

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**TELEKOMÜNİKASYON CİHAZLARINDAN KAYNAKLI
ELEKTROMANYETİK ALAN ŞİDDETİ ÖLÇÜM
YÖNTEMLERİ: SAMSUN İL MERKEZİ SAHA
ÇALIŞMASI**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Elektronik Müh. Mustafa SEMERCİ

**Samsun
Temmuz-2011**

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**TELEKOMÜNİKASYON CİHAZLARINDAN KAYNAKLI
ELEKTROMANYETİK ALAN ŞİDDETİ ÖLÇÜM
YÖNTEMLERİ: SAMSUN İL MERKEZİ SAHA
ÇALIŞMASI**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Elektronik Müh. Mustafa SEMERCİ

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlyas EMİNOĞLU

**Samsun
Haziran-2011**

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

Bu çalışma jürimiz tarafından Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim dalı Programında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. İlyas EMİNOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nurettin ŞENYER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurul'unca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun
Görölmüştür.

Prof.Dr. Hasan GÜMÜŞ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkıları ile beni yönlendiren tez danışmanım Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünden Yrd. Doç. Dr. İlyas EMİNOĞLU' na çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan ve yardımlarını esirgemeyen başta Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Bölge Müdürü Sn. Ahmet TOR, Bölge Müdür Yardımcıları Sn. Kadir KOÇAK, Sn. Yahya DIZMAN olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma, Kurum içinden ve dışından katkılarını esirgemeyen tüm dost ve arkadaşlarıma ve beni bu yolda destekleyen ve her türlü anlayışı gösteren oğullarım Emre, Enes ve eşim Zehra SEMERCİ' ye teşekkür ederim.

ÖZET
TELEKOMÜNİKASYON CİHAZLARINDAN KAYNAKLI ELEKTROMANYETİK
ALAN ŞİDDETİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ: SAMSUN İL MERKEZİ SAHA
ÇALIŞMASI

Elektronik Müh. Mustafa SEMERCİ, Yüksek Lisans Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun, Haziran-2011

Bu tezde, telekomünikasyon cihazlarından kaynaklı Elektromanyetik Alan Şiddeti ölçüm yöntemleri hakkında bilgi sunulurken; Samsun il merkezinde, 100 kHz-3 GHz frekans bandında ortamın, 30 MHz – 3 GHz frekans bandında yer alan 17 farklı banddaki elektromanyetik (EM) alan değerleri konuma bağlı olarak ölçülmüştür.

Örnekleme alınan noktalardaki Elektrik Alan (V/m) değerleri sayısal haritaya aktararak, interpolasyon teknikleri kullanılarak iki Boyutlu (2B) ve renk kodlamalı grid dosyalarıyla, üç boyutlu (3B) haritalar oluşturularak Samsun il merkezi elektromanyetik kirlilik haritası elde edilmiştir. Baz istasyonlarının yoğun olduğu bölgelerde Elektromanyetik Alan şiddeti değerinin 24 saatlik bir periyoddaki değişimi gözlemlenmiş ve üniversite öğrencilerinin cep telefonu kullanım alışkanlıklarının tespitine yönelik bir anket yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek elektromanyetik dalgalardan etkileşimi azaltmaya yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

ABSTRACT
MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC RADIATIONS EMITTED FROM
TELECOMMUNICATION EQUIPMENTS: SAMSUN CITY CENTER AS A
CASE STUDY

Elektronik Müh. Mustafa SEMERCİ, Master Thesis

University of Ondokuz Mayıs Samsun, June-2011

In this thesis, information on measurement methods of electromagnetic fields created by telecommunication equipments is issued, and in Samsun city center, In 100 kHz-3 GHz frequency band, electric field value of environment and in 30 MHz-3 GHz frequency band, electric field values of 17 different bands are measured according to position.

Electric field values at points where sampling is taken are transferred to numerical map, electromagnetic pollution map in Samsun city center is obtained by using interpolation techniques and with three-dimensional (3D) maps that are created by using two-dimensional (2D) and color-coded grid files. In the regions where base stations are crowded, the value of electric field intensity is observed for the period of 24 hours and an opinion poll is created for the habits of using mobile phones among university students. The results are interpreted and some suggestions are made for decreasing the influence of electromagnetic waves to human body.

SİMGELER VE KISALTMALAR

ANSI	: American National Standards Institute / Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü
AUC	: Authentication Center / Abone Bilgileri Doğrulama Merkezi
AS/NZS	: Australia Standards/New Zealand Standards
B	: Manyetik Akı Yoğunluğu (Tesla=Weber/m ²)
BSC	: Base Station Controller / Baz İstasyonu Kontrol Merkezi
BTK	: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
BTS	: Base Transceiver Station / Baz Alıcı verici İstasyonu
E	: Elektrik Alan Şiddeti (V/m)
EIR	: Equipment Identity Register / MS Bilgileri Veritabanı
EM	: Elektromanyetik /Electromagnetic
EMR	: Electromagnetic Radiation/ Elektromanyetik Işıma
FCC	: Federal Communications Commission / Federal Haberleşme Komisyonu
G-MSC	: Gateway Mobile Switching Center / Geçit Santrali
GSM	: Global System for Mobile Communications / Küresel Mobil İletişim Sistemi
GPS	: Global Positioning System / Küresel Konumlama Sistemi
H	: Manyetik Alan Şiddeti (A/m)
HLR	: Home Location Register / Abone Bilgileri Veritabanı
ICNIRP	: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection /Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers / Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
ILO	: International Labour Organization/Uluslararası Çalışma Örgütü
IMSI	: International Mobile Subscriber Identity /Uluslararası Abone Kimlik Bilgisi
ISDN	: Integrated Services Digital Network
J	: Akım yoğunluğu (A/m ²)

k	: Anten Faktörü (1/m)
LCD	: Liquid Crystal Display / Sıvı Kristal Ekran
MS	: Mobil Station / Mobil İstasyon
MSC	: Mobile Switching Center / Mobil Anahtarlama Merkezi
NN	: Natural Neighbour / Doğal Komşu
PLMN	: Public Land Mobile Network
PSTN	: Public Switched Telephone Network
RBW	: Resolution Band Width / Band Genişliği Çözünürlüğü
RF	: Radyo Frekans
SA	: Specific Absorbtion/ Özgül Soğurma
SAR	: Specific Absorbtion Rate / Özgül Soğurma Oranı
TIN	: Triangular Irregular Network /Düzensiz Üçgen Ağı
TUBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UME	: Ulusal Metroloji Enstitüsü
VLR	: Visitor Location Register / Ziyaretçi Abone bilgileri veritabanı
WHO	: World Health Organization/Dünya Sağlık Örgütü
2B	: İki Boyutlu
3B	: Üç Boyutlu
σ	: Ortam İletkenliği (S/m)
	: Hacimsel Yük Yoğunluğu (Coulomb/m ³)
	: Ortam Dielektrik Katsayısı (Farad/metre)
	: Ortam Manyetik Geçirgenlik Katsayısı (Henry/metre)

İÇİNDEKİLER

ÖZET	İV
ABSTRACT	V
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Elektromanyetik Dalgalar	4
2.1.1. Elektrik Alan ($E:(V/m)$).....	6
2.1.2. Manyetik Alan ($H:(A/m)$)	7
2.1.3. Elektromanyetik Alan	10
2.1.4. Elektromanyetik Enerji	12
2.2. Elektromanyetik Spektrum	14
2.3. Elektromanyetik Dalganın Soğurulması (SAR)	16
2.3.1. SAR Deneyi Aşamaları.....	19
2.4. GSM ve UMTS Hücresel Haberleşme Sistemleri	22
2.4.1. Hücre Kavramı ve Hücre şekilleri	22
2.4.2. GSM Haberleşme Sistemi	24
2.4.1. UMTS Haberleşme Sistemi.....	26
2.5. Elektromanyetik Işıma İle İlgili Limit Değerler	30
3. MATERYAL VE METOD	32
3.1. Ölçümlerde Kullanılan Cihazlar	33
3.1.1. EMR 300 Geniş Band Elektromanyetik Alan Şiddeti Ölçüm Cihazı.....	33
3.1.2. SRM 3006 Selektif Elektromanyetik Alan Şiddeti Ölçüm Cihazı	33
3.1.3. HP 3594 E Spektrum Analizör Cihazı.....	35
3.2. Mevcut Düzenlemeler Çerçevesinde Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklı Elektromanyetik Alan Şiddeti Ölçümleri.....	36
3.2.1. Geniş Band EMR Ölçüm Cihazı Kullanılarak Yapılan Ölçümler.....	37
3.2.2. Spektrum Analizör Cihazı Kullanılarak Yapılan Ölçümler	37

3.3. 24 Saat Süreli Elektromanyetik Alan Ölçümleri Ölçüm Düzenegi	44
3.3.1. Ölçüm Düzenegi	44
3.4. Elektromanyetik Alan Saha Ölçümleri.....	45
3.4.1. EMR 300 Ölçüm Düzenegi	45
3.4.2. SRM 3006 Ölçüm Düzenegi	46
4. BULGULAR.....	47
4.1. 24 Saat Süreli Elektromanyetik Alan Ölçümleri	47
4.1.1. Ölçüm Yapılan Noktalar ve Elde Edilen Sonuçlar	47
4.2. Spektrum Analizör Cihazı Kullanılarak Yapılan Ölçümler	55
4.3. Elektromanyetik Alan Saha Ölçümleri.....	58
4.3.1. Verilerin Toplanması	58
4.3.2. Verilerin Birleştirilmesi	61
4.4. Cep Telefonu Kullanım Alışkanlıkları Anketi.....	82
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR	91
EKLER	93
EK-1.....	94
EK-2.....	95
EK-3.....	96
EK-4.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	129

1. GİRİŞ

Tüketiciler, endüstriyel ürünler ve uygulamalar, elektromanyetik enerjinin çeşitli formlarını kullanmaktadırlar. Dünya çapında kullanımında önemli bir artış olan elektromanyetik enerjinin bir çeşidi de telekomünikasyon alanında kullanılan radyo dalgaları ve mikro dalgaları da kapsayan Radyofrekans (RF) enerjisidir.

Teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak mobil iletişim sektöründe sunulan hizmetlerin sayısı giderek artmaktadır. Hücreli sistemlerde kapsamın sağlanabilmesi, artan abone taleplerinin karşılanabilmesi, çok daha fazla baz istasyonunun kurulmasını kaçınılmaz kılmıştır. Sabit ve mobil telekomünikasyon cihazlarının ortama yaydıkları elektromanyetik alan (EM) ve bunların etkileri ile ilgili dünyada birçok araştırma halen devam etmektedir. Elektromanyetik dalgaların sağlığa etkileriyle ilgili yazılı ve görsel basında çıkan haberler ile bilginin doğruluğunun kontrol edilemediği internet ortamında yer alan bazı dökümanlar endişeleri artırmıştır.

