894737	-3.9962162	11.57933
j	0	54.484416	20.727273	-3.9962162	7.9526821
M					
J	0	54.951483	22.336493	-3.9962162	9.5899691
L	0	54.914536	22.2	-3.9962162	9.0881398
DX	0	54.73612	21.510638	-3.9962162	9.9762574

Tablo 2.1.1.'in devamı

g	0	54.6898	21.26087	-3.9962162	9.5690447
R	0	54.953286	22.051095	-3.9962162	9.8949039
I	0	55.29636	23	-3.9962162	8.9429319
O	0	56.520352	25.285714	-3.9962162	13.565084
N	0	56.97104	25.894737	-3.9962162	11.564568
f	0	54.149752	18.789474	-3.9962162	13.734714
c	0	55.50896	23.357143	-3.9962162	9.2368355
X	0	55.48957	23.308686	-3.9962162	12.970262
S	0	56.121728	24.5625	-3.9962162	11.720852
P	0	55.692019	23.728022	-3.9962162	13.564829
JX	0	54.921504	21.75	-3.9962162	10.341812
k	0	55.8528	24	-3.9962162	8.8045834
EX	0	56.0176	24.290323	-3.9962162	10.539154
HX	0	55.255936	22.615385	-3.9962162	11.395993
Z	0	55.71462	23.442478	-3.9962162	14.136025
V	0	56.707456	25.058824	-3.9962162	12.275593
T	0	56.497982	24.758242	-3.9962162	12.130822
b	0	55.646141	23.238612	-3.9962162	10.545017
d	0	55.235808	22.285714	-3.9962162	13.596831
e	0	57.47504	25.894737	-3.9962162	14.021442
MX	0	57.48	25.894737	-3.9962162	14.152441
Y	0	56.562099	24.733007	-3.9962162	14.57677
a	0	56.470832	24.5625	-3.9962162	12.417958
NX	0	57.6952	25.894737	-3.9962162	15.656016
W	0	56.635179	24.614907	-3.9962162	15.369333
FX	0	57.4272	25.5	-3.9962162	17.085753
LX	0	55.577024	22.615385	-3.9962162	16.173133
RX	0	57.972	25.894737	-3.9962162	17.044176
XX	0	58.31424	25.894737	-3.9962162	18.619618
TX	0	56.330236	23.181818	-3.9962162	19.144679
KX	0	60.287616	26.571429	-3.9962162	22.248592
ZX	-3.1696427	54	18	-3.9962162	16.441357
WX	0	55.956396	21.979592	-3.9962162	20.891494
OX	0	58.479664	24.5625	-3.9962162	25.132493
UX	0	54.685392	19.5	-3.9962162	21.224624

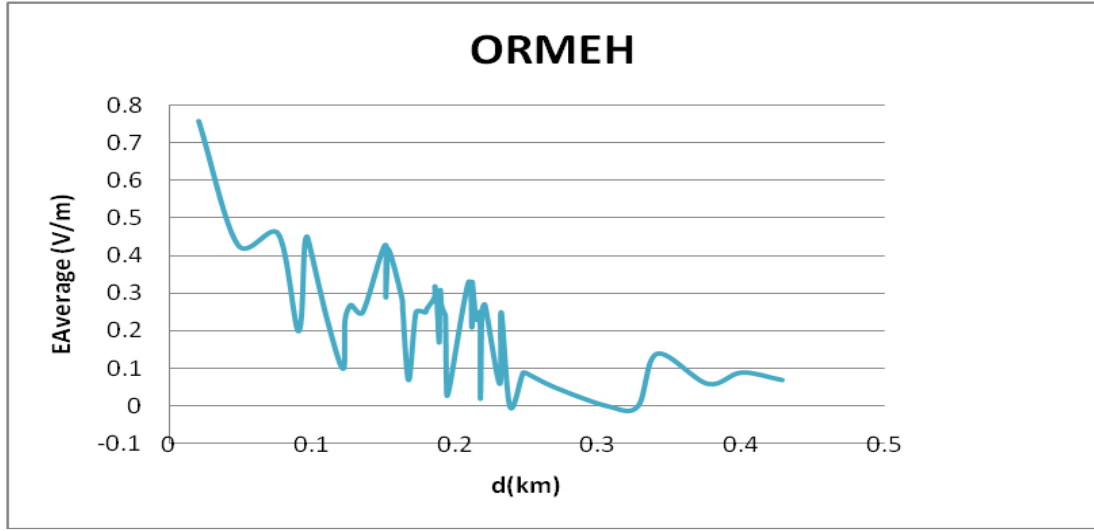
<i>Nokta adı</i>	PNLos (Teorik) (dB)	Ψ (°) (yükseleme açısı)	Ψ (°) (tilti çıkarılmış hali)	Yatay (horizontal) açığa bağlı olarak kazançtaki azalma (dB)	Düşey (vertical) açığa bağlı olarak kazançtaki azalma (dB)
A	0	20.3485	14.34849696	-1.4589	-12.3957
B	0	9.05299	3.052990462	-0.5723	-0.427

Tablo 2.1.1.'in devamı

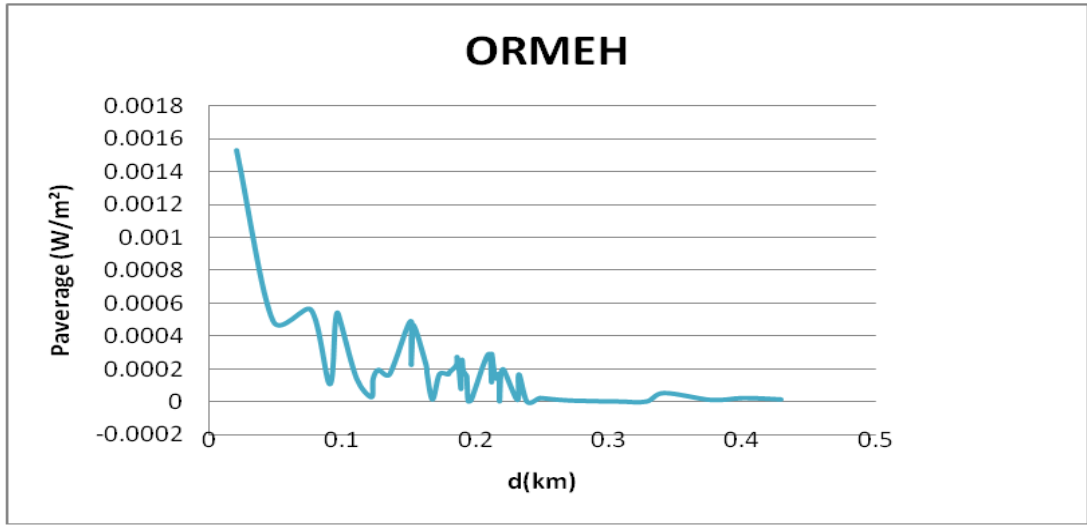
AX	0	5.733704	2.27	-4.1993	-0.1768
G	-88.47334532	4.838232	1.161768151	-2.5405	-0.0278
F	-89.25536261	4.615306	1.384693971	-1.5799	-0.0278
C	0	4.52532	1.47467986	-0.4975	-0.0278
E	-98.2270714	3.957293	2.042706672	-0.4277	-0.1768
BX	-100.3048185	3.598059	4.41941	-3.5019	-1.077
H	-100.1547842	3.557756	2.442244399	-0.652	-0.1768
D	-96.33337113	3.442891	2.557108689	-0.0284	-0.427
h	-87.83629096	3.235952	2.764047752	-2.3918	-0.427
K	-114.3168255	2.897427	3.102573371	-0.1543	-0.427
j	-97.72828147	2.88921	3.110789644	-1.0186	-0.427
M	0	2.865026	3.134974118	-0.9198	-0.427
J	-103.6043869	2.692132	3.30786823	0.0137	-0.427
L	-104.7008541	2.678469	3.321530633	-0.0809	-0.427
DX	-106.5606757	2.614679	5.385321	-1.4589	-1.7006
g	-101.1960437	2.536699	3.463301223	-2.3918	-0.427
R	-108.8965633	2.445082	3.554918422	0.0032	-0.781
I	-102.5181441	2.429755	3.570245389	-0.115	-0.781
O	-120.0018094	2.360738	3.639261728	-0.0809	-0.781
N	-116.7875983	2.35604	3.643960354	-0.3629	-0.781
f	-106.8958432	2.337181	3.662818865	-2.8482	-0.781
c	-105.1055274	2.319482	3.680518498	-1.3421	-0.781
X	-114.4276023	2.316782	3.683217765	0.0032	-0.781
S	-115.0683178	2.309452	3.690547589	-0.0809	-0.781
P	-113.6846256	2.300234	3.699765752	0.0137	-0.781
JX	-99.68165299	2.27893	5.75107	-8.2879	-2.4834
k	-105.6386668	2.266898	3.733101956	-0.4277	-0.781
EX	-115.641753	2.255225	5.744775	-2.5405	-2.4834
HX	-108.3540794	2.229509	5.770491	-9.5497	-2.4834
Z	-116.4982765	2.092516	3.907483891	0.0111	-0.781
V	-112.1703452	2.068597	3.931403446	-0.1543	-0.781
T	-114.1041334	2.068303	3.93169654	-0.3629	-0.781
b	-108.0318096	2.054139	3.945860792	-1.3421	-0.781
d	-111.9951039	2.039407	3.960592525	-2.1055	-0.781
e	-112.5514862	2.014639	3.985361492	-1.3421	-0.781
MX	-119.2050929	2.011769	3.988230569	-0.3031	-0.781
Y	-118.8984	2.002936	3.997063867	-0.0284	-0.781
a	-112.384559	1.983432	4.016568224	-1.0186	-0.781
NX	-121.7289772	1.894697	4.10530339	-0.4975	-0.781
W	-119.8526738	1.886371	4.113628567	-0.1543	-0.781
FX	-124.5845467	1.838611	6.161389	-3.169	-2.4834
LX	-119.0880354	1.7759	4.224099808	-3.6725	-0.781
RX	-124.1123363	1.762746	4.237254237	-0.7365	-0.781
XX	-125.550368	1.622989	4.377011312	-0.8258	-0.781

Tablo 2.1.1.'in devamı

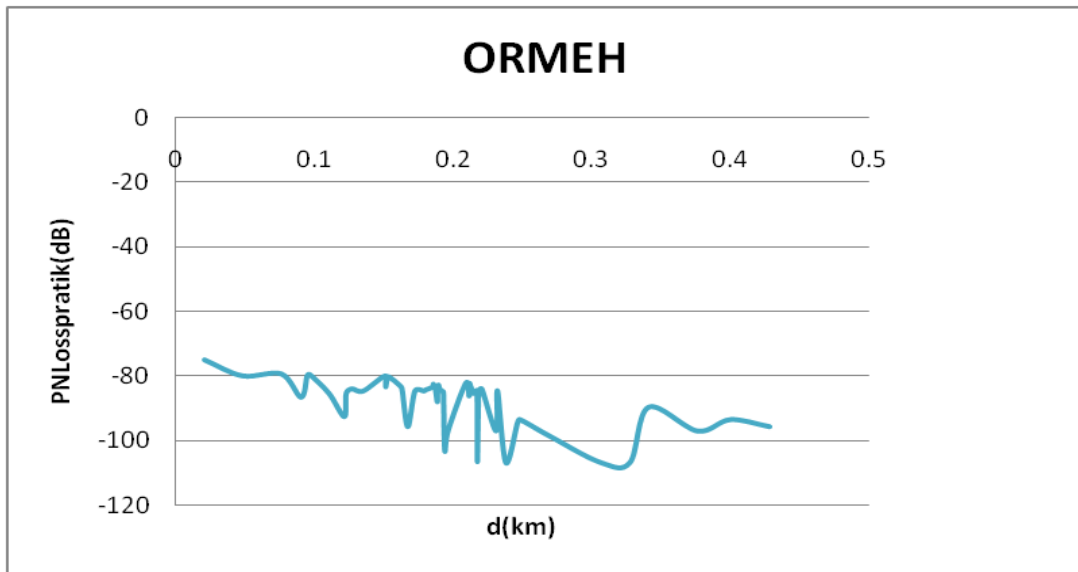
TX	-123.6816365	1.427381	4.57261931	-1.1219	-1.2428
KX	-132.9696058	1.336449	4.663550859	-4.5613	-1.2428
ZX	-114.7728378	1.283818	4.716181706	-1.3421	-1.2428
WX	-125.2085207	1.16333	4.836670119	-1.3421	-1.2428
OX	-133.5307868	1.094298	4.905701606	-1.5799	-1.2428
UX	-124.1354681	1.021765	4.978235285	-2.5405	-1.2428
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	-106.8663121	2.937097	4.002405846	-1.49357	-1.07239423
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	28.76238995	2.7929199	1.809403794	1.9158926	1.704758917



Şekil 2.1.3. Ormeh'in elektrik alanının ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



Şekil 2.1.4. Ormeh'in ölçülen gücün ortalamasının uzaklıkla değişimi



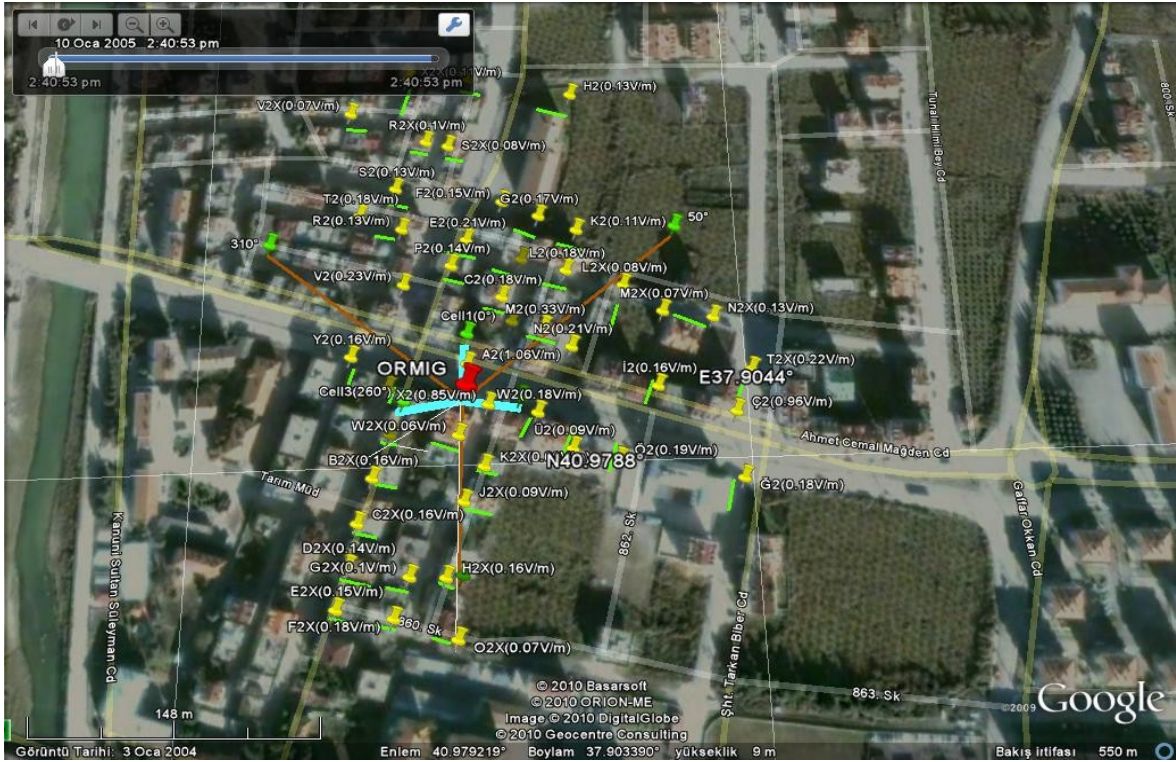
Şekil 2.1.5. Ormeh'in ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi

2.2. ORMIG

Ordu Merkez Akyazı Mahallesi Ahmet Cemal Mağden Caddesi üzerinde bulunan Ormig adlı baz istasyonunun kapsam alanı içinde kalmak kaydıyla direkt görüşün olmadığı 45 noktada ölçü aletinin elektrik alan probu kullanılarak ölçüm yapılmış bu ölçüm

değerlerinin maksimumu 0.9752 (V/m), minimumu 0.046(V/m), 45 noktada yapılan ölçüm değerlerinin ortalaması 0.168666667 (V/m), standart sapması 0.165763 (V/m)'dir.

Baz istasyonu antenleri 14 metre yukarıda, üç sektörden oluşan ve her sektörde birer X polarizasyonlu antenin bulunduğu, birinci sektörde bulunan antene verilen gücün 17.78 watt, ikinci ve üçüncü sektörde bulunan antenlere verilen gücün 11.74 watt olduğu her üç hücrede toplam olarak on değişik frekansın kullanıldığı, 80 kişinin aynı anda konuşabildiği yaklaşık 300 metre yarıçaplı bir baz istasyonu.



Şekil 2.2.1. Ormig baz istasyonunun Google Earth görüntüsü



Şekil 2.2.2. Ormig'te ölçüm yapılan alanın resmi

Tablo 2.2.1. Ormig baz istasyonunun özellik ve ölçüm değerleri

Site Adı	Ordu Migros		
Site NO	23549		
Sistem Koordinat	40.979135°N	37.902536°E	
Site ID	ORMIG		
	Cell1(0°)	Cell2(100°)	Cell3(260°)
Frekansı (kanal no)	935.2(1),946(55), 943.2(41)	939.2(21),939.6(23), 945.6(53) 940.4(27)	937.8(14),945(50), 942(35)
Bir anda konuşabilecek telefon sayısı	3.8=24	4.8=32	3.8=24
Anten tipi, kazancı ve uzunluğu	739684(15dBi) (1296 mm)	739632(15dBi) (1296 mm)	739632(15dBi) (1296 mm)
Yatay 3dB açıklığı	65°	65°	65°
Düşey 3dB açıklığı	14°	15°	15°
Anten Yeri	ÇATI	ÇATI	ÇATI
Anten Yüksekliği	14m	14m	14m
Anten Açısı	0°	100°	260°
Anten Tilt Açısı	10°	6°	6°

Tablo 2.2.1.'in devamı

Feeder Tipi	LCF ½ inch(25m)	LCF ½ inch(25m)	LCF ½ inch(25m)
Power Splitter Tipi ve sayısı	var	var	var
Hybrid Combiner	var	var	var
Güvenlik mesafesi(m)	9.24 m	7.51 m	7.51 m
Verici gücü(W)	17.78	11.74	11.74
Kanal başına düşen alan(m ²)	(R=300m, $\pi.R^2=282743.3m^2$, $282743.3m^2/80$ kanal=3534 m ² /kanal		

Nokta adı	Enlem (°)	Boylam (°)	Azimuth açısı (°)	d(km)	E _{max} (V/m)
X2	40.979056°N	37.902689°E	123.64	0.0155	1.104
A2	40.979276°N	37.902553°E	5	0.01673	1.2512
W2X	40.978898°N	37.902497°E	186.55	0.02601	0.276
Z2	40.979160°N	37.902037°E	275.14	0.04168	1.288
W2	40.979005°N	37.903009°E	109.63	0.04265	0.4508
K2X	40.978734°N	37.902661°E	166.52	0.04601	0.4048
A2X	40.978912°N	37.902056°E	238.02	0.04664	0.3404
M2	40.979467°N	37.903059°E	49.75	0.05836	0.4968
C2	40.979639°N	37.902784°E	20.72	0.06033	0.46
J2X	40.978558°N	37.902530°E	180.33	0.06387	0.4232
N2	40.979355°N	37.903239°E	67.39	0.06478	0.368
Y2	40.979330°N	37.901790°E	289.83	0.06621	0.3588
Ü2	40.978812°N	37.903229°E	121.8	0.06808	0.3956
B2X	40.978689°N	37.901947°E	224.65	0.06942	0.368
V2	40.979719°N	37.902129°E	332.86	0.0737	0.4048
P2	40.979823°N	37.902445°E	354.6	0.07734	0.4232
D2	40.979852°N	37.902918°E	22.12	0.08677	0.3404
L2	40.979782°N	37.903215°E	38.42	0.09276	0.3312
C2X	40.978463°N	37.901858°E	217.41	0.09293	0.598
E2	40.979969°N	37.902549°E	0.94	0.093	0.6072
Ö2	40.978749°N	37.903523°E	117.03	0.09305	0.3312
H2X	40.978185°N	37.902419°E	185.28	0.10577	0.3404
İ2	40.979130°N	37.903796°E	90.17	0.10608	0.2852
R2	40.980037°N	37.902112°E	340.92	0.10708	0.3404
L2X	40.979692°N	37.903596°E	55.21	0.10732	0.5428
G2X	40.978195°N	37.902191°E	195.23	0.10775	0.322
D2X	40.978253°N	37.901807°E	211.75	0.1153	0.4416
G2	40.980100°N	37.903038°E	21.56	0.11608	0.5244
K2	40.980014°N	37.903293°E	33.06	0.11709	0.3404
M2X	40.979541°N	37.903853°E	67.88	0.11862	0.4048
F2	40.980186°N	37.902792°E	10.55	0.119181	0.46

Tablo 2.2.1.'in devamı

T2	40.980122°N	37.901825°E	332.02	0.12573	0.3404
F2X	40.977996°N	37.902096°E	196.13	0.13186	0.3864
S2	40.980275°N	37.902066°E	342.98	0.13291	0.9752
E2X	40.978046°N	37.901739°E	208.94	0.13791	0.4324
O2X	40.977888°N	37.902493°E	181.39	0.13869	0.3404
N2X	40.979501°N	37.904186°E	73.89	0.14292	0.276
S2X	40.980525°N	37.902423°E	356.92	0.15315	0.322
T2X	40.979208°N	37.904415°E	87.38	0.15752	1.6652
R2X	40.980553°N	37.902270°E	352.26	0.15757	0.2944
Ğ2	40.978639°N	37.904317°E	110.29	0.15951	0.8096
V2X	40.980735°N	37.901745°E	339.91	0.18915	0.4232
Z2X	40.980934°N	37.902570°E	1.16	0.19942	0.322
H2	40.980837°N	37.903279°E	18.3	0.19964	0.3128
X2X	40.980934°N	37.902137°E	350.76	0.202	0.368
			Ortalama	Ortalama	Ortalama
			162.362	0.103201578	0.495368889
			Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
			118.7148044	0.047724237	0.296671784

<i>Nokta adı</i>	Eav (V/m)	Hav(A/m)	Pavera(W/m²)	Pr(W)	Pr(dBm)
X2	0.782	0.002074271	0.00162208	1.34319E-05	-18.71861
A2	0.9752	0.002586737	0.002522586	2.08888E-05	-16.80087
W2X	0.0552	0.000146419	8.08233E-06	6.69273E-08	-41.74396
Z2	0.2944	0.000780902	0.000229898	1.90371E-06	-27.20399
W2	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20154
K2X	0.0736	0.000195225	1.43686E-05	1.18982E-07	-39.24519
A2X	0.184	0.000488064	8.98037E-05	7.43637E-07	-31.28639
M2	0.3036	0.000805305	0.000244491	2.02455E-06	-26.93671
C2	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20154
J2X	0.0828	0.000219629	1.81853E-05	1.50587E-07	-38.22214
N2	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.8626
Y2	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22459
Ü2	0.0828	0.000219629	1.81853E-05	1.50587E-07	-38.22214
B2X	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22459
V2	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243
P2	0.1288	0.000341645	4.40038E-05	3.64382E-07	-34.38443
D2	0.1104	0.000292838	3.23293E-05	2.67709E-07	-35.72336
L2	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20154
C2X	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22459
E2	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.8626