Elektromanyetik kirliliğin araştırılmasına yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde;

2004 yılında Özdemir, A. tarafından hazırlanan “Ankara, İstanbul ve İzmir Şehirlerinde Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Hazırlanması ve Elektromanyetik Kirliliğin Azaltılması Yönünde Öneriler” konulu uzmanlık tezinde veriler, 100 kHz-3 GHz frekans bandında ortamın toplam elektrik alan şiddetinin tespitine yönelik Geniş Band ölçüm cihazıyla elde edilmiştir.

2008 yılında Arjantin Cordoba Ciudad Üniversitesi’nden, Taborda, R ve arkadaşları tarafından yayınlanan “Mobile Non Ionizing Radiation Measurement System” konulu makalede veriler, bir önceki çalışmada olduğu gibi yine 100 kHz-3 GHz frekans bandında ortamın toplam elektrik alan şiddetinin tespitine yönelik Geniş Band ölçüm cihazıyla elde edilmiştir.

2010 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'nden Özgümüş, B. tarafından hazırlanan “Zonguldak Kent merkezinin 100 KHz- 3GHz Frekans Bandında Elektromanyetik Kirliliğinin Araştırılması” konulu Yüksek Lisans tezinde de veriler, 100 kHz-3 GHz frekans bandında ortamın toplam elektrik alan şiddetinin tespitine yönelik Geniş Band ölçüm cihazıyla elde edilmiştir.

2010 yılında Dicle Üniversitesi'nden Cansız, M. tarafından hazırlanan “Diyarbakır İl Merkezinin Elektromanyetik Alan Haritasının Çıkarılması ve Durum Değerlendirilmesi” konulu Yüksek Lisans tezinde de veriler, 100 kHz-3 GHz frekans bandında ortamın toplam elektrik alan şiddetinin tespitine yönelik Geniş Band ölçüm cihazıyla elde edilmiştir.

Yukarıda adı geçen dört farklı çalışmanın ortak noktaları, aynı frekans bandında, ortamın toplam elektrik alan şiddetini ölçen Geniş Band ölçüm cihazı kullanarak farklı mekanlarda (Ankara, İstanbul, İzmir, Zonguldak, Diyarbakır, Cordoba) elektromanyetik kirlilik haritasını çıkarmalarıdır. Ölçümlerde, Geniş Band ölçüm cihazı kullanılması durumunda sadece ortamın toplam elektrik alan değeri konumsal olarak ölçülebilmekte ancak elde edilen değerlere bu frekans bandını kullanan telekomünikasyon cihazlarının katkısı bilinmemektedir.

Çünkü; Geniş Band ölçüm cihazı 100 kHz-3 GHz arasındaki tüm frekansların bileşke elektrik alan şiddeti değerini ölçebilmekte bir başka deyişle, seçilen bir frekans veya band aralığında ölçüm yapamamaktadır.

Ayrıca, sadece konuma bağlı anlık yapılan saha ölçümleriyle özellikle baz istasyonlarının yoğun olduğu bölgelerde istasyonların trafik yoğunluğunun en üst seviyede olduğu zaman aralığı ve bu zaman aralığındaki elektrik alan şiddeti verileri elde edilememektedir.

Bu tez kapsamında, yukarıdaki çalışmalara konu 100 kHz-3 GHz kapsamında yer alan telekomünikasyon cihazlarından kaynaklı ortamın toplam elektrik alan şiddetinin tespitine ilave olarak;

İlk kez, 30 MHz- 3 GHz frekans bandında yer alan 17 farklı bandın (her bir bileşen fiziki bir telekomünikasyon cihazını temsil etmektedir) ortamın kirliliğine etkisi araştırılacak,

Özellikle, baz istasyonlarının yoğun olarak bulunduğu bölgelerde gerçekleştirilecek 24 saat süreli ölçümler ile istasyonların trafik yoğunluğunun en üst seviyede olduğu zaman aralığı ve ölçüm yapılan bölgedeki ortalama Elektrik Alan Şiddeti değeri tespit edilecek,

Üniversite öğrencileri arasında cep telefonu kullanım alışkanlıklarının tespitine yönelik anket yapılarak mobil telefonlardan kaynaklı elektromanyetik etkileşimi azaltmaya yönelik önerilerde bulunulacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Elektromanyetik Dalgalar

Elektrik ve manyetizma konularının modeli 1831 – 1879 yılları arasında yaşamış olan James Clerk Maxwell tarafından kurulmuştur. Maxwell denklemleri adı verilen dört denklem ile EM alan teorisi ile ilgili her türlü alan ve devre problemi çözülür duruma gelmiştir.

Elektromanyetik teorelin temelini oluşturan Maxwell denklemleri, zamanla değişen EM alanları tanımlar. Zamanla değişen elektrik alan bir manyetik alan yaratır, benzer olarak da zamanla değişen manyetik alan da elektrik alana neden olmaktadır. Sürekli olarak ardışık bir şekilde tekrarlanan bu alan yaratma işlemi, ortamda ilerleyerek devam eder. İlerleme, kayıpların (genlik, frekans vs.) göreceli büyüklüğüne bağlı olarak difüzyon ya da dalga hareketi olarak gelişmektedir. Maxwell'in teorik olarak ispatladığı dalgaların varlığını H.R. Hertz 1887 yılında bir indüksiyon bobini kullanarak ilk olarak üretip ve onları algılayarak deneysel olarak kanıtlamıştır.

$$\text{—————} : \text{Faraday Yasası} \quad (2.1)$$

$$\text{—————} : \text{Ampere Yasası} \quad (2.2)$$

$$- : \text{Gauss Yasası} \quad (2.3)$$

(Boşlukta değeri sıfırdır)

$$(2.4)$$

Bu denklemlerde görülen Rot ($\nabla \times$) ve Div ($\nabla \bullet$) sembolleri konuma göre vektörel ve skaler diferansiyel operatörleri gösterir. Denklem (2.1) elektrik alanın konuma göre davranışının manyetik alanın zamana göre davranışını etkilediğini, (2.2)

ise manyetik alanın konuma göre değişiminin elektrik alanın zamana göre davranışından bağımsız olmadığını göstermektedir. Herhangi bir ortam (bir iletken tel, hava, insan vücudu, kapı, pencere, vb) elektriksel olarak ϵ , σ , μ parametreleri ile belirlidir. Boşluğun (hava da belli oranda boşluk kabul edilebilmektedir) parametreleri (ϵ_0 , μ_0 , $\sigma=0$) genelde referans olarak kullanılır. Denklemlerde görülen J ve ρ ise ortamdaki bağımsız elektromanyetik olaylara neden olan kaynakları gösterir. Büyüklükler ve birimleri Tablo 2.1’ de verilmiştir. Alan kuramındaki elektrik alan, manyetik alan, yüzey akım yoğunluğu vektör boyutundadır. Yani hem şiddetleri hem de yönleri vardır. Örneğin bir elektrik alandan söz etmek gerektiğinde hem şiddeti hem de yönü belirtilmelidir.

Sembol	Büyüklik	Birim
E	Elektrik Alan	Volt/metre
H	Manyetik Alan	Amper/metre
B	Manyetik Akı Yoğunluğu	Tesla=Weber/m ²
J	Yüzey Akım Yoğunluğu	Amper/m ²
	Hacimsel Yük Yoğunluğu	Coulomb/m ³
	Ortam Dielektrik Katsayısı	Farad/metre
	Ortam İletkenliği	Siemens/m
	Ortam Manyetik Geçirgenlik Katsayısı	Henry/metre

Tablo 2.1 Elektrik ve Manyetik Alan Büyüklükleri ve Birimleri

Elektromanyetik dalgalar ivmelendirilmiş elektrik yükleri tarafından oluşturulurlar. Yayınlanan bu tür dalgalar birbirlerine ve dalganın yayılma doğrultusuna dik olan ve titreşen elektrik ve manyetik alanlardan ibarettir. Bu nedenle elektromanyetik dalgalar enine dalgalardır.

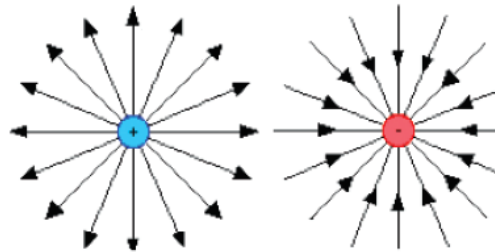
İletkenlik, σ iletken akım yoğunluğunun elektrik alan şiddetine oranıdır ve metre başına Siemens birimi ile ölçülür ($\sigma = J/E$ [S/m]). Dielektrik katsayısı, ϵ elektrik

akı yoğunluğunun elektrik alana bölünmesiyle tanımlıdır ($\epsilon = D/E$ [F/m]). Manyetik geçirgenlik, μ manyetik akı yoğunluğunun manyetik alana oranı olarak tanımlanır ($\mu = B/H$ [Henry/m]).

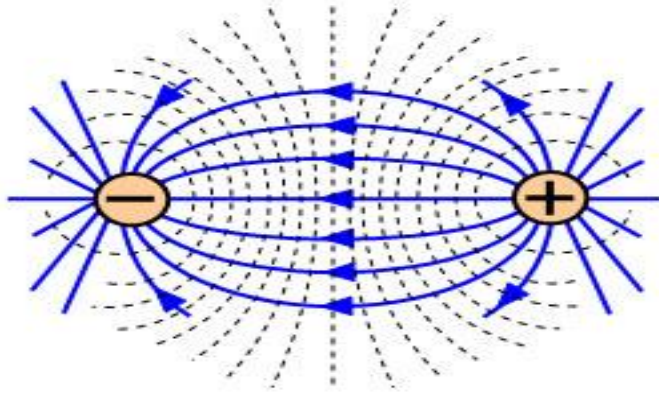
Üç parametre ile belirlenen ortamlar elektriksel olarak değişik gruplara ayrılırlar. İletken malzemeler ($\sigma \neq 0$, $\mu = \mu_0$) yapılarında serbest hareket edebilen elektronları barındırırlar. Serbest elektronlar yalıtkan malzemelerin ($\sigma = 0$, $\mu = \mu_0$) yapılarında bulunmazlar ve EM davranış içerisinde bir anlamda pasif yapılar olarak yer alırlar. Kayıplı malzemeler ($\sigma \neq 0$, $\sigma \neq \infty$, $\mu = \mu_0$) içlerinde sınırlı oranda serbest elektronu bulunan malzemelerdir. Manyetik malzemeler ($\mu \neq \mu_0$) manyetik alanı iyi bir şekilde kılavuzlama özelliğine sahip olan malzemelerdir.