Tablo 2.2.1.'in devamı

Ö2	0.1748	0.00046366	8.10479E-05	6.71132E-07	-31.73192
H2X	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22459
İ2	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22459
R2	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812
L2X	0.0736	0.000195225	1.43686E-05	1.18982E-07	-39.24519
G2X	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30699
D2X	0.1288	0.000341645	4.40038E-05	3.64382E-07	-34.38443
G2	0.1564	0.000414854	6.48832E-05	5.37278E-07	-32.69801
K2	0.1012	0.000268435	2.71656E-05	2.2495E-07	-36.47914
M2X	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40503
F2	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516
T2	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20154
F2X	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20154
S2	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812
E2X	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516
O2X	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40503
N2X	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812
S2X	0.0736	0.000195225	1.43686E-05	1.18982E-07	-39.24519
T2X	0.2024	0.00053687	0.000108662	8.99801E-07	-30.45854
R2X	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30699
Ğ2	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20154
V2X	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40503
Z2X	0.046	0.000122016	5.61273E-06	4.64773E-08	-43.32759
H2	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812
X2X	0.1012	0.000268435	2.71656E-05	2.2495E-07	-36.47914
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	0.168666667	0.000447392	0.000146724	1.21498E-06	-33.9373
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	0.165763	0.000434776	0.000428721	3.55011E-06	5.0320877

<i>Nokta adı</i>	PNLOSPratik (dB)	Açıya bağlı Kazançtaki toplam azalma Son EIRP (dB)	$\varphi(^{\circ})$	PL0(dB)	hRoof(m)
X2	-77.97861096	-31.3176	100	55.669191	14=hb
A2	-76.06087217	-20.3152			
W2X	-65.63046446	-33.6035	100	60.1653641	18
Z2	-77.34698991	-7.347	100	64.2611113	15
W2	-82.66843937	-7.0231	100	64.4609378	18.5
K2X	-83.62898973	-13.1062	100	65.1196017	18.25
A2X	-83.23338956	-5.543	135	65.2377279	18
M2	-78.56651067	-5.9082	55.14	67.1848627	16

Tablo 2.2.1.'in devamı

C2	-79.14763937	-10.5439	20	67.4732236	16
J2X	-84.01343928	-11.6987	100	67.9684954	17.33
N2	-84.41720358	-3.9354	48	68.0913759	17
Y2	-87.22498982	-3.4896	100	68.2810288	14.5
Ü2	-93.23953928	-2.4726	100	68.522948	20.25
B2X	-86.92658982	-3.788	100	68.6922493	17.66
V2	-78.03443275	-9.5464	100	69.2119068	15
P2	-91.79462876	-0.1055	70	69.6306404	14.83
D2	-91.80676455	-1.4546	20	70.629949	13<hb
L2	-86.01283937	-3.7267	100	71.2097719	14=hb
C2X	-86.15848982	-4.5561	100	71.2256758	17.5
E2	-88.18690358	-0.2137	20	71.232216	13.75<hb
Ö2	-88.30861745	-0.9133	100	71.2368846	15.5
H2X	-80.74748982	-9.9671	100	72.3498072	16.25
İ2	-90.43838982	-0.2762	100	72.3752273	15
R2	-91.17132243	-1.4323	100	72.4567243	14=hb
L2X	-91.96238973	-4.7728	100	72.4761704	17
G2X	-86.30938947	-8.4876	100	72.5109026	16.5
D2X	-86.59122876	-5.2832	100	73.0991432	16.4
G2	-88.17721104	-2.1502	20	73.1577051	13<hb
K2	-90.49553577	-3.613	100	73.2329532	14.6
M2X	-95.37622867	-2.5188	100	73.3457155	18
F2	-90.19106429	-1.2235	20	73.3866976	13<hb
T2	-86.94243937	-2.8885	100	73.8513354	15
F2X	-81.37583937	-8.3157	100	74.2648185	16.75
S2	-90.53882243	-2.1903	100	74.3337102	13.16<hb
E2X	-85.37376429	-5.9014	100	74.6544722	15.33
O2X	-87.50012867	-10.3949	100	74.70346	15.16
N2X	-90.78512243	-1.733	42	74.9644172	18
S2X	-95.48238973	-1.4638	100	75.5648971	13.4<hb
T2X	-87.49303586	-0.4555	102	75.8092711	16
R2X	-93.39988947	-1.6081	90	75.8120278	12.5<hb
Ğ2	-89.41533937	-0.2762	100	75.9183154	19.5
V2X	-95.05852867	-3.1391	100	77.398684	12<hb
Z2X	-99.01078939	-2.1094	100	77.8579313	17.28
H2	-89.87442243	-2.9463	87	77.8675083	13<hb
X2X	-91.95243577	-2.3193	100	77.9695845	12.16<hb
	Ortalama	ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	-83.21398981	-5.912766667	87.02590909	14.26590909	15.615
	Standart Sapma	Standart sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	6.277421961	7.113342295	28.23281056	14.11893173	2.047271466

Tablo 2.2.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	PNLOSTeorik (dB)	W(m)	b(m)	Lori(dB)	Lrts(dB)
X2	-88.51603113	16	21	0	22.82502
A2	0				
W2X	-95.6519136	7	18	0	28.803365
Z2	-92.10114298	12	27	0	24.735753
W2	-93.25167741	8.42	23	0	28.258374
K2X	-98.39128054	5	16	0	30.394171
A2X	-98.58493317	5	16.5	0	30.264645
M2	-103.4400503	6.5	32	3.98404	31.997007
C2	-94.89610469	10	35	-2.92	23.2221
J2X	-104.2222364	5	17.5	0	29.907677
N2	-98.98678525	22	34	3.475	26.766787
Y2	-100.5034392	11.5	26	0	24.596207
Ü2	-102.0061175	8	23	0	29.325018
B2X	-102.6085686	9	20	0	27.532606
V2	-97.73199334	17	52	0	23.223077
P2	-106.7459622	6	37	2.29	29.927118
D2	-94.9700468	11.5	35	-2.92	20.62336
L2	-105.4763946	11.5	32	0	24.259242
C2X	-106.9523947	10	23	0	26.989349
E2	-99.24692152	16	32	-2.92	19.731505
Ö2	-108.0951287	8	23	0	26.809367
H2X	-108.4555175	10.33	27.66	0	26.148169
İ2	-115.2278836	4	14.5	0	29.506966
R2	-105.1793885	17	41	0	22.561731
L2X	-107.7211486	10	37	0	26.716014
G2X	-103.5664142	18.5	55	0	23.762079
D2X	-113.019337	6.2	22.5	0	28.452318
G2	-97.36946172	20	35	-2.92	18.220038
K2	-107.9613808	14.26	35.14	0	23.727843
M2X	-106.1296248	20	42	0	24.244045
F2	-100.6255561	12	30	-2.92	20.438526
T2	-112.9013764	10	20	0	25.527566
F2X	-107.8007373	20	43.5	0	23.565751
S2	-107.0371129	12.83	22	0	23.186652
E2X	-115.7067757	6.66	23.12	0	27.500464
O2X	-113.806636	9	27.5	0	26.086435
N2X	-111.8018978	22	47	3.025	26.855118
S2X	-106.0719073	20	43.27	0	21.433508
T2X	-116.0622598	10	25	0	26.1421
R2X	-101.0952051	26	45	0.01	19.629249
Ğ2	-112.9926169	14	50	0	26.542744
V2X	-105.9690732	16	30	0	21.328911

Tablo 2.2.1.'in devamı

Z2X	-118.7717112	12	33.75	0	26.078327
H2	-98.49700022	100	100	0.352	14.502338
X2X	-109.3437887	11.5	27.8	0	22.892775
	Ortalama	Ortalama	Ortalama		
	104.4430212	14.26590909	32.28954545		
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma		
	7.086043382	14.11893173	14.44981613		

<i>Nokta adı</i>	Lbsh(dB)	ka(dB)	kd(dB)	kf(dB)	Lmsd(dB)
X2	0	54	18	-3.9886486	-2.3327655
A2					
W2X	0	54.166464	21.333333	-3.9886486	-2.8000901
Z2	0	54.066688	19	-3.9886486	3.1042782
W2	0	54.30708	21.648649	-3.9886486	0.5323657
K2X	0	54.312868	21.493151	-3.9886486	2.8775073
A2X	0	54.298496	21.333333	-3.9886486	3.0825603
M2	0	54.186752	19.875	-3.9886486	4.2581811
C2	0	54.193056	19.875	-3.9886486	4.200781
J2X	0	54.340299	20.882285	-3.9886486	6.3460642
N2	0	54.310944	20.647059	-3.9886486	4.1286226
Y2	0	54.052968	18.517241	-3.9886486	7.6262029
Ü2	0	54.6808	22.62963	-3.9886486	4.1581516
B2X	0	54.406524	21.10872	-3.9886486	6.3837139
V2	0	54.11792	19	-3.9886486	5.2970098
P2	0	54.102708	18.839514	-3.9886486	7.1882038
D2	-5.4185399	54	18	-3.9886486	3.716738
L2	0	54	18	-3.9886486	10.007381
C2X	0	54.520408	21	-3.9886486	8.7373698
E2	-1.7443802	54	18	-3.9886486	8.2832006
Ö2	0	54.22332	19.451613	-3.9886486	10.048877
H2X	0	54.380772	20.076923	-3.9886486	9.9575411
İ2	0	54.169728	19	-3.9886486	13.34569
R2	0	54	18	-3.9886486	10.160933
L2X	0	54.515136	20.647059	-3.9886486	8.5289647
G2X	0	54.431	20.272727	-3.9886486	7.2934328
D2X	0	54.442752	20.195122	-3.9886486	11.467875
G2	-5.4185399	54	18	-3.9886486	5.9917185
K2	0	54.112406	18.616438	-3.9886486	11.000585
M2X	0	54.759168	21.333333	-3.9886486	8.5398643
F2	-5.4185399	54	18	-3.9886486	6.8003328
T2	0	54.201168	19	-3.9886486	13.522475

Tablo 2.2.1.'in devamı

F2X	0	54.580184	20.462687	-3.9886486	9.9701679
S2	-4.7667208	54	18	-3.9886486	9.5167505
E2X	0	54.293472	19.30137	-3.9886486	13.551839
O2X	0	54.257409	19.147757	-3.9886486	13.016741
N2X	0	54.914688	21.333333	-3.9886486	9.9823624
S2X	-3.6741597	54	18	-3.9886486	9.0735019
T2X	0	54.504064	19.875	-3.9886486	14.110889
R2X	-7.1629202	54	18	-3.9886486	5.6539285
Ğ2	0	55.403688	22.230769	-3.9886486	10.531558
V2X	-8.5881826	54	18	-3.9886486	7.2414779
Z2X	0	55.046556	20.847222	-3.9886486	14.835453
H2	-5.4185399	54	18	-3.9886486	6.1271538
X2X	-8.1597301	54	18	-3.9886486	8.481429

<i>Nokta adı</i>	x(m)	komşu	Lpextra	Ø(°) (antenin normaliyle yapılan yatay açı)	Ψ (°) (yükselme açısı)
X2	5.47	1	32.84684	23.57	39.19669
A2		0		0	37.0721
W2X	4	1	35.48655	73.45	25.91822
Z2		0		15.14	16.87061
W2		0		9.63	16.50802
K2X		0		66.52	15.36149
A2X		0		21.98	15.16361
M2		0		50.25	12.22075
C2		0		79.28	11.83313
J2X		0		79.67	11.1943
N2		0		32.61	11.04094
Y2		0		29.83	10.80816
Ü2		0		21.8	10.518
B2X		0		35.35	10.31937
V2		0		72	9.731894
P2		0		5.4	9.282026
D2		0		22.12	8.28812
L2		0		38.42	7.759653
C2X		0		42.59	7.745631
E2		0		0.94	7.739871
Ö2		0		17.03	7.735763
H2X		0		74.72	6.81479
İ2		0		9.83	6.795061
R2		0		19.08	6.732188
L2X		0		44.79	6.717271
G2X		0		64.77	6.690708

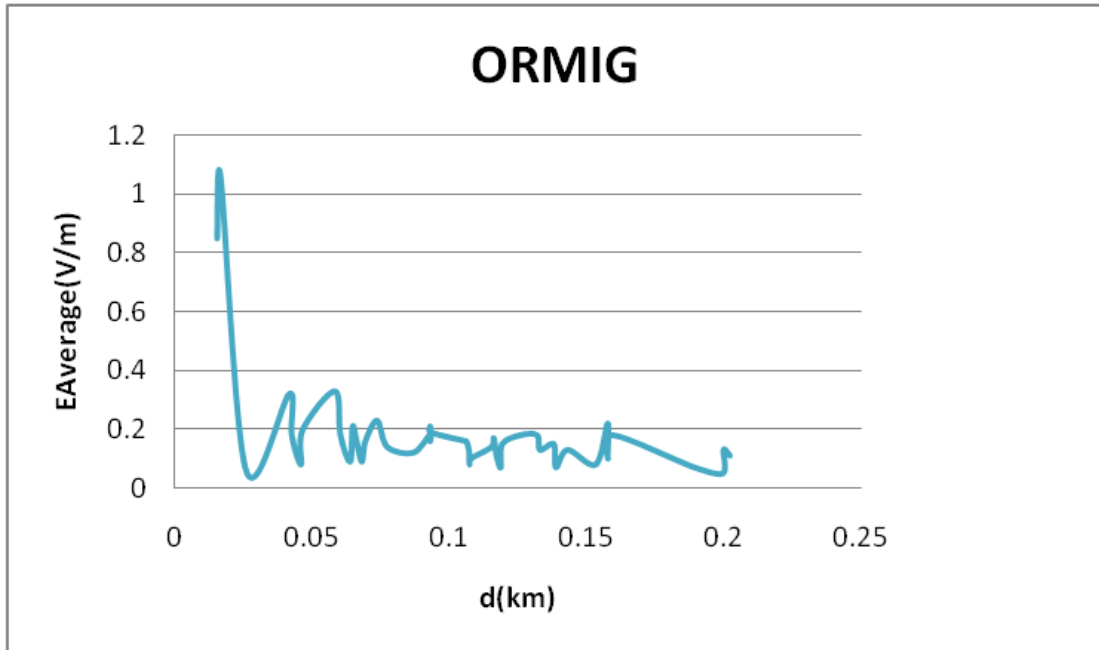
Tablo 2.2.1.'in devamı

D2X		0		48.25	6.256185
G2		0		21.56	6.214477
K2		0		33.06	6.161286
M2X		0		32.12	6.082415
F2		0		10.55	6.053997
T2		0		27.98	5.740821
F2X		0		63.87	5.475599
S2		0		17.02	5.432601
E2X		0		51.06	5.236755
O2X		0		78.61	5.207466
N2X		0		26.11	5.054151
S2X		0		3.08	4.718126
T2X		0		12.62	4.5878
R2X		0		7.74	4.58635
Ğ2		0		10.29	4.530803
V2X		0		20.09	3.823122
Z2X		0		1.16	3.626773
H2		0		18.3	3.622787
X2X		0		9.24	3.580572

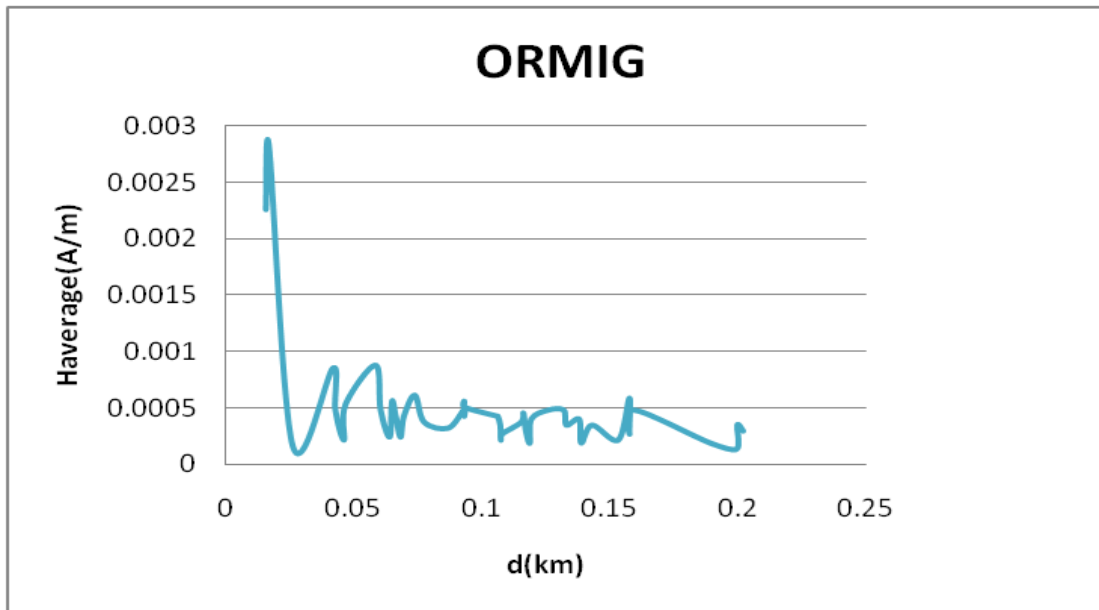
<i>Nokta adı</i>	Ψ (°) (tilti çıkarılmış hali)	Yatay (horizontal) açıya bağlı olarak kazançtaki azalma (dB)	Düşey (vertical) açıya bağlı olarak kazançtaki azalma(dB)
X2	33.1966888	-1.4589	-29.8587
A2	27.0721043	0.0137	-20.3289
W2X	19.9182194	-9.6855	-23.918
Z2	10.8706069	-0.5723	-6.7747
W2	10.5080205	-0.2484	-6.7747
K2X	9.36148907	-8.793	-4.3132
A2X	9.16360527	-1.2298	-4.3132
M2	2.22074647	-5.6834	-0.2248
C2	1.83312544	-10.3671	-0.1768
J2X	5.19430212	-10.4559	-1.2428
N2	5.04094018	-2.6926	-1.2428
Y2	4.80815504	-2.2468	-1.2428
Ü2	4.51799502	-1.2298	-1.2428
B2X	4.31937195	-3.007	-0.781
V2	0.26810593	-9.5497	0.0033
P2	0.71797356	-0.052	-0.0535
D2	1.71188024	-1.2298	-0.2248
L2	2.2403468	-3.5019	-0.2248
C2X	1.74563068	-4.3793	-0.1768

Tablo 2.2.1.'in devamı

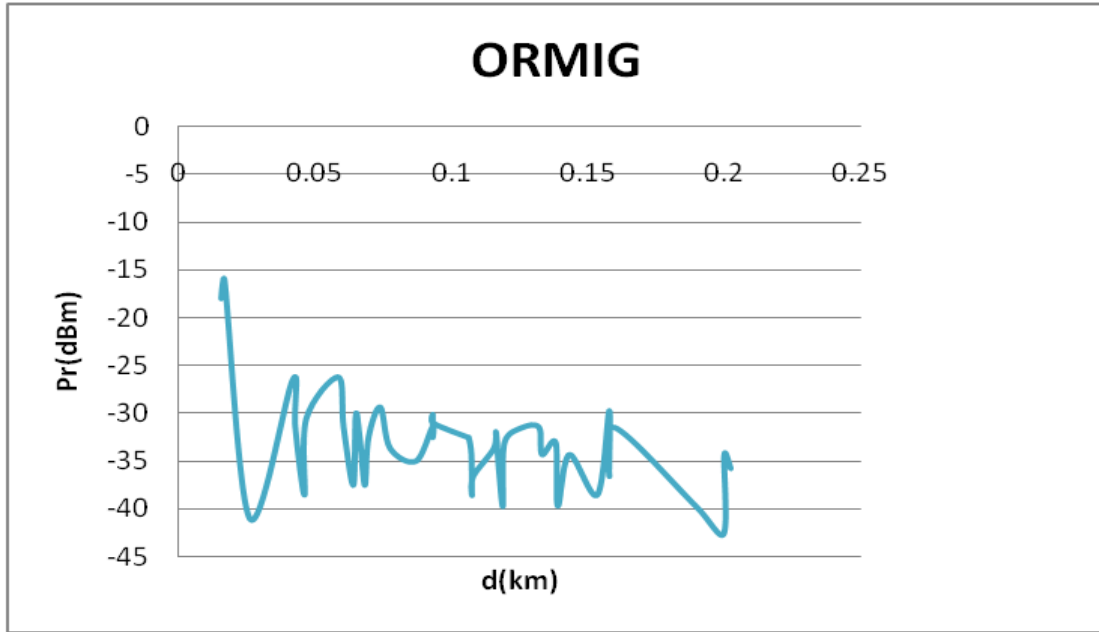
E2	2.26012867	0.0111	-0.2248
Ö2	1.73576271	-0.7365	-0.1768
H2X	0.81478955	-9.9393	-0.0278
İ2	0.79506102	-0.2484	-0.0278
R2	3.26781162	-0.9198	-0.5125
L2X	0.7172709	-4.745	-0.0278
G2X	0.69070767	-8.4598	-0.0278
D2X	0.2561852	-5.3049	0.0217
G2	3.78552324	-1.2298	-0.9204
K2	3.83871427	-2.6926	-0.9204
M2X	0.08241499	-2.5405	0.0217
F2	3.94600259	-0.3031	-0.9204
T2	4.25917853	-1.9681	-0.9204
F2X	0.5244007	-8.2879	-0.0278
S2	4.56739857	-0.7365	-1.4538
E2X	0.76324493	-5.8736	-0.0278
O2X	0.79253434	-10.3671	-0.0278
N2X	0.94584923	-1.7052	-0.0278
S2X	5.28187439	-0.01	-1.4538
T2X	1.41220035	-0.4277	-0.0278
R2X	5.41364994	-0.1543	-1.4538
Ğ2	1.46919659	-0.2484	-0.0278
V2X	6.17687811	-1.0186	-2.1205
Z2X	6.37322669	0.0111	-2.1205
H2	6.37721269	-0.8258	-2.1205
X2X	6.41942756	-0.1988	-2.1205
	ortalama	ortalama	ortalama
	5.059465617	-3.22864	-2.684122222
	Standart sapma	Standart sapma	Standart sapma
	6.646215941	3.567433	6.24635865



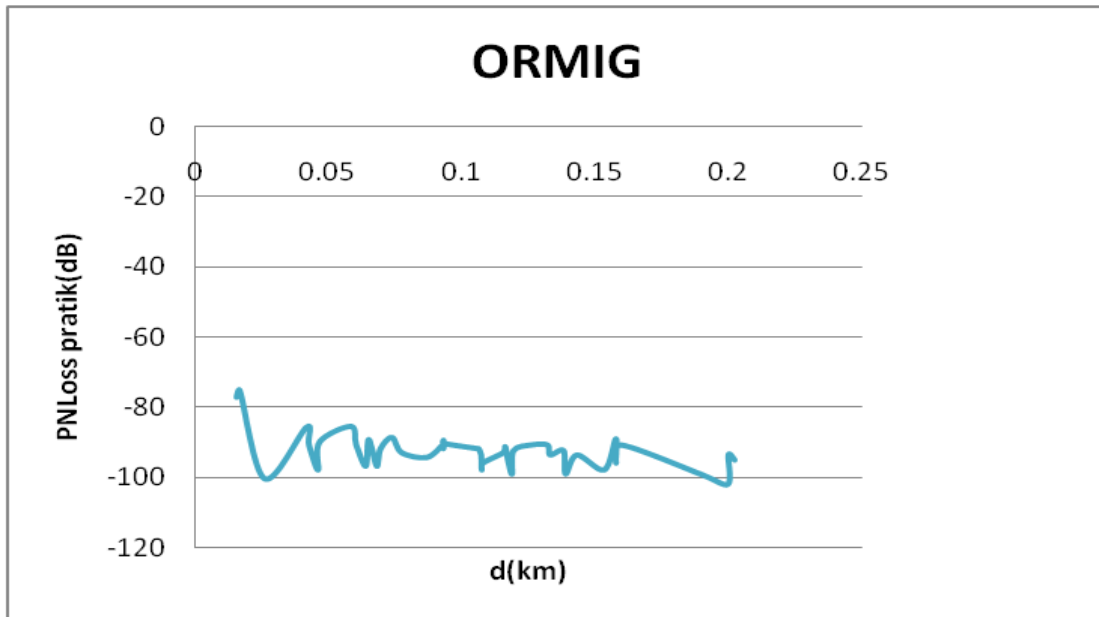
Şekil 2.2.3. Ormig'in elektrik alanın ortalama değeriyle uzaklığın değişimi



Şekil 2.2.4. Ormig'in ortalama manyetik alanının uzaklıkla değişimi



Şekil 2.2.5. Ormig'in gücüyle uzaklığın değişimi

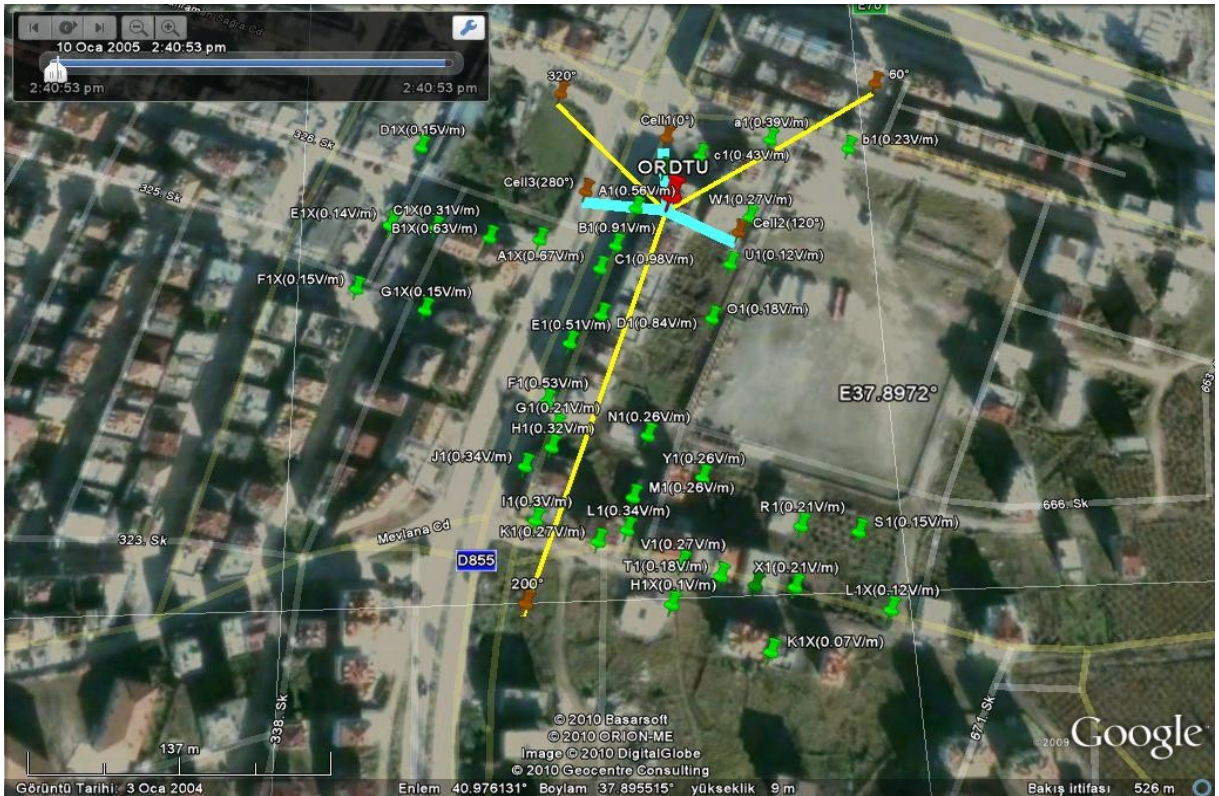


Şekil 2.2.6. Ormig'in ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi

2.3. ORDTU

Ordu Merkez Subaşı Mahallesi Turgut Özal Bulvarı üzerinde bulunan Ordu adlı baz istasyonunun kapsam alanı içinde kalmak kaydıyla direkt görüşün olmadığı 38 noktada ölçü aletinin elektrik alan probu kullanılarak ölçüm yapılmış bu ölçüm değerlerinin maksimumu 1.0856 (V/m), minimumu 0.0644 (V/m) yapılan 38 ölçümün ortalaması 0.324663158 (V/m), standart sapması 0.239729326 (V/m)'dir.

Baz istasyonu antenleri 18 metre yukarıda, üç sektörden oluşan ve her sektörde birer X polarizasyonlu antenin bulunduğu, üç sektördede bulunan antenlere verilen gücün 11.74 watt olduğu, her üç hücrede toplam olarak on dört değişik frekansın kullanıldığı, 112 kişinin aynı anda konuşabildiği yaklaşık 300 metre yarıçaplı bir baz istasyonu.



Şekil 2.3.1. Ordu'nun Google Earth görüntüsü



Şekil 2.3.2. Ordu’da ölçüm yapılan alanın resmi

Tablo 2.3.1. Ordu’nun özellik ve ölçüm değerleri

Site Adı	ORD Turgut Özal Bulvarı		
Site NO	42411		
Sistem Koordinat	40.977097°N	37.895903°E	
Site ID	ORDTU		
	Cell1(0°)	Cell2(120°)	Cell3(280°)
Frekans (kanal no)	938.6(18),940.4(27) 943.6(43),946(55) 941.2(31)	937.2(11),945(50), 942(35),939.8(24)	935.8(4),942.4(37) 943.2(41), 945.6(53) 944.4(47)
Bir anda konuşabilecek telefon sayısı	5.8=40	4.8=32	5.8=40
Anten tipi, kazancı ve uzunluğu	739633/732448 (15dBi/15.5dBi)	739632(15dBi) (1296mm)	739633(15dBi) (1296mm)
Yatay 3 dB açıklığı	65°/65°	65°	65°
Düşey 3 dB açıklığı	16°/13°	15°	16°
Anten Yeri	ÇATI	ÇATI	ÇATI
Anten Yüksekliği	18m	18m	18m
Anten Açısı	0°	120°	280°
Anten Tilt Açısı	12°	6°	12°

Tablo 2.3.1.'in devamı

Feeder Tipi	$\frac{1}{2}''=7(\text{dB}/100\text{m})15\text{m}=1.05\text{dB}$	$\frac{1}{2}''=7(\text{dB}/100\text{m})15\text{m}=1.05\text{dB}$	$\frac{1}{2}''=7(\text{dB}/100\text{m})15\text{m}=1.05\text{dB}$
Power Splitter Tipi ve sayısı	var	var	var
Hybrid Combiner	var	var	Var(3dB)
Güvenlik mesafesi(m)		8.14m	6.46m
Verici gücü(W)	11.74	11.74	11.74
Kanal başına düşen alan(m ²)	(R=300m, $\pi.R^2=282743.3\text{m}^2$, $282743.3\text{m}^2/112$ kanal=2524 m ² /kanal		

Nokta adı	Enlem(°)	Boylam(°)	Azimuth açısı(°)	Antenden uzaklık(km)	E _{max} (V/m)
A1	40.977061°N	37.895690°E	258.12	0.0187	1.1684
d1	40.977268°N	37.895885°E	355.14	0.01978	1.4076
c1	40.977340°N	37.896117°E	33.3	0.03322	0.552
B1	40.976864°N	37.895554°E	229.45	0.03822	1.5272
W1	40.976998°N	37.896407°E	103.43	0.04367	0.4324
U1	40.976750°N	37.896264°E	141.62	0.04855	0.322
C1	40.976746°N	37.895451°E	224.77	0.05456	1.3616
a1	40.977420°N	37.896578°E	57.56	0.06714	0.4232
O1	40.976473°N	37.896130°E	164.77	0.07163	0.368
A1X	40.976906°N	37.895078°E	252.88	0.07204	0.9568
D1	40.976503°N	37.895449°E	210.16	0.07538	1.2696
B1X	40.976923°N	37.894765°E	258.45	0.09638	0.8464
E1	40.976366°N	37.895251°E	214.03	0.09813	0.6532
b1	40.977354°N	37.897073°E	73.82	0.10264	0.782
C1X	40.976983°N	37.894424°E	263.92	0.12365	0.5796
F1	40.976079°N	37.895103°E	210.81	0.13029	0.7268
N1	40.975904°N	37.895702°E	187.03	0.13227	0.46
D1X	40.977431°N	37.894326°E	285.73	0.13686	0.46
G1	40.975958°N	37.895159°E	206.47	0.14077	0.3956
G1X	40.976553°N	37.894367°E	245.15	0.14242	0.3956
E1X	40.976993°N	37.894139°E	265.53	0.1489	0.3312
H1	40.975860°N	37.895127°E	205.56	0.15169	0.4048
Y1	40.975698°N	37.896016°E	176.53	0.1551	0.506
M1	40.975614°N	37.895600°E	188.69	0.16576	0.4508
J1	40.975773°N	37.894968°E	208.18	0.16632	1.058
F1X	40.976673°N	37.893942°E	254.42	0.17087	0.4876
L1	40.975465°N	37.895558°E	189.07	0.18359	0.4508

Tablo 2.3.1.'in devamı

I1	40.975519°N	37.895025°E	202.85	0.18987	0.4048
R1	40.975459°N	37.896578°E	162.66	0.19025	0.3588
K1	40.975415°N	37.895387°E	192.84	0.19186	0.4232
V1	40.975304°N	37.895868°E	180.59	0.19855	2.5116
S1	40.975424°N	37.896913°E	155.46	0.20449	0.322
T1	40.975242°N	37.896087°E	175.57	0.2065	0.4232
Z1	40.975196°N	37.896285°E	171.41	0.21255	0.3588
X1	40.975183°N	37.896513°E	166.4	0.21821	0.4416
H1X	40.975123°N	37.895798°E	182.37	0.21904	0.368
L1X	40.975069°N	37.897053°E	156.85	0.24388	0.368
K1X	40.974902°N	37.896344°E	171.58	0.24603	0.138
				Ortalama	Ortalama
				0.134467368	0.655136842
				Standart Sapma	Standart Sapma
				0.065493828	0.458390369

<i>Nokta adı</i>	EAverage (V/m)	HAverage (A/m)	PAverage (W/m²)	PrAv(dBw)	PrAv(dBm)
A1	0.5152	0.001366578	0.000704061	5.83011E-06	-22.34322893
d1	1.0856	0.002879576	0.003126067	2.5886E-05	-15.86934933
c1	0.3956	0.001049337	0.000415118	3.43746E-06	-24.63762036
B1	0.8372	0.00222069	0.001859161	1.53951E-05	-18.12616163
W1	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
U1	0.1104	0.000292838	3.23293E-05	2.67709E-07	-35.72336455
C1	0.9016	0.002391512	0.002156187	1.78547E-05	-17.48246796
a1	0.3588	0.000951724	0.000341479	2.82768E-06	-25.48569733
O1	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20153937
A1X	0.6164	0.001635013	0.001007822	8.34547E-06	-20.78549342
D1	0.7728	0.002049867	0.001584138	1.31178E-05	-18.82140375
B1X	0.5796	0.001537401	0.000891077	7.37874E-06	-21.32017848
E1	0.4692	0.001244562	0.000583949	4.8355E-06	-23.15558595
b1	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243275
C1X	0.2852	0.000756499	0.000215753	1.78659E-06	-27.4797556
F1	0.4876	0.001293369	0.000630647	5.22219E-06	-22.82147208
N1	0.2392	0.000634483	0.000151768	1.25675E-06	-29.00752251
D1X	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
G1	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.86260358
G1X	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
E1X	0.1288	0.000341645	4.40038E-05	3.64382E-07	-34.38442876
H1	0.2944	0.000780902	0.000229898	1.90371E-06	-27.20398991
Y1	0.2392	0.000634483	0.000151768	1.25675E-06	-29.00752251

Tablo 2.3.1.'in devamı

M1	0.2392	0.000634483	0.000151768	1.25675E-06	-29.00752251
J1	0.3128	0.000829708	0.000259533	2.14911E-06	-26.67741113
F1X	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
L1	0.3128	0.000829708	0.000259533	2.14911E-06	-26.67741113
I1	0.276	0.000732095	0.000202058	1.67318E-06	-27.76456438
R1	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.86260358
K1	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
V1	0.2484	0.000658886	0.000163667	1.35528E-06	-28.67971419
S1	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
T1	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20153937
Z1	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.86260358
X1	0.1932	0.000512467	9.90086E-05	8.1986E-07	-30.86260358
H1X	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30698947
L1X	0.1104	0.000292838	3.23293E-05	2.67709E-07	-35.72336455
K1X	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40502867
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	0.324663158	0.000861175	0.000432033	3.57753E-06	-28.32429633
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	0.239729326	0.000635887	0.000671425	5.55987E-06	5.730349504

<i>Nokta adı</i>	PNlos Pratik(dB)	Açıya bağlı Kazançtaki toplam azalma Son EIRP (dB)	PL0(dB)	hRoof(m)	komsu
A1	-57.73872893	-19.0584	57.29939	17.17<(hb=18m)	1
d1	-53.74424933	-17.8151	57.78708	20.32	0
c1	-67.46442036	-12.8632	62.29055	20.32	0
B1	-62.49366163	-10.6091	63.50837	17.19<hb	1
W1	-71.23751419	-13.1322	64.66622	9.45<hb	0
U1	-81.85456455	-9.5588	65.58634	16.12<hb	0
C1	-65.75586796	-7.3413	66.60004	15.86<hb	1
a1	-73.94639733	-7.2293	68.40218	17.66<hb	0
O1	-81.32863937	-6.5629	68.96446	16.12<hb	0
A1X	-74.66259342	-1.8361	69.01403	12<hb	0
D1	-65.27150375	-9.2631	69.40768	15.5<hb	1
B1X	-75.35337848	-1.6254	71.5423	18=hb	0
E1	-69.79028595	-9.0239	71.69859	15.86<hb	1
b1	-80.40513275	-5.3573	72.08889	18.5	0
C1X	-81.2749556	-1.7615	73.70644	18=hb	0
F1	-68.15867208	-10.2195	74.16078	16<hb	1
N1	-75.87672251	-8.8208	74.29178	16.12<hb	0

Tablo 2.3.1.'in devamı

D1X	-88.15146429	-1.1904	74.58809	5.5<hb	0
G1	-74.91920358	-11.4266	74.83276	17<hb	1
G1X	-84.65026429	-4.6181	74.93398	26.5	0
E1X	-87.75902876	-2.1086	75.32045	14.16<hb	0
H1	-71.26058991	-11.4266	75.4817	17<hb	0
Y1	-77.70532251	-6.9922	75.67479	18=hb	0
M1	-75.55972251	-9.1378	76.25215	16.12<hb	0
J1	-70.30371113	-11.7656	76.28145	17<hb	0
F1X	-85.25596429	-3.9211	76.51587	14.16<hb	0
L1	-73.22961113	-9.1378	77.13954	17<hb	0
İ1	-70.77336438	-12.3831	77.43168	16.97<hb	0
R1	-82.14550358	-4.4071	20	17.6<hb	0
K1	-74.65641419	-9.7133	230	16.54<hb	0
V1	-76.58711419	-7.7826	19	18.33	0
S1	-86.29136429	-3.1838	21	18=hb	0
T1	-80.88953937	-7.002	19	16.6<hb	0
Z1	-77.33780358	-8.8049	20	16.6<hb	0
X1	-81.44550358	-5.1071	25	16.8<hb	0
H1X	-84.88508947	-8.1119	18	17.22<hb	0
L1X	-87.90256455	-3.5108	13	16.1<hb	0
K1X	-89.85402867	-6.241	16	16.06<hb	0
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	
	-75.997907	-7.896060526	25.59132	16.56447368	
	Standart Sapma	Stan Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	
	8.42539413	4.208430831	34.73256	3.059116399	

<i>Nokta adı</i>	$\phi(^{\circ})$ (caddede ki konumlanma açısı)	W(m)	b(m)	Lori(dB)	Lrts(dB)
A1	82	10	5	0.922	27.73192
d1	28	10	14.76	-0.088	28.30005
c1	77.27	16	14.76	1.46122	27.80807
B1	20	10	67	-2.92	23.9009
W1	100	7	19	0	22.53927
U1	120	10	16.66	0	26.21301
C1	20	10	73	-2.92	23.13864
a1	58.64	17	15.07	3.58504	28.35558
O1	140	7.14	11.66	0	27.67602
A1X	90	30	50	0.01	18.6089
D1	20	10	73	-2.92	22.92027
B1X	55.29	28	18	3.96694	26.7497

Tablo 2.3.1.'in devamı

E1	20	20	63	-2.92	20.12834
b1	36.38	18	16	2.6035	27.56227
C1X	58.47	22.33	18.5	3.60442	27.36988
F1	10	20	73	-6.46	16.6718
N1	150	20	9	0	23.20271
D1X	79.31	20	13	1.22866	13.38965
G1	100	26	140	0	22.56628
G1X	40	25	25	2.875	29.73418
E1X	61	21.5	16.66	3.316	24.96709
H1	100	26	140	0	22.56628
Y1	22.12	20	19	-2.16952	22.07453
M1	20	33	9	-2.92	18.10787
J1	7	43	63	-7.522	12.85933
F1X	50.24	21.5	16.66	3.643	25.29409
L1	11.23	20	16.5	-6.02458	17.68113
I1	100	50	111	0	19.70964
R1	40	20	12.5	2.875	26.9077
K1	90	230	57	0.01	12.84944
V1	76	19	13.83	1.606	26.24338
S1	46.7	21	12.5	3.3775	27.40965
T1	66	19	15.6	2.746	26.44944
Z1	65	20	16	2.86	26.34068
X1	36	25	13.75	2.575	25.19982
H1X	21	18	13.8	-2.566	21.71862
L1X	46.06	13	13.75	3.3295	28.39129
K1X	31	16	13.83	0.974	25.11043
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	57.75552632	25.59132	34.46816	0.214176	23.5381
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	36.46081362	34.73256	35.10505	2.981112	4.565993

<i>Nokta adı</i>	Lbsh(dB)	ka(dB)	kd(dB)	kf(dB)	Lmsd(dB)
A1	0	54.00509	18.14851	-3.98865	4.492086
d1	0	54.10507	20.45079	-3.98865	-3.11898
c1	0	54.17646	20.45079	-3.98865	1.557383
B1	0	54.01162	18.16579	-3.98865	-0.03563
W1	-16.7754	54	18	-3.98865	-10.6196
U1	-4.93484	54	18	-3.98865	2.562728
C1	-5.94745	54	18	-3.98865	-3.31238
a1	0	54.0709	18.56059	-3.98865	9.837201
O1	-4.93484	54	18	-3.98865	6.997818

Tablo 2.3.1.'in devamı

A1X	-14.0067	54	18	-3.98865	-7.71989
D1	-7.16292	54	18	-3.98865	-2.00098
B1X	0	54.15421	18.83333	-3.98865	11.86308
E1	-5.94745	54	18	-3.98865	1.852157
b1	0	54.24634	19.21622	-3.98865	12.55174
C1X	0	54	18	-3.98865	14.39619
F1	-8.58818	54	18	-3.98865	0.851549
N1	-8.26906	54	18	-3.98865	9.470295
D1X	-20.346	54	18	-3.98865	-3.77728
G1	-5.41854	54	18	-3.98865	2.080727
G1X	0	55.93691	22.81132	-3.98865	12.18853
E1X	-12.3272	54	18	-3.98865	3.931051
H1	-5.41854	54	18	-3.98865	2.66477
Y1	0	54	18	-3.98865	16.06347
M1	-8.26906	54	18	-3.98865	11.23463
J1	-5.41854	54	18	-3.98865	6.505633
F1X	-12.3272	54	18	-3.98865	5.006931
L1	-5.41854	54	18	-3.98865	12.51462
I1	-5.53493	54	18	-3.98865	5.210616
R1	-2.6303	54	18	-3.98865	16.66659
K1	-7.03683	54	18	-3.98865	6.395252
V1	0	54.10483	18.27005	-3.98865	19.15072
S1	0	54	18	-3.98865	19.86114
T1	-6.8438	54	18	-3.98865	12.22787
Z1	-6.8438	54	18	-3.98865	12.35466
X1	-6.16361	54	18	-3.98865	13.83265
H1X	-4.50756	54	18	-3.98865	15.50419
L1X	-8.32316	54	18	-3.98865	12.54252
K1X	-8.43025	54	18	-3.98865	12.48137
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	-5.46907	54.07399	18.33967	-3.9886486	6.954352
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	5.032283	0.315648	0.949931	4.5005E-16	7.507759

<i>Nokta adı</i>	Lpextra (dB)	Ø(°) (antenin normaliyile yapılan yatay açısı)	Ψ (°) (yükseleme açısı)	Ψ (°) (tilti çıkarılmış hali)	PNlosTeorik (dB)
A1	32.0390451	21.88	39.90788	27.90788488	-89.83085561
d1		4.86	38.33334	26.33334011	-82.96814578
c1		33.3	25.21109	13.21109015	-91.65599817
B1	32.0216739	50.55	22.25486	10.25486064	-96.05006815
W1		16.57	19.70451	13.70450769	-76.58585206