2.1.1. Elektrik Alan (E:(V/m))

Elektrik alan, birim yüke etki eden kuvvet olarak tanımlanır ve E vektörü ile gösterilir. E bir vektördür ve yönü vardır (Şekil 2.1). Eksi yük için elektrik alan vektörü E radyal (yükten olan doğrusal uzaklık) olarak eksi yüke doğru yönelmiştir. Artı yük içinse durum, radyal olarak yükten dışarı doğrudur. Bu vektörün anlamı R kadar bir uzaklıkta bulunan artı birim yük üzerine etki eden kuvvetin büyüklüğü ve yönüyle aynı olmasıdır. Yani R kadar uzaklığa konan bir artı birim yükün, ne kadar kuvvet, ivme ile nereye doğru hareket edeceğini göstermektedir. Elektrik alan vektörünün şiddeti $1/R^2$ ile orantılı olarak azalır. Elektrik alan vektörü, elektrik alan çizgilerini oluşturur ve çizgilerin nereden nereye doğru gittiğini gösterir (Şekil 2.2).



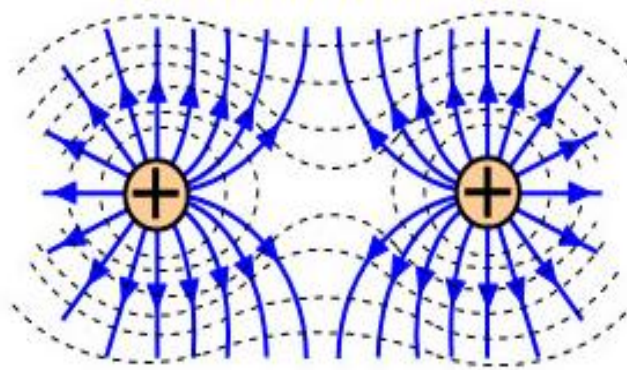
Şekil 2.1. Elektrik Alan Çizgileri



Şekil 2.2. Elektrik Alan Çizgileri

Kaynak:http://www.khadley.com/courses/lectures_ph102/lecture5_21_10.aspx

İki zıt kutuplu yük için elektrik alan çizgileri, artıdan çıkıp eksiye son bulur. İki farklı çizgi hiçbir zaman bir diğer çizgiyi kesmez (Şekil 2.2). Aynı kutuplu iki artı veya eksi yük içinse, yüklerden çıkan çizgiler birbirlerini kesmeyecek bir biçimde birbirlerini bükerek ve sonsuzda son bulur (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Elektrik Alan Çizgileri

Kaynak:http://www.khadley.com/courses/lectures_ph102/lecture5_21_10.aspx

2.1.2. Manyetik Alan ($H:(A/m)$)

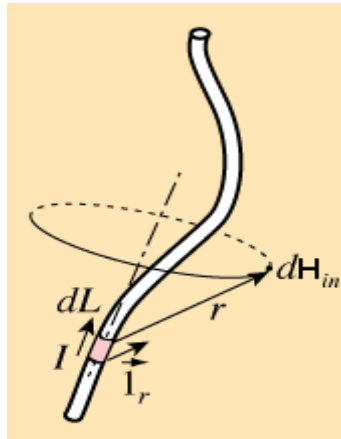
Elektrik alanı, bir gözlemciye göre duran yüklerin oluşturduğu bir alan çeşidi iken, manyetik alansa bir gözlemciye göre düzgün doğrusal(ivmesiz) hareket eden yüklerin oluşturduğu bir alandır. Akım geçiren her şey, manyetik alan oluşturduğundan

manyetik alan, günlük yaşamımızda her yerde karşımıza çıkmaktadır. Manyetik alan da elektrik alanı gibi vektörel (büyüklüğü ve yönü olan) bir niceliktir. Manyetik alan vektörü, H simgesiyle gösterilir. H manyetik alan vektörünün yönü, yüklerin hareket yönüne diktir.

Manyetik alan, bir noktada v hızıyla hareket eden bir q yükünde (F) kuvvetini oluşturan alan vektörüdür. () Manyetik alan çizgileri, elektrik alan çizgilerinin aksine bir yükte başlayıp bir yükte son bulmazlar. Tersine, alan çizgileri kendi üzerine kapanan ve akımı çevreleyen eğriler oluştururlar ve Elektrik Alan çizgilerinde olduğu gibi birbirlerini kesmezler. Manyetik alan çizgilerinin sıklığı, akım geçen telden radyal uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır (Elektrik alan çizgilerinde olduğu gibi).

Biot-Savart Yasası

Üzerinden akım geçen, herhangi bir biçime sahip iletken bir tel tarafından bir P noktasında üretilen manyetik alan şiddeti H iletkeni oluşturan her bir parçanın P noktasında oluşturacakları alanların üst üste gelmeleri (süperpozisyonu) olarak ele alınabilir. Üzerinden I akımı geçen dl uzunluklu iletken parçanın P noktasında ürettiği manyetik alan dH olsun, bu alan dL ve P ' nin tanımladığı düzlemin normaline diktir.



Şekil 2.4. İletken telin manyetik alanı

Kaynak: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/biosav.html>

Biot-Savart yasasına göre dH alanı:

$$\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl \times \vec{r}}{r^3} \quad (2.5)$$

Burada $\vec{r}$ ile P noktasını birleştiren doğru üzerindeki birim vektördür. Bütün olarak H Alan şiddetini elde etmek için (2.5) denkleminin iletken tel boyunca integrali alınır.

$$\vec{H} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \quad (2.6)$$

Manyetik Alan şiddeti H alanı üreten I akımı ile tanımlanır. Alanın etkisi alanın içinde bulunan maddenin (akım taşıyıcı teller) doğasına da bağlıdır. Manyetik Akı Yoğunluğu B, içinden I akımı geçen ve kuvvet çizgilerine dik olan s uzunluklu düzgün bir iletkene etki eden F kuvveti ile tanımlanır.

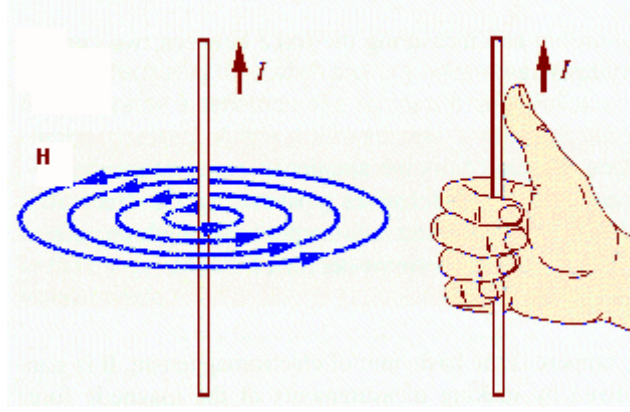
$$F = B \cdot s \quad (2.7)$$

Manyetik Akı Yoğunluğu B ile Manyetik Alan şiddeti H arasında ise

$$B = \mu_0 H \quad (2.8)$$

Havanın boşluğa göre bağıl manyetik geçirgenlik sabiti $\mu_r = 1,00000004$ olup denklemdaki μ_0 çarpanı ihmal edilebilir.

Manyetik Alan vektörünün yönünü bulmak için sağ el kuralı kullanılabilir. Sağ el baş parmağı, akım yönünde tutulup diğer parmaklar tel etrafına dolanarak manyetik alan vektörünün yönü bulunur.



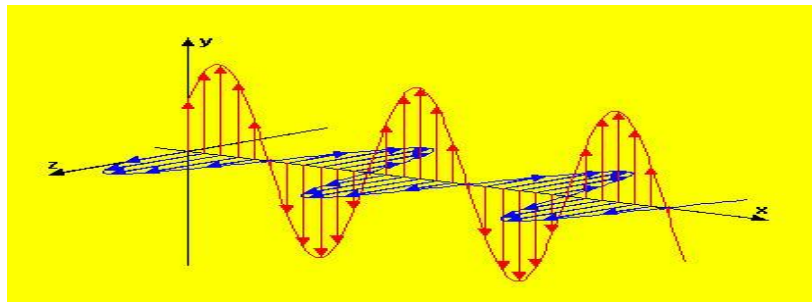
Şekil 2.5. Manyetik Alan vektörünün yönünün bulunması

Kaynak: <http://electron9.phys.utk.edu/phys136d/modules/m7/Ampere.htm>

2.1.3. Elektromanyetik Alan

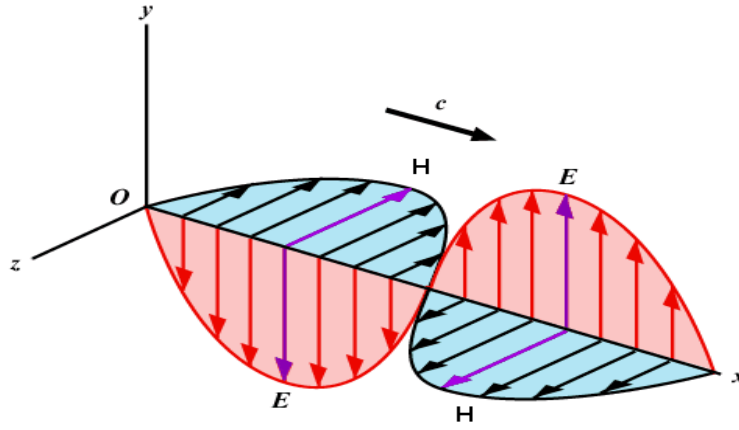
EM dalgalar zamanla değişim gösteren bir akım kaynağı tarafından yaratıldığında kaynağın çevresine belli bir hızda yayılır. Dalga yayılımı olarak adlandırılan bu olay sistemlerin temas etmeden de birbirleri ile etkileşimini sağlar. Boşlukta ışık hızı ($c=3.10^8$ m/s) ile ilerleyen bir dalganın değişim yapısı ilerlediği yönde belirli aralıklar ile kendisini tekrar eder. Bu tekrarlama uzaklığı EM dalganın dalga boyu (λ) olarak adlandırılır. Boşluk için dalga frekansı ile $c=f \times \lambda$ bağıntısı ile birbirlerine bağlıdır.

Elektromanyetik dalganın titreşim yönü ve ilerleme yönü Şekil-2.6 ve Şekil-2.7' de gösterilmektedir. EM Dalganın ilerleme yönü titreşim yönüne diktir. Polarizasyon yönü titreşim yönü olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2.6. Elektromanyetik Işıma

Kaynak: <http://techcenter.jefferson.kctcs.edu/RS/topics/properties/Pages/ELectromagneticWaves.aspx>



Şekil 2.7.Elektrik alan ve Manyetik alan vektörleri birbirlerine 90 derece açıyla ilerlemektedir.