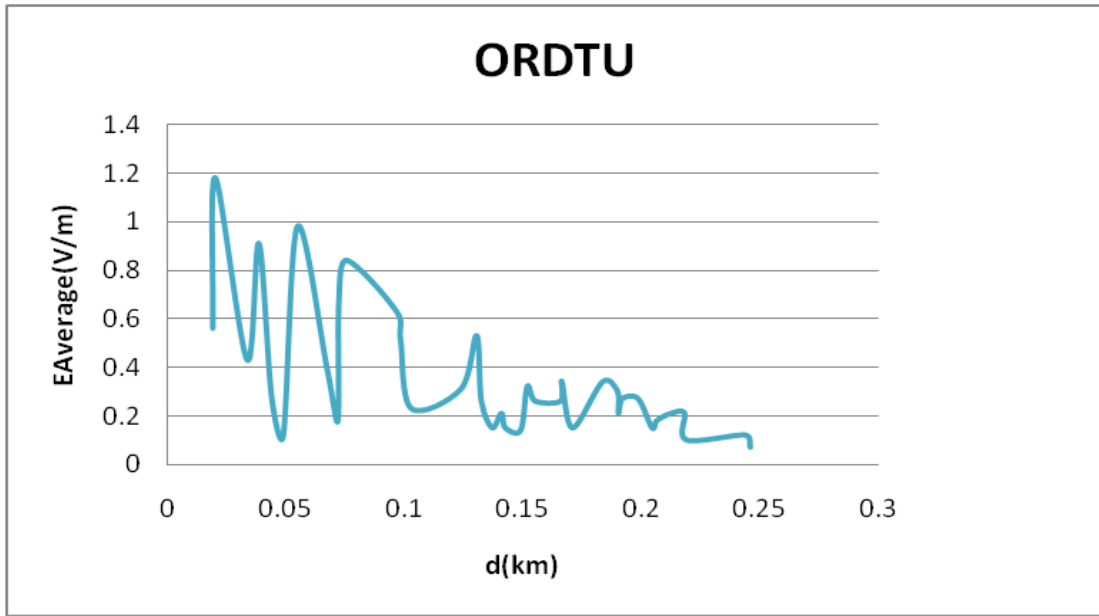
Tablo 2.3.1.'in devamı

U1		21.62	17.85594	11.85593623	-94.362075
C1	30.4899034	55.23	15.99531	3.995314767	-98.42487313
a1		57.56	13.11298	1.112978314	-106.5949662
O1		44.77	12.3169	6.316900326	-103.6382981
A1X		27.12	12.24892	0.248923543	-79.90304144
D1	33.945676	69.84	11.72154	0.278462801	-101.0247152
B1X		21.55	9.217289	2.782711454	-110.1550803
E1	33.6400889	65.97	9.05566	2.944339992	-100.5102257
b1		46.18	8.663928	2.663927603	-112.2029004
C1X		16.08	7.208835	4.7911646	-114.9138386
F1	33.6461618	69.19	6.845028	5.154972329	-107.8069406
N1		67.03	6.743513	0.743512559	-106.9647845
D1X		5.73	6.519329	5.480670532	-84.20045043
G1	32.9592786	73.53	6.339745	5.66025498	-107.7920379
G1X		34.85	6.266884	5.733116005	-116.8566863
E1X		14.47	5.996186	6.003813772	-104.218595
H1		74.44	5.886681	6.113318622	-100.7127466
Y1		56.73	5.758137	0.241862758	-113.8127856
M1		68.69	5.390087	0.60991253	-105.5946436
J1		71.82	5.372045	6.627954621	-95.64640886
F1X		25.58	5.2298	6.770199786	-106.8168977
L1		69.07	4.869261	1.130739091	-107.3352956
I1		77.15	4.708945	7.291054623	-102.3519371
R1		42.66	4.699582	1.300417967	-121.0233363
K1		72.84	4.66032	1.339680238	-96.76693338
V1		60.59	4.503951	1.496049107	-123.2140551
S1		35.46	4.373636	1.626364132	-125.3467954
T1		55.57	4.331227	1.668772811	-116.8382749
Z1		51.41	4.208393	7.791607011	-117.1071126
X1		46.4	4.099611	1.900388524	-117.6725232
H1X		62.37	4.08413	1.91587036	-115.8958304
L1X		36.85	3.669348	2.330652128	-120.5398962
K1X		51.58	3.637369	2.362631259	-117.274115
		Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
		46.76553	10.02637	5.518319969	-105.0160531
		Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
		21.43117	8.80725	6.275622769	12.14586518

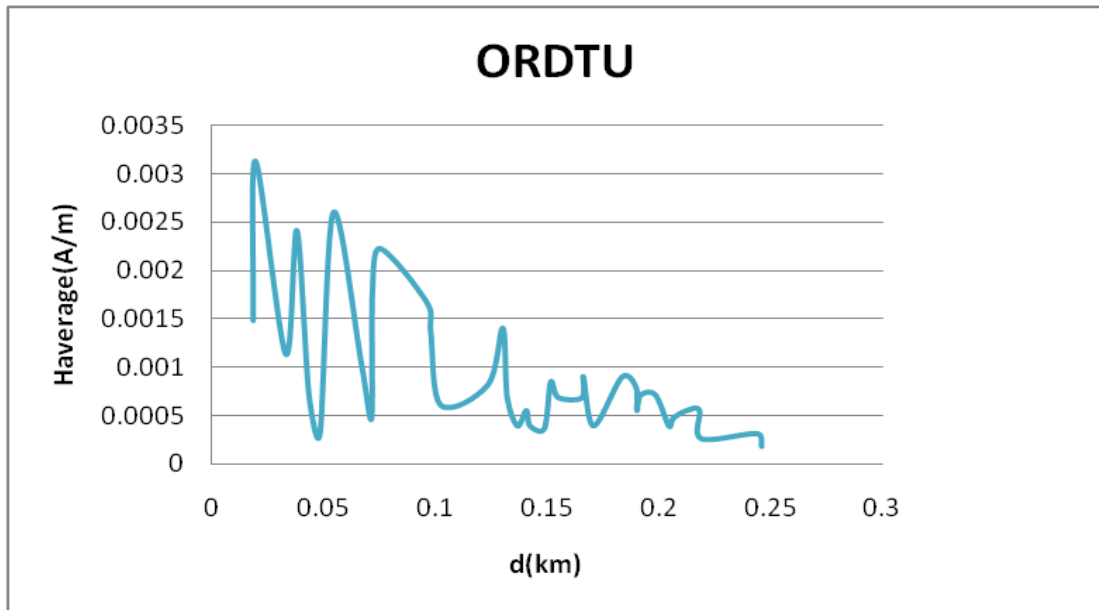
<i>Nokta adı</i>	Yatay (horizontal)a çıya bağlı olarak kazançtaki azalma(dB)	Düşey (vertical) açıya bağlı olarak kazançtaki azalma(dB)
------------------	--	--

Tablo 2.3.1.'in devamı

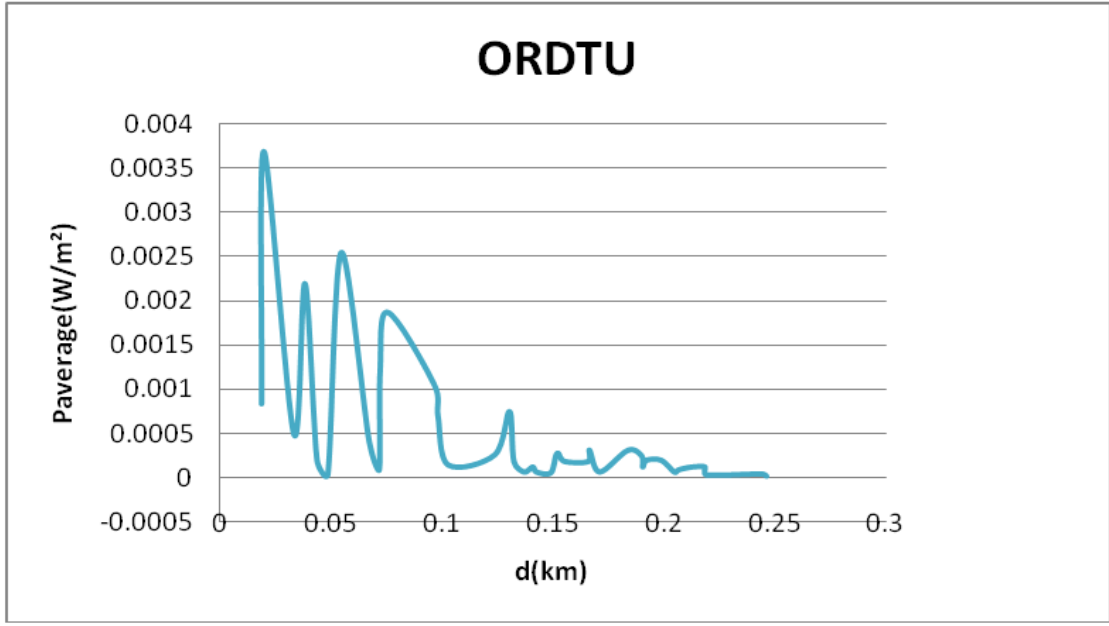
A1	-1.2298	-17.8286
d1	-0.052	-17.7631
c1	-2.6926	-10.1706
B1	-5.8736	-4.7355
W1	-0.7365	-12.3957
U1	-1.2298	-8.329
C1	-6.6356	-0.7057
a1	-7.2015	-0.0278
O1	-4.745	-1.8179
A1X	-1.8346	-0.0015
D1	-9.2616	-0.0015
B1X	-1.2298	-0.3956
E1	-8.6283	-0.3956
b1	-4.9303	-0.427
C1X	-0.652	-1.1095
F1	-9.11	-1.1095
N1	-8.793	-0.0278
D1X	-0.0809	-1.1095
G1	-9.8155	-1.6111
G1X	-3.007	-1.6111
E1X	-0.4975	-1.6111
H1	-9.8155	-1.6111
Y1	-7.0139	0.0217
M1	-9.11	-0.0278
J1	-9.5497	-2.2159
F1X	-1.7052	-2.2159
L1	-9.11	-0.0278
I1	-10.1672	-2.2159
R1	-4.3793	-0.0278
K1	-9.6855	-0.0278
V1	-7.7548	-0.0278
S1	-3.007	-0.1768
T1	-6.8252	-0.1768
Z1	-5.8736	-2.9313
X1	-4.9303	-0.1768
H1X	-7.9351	-0.1768
L1X	-3.334	-0.1768
K1X	-6.0642	-0.1768
	Ortalama	Ortalama
	-5.38151	-2.51455
	Stan Sapma	Stand.Sap
	3.394825	4.60286654



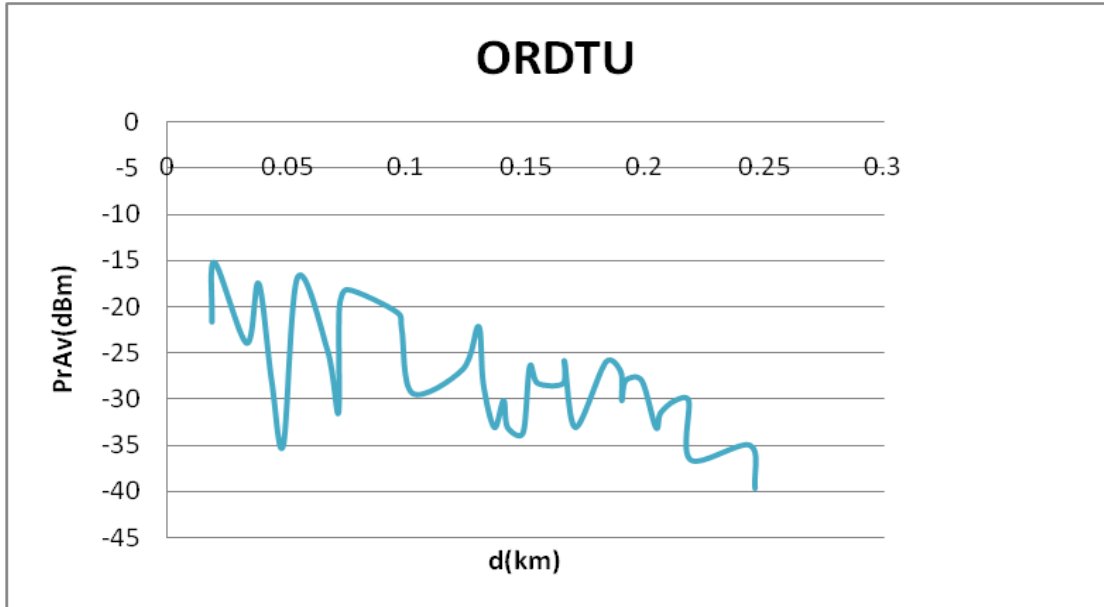
Şekil 2.3.3. Ordu'nun elektrik alanının ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



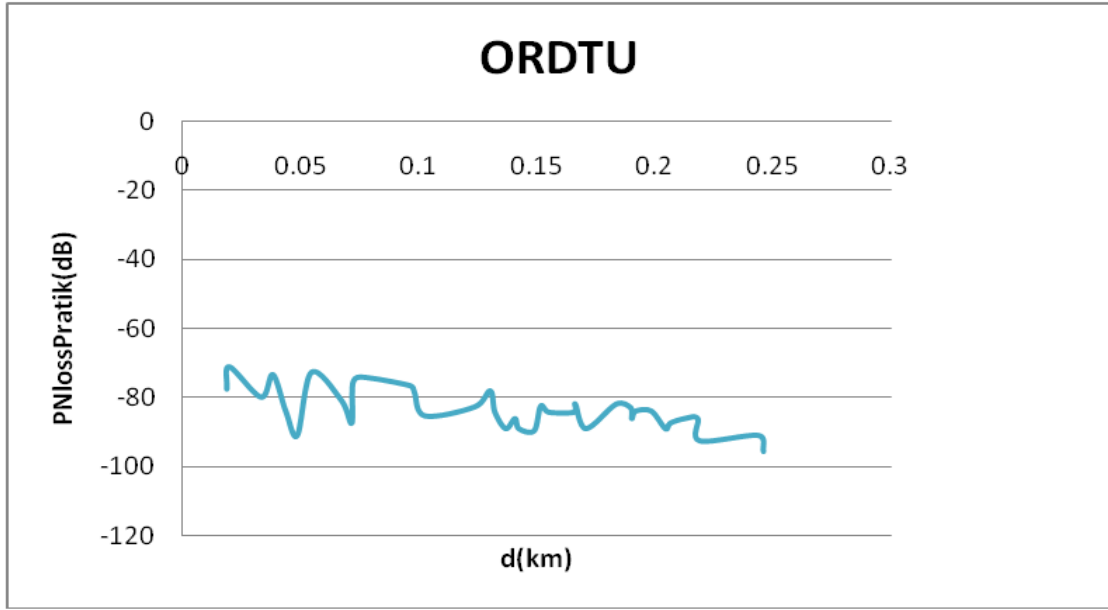
Şekil 2.3.4. Ordu'nun manyetik alanının ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



Şekil 2.3.5. Ordu'nun güç yoğunluğunun ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



Şekil 2.3.6. Ordu'nun ölçülen gücün uzaklıkla değişimi

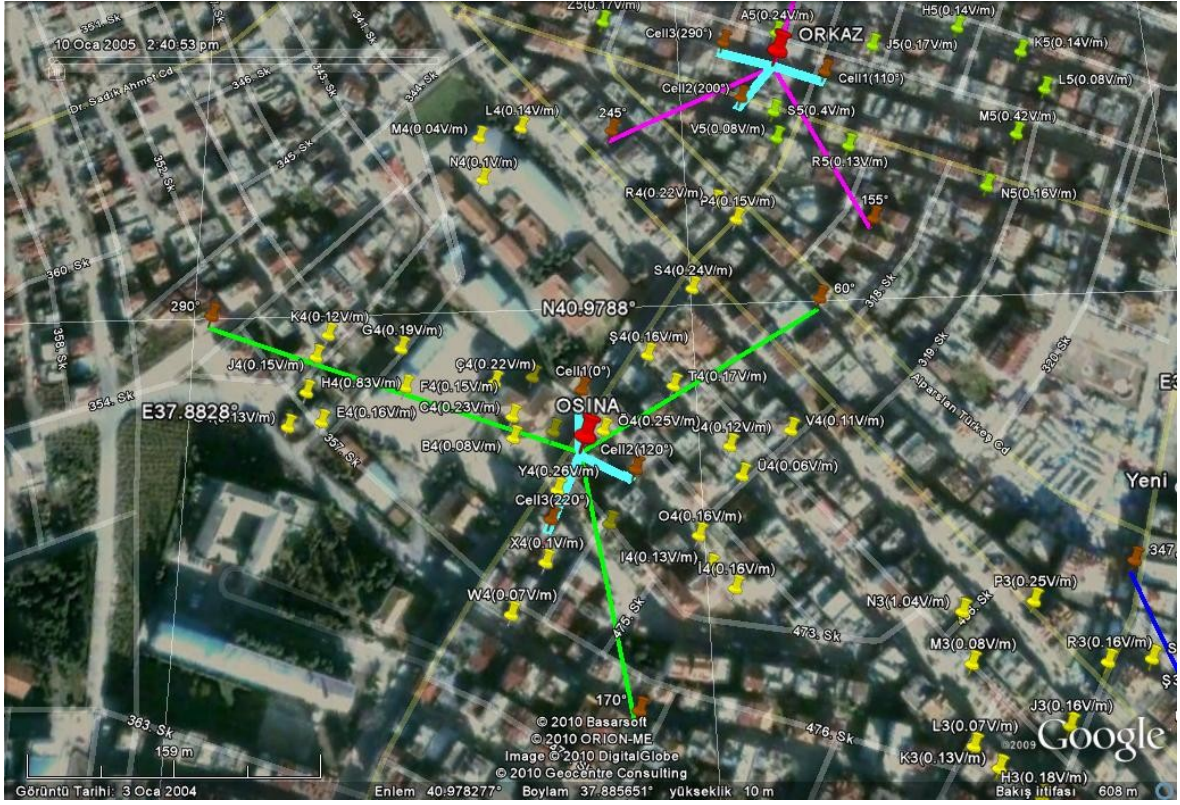


Şekil 2.3.7. Ordu’nun ölçülen zayıflamanın logaritmik olarak uzaklıkla değişimi

2.4. OSINA

Ordu Merkez Şahincili Mahallesi İbn-i Sina Caddesi üzerinde bulunan Osina adlı baz istasyonunun kapsam alanı içinde kalmak kaydıyla direkt görüşün olmadığı 28 noktada ölçü aletinin elektrik alan probu kullanılarak ölçüm yapılmış bu ölçüm değerlerinin maksimumu 0.3036 (V/m), minimumu 0.0368 (V/m) yapılan 28 ölçümün ortalaması 0.141614286 (V/m), standart sapması 0.058514319 (V/m)’dir.

Baz istasyonu antenleri 16 metre yukarıda, üç sektörden oluşan ve her sektörde birer X polarizasyonlu antenin bulunduğu, birinci sektörde bulunan antene verilen gücün 8.29 watt, ikinci sektörde bulunan antene verilen gücün 13.16 watt, üçüncü sektörde bulunan antene verilen gücün 13.18 watt olduğu, her üç hücrede toplam olarak on üç değişik frekansın kullanıldığı, 104 kişinin aynı anda konuşabildiği yaklaşık 300 metre yarıçaplı bir baz istasyonu.



Şekil 2.4.1. Osina'nın Google Earth görüntüsü



Şekil 2.4.2. Osina'da ölçüm yapılan alanın resmi

Tablo 2.4.1. Osina'nın özellik ve ölçüm değerleri

Site Adı	İbni Sina Caddesi		
Site NO	30218		
Sistem Koordinat	40.9977992°N	37.885552 °E	
Site ID	OSİNA		
	Cell1(0°)	Cell2(120°)	Cell3(220°)
Frekansı (kanal no)	936.8(9),939.6(23),945.2(51),941.2(31)	938.15(15),940.4(27),941.6(3)	937.4(12),940.8(29),942(35),943.8(44),945.8(54),940(25)
Bir anda konuşabilecek telefon sayısı	4.8=32	3.8=24	6.8=48
Anten tipi, kazancı ve uzunluğu(mm)	739632/(15dBi) (1296mm)	739632/(15dBi) (1296mm)	739632/(15dBi) (1296mm)
Yatay 3dB Açıklığı	65°	65°	65°
Düşey 3dB Açıklığı	15°	15°	15°
Anten Yeri	ÇATI	ÇATI	ÇATI
Anten Yüksekliği	16m	16m	16m
Anten Açısı	0°	120°	220°
Anten Tilt Açısı	9°	6°	0°
Feeder Tipi	½”=7.2(dB/100m)16m	½”=7.2(dB/100m)16m	½”=7.2(dB/100m)16m
Power Splitter Tipi ve sayısı	var	var	var
Hybrid Combiner	var	var	var
Güvenlik mesafesi(m)	6.76m	8.52 m	8.52 m
Verici gücü(W)	8.29	13.16	13.18
Kanal başına düşen alan(m ²)	(R=300m,π.R ² =282743.3m ² , 282743.3m ² /104 kanal=2718 m ² /kanal		

Tablo 2.4.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	Enlem (°)	Boylam (°)	Azimuth açısı (°)	Antenden uzaklık (km)	E_{max}(V/m)
A4	40.978053°N	37.885340°E	291°	0.01868	0.644
Y4	40.977735°N	37.885359°E	208.23°	0.03185	0.506
B4	40.978022°N	37.885058°E	274.85°	0.04113	0.3128
C4	40.978139°N	37.885053°E	291.56°	0.04467	0.4508
D4	40.978357°N	37.885201°E	324.9°	0.04993	0.3772
Z4	40.977550°N	37.885715°E	163.84°	0.05085	0.322
Ç4	40.978332°N	37.884929°E	305.6°	0.06477	0.3588
T4	40.978282°N	37.886209°E	59.67°	0.06494	0.2944
Ş4	40.978458°N	37.886034°E	38.26°	0.0663	0.368
O4	40.978144°N	37.886357°E	75.68°	0.07041	0.3588
X4	40.977358°N	37.885268°E	198.2°	0.07319	0.322
U4	40.977942°N	37.886585°E	93.51°	0.08723	0.9844
Ü4	40.977781°N	37.886658°E	104.11°	0.0965	0.2484
I4	40.977308°N	37.886397°E	136.74°	0.10406	0.3404
W4	40.977099°N	37.885029°E	203.59°	0.10729	0.2576
F4	40.978322°N	37.884289°E	289.27°	0.11203	0.276
S4	40.978829°N	37.886381°E	36.8°	0.11618	0.4324
İ4	40.977195°N	37.886558°E	136.34°	0.12226	0.4508
G4	40.978540°N	37.884257°E	299.56°	0.12435	0.3588
V4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.12444	0.7176
E4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.1556	0.3312
K4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.16806	0.3312
J4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.16928	0.322
P4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.17024	1.196
R4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.17335	0.3772
Ğ4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.17497	0.3588
N4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.17902	0.276
M4	40.979777°N	37.884834°E	343.34°	0.20726	0.2116
				Ortalama	Ortalama
				0.10603	0.4209
				Standart Sapma	Standart Sapma
				0.051904157	0.216229709

Tablo 2.4.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	EAverage (V/m)	HAverage (A/m)	PAverage (W/m²)	Pr(W)	Pr(dBm)
A4	0.3036	0.000805305	0.000244491	2.02455E-06	-26.93671067
Y4	0.2392	0.000634483	0.000151768	1.25675E-06	-29.00752251
B4	0.0736	0.000195225	1.43686E-05	1.18982E-07	-39.24518973
C4	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243275
D4	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20153937
Z4	0.1104	0.000292838	3.23293E-05	2.67709E-07	-35.72336455
Ç4	0.2024	0.00053687	0.000108662	8.99801E-07	-30.45853586
T4	0.1564	0.000414854	6.48832E-05	5.37278E-07	-32.69801104
Ş4	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
O4	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
X4	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30698947
U4	0.1104	0.000292838	3.23293E-05	2.67709E-07	-35.72336455
Ü4	0.0552	0.000146419	8.08233E-06	6.69273E-08	-41.74396446
I4	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812243
W4	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40502867
F4	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
S4	0.2208	0.000585676	0.000129317	1.07084E-06	-29.70276464
İ4	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
G4	0.1748	0.00046366	8.10479E-05	6.71132E-07	-31.73191745
V4	0.1012	0.000268435	2.71656E-05	2.2495E-07	-36.47913577
E4	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
K4	0.1104	0.000292838	3.23293E-05	2.67709E-07	-35.72336455
J4	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
P4	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
R4	0.2024	0.00053687	0.000108662	8.99801E-07	-30.45853586
Ğ4	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812243
N4	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30698947
M4	0.0368	9.76127E-05	3.59215E-06	2.97455E-08	-45.26578965
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	0.141614286	0.000375635	6.22773E-05	5.15699E-07	-34.37504457
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	0.058514319	0.00015521	5.13254E-05	4.2501E-07	3.950296804

Tablo 2.4.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	PNLOS Pratik(dB)	Ψ (°) (tilti çıkarılmış hali)	Açıya bağlı Kazançtaki toplam azalma Son EIRP (dB)	PL0(dB)	hRoof(m)
A4	-61.49051067		-9.2399		
Y4	-63.56132251	24.6860958	-17.9162	61.9247458	15<(hb=16m)
B4	-61.16158973	19.5929106	-30.5536		
C4	-69.27563275	9.14587065	-13.2668	64.8628761	19
D4	-78.98853937	7.34169081	-5.683	65.8297884	19
Z4	-79.88316455	10.0614062	-10.0102	65.9883762	12<hb
Ç4	-77.40213586	3.73657314	-7.2264	68.090035	19
T4	-78.51481104	3.70431481	-8.3532	68.1128028	14.25<hb
Ş4	-83.46568982	3.45192278	-3.9289	68.2928276	12<hb
O4	-85.27358982	5.74586512	-2.121	68.815244	13.5<hb
X4	-83.47248947	11.3114379	-8.0045	69.151592	16.16
U4	-87.40716455	3.52728338	-2.4862	70.6758745	14<hb
Ü4	-94.83496446	2.62655262	-1.079	71.5531033	13.5<hb
I4	-88.28482243	2.00827209	-0.9133	72.2082335	14<hb
W4	-90.58182867	7.77017043	-3.9932	72.473742	18
F4	-78.66836429	1.55481801	-9.2868	72.8492438	19
S4	-80.36196464	1.8179355	-3.5108	73.1651845	14.125<hb
İ4	-79.79458982	0.82835901	-7.6	73.6082449	15<hb
G4	-77.26531745	2.28535118	-8.6366	73.7554729	19
V4	-88.08083577	0.70983681	-2.5683	73.7617571	14<hb
E4	-79.32658982	5.37498782	-8.068	75.7027489	13.75<hb
K4	-80.65256455	4.02143245	-9.2408	76.3718443	14.5<hb
J4	-77.91256429	4.05713456	-10.0426	76.4346701	14<hb
P4	-84.00516429	4.08487093	-3.95	76.4837893	12.9<hb
R4	-81.60073586	4.17263072	-3.0278	76.641034	13.25<hb
Ğ4	-81.31972243	4.78288228	-7.8784	76.7218289	12.5<hb
N4	-89.77618947	4.32483652	-1.7008	76.9205881	15.5<hb
M4	-97.45648965	4.95957102	-1.9793	78.1928669	15.5<hb
	Ortalama		Ortalama		
	-80.70783386		-7.94503571		
	Standart Sapma		Standart Sapma		
	8.632863022		7.390264648		

Tablo 2.4.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	$\phi(^{\circ})$ (caddedeki konumlanma açısı)	W(m)	b(m)	Lori(dB)	Lrts(dB)
A4					
Y4	65	15	15	2.86	26.6266534
B4					
C4	79	20	32	1.264	26.0149502
D4	300	60	80	0	19.9797376
Z4	64	15	35	2.974	24.5831985
Ç4	200	30	45	0	22.9900376
T4	85	16	34	0.58	23.5751371
Ş4	104	14	35	0	21.9088307
O4	7	15	36	-7.522	15.2327397
X4	14	29	41	-5.044	16.5685329
U4	42	16.66	22.66	3.025	25.67447
Ü4	122	12	32	0	23.7238398
I4	7	20	40	-7.522	14.3339201
W4	90	30	40	0.01	22.4931324
F4	10	50	70	-6.46	14.3115501
S4	103	17.66	41.25	0	22.4817879
İ4	7	25	40	-7.522	14.0261659
G4	200	45	85	0	21.229125
V4	30	20	50	0.62	22.4759201
E4	200	50	70	0	17.7030046
K4	140	50	80	0	18.2134858
J4	140	50	75	0	17.87652
P4	100	30	55	0	19.3041822
R4	100	60	75.5	0	16.5534031
Ğ4	250	50	70	0	16.7792823
N4	120	70	100	0	17.3892863
M4	20	55	83	-2.92	15.5166398

Tablo 2.4.1.'in devamı

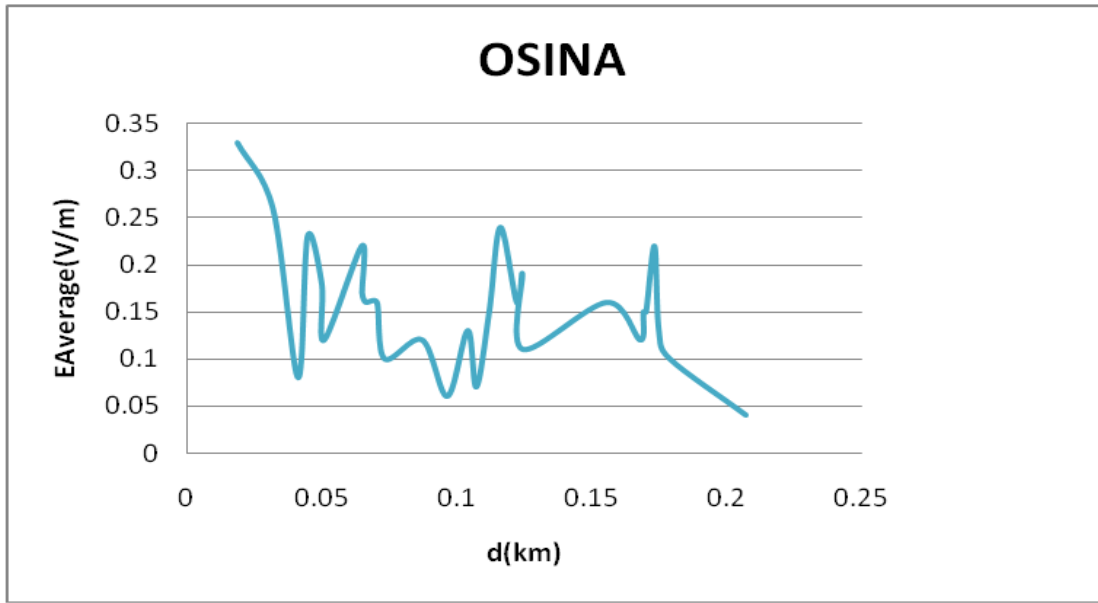
<i>Nokta adı</i>	Lbsh(dB)	ka(dB)	kd(dB)	kf(dB)	Lmsd(dB)
A4					
Y4	-5.4185399	54	18	-3.9886486	-0.8061538
B4					
C4	0	54.214416	20.368421	-3.9886486	1.3122603
D4	0	54.239664	20.368421	-3.9886486	-1.259228
Z4	-12.58146	54	18	-3.9886486	-7.6235976
Ç4	0	54.310896	20.368421	-3.9886486	3.362784
T4	-7.9079885	54	18	-3.9886486	-0.92484
Ş4	-12.58146	54	18	-3.9886486	-5.5495914
O4	-9.7932248	54	18	-3.9886486	-2.4012915
X4	0	54.018737	18.148515	-3.9886486	7.0364052
U4	-8.5881826	54	18	-3.9886486	2.2877016
Ü4	-9.7932248	54	18	-3.9886486	0.5231546
I4	-8.5881826	54	18	-3.9886486	1.4456239
W4	0	54.343328	19.666667	-3.9886486	9.0003575
F4	0	54.537744	20.368421	-3.9886486	6.7095407
S4	-8.2554813	54	18	-3.9886486	2.5193054
İ4	-5.4185399	54	18	-3.9886486	5.8752768
G4	0	54.59688	20.368421	-3.9886486	6.9327115
V4	-8.5881826	54	18	-3.9886486	1.971605
E4	-9.2139005	54	18	-3.9886486	1.7776274
K4	-7.1629202	54	18	-3.9886486	3.908866
J4	-8.5881826	54	18	-3.9886486	2.7924054
P4	-11.030109	54	18	-3.9886486	1.606973
R4	-10.332563	54	18	-3.9886486	1.2077814
Ğ4	-11.757825	54	18	-3.9886486	0.1508746
N4	-3.1696427	54	18	-3.9886486	7.5238229
M4	-3.1696427	54	18	-3.9886486	9.397171

Tablo 2.4.1.'in devamı

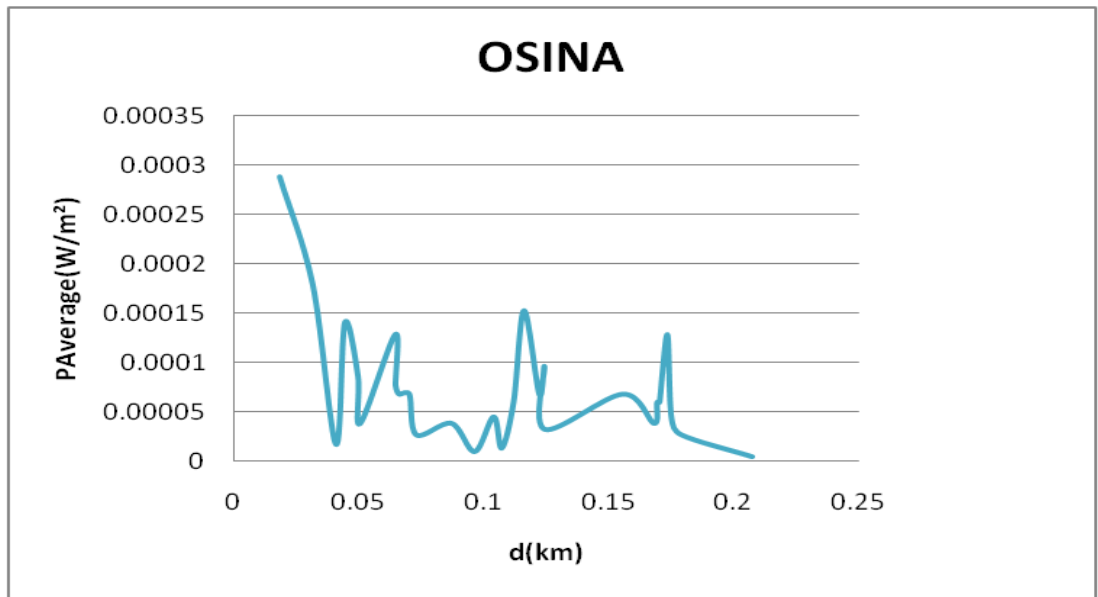
<i>Nokta adı</i>	$\Theta(^{\circ})$ (antenin normaliyile yapılan yatay açısı)	$x(m)$	komsu	$L_{pextra}(dB)$	$\Psi (^{\circ})$ (yükselme açısı)
A4	69.78		0		38.08672
Y4	11.77	6	1	33.12789952	24.6861
B4	54.85		0		19.59291
C4	68.44		0		18.14587
D4	36		0		16.34169
Z4	43.84		0		16.06141
Ç4	54.4		0		12.73657
T4	59.67		0		12.70431
Ş4	38.26		0		12.45192
O4	11.11		0		11.74587
X4	21.8		0		11.31144
U4	26.49		0		9.527283
Ü4	15.89		0		8.626553
I4	16.74		0		8.008272
W4	16.41		0		7.77017
F4	69.27		0		7.445182
S4	36.8		0		7.182064
İ4	60.44		0		6.828359
G4	64.86		0		6.714649
V4	31.54		0		6.709837
E4	56.17		0		5.374988
K4	64.86		0		4.978568
J4	69.82		0		4.942865
P4	36.06		0		4.915129
R4	30.28		0		4.827369
Ğ4	54.71		0		4.782882
N4	19		0		4.675163
M4	16.66		0		4.040429

Tablo 2.4.1.'in devamı

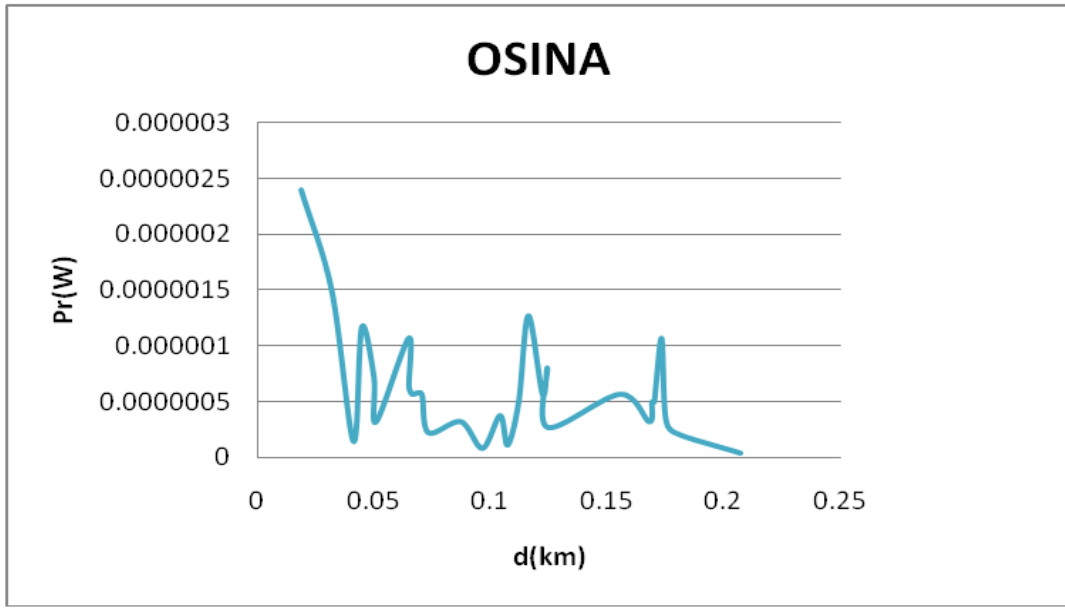
<i>Nokta adı</i>	Yatay (horizontal) açıya a bağlı olarak kazançtaki azalma (dB)	Düşey (vertical) açıya bağlı olarak kazançtaki azalma(dB)	PNLOS Teorik(dB)
A4	-9.2616	0.0217	
Y4	-0.3629	-17.5533	-95.052645
B4	-6.6356	-23.918	0
C4	-8.9536	-4.3132	-92.190087
D4	-3.169	-2.514	-84.550298
Z4	-4.5613	-5.4489	-82.947977
Ç4	-6.4454	-0.781	-94.442857
T4	-7.5722	-0.781	-90.7631
Ş4	-3.5019	-0.427	-84.652067
O4	-0.3031	-1.8179	-81.646692
X4	-1.2298	-6.7747	-92.75653
U4	-1.7052	-0.781	-98.638046
Ü4	-0.652	-0.427	-95.800098
I4	-0.7365	-0.1768	-87.987777
W4	-0.652	-3.3412	-103.96723
F4	-9.11	-0.1768	-93.870335
S4	-3.334	-0.1768	-98.166278
İ4	-7.5722	-0.0278	-93.509688
G4	-8.4598	-0.1768	-101.91731
V4	-2.5405	-0.0278	-98.209282
E4	-6.8252	-1.2428	-95.183381
K4	-8.4598	-0.781	-98.494196
J4	-9.2616	-0.781	-97.103595
P4	-3.169	-0.781	-97.394944
R4	-2.2468	-0.781	-94.402219
Ğ4	-6.6356	-1.2428	-93.651986
N4	-0.9198	-0.781	-101.8337
M4	-0.7365	-1.2428	-103.10668
	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	-4.4647464	-3.4802893	-94.31688439
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	3.2984894	6.3040363	6.036634049



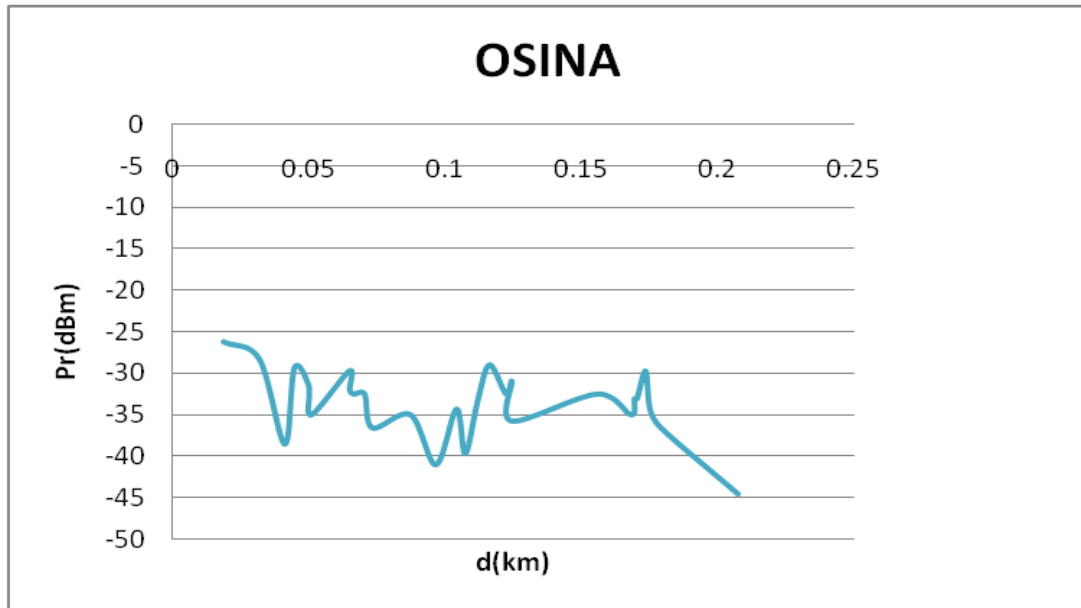
Şekil 2.4.3. Osina’ın elektrik alanının ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



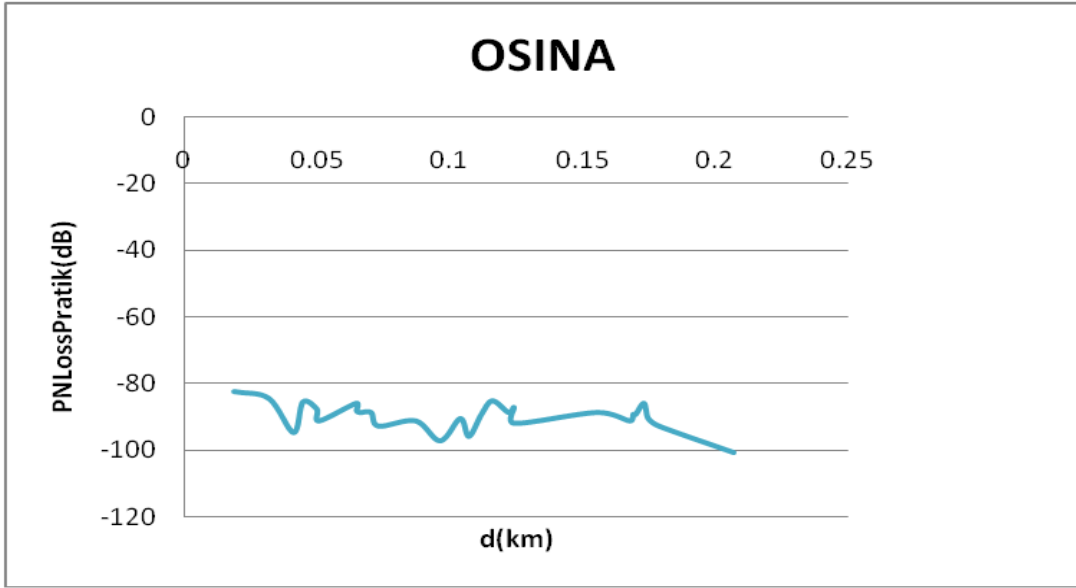
Şekil 2.4.4. Osina’ın güç yoğunluğunun ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



Şekil 2.4.5. Osina'in gücünün uzaklıkla değişimi



Şekil 2.4.6. Osina'in gücünün uzaklıkla logaritmik olarak değişimi

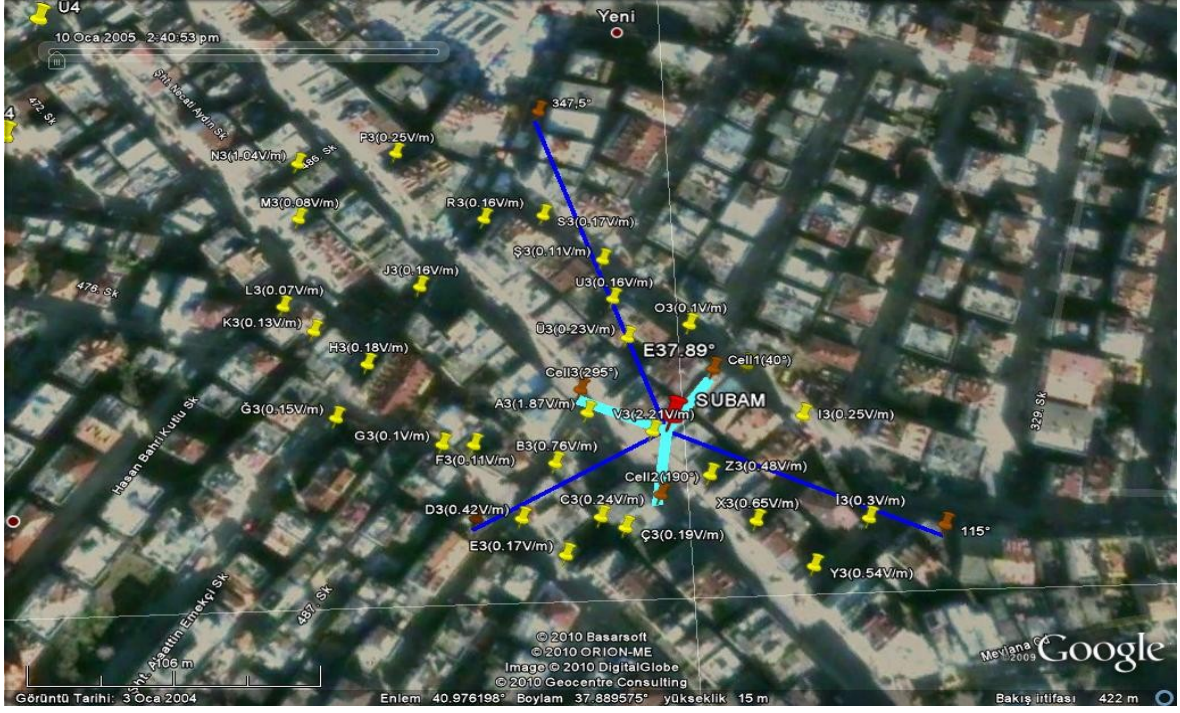


Şekil 2.4.7. Osina’ın ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi

2.5. SUBAM

Ordu Merkez Subaşı Mahallesi Zübeyde Hanım Caddesi üzerinde bulunan Subam adlı baz istasyonunun kapsam alanı içinde kalmak kaydıyla direkt görüşün olmadığı 23 noktada ölçü aletinin elektrik alan probu kullanılarak ölçüm yapılmış bu ölçüm değerlerinin maksimumu 0.4416 (V/m), minimumu 0.0644 (V/m) yapılan 23 ölçümün ortalaması 0.1608 (V/m), standart sapması 0.081788019 (V/m)’dir.