Kaynak: <http://www.vrarchitect.net/anu/cg/GlobalIllumination/fresnelReflection.en.html>

EM dalgalar karmaşık yapılardan yayılsalar bile kaynaklarından uzaklaştıkça küresel ve düzlemsel dalgalara dönüşürler. Elektrik ve manyetik alanlar birbirlerine ortam parametreleri ile tanımlı dalga empedansı (Z) ile bağlanır. Bu değer kaynaktan yeterince uzakta $Z_0 = E/H = 377 \, \Omega$ olup, boşluk dalga empedansı adını alır. Karmaşık yapılardan yayılmalarına karşın EM dalgalar kaynaklarını saran bir küre üzerinde her yöne, kaynağın yapısına bağlı olarak, değişik şiddetlerde yayılırlar. Enerjilerini kaynaktan uzaklaştıkça daha geniş bir yüzeye yayarak etkilerini azaltırlar. Etkilerinin bu azalması küresel dalga zayıflaması olarak adlandırılır. R yarıçaplı bir kürenin yüzey alanı ($4 \pi R^2$) olduğuna göre zayıflama mesafenin karesi ile azalır. Bu nedenle EM etkilerden korunmanın en basit ve etkili yolu kaynak ile olan mesafeyi arttırmaktır. Zayıflamanın mertebesi mesafe ve kaynağın frekansı ile de orantılıdır.

Düzlem dalga yayılımında elektrik alanının bir noktadaki zamanla değişen davranışı polarizasyon olarak adlandırılır. Bir başka deyişle elektrik alan vektörünün zamanla çizdiği şekle dalga polarizasyonu adı verilir. Başlıca polarizasyon biçimleri lineer polarizasyon ve eliptik polarizasyondur. Lineer polarizasyonun iki özel şekli vardır; yatay ve düşey polarizasyon. Eğer elektrik alan vektörü dalga ilerlediği sürece yeryüzüne dik ise düşey polarizasyon, paralel ise yatay polarizasyon adı verilir. Örneğin televizyon ve frekans modülasyonlu (FM) dalga yayınları çoğunlukla yatay

polarizasyonlu iken genlik modülasyonlu (AM) radyo yayınları, kara-deniz uzak mesafe haberleşmeleri genelde düşey polarizasyonlu dalgalarla gerçekleşir. Eliptik polarizasyonun bir özel hali dairesel polarizasyondur.

2.1.4. Elektromanyetik Enerji

Güç, enerjinin tüketilme veya oluşturulma miktarıdır. Akım ve gerilimin çarpımıdır ve Watt (W) ile ölçülür. 1 Watt, 1 Joule/saniye (J/s)'dir. Güç yoğunluğu ise, aynı zamanda güç akısı yoğunluğu olarak anılır ve gücün belirli bir alan üzerindeki dağılımı olarak tanımlanır. Güç yoğunluğu, birim alana düşen güçtür (W/m^2). Enerji iş yapabilme gücü olup, çeşitli formlardadır. Elektrik enerjisi birimi joule (J)'dür ve mekanik enerji birimi ile aynıdır. Joule, bir Newton'luk bir kuvvetin bir metre mesafedeki etkisiyle depolanan enerji olarak tanımlanmıştır. EM enerji iletken bir ortam olmadan boşlukta kolaylıkla ilerleyebilir. EM enerji yoğunluğu için farklı eşitlikler kullanılmaktadır. E ve H alanlı herhangi bir dalga için Poynting güç yoğunluğu vektörü P ile verilir:

Bir etki olan elektromanyetik dalga, bu etkiye kaynaklık eden enerjisini elektrik ve manyetik alanı yardımı ile taşır. Elektrik alan ile manyetik alanın çarpımı güç yoğunluğu boyutundadır, P harfi (bazı kaynaklarda S harfi) ile gösterilir ve Poynting vektörü olarak da isimlendirilir. Özellikle, düzlem dalga için

$$\text{---} \quad (2.9)$$

şeklinde verilir. Poynting vektörünün yönü dalganın ilerleme yönünü (enerjisini taşıdığı yön) gösterir. Elektrik alan, manyetik alan ve Poynting vektörü aralarında sağ el kuralı ile bağlıdır (baş parmak, diğer dört parmağa dik olacak şekilde avuç açıldığında; baş parmak elektrik alanı, dört parmak yönü manyetik alanı avuç içine dik doğrultu ise dalga yayılım yönünü gösterir).

Kaynaklardan yeterince uzakta, elektrik ve manyetik alan bileşenleri birbirine, dalga yayılım yönü de her iki bileşene dik ise buna düzlem dalga yayılımı denir. Dalga

yayılım yönü vektörü ile gösterilir. Düzlem dalgalarda $E/H=Z_0 = 377 \Omega$ geçerlidir. Gerçekte üç boyutlu uzayda bir noktasal kaynaktan yayılan EM dalgalar küresel yayılırlar. Kaynaktan yeterince uzakta söz konusu küre üzerinde bir noktada küresel yayılım yüzeyi yerine düzlemsel bir yüzey kullanılabilir. Bu bir yaklaşıklık ve kaynaktan yeterince uzakta oldukça iyi sonuç verebilmektedir. Elektromanyetik dalgaların iletken cisimlere nüfuz etmedikleri kabul edilse de mükemmel olmayan iletken cisimlere bir miktar nüfuz edebilirler. EM dalgalar iletken ortam içerisinde ilerledikçe genlikleri üstel olarak azalır. Bu zayıflamanın hızı frekans ve iletkenlik ile orantılıdır. EM dalgaının genliğinin (şiddetinin) $1/e'$ ye düştüğü derinlik deri kalınlığı / cidar kalınlığı (skin depth - penetration depth) olarak adlandırılır. Cidar kalınlığı δ ile gösterilir ve ($\omega=2\pi f$ olmak üzere)

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}} \quad (2.10)$$

denklemleri ile verilir. Elektromanyetik dalgalar saçılırlar. Saçılmanın etkileri bakımından birincil ve ikincil bileşenleri söz konusudur. Birincil etkiler yansıma ve kırılmadır. İkincil etkiler ise kırınım başlığı altında toplanır. Bir düzleme belli bir açıyla gelen bir elektromanyetik dalga düzlemle aynı açıya sahip olarak yansır ve her iki ortamın parametrelerine bağlı olarak değişen bir açıyla da ikinci ortama kırılarak geçer (Snell yasası diye bilinir). Bu etkiler her iki ortamın parametreleriyle belirlenen ve yansıma ve kırılma katsayısı denen parametrelerle modellenir.

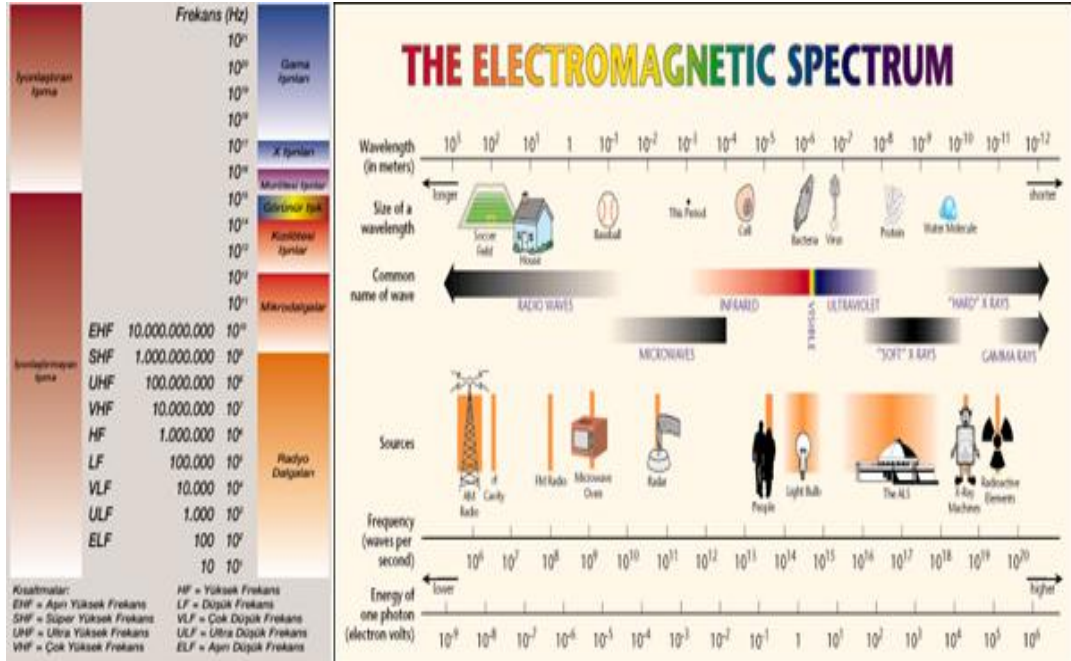
Yansıma ve kırılma, elektromanyetik dalgaının yatay ya da düşey polarizasyonlu olmasına göre oldukça değişir. Örneğin, yatay polarizasyonlu dalgaının düzleme geliş açısına göre yansıma katsayısının fazı ve genliği biraz değişirken, düşey polarizasyonlu dalgalarda aykırı durumlar oluşabilir. Düşey polarizasyonlu dalgaların hemen hiç yansımadağı geliş açısına Brewster açısı denir ve bu açılarda gelen dalga yansımaz, yüzeye kuple olup yüzeyi yalayarak ilerler. Yüzey dalgası adı verilen bu dalga değişik yapılarda elektromanyetik yayılım amaçlı olarak kullanılır. Bu durum yatay polarizasyonda söz konusu değildir. Yansıma ve kırılma dışındaki ikincil etkiler kırınım

etkileri adı altında toplanır. Ortamlardaki süreksizliklerin ayrıtlarından (kenar, köşe gibi) saçılmaları kapsar. Örneğin, metal, içi boş ve üzerinde yarık olan bir küre ya da silindirde yarıkların kenar ve köşelerinden saçılmalar olur. Bu ayrıtlara gelen dalgalar ikincil birer kaynak gibi değişik yönlerde saçılırlar. Örneğin köşeler bir noktasal kaynak gibi her yöne dalga saçarlar.

Elektromanyetik dalgalar eğrisel yüzeyleri yalayarak izleyebilir ve arkadaki gölge bölgelere ulaşabilirler. Hatta bir küreyi çepeçevre dolaşıp geriye gelebilirler. Yarık boyutları (eni ya da boyu) elektromanyetik dalga boylarında olduğunda yarıklardan içeri sızıntı olabilir. İçeri sızan elektromanyetik dalgalar içeride ardışıl yansımalarla dolaşırken bir yandan da yarıktan tekrar dışarı sürekli sızıntıya neden olabilirler. Cınlama denen bu olay özellikle EMC etkileri açısından önemli olabilmektedir.

2.2. Elektromanyetik Spektrum

Şekil 3.1 'de yer alan frekans spektrumunda, iyonlaştıran (Ionizing) ve iyonlaştırmayan (Non-Ionizing) olmak üzere enerjilerine göre, başka bir tasnifle canlılara etkilerine göre iki türlü elektromanyetik ışınım vardır.



Şekil 2.8. Frekans Spektrumu

Kaynak: <http://www.lbl.gov/MicroWorlds/ALSTool/EMSpec/EMSpec2.html>

İyonlaştırıcı (Ionizing) EM ışımlar, hücrelerdeki molekülleri bir arada tutan atomik bağları iyonlaştırmaya (yani atomlardaki pozitif (proton) ve negatif (elektron) yüklerini bir arada tutan yüksüz nötrona etki ile atomun yapısının bozulmasına) neden olacak kadar foton enerjisine sahip yüksek frekans (10¹⁴ Hz’ den yukarısı) bölgesinde olup, minimum 12 eV (elektron volt)’ tan başlayan enerji değerlerine sahiptir. Örnek olarak, Röntgen (X ışını), Gama ve Kozmik ışınlar verilebilir. Bu ışınlara fazla maruz kalmak, canlıya ait hücredeki organellerin hasara uğraması ve DNA zincirinin bozulması gibi etkilerinden dolayı tehlikelidir.

Verici Tipi	Frekans Aralığı	Güç
Radyo Vericileri (MF)	954 KHz	30.000 W
Televizyon vericileri(UHF)	300-860MHz	10.000 W
Televizyon vericileri (VHF)	30-300MHz	2.000 W
Kırsal alandaki baz istasyonları	900MHz,1800MHz, 2100MHz	40 W
Kırsal alandaki telsiz röleleri	140-180 MHz,400-480 MHz	20 W
Şehirlerdeki baz istasyonları	900MHz,1800MHz, 2100 MHz	10 W
Bina içi baz istasyonları	900MHz,1800MHz, 2100 MHz	0.5 W
Mobil telefonlar	900MHz,1800MHz, 2100 MHz	0.25 - 2 W

Tablo 2.2 Sabit telekomünikasyon Cihazları Verici Güçleri

İyonlaştırmayan (Nonionizing) ışımlar, atomik bağları kırmak için gerekli enerjiye sahip olmayan fotonların oluşturduğu EM dalgalarıdır. Bunlar; görünür ışık, kızılötesi, mor ötesi, RF(Radyo Frekans) dalgaları, mikrodalga, statik ve manyetik alanlardır. Yani frekans tayfının 1 Hz (Hertz=frekans birimi-saniyedeki dalga sayısı)’ den başlayarak yaklaşık 1000 GHz’ lik bölümüdür. Ölçülen enerji değeri ise örneğin 300 GHz de 0,00125 eV olup, iyonlaştırma yapacak seviyeye göre çok düşük değerdir.

Ancak bu alanlar, faktörlere (yani mesafe, güç ve maruz kalma zamanı vs.) bağlı olarak vücutta ısıl etkiye (ısı artışı) sebep olduğu gibi, bazı uzmanlarca biyolojik etkilere de sebep olabileceği öne sürülmektedir. Sabit telekomünikasyon cihazlarının bazılarının güç kıyaslamaları Tablo 2.2’ de verilmiştir. Kanseri etkisi ise henüz

ispatlanmamıştır. Ancak sadece Aşırı Alçak Frekans Bölgesi (ELF) olan 0-300 Hz arası elektromanyetik alan, Dünya Sağlık Örgütü tarafından Olası Kanserojen Grup-2B sınıfına dahil edilmiştir.^[1] Dünya Sağlık Örgütü'nce (WHO) “Uluslararası EMF Projesi”^[2] isimli bir çalışması halen devam etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü'ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Dairesi'nce, 24-31 Mayıs 2011 tarihinde 14 ülkeden 31 bilim adamının katılımıyla Lion' da gerçekleştirilen çalışma grubu toplantısının sonunda yapılan basın açıklamasında tüm dünyada abone sayısı 5 milyara ulaşan cep telefonlarının kanser riskini arttırabileceği be nedenle cep telefonlarının büyük olasılıkla ‘kanserojen’ olarak sınıflandırılması gerektiği bildirilmiştir. Buna göre cep telefonları tarım ilacı DDT, egzoz ve kahveyle aynı kategoriye konulacaktır. Dairenin basın açıklamasında cep telefonlarının bir tür kötü huylu beyin kanseri olan glioma riskini arttırdığı bildirilerek araştırmacıların cep telefonları ve kanser riski arasındaki bağı dikkatle izlemeleri önerilmiştir. ^[3]

2.3. Elektromanyetik Dalganın Soğurulması (SAR)

Radyo frekans (RF) ışımasına maruziyet ile ilgili endişeler yeni olmakla birlikte özellikle mobil iletişimin yaygınlaşması sonucunda RF cihazlarının güvenliğinin sağlanması için yeni standartlar ve test yöntemleri geliştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilmiştir.

Madde içerisindeki yüklü parçacıkların kinetik enerjisi uygulanan elektrik alandan maddeye enerji olarak transfer edilir. Maddeye iletilen enerjinin değişme oranı maddeye iletilen güçtür. Bu güç genellikle soğurulan güç olarak bilinir. Özgül soğurma (SA: Specific Absorbtion), hacmi (dV), yoğunluğu () olan (dm) kütlesi tarafından soğurulan (dW) enerjisinin (dm) kütlesine bölümünden elde edilir.^[4]

¹ http://www.btk.gov.tr/sas/sas_anasayfa.htm

² <http://www.who.int/peh-emf/project/en/>

³ http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

⁴ ITU-T K.52 “Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields”, Sayfa:12

$$\frac{\text{Joule}}{\text{kg}} \quad 2.11$$

Özgül soğurma oranı (SAR: Specific Absorbtion Rate), özgül soğurmanın zamana göre türevidir ve kilogram doku başına yutulan elektromanyetik gücü gösterir. SAR değeri, elektrik iletkenliğinin elektrik alanının karesiyle çarpımının yoğunluğa oranı olup soğurulan SAR değeri W/kg olarak;

$$\frac{\text{Watt}}{\text{kg}} \quad 2.12$$

$$\frac{\text{Watt}}{\text{kg}} \quad 2.13$$

$$\frac{\text{Watt}}{\text{kg}} \quad 2.14$$

$$\frac{\text{Watt}}{\text{kg}} \quad 2.15$$

E : Doku içerisindeki elektrik alan şiddeti (V/m)

σ : Dokunun iletkenliği (S/m)

ρ_m : Dokunun yoğunluğu (kg/m³)

c : Dokunun ısı kapasitesi (J/kg°C)

$\frac{dT}{dt}$: Dokudaki ısının zamana göre türevi (°C/s)

J : Dokuda indüklenen akımın yoğunluğu (A/m²)

İnsan vücudunda ısı düzenleyici (termo regülatör) işlevi yani kan dolaşımı sayesinde dokulardaki ısınma normal düzeyde kalır ancak özellikle gözler ve erkeklerde testisler RF ısınmasına karşı duyarlıdır. Biyolojik dokuda frekansın artmasıyla ısı etkisi artarken ısının nüfuz derinliği azalır.

Yapılan çalışmalar insan vücudunun 1°C sıcaklık artışını düzenleyemediğini ve bazı sorunlar yarattığını göstermiştir. İnsan vücudunda 1°C sıcaklık artışı için 1 kg doku başına 4 watt güç soğurulması gerekmektedir. Karışık ve zor bir formül olmamasına rağmen insan için bu ölçümleri yapmak kolay değildir. Ölçümlerde, laboratuvarlarda elektriksel özellikleri insana EM olarak benzeyen fantom adı verilen robotlar veya bilgisayar simülasyonları kullanılmaktadır. RF güvenliği konusundaki endişeler özellikle cep telefonlarından kaynaklı baş tarafından emilen RF' e yönelmiştir.

Exposure characteristics	Frequency range	Current density for head and trunk	Whole-body average SAR	Localized SAR (head and trunk)	
		(mA/m ²) (rms)	(W/ kg)	(W/ kg)	Localized SAR (limbs) (W/ kg)
Occupational exposure	up to 1 Hz	40	—	—	—
	1-4 Hz	40/ <i>f</i>	—	—	—
	4 Hz-1 kHz	10	—	—	—
	1-100 kHz	<i>f</i> /100	—	—	—
	100 kHz-10 MHz	<i>f</i> /100	0,4	10	20
	10 MHz- 10 GHz	—	0,4	10	20
General public exposure	up to 1 Hz	8	—	—	—
	1-4 Hz	8/ <i>f</i>	—	—	—
	4 Hz - 1 kHz	2	—	—	—
	1-100 kHz	<i>f</i> /500	—	—	—
	100 kHz-10 MHz	<i>f</i> /500	0,08	2	4
	10 MHz-10 GHz	—	0,08	2	4

Tablo 2.3. ICNIRP SAR Limit Değerleri⁵

Uluslararası iyonize olmayan ışımadan korunma komisyonu ICNIRP' nin SAR limit değerleri Tablo 2.3' de verilmiştir.

Ülkemizde, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu' nun (BTK) Teknik Düzenleme ve Standardizasyon Dairesi Başkanlığı' na bağlı Piyasa Gözetimi ve Denetimi Laboratuvarında 900 MHz ve 1800 MHz bandında çalışan GSM mobil telefonlar için baş ölçümleri yapılmaktadır. SAR ölçümleri 4m*4m*3m' lik yarı-

⁵ ICNIRP, Guidelines For Limiting Exposure To Time-Varying Electric, Magnetic, And Electromagnetic Fields (UP TO 300 GHz),2008

yansımaz odada, ikiz fantom kullanılarak yapılmaktadır. (Uygulanan standartlar: TS EN 50360, TS EN 50361 ve IEC 62209-1)

2.3.1. SAR Deneyi Aşamaları

SAR Deneyleri, 900 MHz ve 1800 MHz bandında çalışan GSM mobil telefonlara uygulanmaktadır. SAR Deneyi, Hazırlık Deneyleri ve SAR Deneyleri olmak üzere iki aşamadan oluşur.

Hazırlık Deneyleri

SAR deneylerinden önce yapılan deneylerdir. Sıvı Kalibrasyonu Deneyi, Gürültü Ölçümü ve Doğrulama Deneyinden oluşur.

Sıvı Kalibrasyonu Deneyi, 900 MHz ve 1800 MHz SAR sıvılarının standarda uygunluğu ölçülmektedir. 24 saatte bir yapılır.

Gürültü Ölçümü, tüm cihazlar bağlıken, SAR sisteminde meydana gelen gürültü değerinin ölçümü için yapılmaktadır. 12mW'ın altında olmalıdır. Aylık ölçümlerdir.

Doğrulama Deneyi, dipol anten yerleştirilerek gerçekleştirilen deney, sistemdeki cihazların doğru ve standarda uygun çalıştığını tespit etmek amacıyla yapılmaktadır. 24 saatte bir yapılır.