Baz istasyonu antenleri 17 metre yukarıda, üç sektörden oluşan, birinci ve üçüncü sektörde ikişer anten bulunduğu için EIRP’yi hesaplama güçlüğünden dolayı dikkate alınmadığı sadece ikinci sektörde bir X polarizasyonlu antenin bulunduğu ve bu sektörde bulunan antene verilen gücün 14.12 watt, olduğu, her üç hücrede toplam olarak on beş değişik frekansın kullanıldığı, 120 kişinin aynı anda konuşabildiği yaklaşık 300 metre yarıçaplı bir baz istasyonu (Mutlu ve Çavdar, 2010).



Şekil 2.5.1. Subam'ın Google Earth görüntüsü



Şekil 2.5.2. Subam'da ölçüm yapılan alanın resmi

Tablo 2.5.1. Subam'ın özellik ve ölçüm değerleri

Site Adı	Subaşı Mah.		
Site NO	4262		
Sistem Koordinat	40.975861°N	37.889916°E	
Site ID	SUBAM		
	Cell1(40°)	Cell2(190°)	Cell3(295°)
Frekans (kanal no)	938.8(19),941(30), 941.4(32),943.4(42), 940.6(28),946(55)	939.2(21),945.6(53), 945.2(51),941.8(34), 939.6(23)	935.6(3),942.2(36), 943(40),940(25)
Bir anda konuşabilecek telefon sayısı	6.8=48	5.8=40	4.8=32
Anten tipi, kazancı ve uzunluğu (mm)	732448/739622 (15.5dBi/15dBi)	739622/(15dBi) (1296 mm)	739620/730360 (9dBi/12.5dBi)
Yatay 3dB Açıklığı	65°/65°	65°	65°
Düşey 3dB Açıklığı	13°/15°	15°	27°/27°
Anten Yeri	TERAS	TERAS	TERAS
Anten Yüksekliği	17m	17m	16m
Anten Açısı	40°	190°	295°
Anten Tilt Açısı	7°	0°	5°
Feeder Tipi	7/8" =4(dB/100m)25m	LCF ½ inch7/100(15m)	LCF ½ inch7/100(15m)
Power Splitter Tipi ve sayısı	yok	yok	yok
Hybrid Combiner	yok	yok	yok
Güvenlik mesafesi(m)		8.92 m	
Verici gücü(W)	14.12-14.12	14.12	15.88
Kanal başına düşen alan(m ²)	(R=300m,π.R ² =282743.3m ² , 282743.3m ² /120 kanal=2356 m ² /kanal		

Tablo 2.5.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	Enlem(°)	Boylam(°)	Azimuth açısı(°)	Antenden uzaklık(km)	E_{max}(V/m)
Z3	40.975637°N	37.890089°E	150.02	0.02835	0.6256
Ö3	40.976087°N	37.890305°E	52.09	0.04149	0.3772
Ü3	40.976216°N	37.889732°E	339.53	0.04276	0.4784
O3	40.976267°N	37.890039°E	12.81	0.04655	0.3772
Ç3	40.975439°N	37.889680°E	202.46	0.04987	0.368
C3	40.975483°N	37.889568°E	214.56	0.05007	0.3772
I3	40.975869°N	37.890554°E	88.57	0.05383	0.3772
U3	40.976388°N	37.889669°E	340.79	0.06253	0.3128
E3	40.975340°N	37.889401°E	216.49	0.07203	0.3312
F3	40.975786°N	37.888979°E	264.02	0.07925	0.322
Ş3	40.976564°N	37.889627°E	342.96	0.08177	0.322
İ3	40.975449°N	37.890816°E	120.94	0.08811	0.4784
G3	40.975790°N	37.888830°E	265.28	0.0915	0.3128
S3	40.976775°N	37.889335°E	334.51	0.11249	1.1592
J3	40.976464°N	37.888716°E	303.85	0.12083	0.368
R3	40.976766°N	37.889035°E	323.93	0.12497	0.4508
H3	40.976132°N	37.888467°E	284.32	0.12524	0.3772
Ğ3	40.975910°N	37.888326°E	272.36	0.13359	0.3312
K3	40.976278°N	37.888205°E	288.07	0.15096	0.3772
L3	40.976386°N	37.888052°E	290.63	0.16711	0.2116
P3	40.977081°N	37.888586°E	320.57	0.1758	1.1776
M3	40.976780°N	37.888106°E	304.09	0.18329	0.3128
N3	40.977040°N	37.888087°E	310.75	0.20217	2.0884
				Ortalama	Ortalama
				0.099328696	0.518
				Standart Sapma	Standart Sapma
				0.050295479	0.409791362

<i>Nokta adı</i>	E_{Average}(V/m)	Have(A/m)	Paverage (W/m²)	Pr(W)	Pr(dBm)
Z3	0.4416	0.001171353	0.000517269	4.28335E-06	-23.68216472
Ö3	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40502867
Ü3	0.2116	0.000561273	0.000118765	9.8346E-07	-30.07243275
O3	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30698947
Ç3	0.1748	0.00046366	8.10479E-05	6.71132E-07	-31.73191745
C3	0.2208	0.000585676	0.000129317	1.07084E-06	-29.70276464
I3	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
U3	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
E3	0.1564	0.000414854	6.48832E-05	5.37278E-07	-32.69801104

Tablo 2.5.1.'in devamı

F3	0.1012	0.000268435	2.71656E-05	2.2495E-07	-36.47913577
Ş3	0.1012	0.000268435	2.71656E-05	2.2495E-07	-36.47913577
İ3	0.276	0.000732095	0.000202058	1.67318E-06	-27.76456438
G3	0.092	0.000244032	2.24509E-05	1.85909E-07	-37.30698947
S3	0.1564	0.000414854	6.48832E-05	5.37278E-07	-32.69801104
J3	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
R3	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
H3	0.1656	0.000439257	7.2741E-05	6.02346E-07	-32.20153937
Ğ3	0.138	0.000366048	5.05146E-05	4.18296E-07	-33.78516429
K3	0.1196	0.000317241	3.79421E-05	3.14187E-07	-35.02812243
L3	0.0644	0.000170822	1.1001E-05	9.10955E-08	-40.40502867
P3	0.23	0.00061008	0.000140318	1.16193E-06	-29.3481893
M3	0.0736	0.000195225	1.43686E-05	1.18982E-07	-39.24518973
N3	0.1472	0.000390451	5.74744E-05	4.75928E-07	-33.22458982
	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
	0.1608	0.000426525	8.63287E-05	7.14862E-07	-33.41682294
	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma	Standart Sapma
	0.081788019	0.000216944	0.000103757	8.59182E-07	4.030802694

<i>Nokta adı</i>	PNLos Pratik(dB)	Ø (°) (antenin normaliyile yapılan yatay açısı)	Açıya bağlı Kazançtaki toplam azalma Son EIRP (dB)	PL0(dB)	hRoof(m)
Z3	-56.15276472	39.98	-24.0194	60.913618	14.06<(hb=17m)
Ö3	-96.93042867		0.0354		
Ü3	-86.59783275		0.0354		
O3	-93.83238947		0.0354		
Ç3	-63.29661745	12.46	-24.9253	65.819344	18.5
C3	-60.05046464	24.56	-26.1423	65.854109	18
I3	-85.8735893		0.0354		
U3	-89.74998982		0.0354		
E3	-79.15381104	26.49	-10.0342	69.012825	18
F3	-93.00453577		0.0354		
Ş3	-93.00453577		0.0354		
İ3	-69.69566438	69.06	-14.5589	70.763061	13.28<hb
G3	-93.83238947		0.0354		
S3	-89.22341104		0.0354		
J3	-89.74998982		0.0354		
R3	-89.74998982		0.0354		
H3	-88.72693937		0.0354		
Ğ3	-90.31056429		0.0354		

Tablo 2.5.1.'in devamı

K3	-91.55352243		0.0354		
L3	-96.93042867		0.0354		
P3	-85.8735893		0.0354		
M3	-95.77058973		0.0354		
N3	-89.74998982		0.0354		
	Ortalama		ortalama		
	-85.60060989		-4.306213043		
	Standart Sapma		standart sapma		
	11.5492013		8.964048075		

<i>Nokta adı</i>	$\phi(^{\circ})$ (Cadded eki konumlanma açısı)	W(m)	b(m)	Lori(dB)	Lrts(dB)
Z3	-10.718932	6	30	0.01	27.13584
Ö3					
Ü3					
O3					
Ç3	0	6	30	0.01	29.739982
C3	0	6	30	0.01	29.482832
I3					
U3					
E3	0	10	30	0.01	27.264345
F3					
Ş3					
İ3	-12.130956	11	33	0.01	23.952877
G3					
S3					
J3					
R3					
H3					
Ğ3					
K3					
L3					
P3					
M3					
N3					

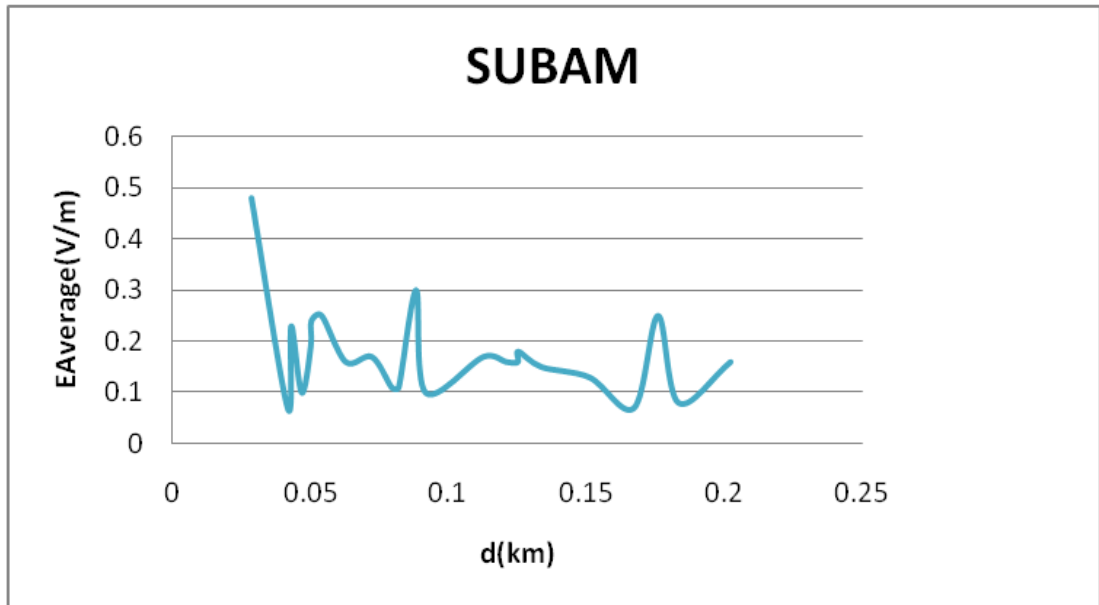
Tablo 2.5.1.'in devamı

<i>Nokta adı</i>	Lbsh(dB)	ka(dB)	kd(dB)	kf(dB)	Lmsd(dB)
Z3	-10.718932	54	18	-3.9886486	-9.7258305
Ö3					
Ü3					
O3					
Ç3	0	54.119688	19.216216	-3.9886486	3.9442341
C3	0	54.080112	18.833333	-3.9886486	4.4359696
I3					
U3					
E3	0	54.115248	18.833333	-3.9886486	7.4455636
F3					
Ş3					
İ3	-12.130956	54	18	-3.9886486	-2.6458902
G3					
S3					
J3					
R3					
H3					
Ğ3					
K3					
L3					
P3					
M3					
N3					

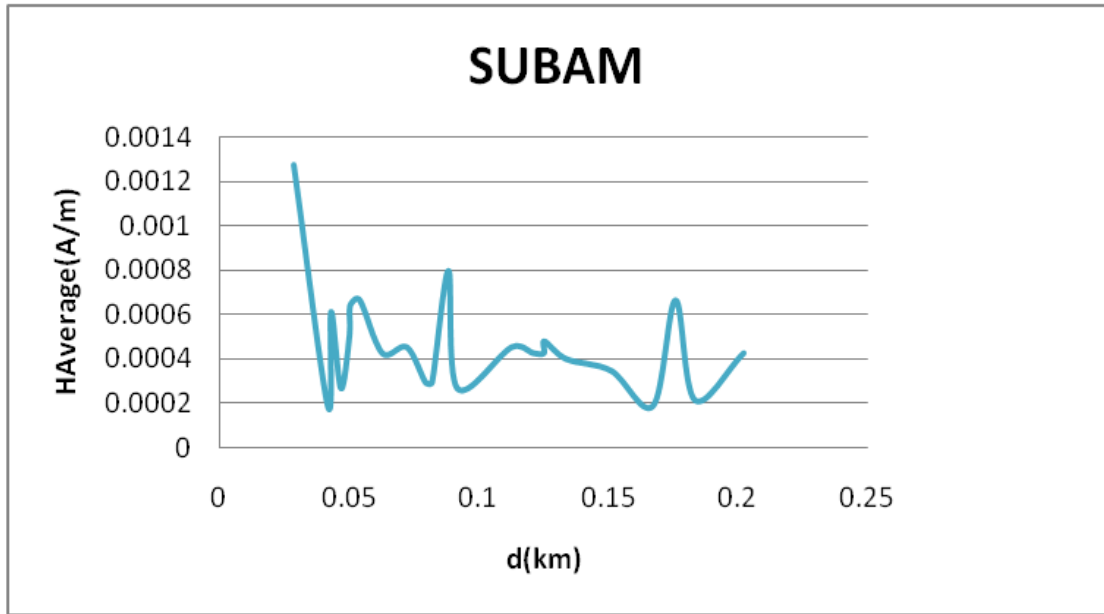
<i>Nokta adı</i>	Ψ (°) (tilti çıkarılmış hali)	Yatay (horizontal) açıya bağlı olarak kazançtaki azalma (dB)	Düşey (vertical) açıya bağlı olarak kazançtaki azalma (dB)	PNLosTeorik (dB)
Z3	28.8844446	-3.8457	-20.1737	-95.5823
Ö3		0.0137	0.0217	0
Ü3		0.0137	0.0217	0
O3		0.0137	0.0217	0
Ç3	17.4122281	-0.3629	-24.5624	-99.5036
C3	17.3468571	-1.5799	-24.5624	-99.7729
I3		0.0137	0.0217	0
U3		0.0137	0.0217	0
E3	12.2505727	-1.7052	-8.329	-103.723
F3		0.0137	0.0217	0

Tablo 2.5.1.'in devamı

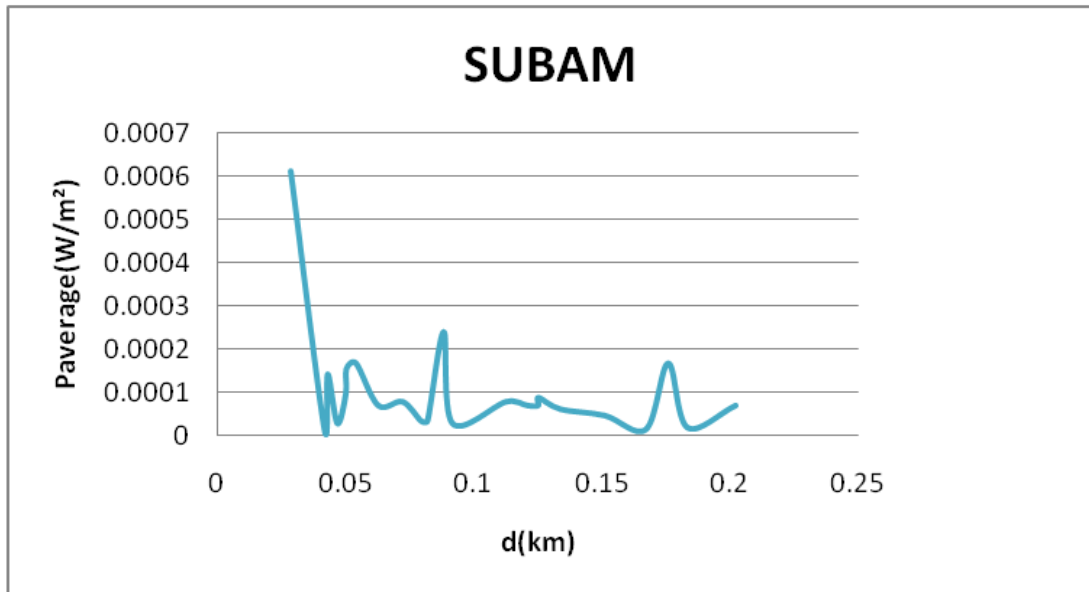
Ş3		0.0137	0.0217	0
İ3	10.0654688	-9.11	-5.4489	-92.07
G3		0.0137	0.0217	
S3		0.0137	0.0217	
J3		0.0137	0.0217	
R3		0.0137	0.0217	
H3	0	0.0137	0.0217	
Ğ3	0	0.0137	0.0217	
K3	0	0.0137	0.0217	
L3	0	0.0137	0.0217	
P3	0	0.0137	0.0217	
M3	0	0.0137	0.0217	
N3	0	0.0137	0.0217	
		ortalama	ortalama	Ortalama
		-0.71118	-3.59503	-98.13030279
		standart sapma	standart sapma	Standart Sapma
		2.041474	8.021035	4.446304585



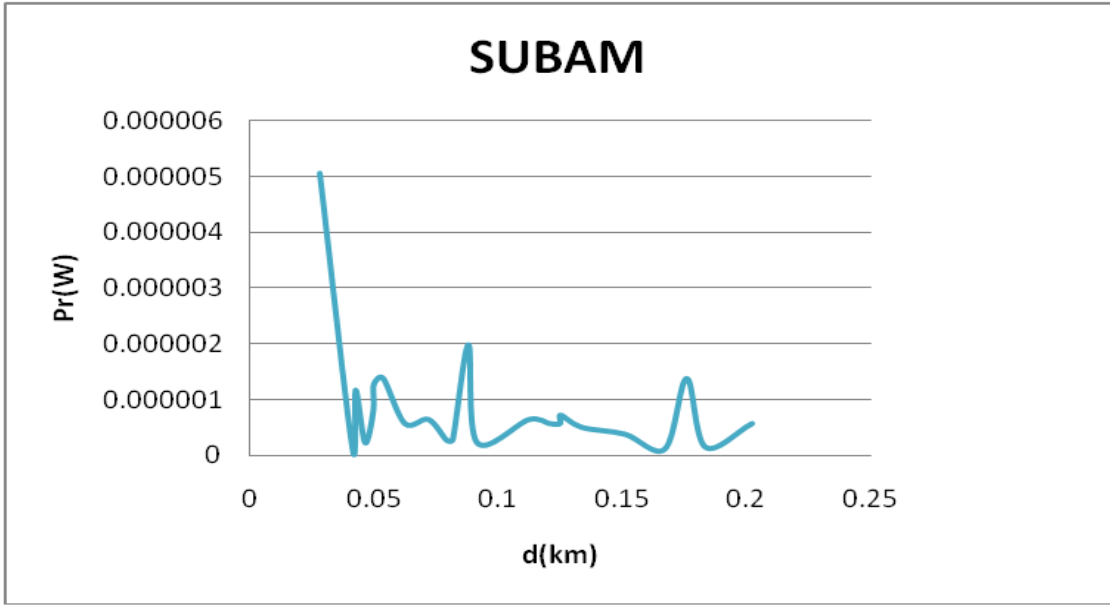
Şekil 2.5.3. Subam'ın elektrik alanının ortalama değeriyle uzaklığın değişimi



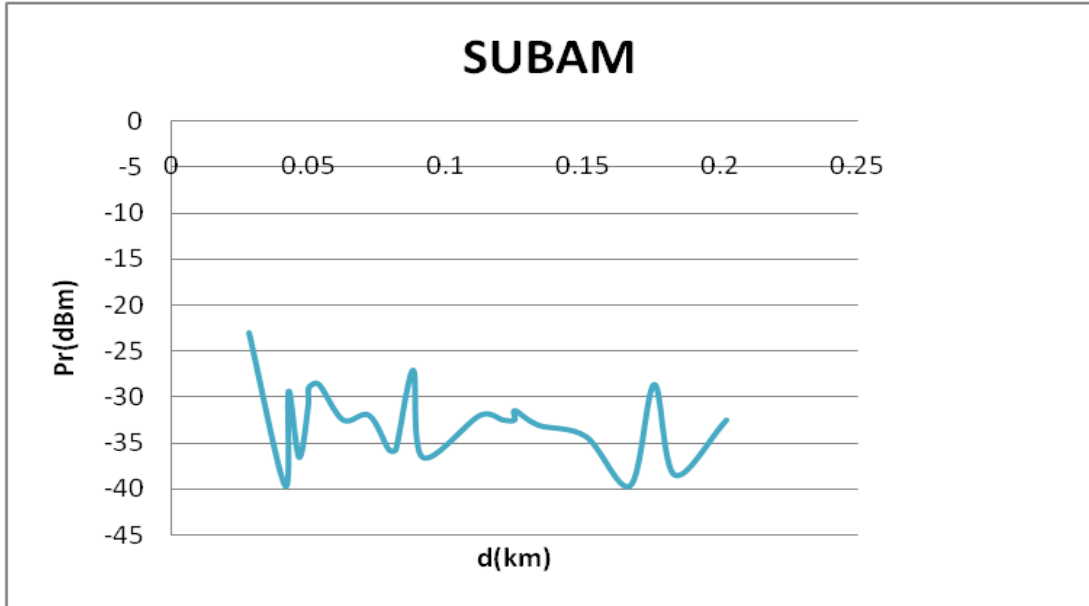
Şekil 2.5.4. Subam'ın manyetik alanın ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