SAR Deneyleri

Mobil telefon, her frekans için ikiz fantomun sağ veya sol kısmına, yanak veya 15° açılı pozisyonda yerleştirilir ve her pozisyonda ayrı ayrı deneye tabi tutulur. Mobil telefon sağ-yanak, sağ-15° açılı, sol-yanak, sol-15° açılı pozisyonlarında yerleştirilir. Bu pozisyonlardan en yüksek SAR değerinin çıktığı pozisyonda üst ve alt bandlar ölçülür.

Tek SIM'li bir mobil telefon için 6 deney sonucunda bir banda ait en yüksek SAR değeri bulunur. Diğer bantlarda da yapılan ölçümler sonucu SAR değerleri kıyaslanır ve en yüksek sonuç numuneye ait SAR değeri olarak kabul edilir.

Cep telefonu SAR değerleri üreticilerin internet sayfalarından veya

-<http://www.sarshield.com/english/radiationchart.htm>

-<http://www.sarvalues.com/eu-complete.html>

-<http://www.fcc.gov/cgb/sar/>

web sitelerinden öğrenilebilir. Bazı cep telefonu modellerinin SAR değerleri EK-4' de yer alan listede verilmiştir.



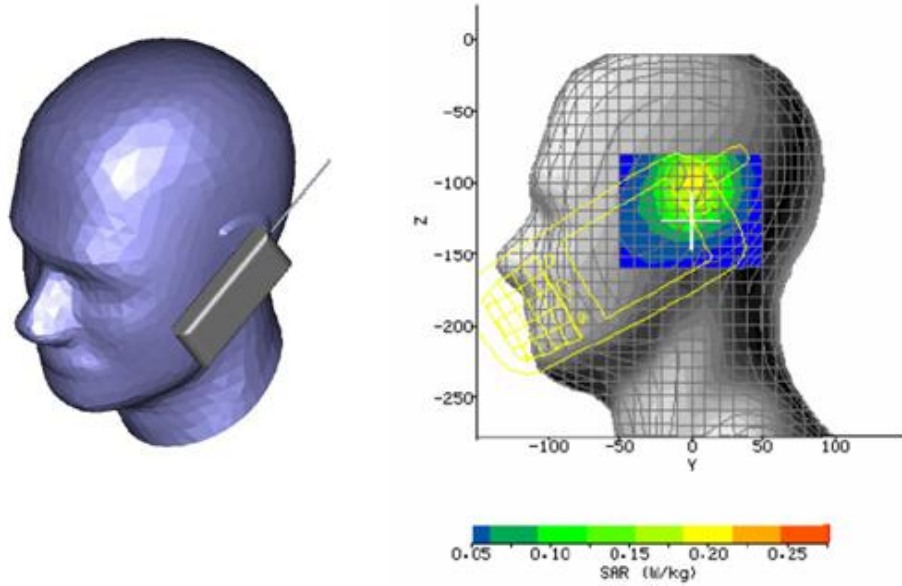
Şekil 2.9. BTK SAR Ölçüm Düzeneği

Kaynak: www.btk.gov.tr



Şekil 2.10. TUBİTAK UME SAR Ölçüm Düzeneği

Kaynak : http://www.ume.tubitak.gov.tr/lablar/menu_lablar.php?f=221



Şekil 2.11. SAR Simülasyonu

Kaynak: Honeywell, RF Exposure: SAR Standards and Test Methods, 2008

2.4. GSM ve UMTS Hücresel Haberleşme Sistemleri

2.4.1. Hücre Kavramı ve Hücre şekilleri

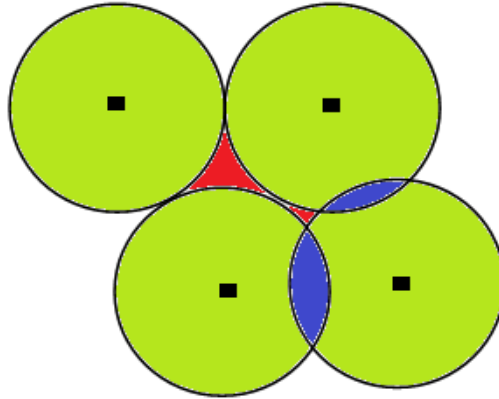
Hücre sel haberleşmede sisteme sınırlı sayıda tahsis edilen frekansların komşu olmayan hücrelerde yeniden kullanılmalarına imkân sağlanarak çok sayıda kullanıcının şebekeden yararlanmasını sağlayabilmek için geniş bir alan küçük parçalara bölünerek hücre sel bir yapı oluşturulur.

Hücre (Cell), ağı n en temel ünitesidir. Genel anlamda bir baz istasyonu (BS) tarafından kapsama alanı içine alınan ve servis verilen en küçük kara parçasına verilen addır. Bir hücre ortalama, 200 m-30 km arasında değişen çapta bir bölgeye servis alanı olarak tahsis edilebilir. Kapsama alanın büyüklüğü hücre tipine, abone yoğunluğuna ve konuşma trafiğine göre değişiklik gösterebilir. Makro, mikro ve piko olmak üzere 3 farklı hücre tipi vardır.

Hücre planlamalarında tercih edilebilecek hücre şekilleri, dairesel yapı, eşkenar yapı, kare yapı ve düzgün altıgen yapıdır.

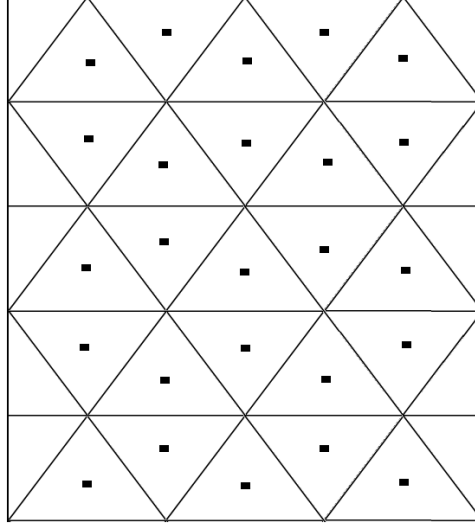
Dairesel yapı

Omni directional antenler kullanılır. Ekonomik değildir. Birkaç hücrenin ortak kapsadığı alanlar olurken hiç kapsanmayan alanlarda görülebilir.



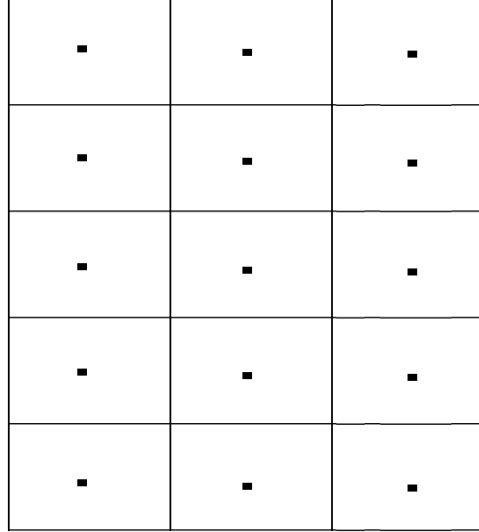
Şekil 2.12. Dairesel Yapı

Eşkenar yapı



Şekil 2.13. Eşkenar Yapı

Kare yapı



Şekil 2.14. Kare Yapı

Düzgünaltıgen yapı

Daha az istasyonla aynı büyüklükte bölgenin kapsanmasına imkân sağladığı için ‘Düzgün altıgen yapı’ tercih edilir.

2.4.2. GSM Haberleşme Sistemi

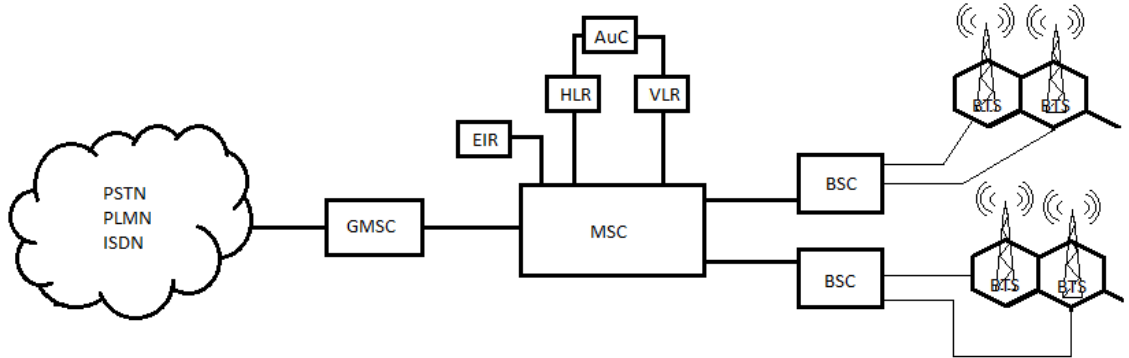
GSM haberleşme sistemi birçok bağımsız birimden oluşmaktadır. GSM ağı 3 temel parçadan oluşmaktadır:

Cep telefonu – MS (Mobile Station)

Baz istasyonu – BS (Base Station)

Santral – MSC (Mobile Services Switching Center)

Sistemde, her hücrede sabit bir Alıcı-Verici Baz İstasyonu (**BTS**), BTS’lerin bağlı bulunduğu Baz İstasyonu Kontrol Merkezi (**BSC**), BSC’lerin bağlı olduğu Mobil Anahtarlama Merkezi (**MSC**) bulunmaktadır. MSC’lerin bünyesinde HLR, VLR, AUC, EIR bulunmakta ve G-MSC’ler hücresel ağı diğer şebekelerle ara yüzünü oluşturmaktadır. (Şekil 2.15)



Şekil 2.16. GSM Ağı

PSTN	: Public Switched Telephone Network
PLMN	: Public Land Mobile Network
ISDN	: Integrated Services Digital Network
G-MSC	: Geçit Santrali (Gateway Mobile Switching Center)
MSC	: Mobil Anahtarlama Merkezi (Mobile Switching Center)
EIR	: MS Bilgileri Veritabanı (Equipment Identity Register)
HLR	: Abone Bilgileri Veri tabanı (Home Location Register)
VLR	: Ziyaretçi Abone bilgileri Veritabanı (Visitor Location Register)
AUC	: Authenticatron center: Abone Bilgileri Doğrulama Merkezi
BSC	: Base Station Controller: Baz İstasyonu Kontrol Merkezi
BTS	: Base Transceiver Station: Baz Alıcı verici İstasyonu
MS	: Mobil Station: Mobil İstasyon

GSM Sisteminin Teknik Özellikleri

GSM sisteminin önemli temel teknik özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

-Sisteme tahsis edilmiş frekans bandı:

GSM 900 : 890 – 915 MHz (Mobil üniteden baz istasyonuna)
935 – 960 MHz (Baz istasyonundan mobil üniteye)

GSM 1800 : 1710 – 1785 MHz
1805 – 1880 MHz

GSM 1900 : 1850 – 1910 MHz
1930 – 1990 MHz

- Kanal Aralığı 200 kHz’ dir.

- GSM 900 için gönderme ve alma bantları 25 MHz’ dir. Toplam radyo frekans kanal sayısı 124

- Her bir radyo frekans kanalında 8 time slot bulunmaktadır. Bu durumda toplam kanal sayısı $124 \times 8 = 992$ ’ dir.

- Çoklu erişim yöntemleri: TDMA/FDMA.

GSM Sisteminde Haberleşme

Hücreli sistemde MS ile sistem arasında haberleşmenin sağlanması için çeşitli sinyalleşmelerin yapılması gerekmektedir. Bunlar yapıldıkları duruma göre bekleme modu, çağrı kurulma modu ve aktif mod olmak üzere 3 sınıfa ayrılır:

Bekleme Modu (Idle Mode), Cihaz açıldıktan sonra arama yapılana/gelene kadar ki süreçten oluşur.

Cep telefonu açıldığında aboneye ait Uluslar arası Abone Kimlik Bilgisi (IMSI) şebekeye gönderilir. Böylece abonenin cep telefonunun kapalı durumdan açık duruma getirildiği şebekeye iletir.

VLR Abone kimlik bilgilerini kontrol eder. Abone kimlik bilgileri veritabanında kayıtlı değilse HLR' den temin eder. VLR Abone kimlik bilgilerini bekleme modu olarak günceller.

Şebeke tarafından Aboneye tanındı bilgisi gönderilir. MS kimlik bilgileri, Abone kimlik bilgileri ve konum bilgisi güncellendiğinden MS hücresel sistem tarafından tanınmış olur.

Çağrı Kurulma Modu (Call Establish/Setup Mode), Arama yapıldığı/geldiği andan çağrı kurulana kadar geçen süreçten oluşur.

Cep telefonu haberleşme için baz alıcı verici istasyonuna (BTS) talepte bulunur. BSC, MS'e sinyalleşme kanalı atar. Atanan kanal üzerinden çağrı kurmak için gerekli sinyalleşmeler yapılır. MSC, BSC' ye çağrı kanalı için gerekli trafik kanalını atamasını bildirir. BSC atanan trafik kanalını MS'e bildirir. MSC aranan numarayı PSTN/PLMN santraline bildirir.

Aktif Mod (Active Mode), Aranan abonenin cevap vermesiyle konuşmanın başladığı ve sonlandırılana kadar devam eden süreçten oluşur.

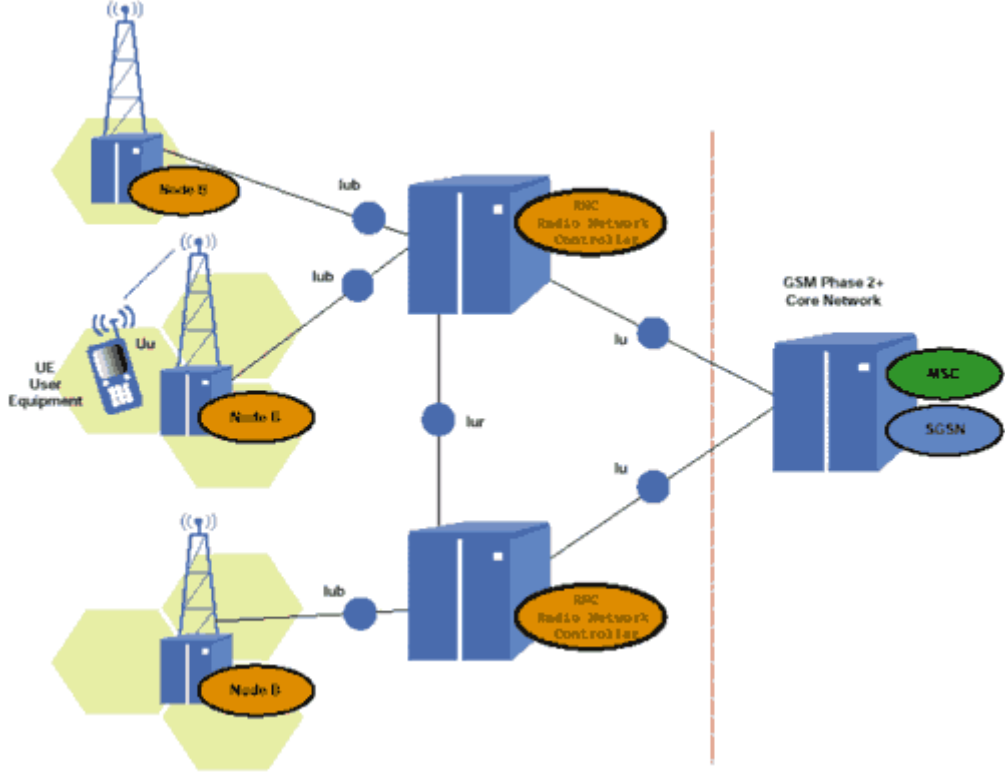
2.4.1. UMTS Haberleşme Sistemi

UMTS (3G) haberleşme sistemi, 1G ve 2G sistemlerinin sağladığı sesli iletişim hizmetlerine ek olarak veri iletimine odaklanarak, şebeke üzerinde katma değeri yüksek görüntü, veri ve yüksek hızda internet bağlantısı gibi yeni uygulama ve hizmetlerin sunulmasına olanak sağlamıştır.

Evrensel Mobil Haberleşme Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS), temel telsiz erişim tekniği olarak Geniş Bant Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) kullanan 3. Nesil Mobil Haberleşme Sistemi'ne verilen genel bir isimdir.

UMTS, geniş band çoklu ortam servislerinin kullanımına olanak sağlayan yüksek veri hızlarını desteklemektedir. Hem simetrik hem de asimetrik veri transferine imkân

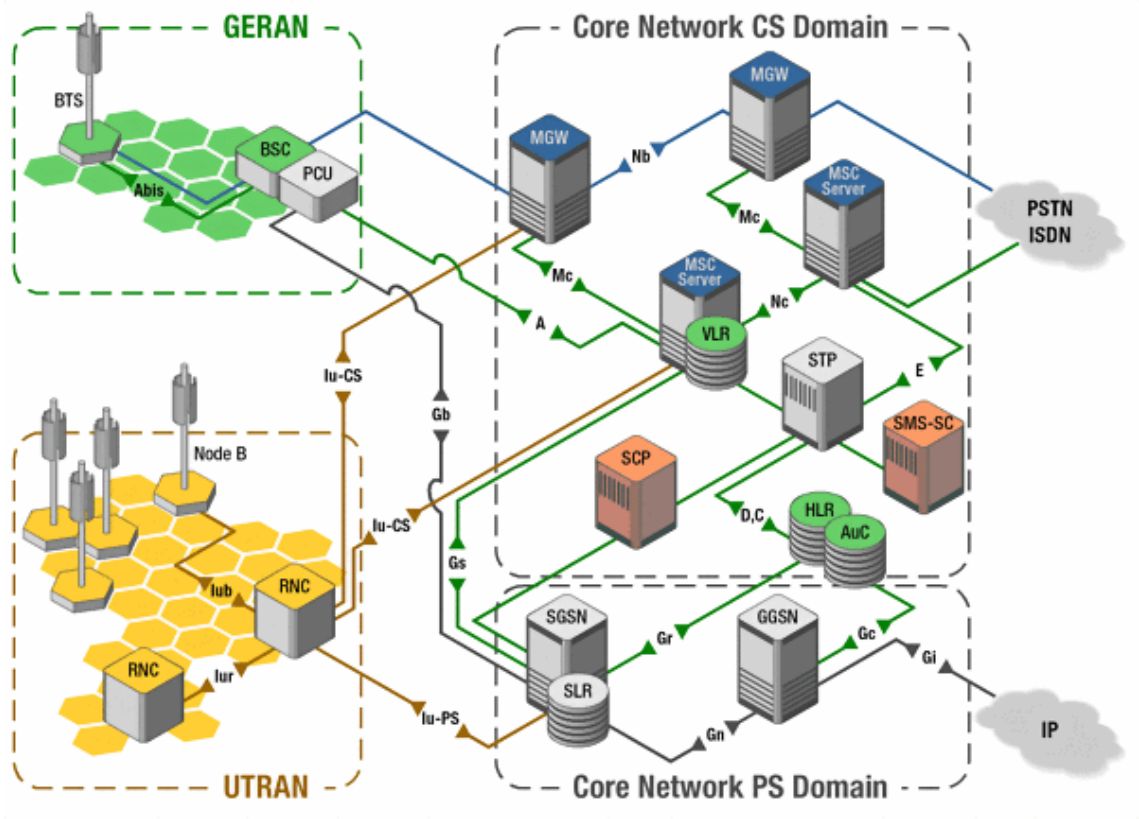
tanıyarak kaynakların verimli kullanılmasını sağlayan, devre ve paket anahtarlama servislerin aynı anda kullanımını mümkün kılan ve IP (internet protokolü) protokolünü destekleyen bir hizmettir.



Şekil 2.17. UMTS Ağı

Kaynak: <http://www.dia.unisa.it/~ads/corso-security/www/CORSO-9900/umts/iec.html>

WCDMA kullanan UMTS de geniş band radyo erişim alt sistemi UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) veya UTRA diye isimlendirilir. UTRAN, RNS' lere (Radio Network Subsystem) bölünmüştür. Bir RNS radyo fonksiyonları ve onun kontrol elemanından oluşur. RNS' ler birbirine bağlıdır.



Şekil 2.18. UMTS Ağının Birimleri

Kaynak: <http://www2.tek.com/cmswpt/psdetails.lotr?ct=PS&ci=13284&cs=psu&lc=EN>

Çekirdek ağ (CN: Core Network) anahtarlama ve abone kontrolü için gerekli ağ elemanlarını kapsar.

Registers: Abonelik ve güvenlik bilgilerinin bulunduğu ağ parçası.

UE: User Equipment

CS: Circuit Switched

PS: Packet Switched

Radio Network Subsystems : (RNSs).

Radio Network Controller : (RNC).

Controlling RNC: (CRNC)

Drifting RNC: (DRNC)

Serving RNC (SRNC) : UE ‘den UTRAN’a radyo bağlantısıdır.

UMTS’in açık arayüzleri Şekil-2.18’de gösterilmiştir. UE ve UTRAN arasında WCDMA teknolojisinin kullanıldığı Uu açık arayüzü vardır.

GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) tarafında ki açık arayüz UM (Unacknowledge Mode) ‘dir. UTRAN/GERAN ve CN arasında Iu önemli arayüzü vardır.