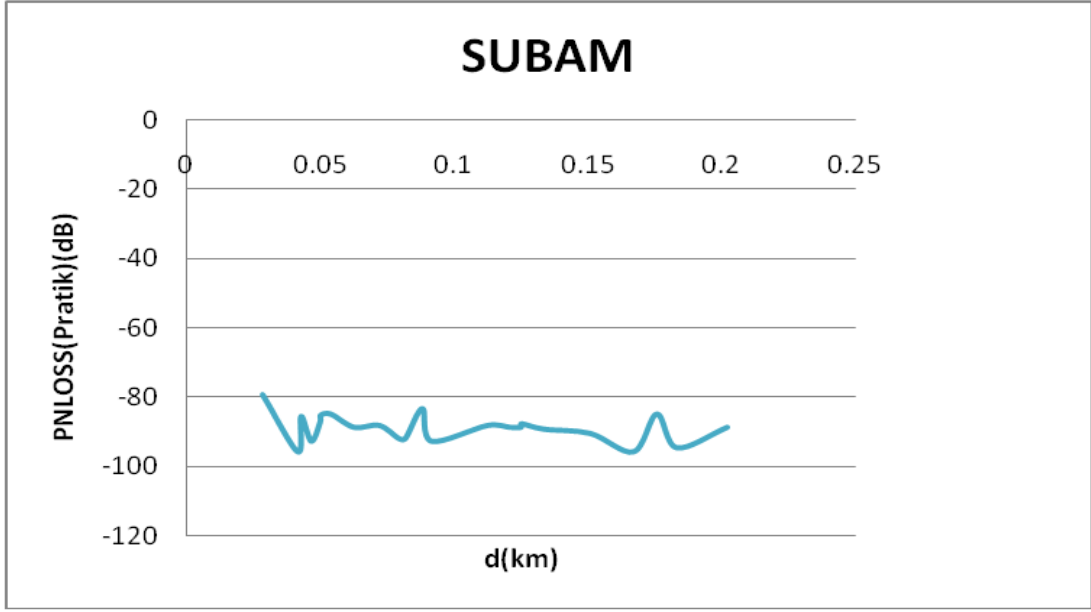
Şekil 2.5.5. Subam'ın güç yoğunluğunun ortalama değerinin uzaklıkla değişimi



Şekil 2.5.6. Subam'ın gücün uzaklıkla değişimi

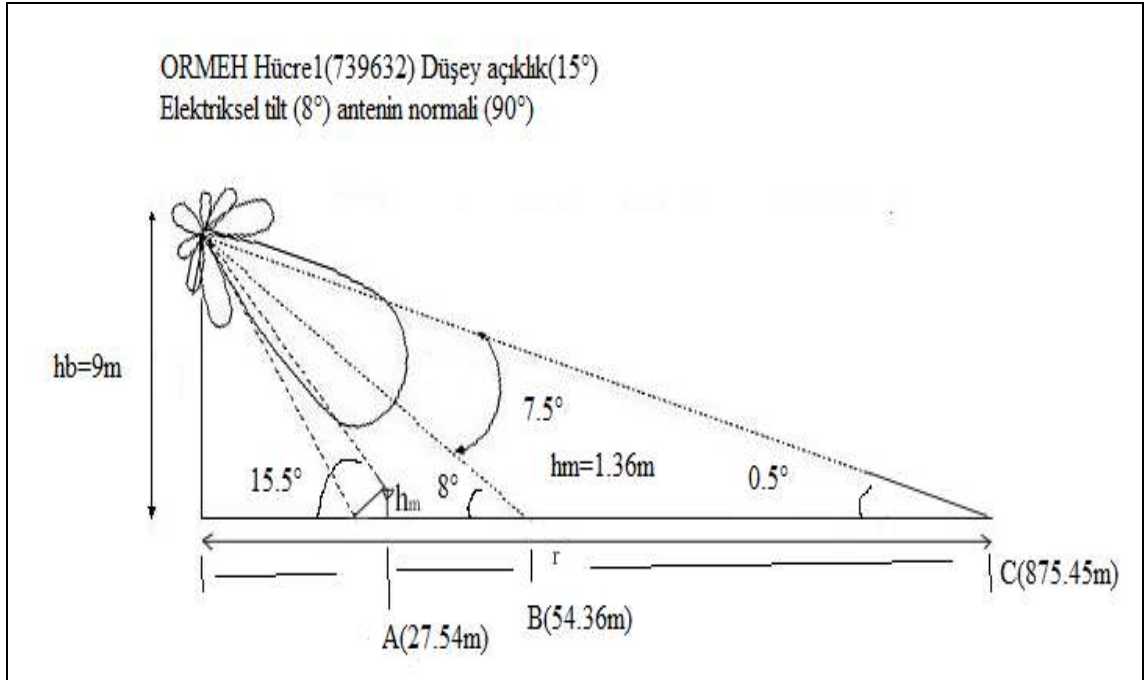


Şekil 2.5.7. Subam'ın gücün uzaklıkla logaritmik olarak değişimi

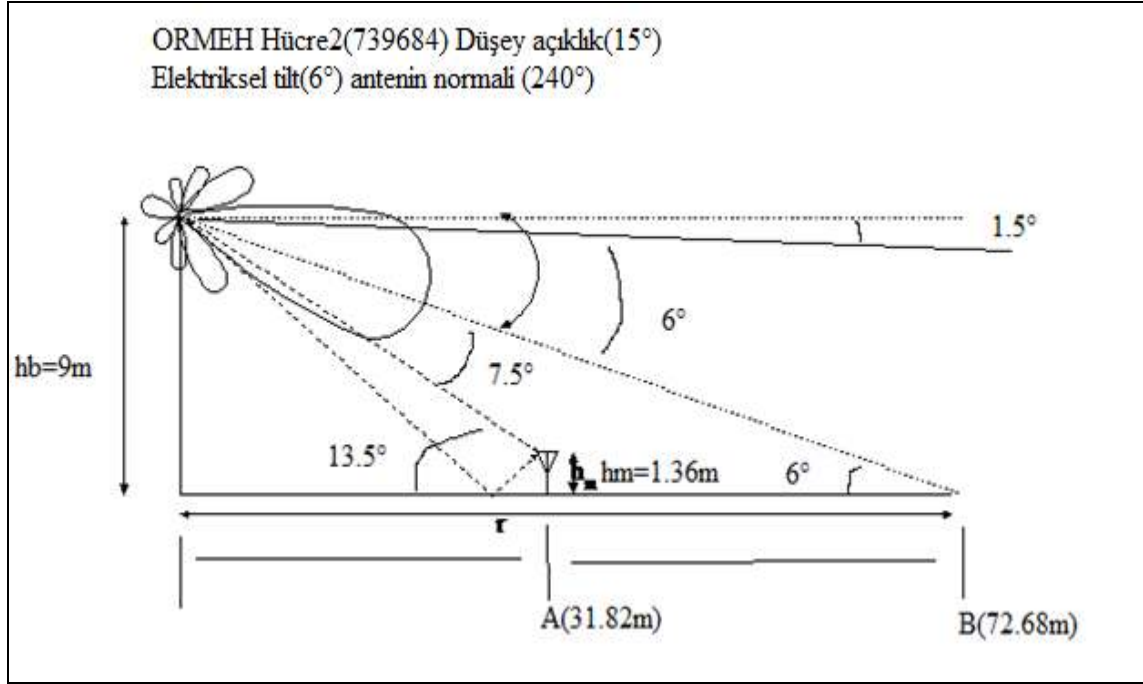


Şekil 2.5.8. Subam'ın ölçülen zayıflama değerinin uzaklıkla değişimi

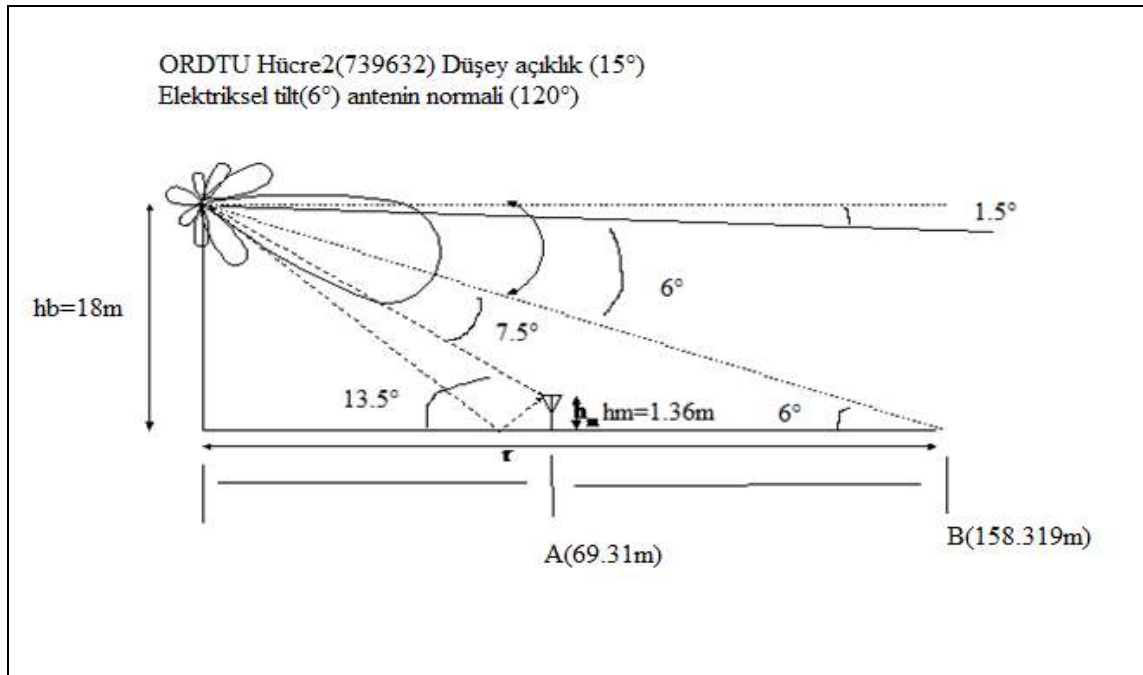
2.6. Ölçüm Yapılan Baz İstasyonlarındaki Elektromanyetik Dalganın Yere İnme Mesafesi



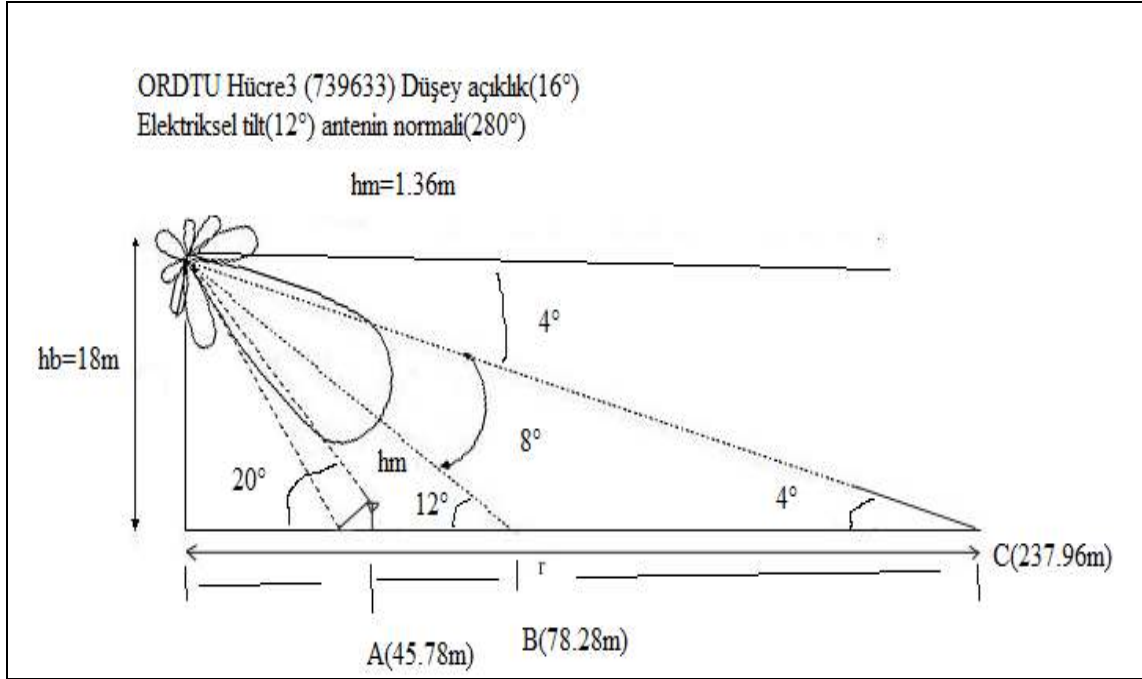
Şekil 2.6.1. Ormeh hücre1'in yere inme mesafesi



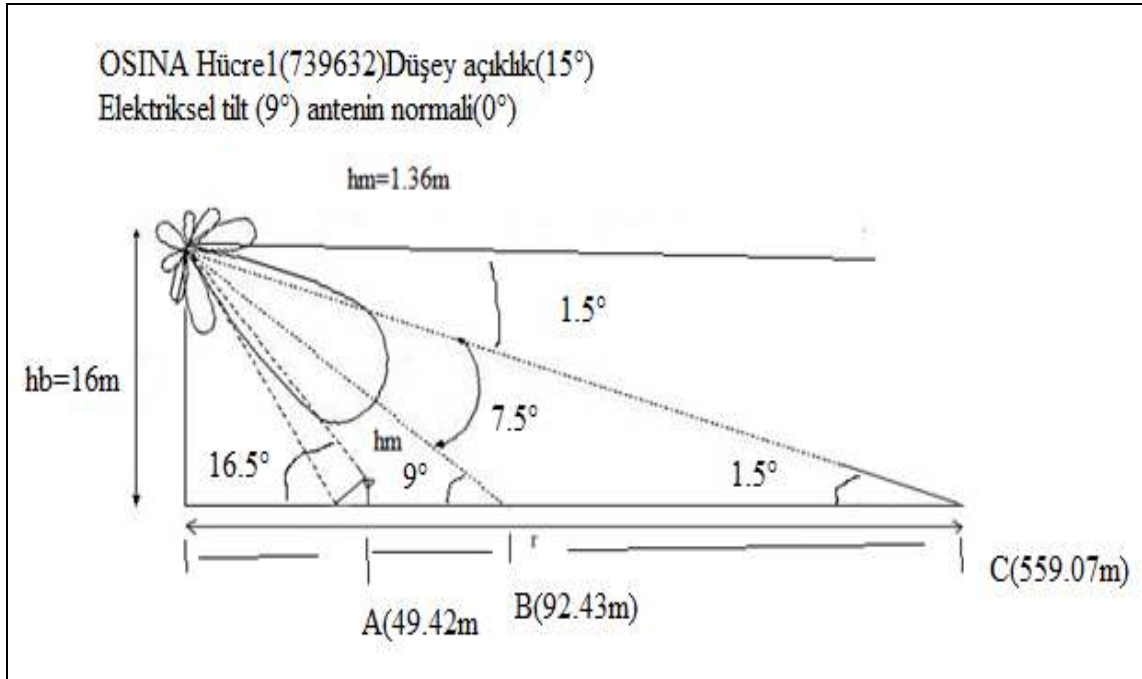
Şekil 2.6.2. Ormeh hücre2'in yere inme mesafesi



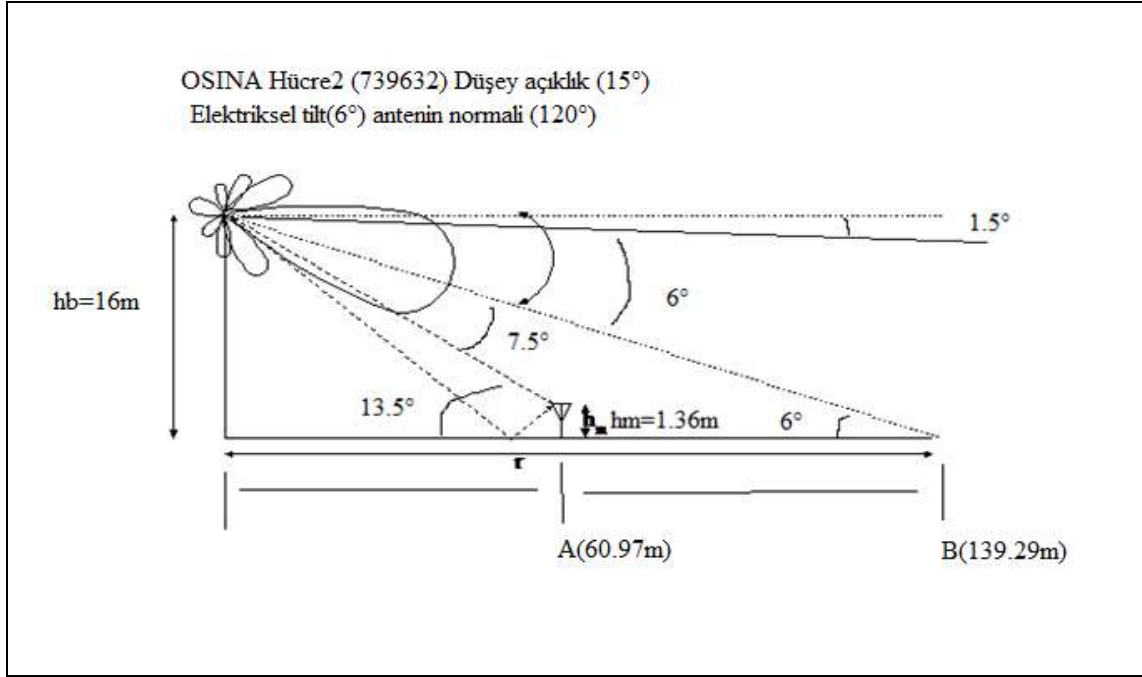
Şekil 2.6.3. Ordu hücre2'in yere inme mesafesi



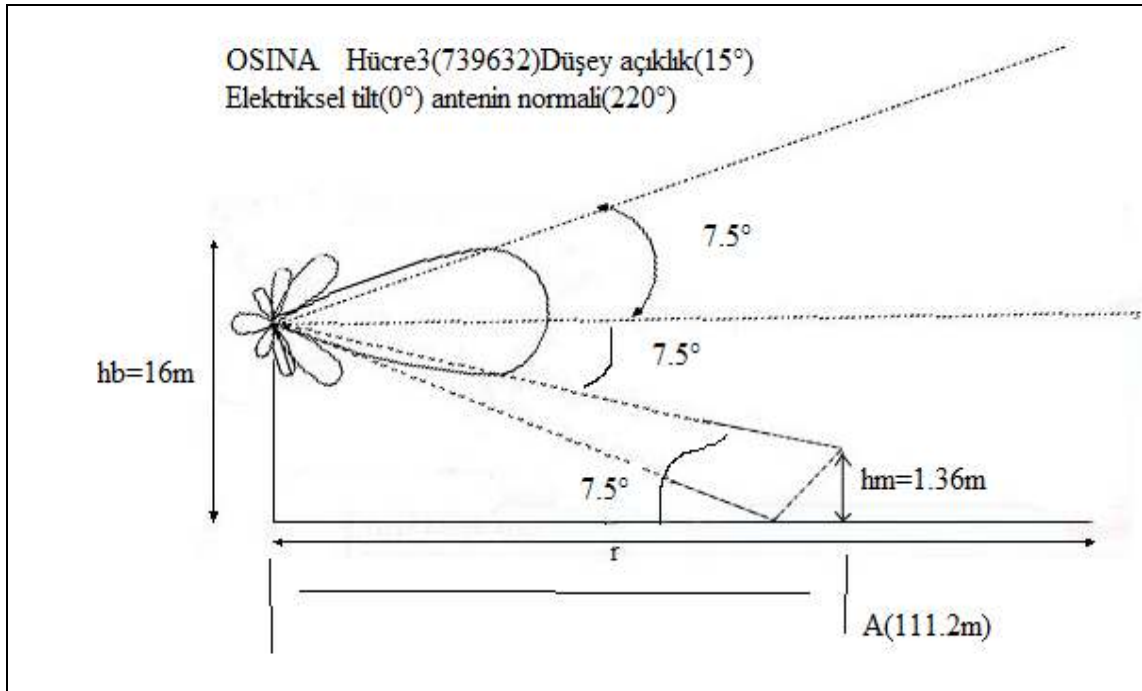
Şekil 2.6.4. Ordu hücre3'in yere inme mesafesi



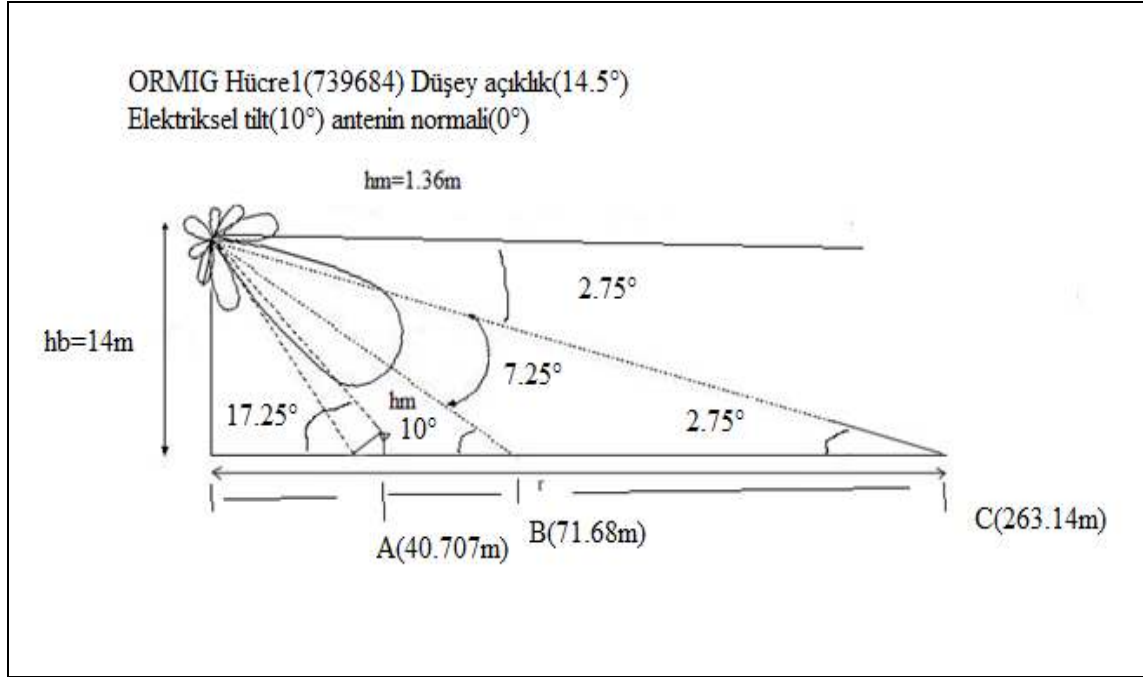
Şekil 2.6.5. Osina hücre1'in yere inme mesafesi



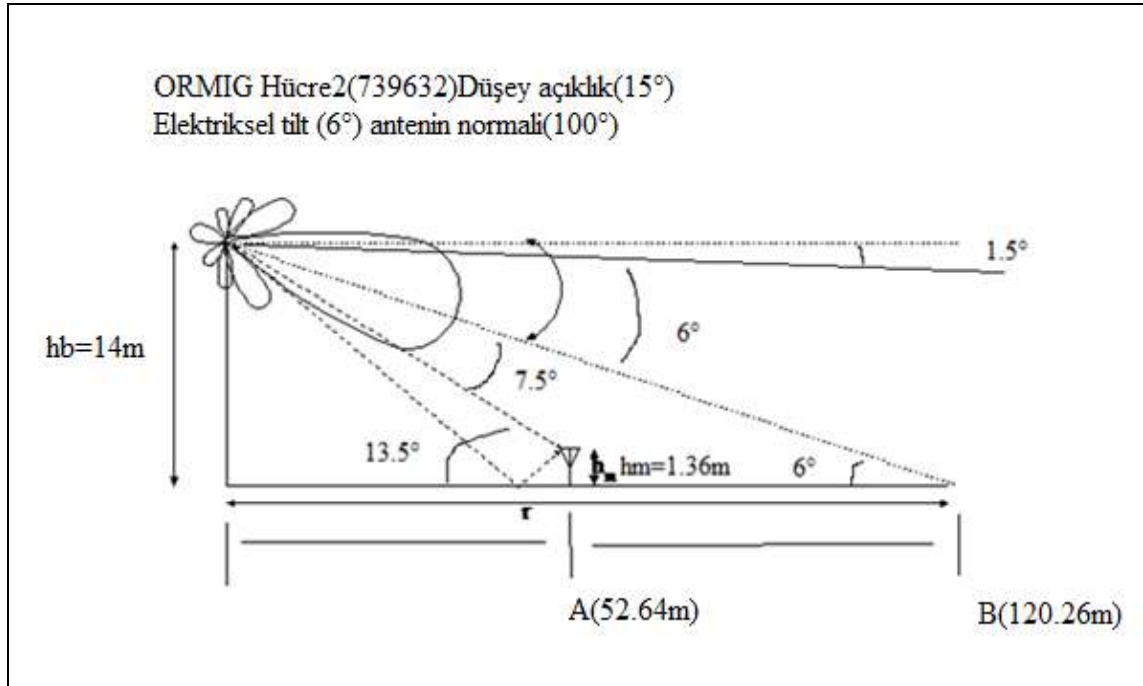
Şekil 2.6.6. Osina hücre2'nin yere inme mesafesi



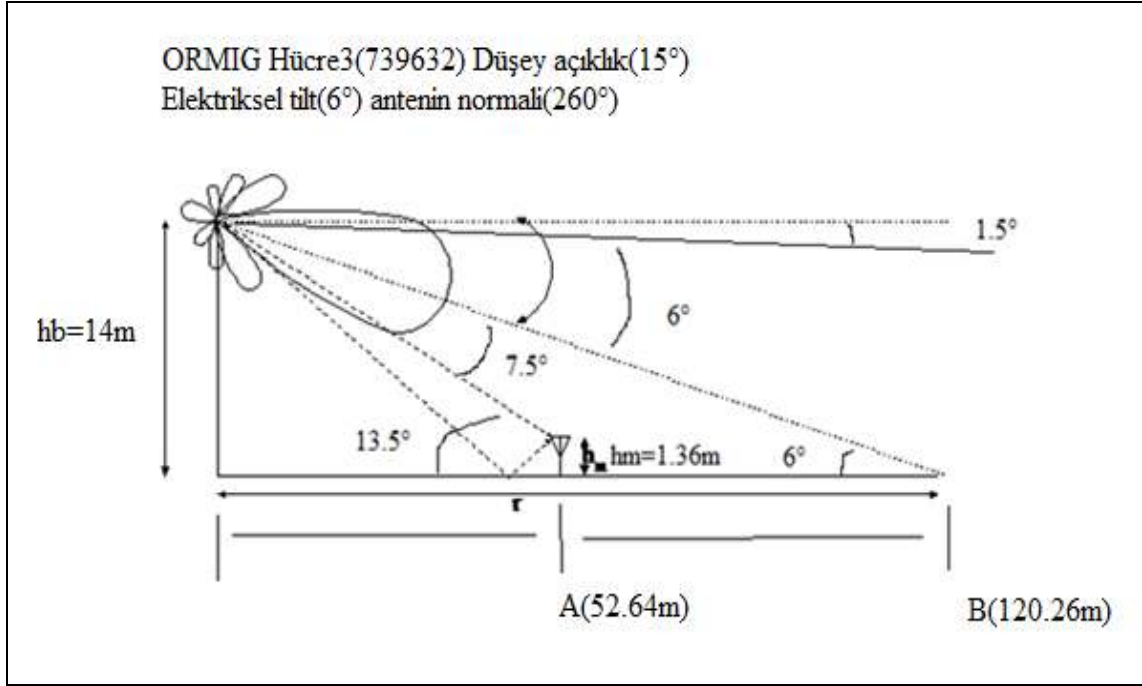
Şekil 2.6.7. Osina hücre3'ün yere inme mesafesi



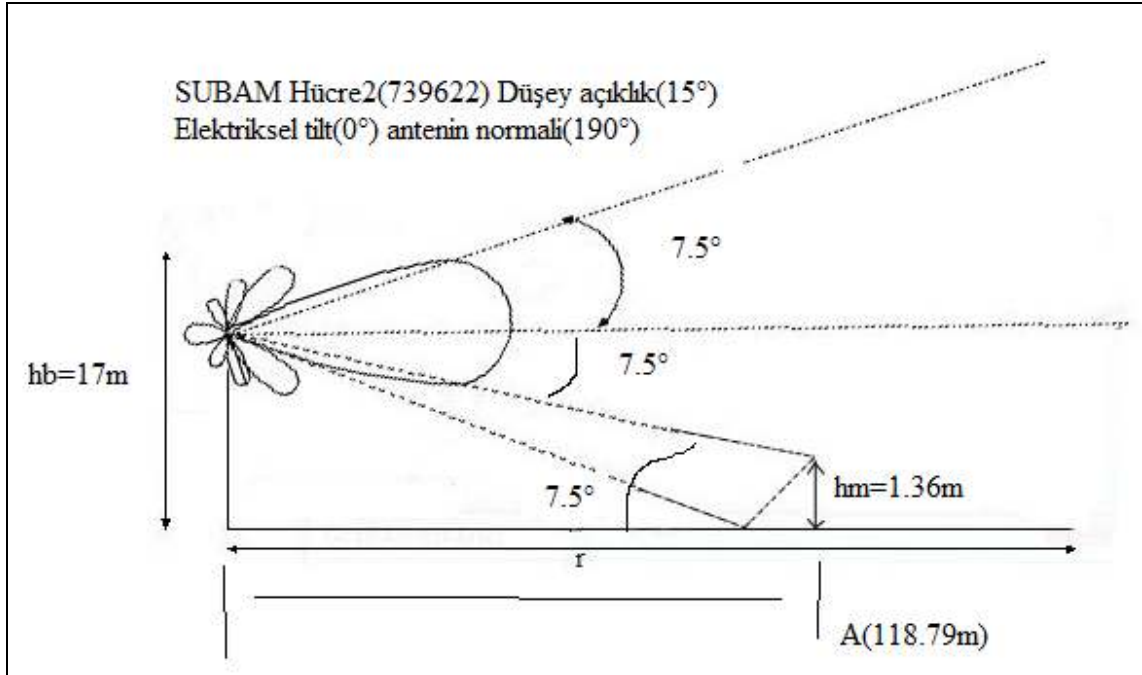
Şekil 2.6.8. Ormig hücre1'in yere inme mesafesi



Şekil 2.6.9. Ormig hücre2'nin yere inme mesafesi



Şekil 2.6.10. Ormig hücre3'ün yere inme mesafesi



Şekil 2.6.11. Subam hücre2'nin yere inme mesafesi

2.7. Ölçme İşleminde Kullanılan Ölçü Aletleri

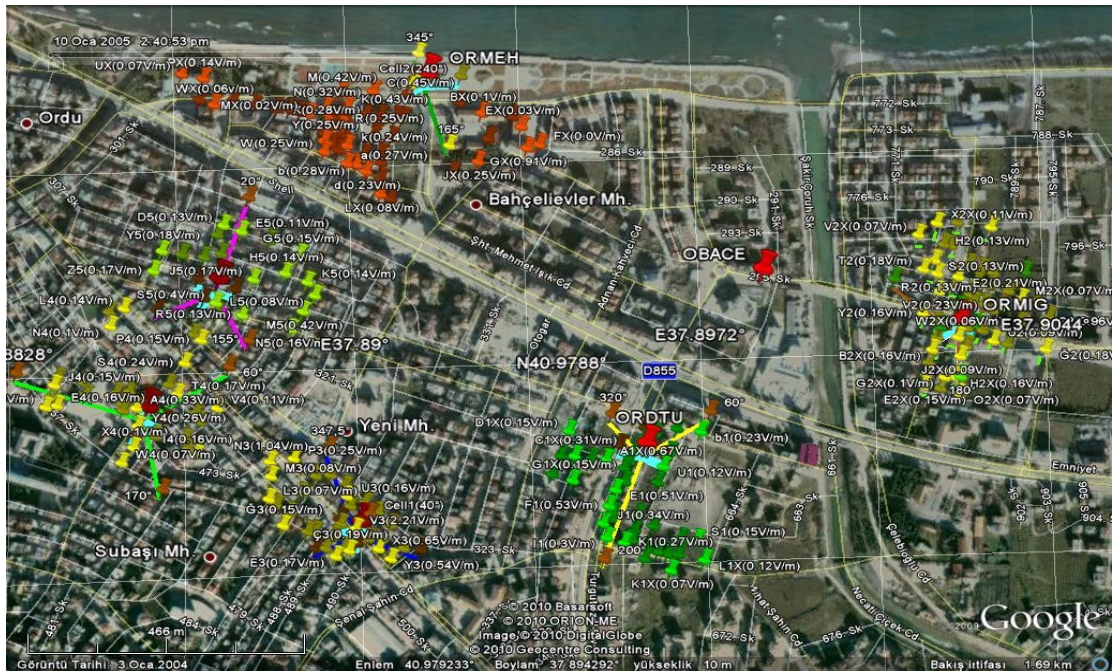


Şekil 2.7.1. EMR 300 cihazı



Şekil 2.7.2. GPS ölçüm cihazı

2.8. Ölçüm Yapılan Tüm Baz İstasyonlarının Haritası ve Resimleri



Şekil 2.8.1. Baz istasyonlarının Google Earth görüntüsü



Şekil 2.8.2. Ordu merkezde ölçüm yapılan alanların resimleri



SUBAM



OSINA



ORDTU



ORMEH



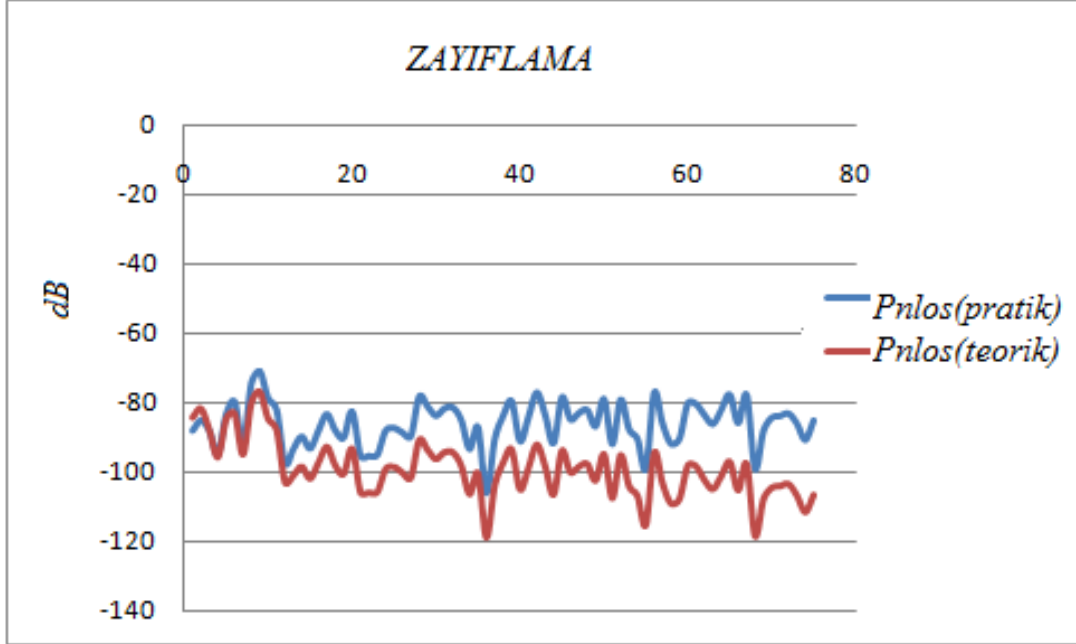
ORMIG

Şekil 2.8.3. Baz istasyonu antenlerinin resimleri



Şekil 2.8.4. Ölçüm yapılan alandaki resimler

3. TARTIŞMA



Şekil 3.1 Teorik ve pratik zayıflama değerlerinin değişimi

Günümüzde, bina dışı kablosuz iletişimde herhangi bir noktada oluşabilecek zayıflamayı, elektrik ve manyetik alanını, güç yoğunluğunu ve değerini yapılan ölçümlere dayalı geliştirerek teorik olarak veren çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. 1960'lı yıllarda Okumura'nın grafiksel analizlerinden başlayarak COST-231 WI'ye kadar devam eden söz konusu yöntemlerin tamamı ölçüm aralığının başlangıç noktasını baz istasyonundan 1 km uzaklıktan başlatmaktadırlar, bu nedenle bu yöntemleri küçük veya çok küçük hücrelerin bulunduğu (kapsama yarıçapı 1km'den küçük olan hücreler) şehir ortamlarında kullanmak neredeyse imkansızdır.

Bu sebep ile en zengin parametrelili COST-231 Walfisch-Ikegami Yöntemi'ni kullandık. Bu yöntemin avantajları, frekansın 2000 MHz'e çıkarılabilmesi, baz istasyonu ile mobil arasındaki ölçüm mesafesinin 20 m'den başlatılabilmesi, baz istasyonu ile ilgilenilen nokta arasında bulunan binaların yükseklik ve genişliklerinin parametre olarak hesaba katılabilmesi olarak sayılabilir. Diğer bütün yöntemler direkt görüş (LOS) için bağıntı geliştirmelerine rağmen direkt görüşün olmadığı (NLOS)

durumlar için bağıntı geliştirememektedirler. COST-231 WI yönteminde ise hem direkt görüşün hem de direkt görüşün olmadığı durumlar için zayıflamayı veren bağıntılar mevcuttur. Türkiye’de bina dışı kablosuz iletişime ilişkin literatür tarandığında bu alanda çok fazla bir çalışmanın olmadığı, özellikle direkt görüşün olmadığı alanlarla ilgili ölçüm ve sonuçlarının yöntemlerle tutarlılığının testinin birkaç lokal ölçüm dışında yapılmadığını söylemek mümkündür. Direkt görüşün olduğu alanlarda ise bir noktadaki herhangi bir değer yöntemi kullanılarak teorik bulgular elde edilmiştir. Bu ölçümler, sadece baz istasyonundan gelen işaretin frekansı ve baz istasyonu anteninden olan uzaklık dikkate alınarak hesaplandığı için görece olarak kolaydır. Ancak, direkt görüşün olmadığı alanlarda bir noktadaki değer yöntemi kullanılarak teorik olarak bulunurken baz istasyonu anteninin bulunduğu yükseklik, baz istasyonu ve ölçüm noktası arasında bulunan binaların arasındaki uzaklık, binaların orta noktaları arasındaki uzaklık, baz istasyonu antenin ölçüm yapılan noktayla arasında bulunan binalardan aşağı veya yukarıda bulunduğu bilgisi, ölçüm noktasındaki konumlanış açısı gibi kente özgü birden çok parametre dikkate alınması gerekliliğinden dolayı karmaşa ve zorluk daha da artmaktadır. Bu yüzden, deneye dayalı geliştirilen COST-231 WI yönteminin Ordu il merkezinde olabildiğince düzgün yapılması olan ve FM, TV ve diğer operatörlerden uzak ve bir sektörde tek anteni bulunan beş baz istasyonunda direkt görüşün olmadığı 183 noktada yapılan ölçüm sonuçlarına dayalı zayıflama değerleriyle, yöntem kullanılarak bulunan zayıflama değerleri arasındaki ilişkinin değişim grafiğine bakıldığı zaman doğrusal bir ilişki içinde olduğunu görmekteyiz (Şekil 3.1). Ayrıca, ölçümle bulunan zayıflama değeri değişiminin baz istasyonu anteninin normaliyile yapılan yatay ve düşey açıyla doğrusal olduğu, alan ve güç değerlerinin ise bu parametrelerle ters orantılı bir değişim içinde olduğu bunun da olması gereken bir durum olduğu, pratik ile teorinin örtüştüğü ve yöntemin küçük (mikro) hücreler için de kullanılabileceğinin mümkün olduğu sonuçları elde edilmiştir. Ölçüm yaparak her baz istasyonunda bulunan değerlerin baz istasyonundan olan uzaklığa, baz istasyonu anteninin normaliyile olan yatay ve düşey açıya bağlı değişiminin hem teoriye hem de literatüre uyduğu her bir baz istasyonu ölçüm tablosundan sonra çizdirilen grafiklerden görmek mümkündür.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada beş mikro hücreli baz istasyonunda direkt görüşün olmadığı herhangi bir noktada ölçmeyle bulunan zayıflama değerinin değişimiyle, hangi yöntem kullanılarak teorik olarak bulunan zayıflama değerinin değişimi arasında bir tutarlılığın olup olmadığına bağlı olarak bu yöntemin mikro hücreler için uygulanabilirliğinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Yapılan ölçümlerden elde edilen veriler ve çizdirilen grafiklerle, COST-231 WI yöntemi kullanılarak bulunan veri ve çizdirilen grafiklerden görülebileceği gibi pratik ve teorik olarak elde edilen veri ve grafiklerin değişimlerinin paralellik sergilediğini, bu sonuçta yöntemin GSM 900 bandında mikro hücreler için kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

5. ÖNERİLER

Özellikle, modern şehir planlaması projelerinin giderek geliştiği günümüzde şehir topolojisini bildiğimiz bir alanın içinde bulunan her hangi bir baz istasyonunun herhangi bir noktada meydana getireceği alan veya güç değerinin COST-231 WI yöntemiyle bulunabilmesi bize kurulacak olan baz istasyonlarının daha iyi kapsama ve insanların daha az baz istasyonunun radyasyonuna maruz kalacağı noktaların tespit edilip o noktaya kurulmasına, benzer mantıkla okul, çocuk parkı, hastane vs. toplu olarak yararlanılan alanların daha düşük radyasyona maruz kalacağı yerlerin tespit edilmesine olanak vereceği için yöntem kullanılarak baz istasyonunun yeri gücü ve eğimi bilindikten sonra bulunacak olan şehir radyasyon haritasından radyasyonun daha düşük olduğu yerler tespit edilip bu haritaya bağlı kalarak insanların daha az radyasyona maruz kalacakları alanlarda herkesin yararlanacağı alanların bu yerlere yapılmasında veya baz istasyonlarının uygun yerlere yapılmasında yarar vardır. Yine çoğu büyük şehirlerde şehir planlaması yapılırken belediye başkanlarının bu konuları bilen danışmanlarının olduğunu görmemiz bu konunun ne kadar ciddi olduğunu ve yöntemi kullanarak şehirdeki topolojiyi bilen belediyelerin şehrin radyasyon haritası çıkarılarak yazılabilecek bir Matlab programında şehir topolojisiyle ilgili veriler yerine yazıldıktan sonra bulunması çok kolaydır. Ancak, herhangi bir alanda bulunan binalarla ilgili bilgiler hem ölçülürken (bina yüksekliği, binalar arası genişlik, ölçüm noktasındaki koordinatlar vs.) hem de Google Earth'e taşınırken ne kadar dikkat edilirse sonuçlarda o kadar tutarlı olur. Sonuç olarak; günümüzde şehirler gittikçe site tipi olmaya başladığı için bu yöntemi kullanarak daha düzgün yapılaşması olan alanlardaki radyasyon haritalarının çıkarılması ve bu haritaya bağlı kalınarak toplu kullanılacak yapı ve alanların yerlerinin seçilmesinin gün geçtikçe daha çok önem kazanacağı ortadadır.

6. KAYNAKLAR

- Kavas, A., Yılmaz, M. ve Çabuk, T., 2003. Hücresel Haberleşme Sistemlerinin Propagasyon Kayıp Hesaplarına Göre Modellenmesi, Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal kongresi, İstanbul.
- Blaunstein, N., 2000. Radio Propagation in Cellular Networks, Artech House Inc., USA, 2000, 259-264.
- Stewart, D., 2010. Cell Planning Principles, Course Notes (Aircom International, [www.scribd.com/\(6567804\)](http://www.scribd.com/(6567804))).
- Margues, A.J.A., 2008. Modelling of Building Height Interference Dependence in UMTS, Dissertation Submitted for Obtaining the Degree of Master in Electrical and Computer Engineering Universidade Technica de Lisboa, September, 16-20.
- Mutlu, M. ve Çavdar, İ., 2010. GSM 900 Bandında COST-231 Walfisch-Ikegami Yönteminin Ordu iline Uyarlanması, Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (ELECO'2010) (CD- 1181 nolu bildiri), Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

01. 06. 1968'de Trabzon ili Çaykara ilçesinin Uzungöl Elmalı Mahallesi'nde doğdu. İlköğrenimini doğduğu köyde, orta öğrenimini Taşkiran köyünde, lise öğrenimini Trabzon Affan Kitapçioğlu Lisesi'nde tamamladıktan sonra KTÜ Müh. Mim. Fak. Elektrik-Elektronik Bölümü'nü bitirerek 1991 yılında Elektronik Müh. olarak mezun oldu. 1992-1993 eğitim öğretim sezonunda Sürmene Nazmi Kalafatoğlu dil okulunda hazırlık sınıfına devam ettikten sonra derslere başlamadan 1994 yılında YÖK ve Dünya Bankası'nın açtığı sınavı kazanarak KTÜ Ordu Meslek Yüksekokulu'na Öğretim Görevlisi olarak atanmış akabinde 7,5 aylığına ABD Delaware'de kaldıktan sonra yurda dönmüştür. Askerliğini uzun dönem asteğmen olarak Diyarbakır'da (1999-2001) tamamlamıştır. Halen Ordu Üniversitesi Meslek Yüksekokulu'nda Öğretim Görevlisi olarak görevini sürdürmektedir. Evli ve üç çocuk babası olan Mustafa MUTLU orta derecede İngilizce bilmektedir.