RNS’ lerin aralarında Iur açık arayüzü vardır. Iur, GSM ile karşılaştırıldığında önemli bir farktır. Sisteme yeni yetenekler kazandırmıştır.

UMTS Sisteminin Teknik Özellikleri

-Sisteme tahsis edilmiş frekans bandı :

Karasal Uygulamalar için: 1900 -1980 MHz

2010 -2025 MHz

2110 - 2170 MHz

Uydu hizmetleri için : 1980 - 2010 MHz

2170 -2200 MHz

-Kanal Aralığı 5 MHz’dir.

Çoklu erişim yöntemi: WCDMA (Wide band Code Division Multiple Access)

2.5. Elektromanyetik Işıma İle İlgili Limit Değerler

Sabit ve mobil telekomünikasyon cihazlarının ortama yaydıkları elektromanyetik alan (EM) ve bunların etkileri ile ilgili dünyada birçok araştırma yapılmaktadır. EM alanlara maruziyette sınır değerlerin belirlenmesi konusunda Dünya ve Avrupa ülkelerinin referans olarak aldığı kurumların başında ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection / Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi) gelmektedir. Uluslararası alanda bu kuruluşça belirlenen sınır değerler, birçok Avrupa ülkesinde ve dünyanın farklı ülkelerinde en yaygın kabul gören değerler arasındadır. ICNIRP, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından resmen tanınan bağımsız bir araştırma kuruluşudur. ICNIRP Kılavuzu'nda (ICNIRP Guidelines) yer alan çalışmalar, üniversiteler ve araştırma kuruluşları ile işbirliği yapılarak, çok sayıda mühendis, biyolog, fizikçi, epidemiyolojist ve ilgili başka bilim adamlarından oluşan bir ekip tarafından yürütülmüştür. ICNIRP tarafından belirlenen limit değerler Tablo 2.4 ' de verilmiştir.

Frequency range	E-field strength (V /m)	H-field strength (A/ m)	B-field (μT)	Equivalent plane wave power density S_{eq} (W/ m ²)
up to 1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	-
8-25 Hz	10.000	$4,0000/f$	$5000/f$	-
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	-
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,25	-
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	-
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	-
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2,000 Mhz	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,2	10

Tablo 2.4. ICNIRP Limit Değerleri

Kaynak: ICNIRP GUIDELINES, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields, 1998

Amerika Birleşik Devletleri'nde sınır değerler, FCC (Federal Communications Commission / Federal Komünikasyon Komisyonu) tarafından belirlenmekte ve bu sınır değerlerin belirlenmesinde IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers / Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) ve ANSI (American National Standards Institute / Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü), Avustralya'da ise AS/NZS (Australia Standards/New Zealand Standards) tarafından oluşturulan standart değerler temel olarak alınmaktadır.

Ülkemizde, Özel, Tüzel, Kamu Kurum ve Kuruluşlarınca kullanılan RF haberleşme servislerinin ruhsat, lisans, frekans tahsisi işlemleri Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından yürütülmektedir. BTK tarafından, Elektromanyetik alanda istem dışı ve sürekli maruz kalma durumunda; çevre ve insan sağlığı üzerinde oluşabilecek muhtemel olumsuz etkileri giderebilmek amacıyla uluslararası standartlara uygun olan elektromanyetik alan şiddeti limit değerlerinin belirlendiği “Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik”⁶ yayınlanmıştır. Yönetmelikte belirlenen Elektrik Alan Şiddeti limit değerleri Tablo 2.5’ de verilmiş olup bu değerler, Dünya da ve Avrupa ülkelerinde ki limit değerlerin 4’ te 1’i olarak belirlenmiştir.

Frekans Aralığı (MHz)	E-alan şiddeti (V/m)		H-alan şiddeti (A/m)		B-akı yoğunluğu (μT)		Eş düzlem dalga güç yoğunluğu (W/m ²)	
	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamanın toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamanın toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamanın toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamanın toplam limit değeri
0.010 - 0.15	22	87	1.3	5	1.5	6.25	-	-
0.15 - 1	22	87	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
01-10	22/f ^{1/2}	87/f ^{1/2}	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
10 - 400	7	28	0.02	0.073	0.023	0.092	0.5	2
400 - 2000	0,341.f ^{1/2}	1.375f ^{1/2}	0.0009f ^{1/2}	0.0037f ^{1/2}	0.001f ^{1/2}	0.0046f ^{1/2}	f/800	f/200
2000- 60000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.2	2.5	10

Tablo 2.5. Ülkemizdeki Limit Değerler

⁶ 21.04.2011 tarih ve 27912 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan Yönetmelik

3. MATERYAL VE METOD

Çalışmada, telekomünikasyon cihazlarından kaynaklı elektromanyetik alan şiddetinin belirlenmesine yönelik olarak;

BTK tarafından 21 Nisan 2001 tarih ve 27912 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde ölçüm yöntemleri aktarılmış,

Ülkemizde yürürlükteki mevzuat çerçevesinde BTK tarafından yapılması zorunlu ölçümlere ilave olarak özellikle birden fazla istasyonun aynı konumda bulunduğu mekanlarda çevredeki abone ve konuşma trafiği yoğunluğuna bağlı olarak günlük elektrik alan şiddeti değişimini tespit edebilmek için Samsun il merkezinde belirli konumlarda 24 saatlik ölçümler yapılmış,

İstasyonların bulunduğu mekanlara ilave olarak bu cihazlardan kaynaklı elektromanyetik alan şiddetinin şehir merkezinde cadde ve sokaklarda ki etkisini tespit edebilmek için 16.03.2011 tarihinde Canik, 31.03.2011 tarihinde İlkadım ve 01.04.2011 tarihinde Atakum ilçe merkezlerinde 100 kHz – 3 GHz frekans bandındaki ortamın elektrik alan şiddeti değeri (V/m) ve 30 MHz – 3 GHz frekans bandında 17 farklı banddaki elektrik alan şiddeti değerleri (V/m) konuma bağlı ölçülmüştür.

Ayrıca, Üniversite öğrencilerinin cep telefonu kullanım alışkanlıkları hakkında bilgi edinebilmek amacıyla EK-3’ de yer alan anket hazırlanarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi, Osmangazi Üniversitesi ve Ordu Üniversitesi öğrencilerinin katılımıyla bir anket yapılarak sonuçları değerlendirilmiştir.

3.1. Ölçümlerde Kullanılan Cihazlar

3.1.1. EMR 300 Geniş Band Elektromanyetik Alan Şiddeti Ölçüm Cihazı

Geniş Bandda (100 kHz- 3 GHz), Elektromanyetik Alan şiddeti ölçümlerinde kullanılan cihazın topladığı veriler RS232 bağlantısı ile *.csv uzantılı dosya olarak bilgisayara kaydedilmektedir. Cihazın teknik özellikleri:

Ekran tipi: LCD

Ölçülen Birimler: V/m, A/m, mW/cm², W/m²

Sonuç Görünümü: Anlık, ortalama veya maksimum değerler

Frekans Aralığı: 100 kHz – 3 GHz (Tip 8 Elektrik Alan Probu)



Şekil 3.1. EMR 300 ve RS232 ile bilgisayar bağlantısı

3.1.2. SRM 3006 Selektif Elektromanyetik Alan Şiddeti Ölçüm Cihazı

30 MHz ile 3GHz frekans aralığında ortamın toplam bileşke elektrik alanını ve frekansa bağlı selektif ölçüm yapabilen cihazın topladığı veriler usb bağlantısı ile *.csv uzantılı dosya olarak bilgisayara kaydedilmektedir. Cihazın teknik özellikleri:

Ekran tipi: LCD

Ölçülen Birimler: V/m, A/m, W/m², mW/cm², dBV/m, dBmV/m, dBA/m, dBμV/m

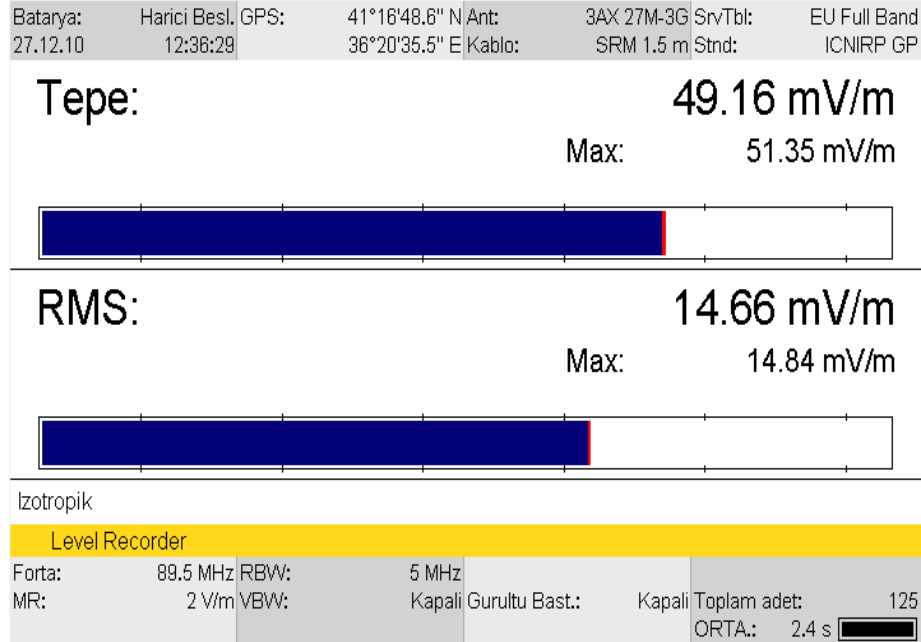
Sonuç Görünümü: Anlık, ortalama veya maksimum değerler

Frekans Aralığı: 27 MHz – 3 GHz (3501/03 Elektrik Alan Probu)



Batarya:	Harici Besl.	GPS:	41°16'48.7" N	Ant:	3AX 27M-3G	SrvTbtl:	EU Full Band
27.12.10	12:37:10		36°20'35.3" E	Kablo:	SRM 1.5 m	Stnd:	ICNIRP GP
Tablo Görünüm: Detaylı ▶ ▼							
End.	Servis	Falt	Fust	Max			
1	TV Band I	47.000 000 MHz	68.000 000 MHz	33,51 mV/m			
2	FM-Radio	87,500 000 MHz	108.000 000 MHz	34,81 mV/m			
3	Mid Wave	137.000 000 MHz	165.000 000 MHz	16,74 mV/m			
4	Paging	165.000 000 MHz	174.000 000 MHz	9,464 mV/m			
5	BandIII (DVB-T)	174.000 000 MHz	230.000 000 MHz	19,73 mV/m			
6	Trains	467,450 000 MHz	468,300 000 MHz	1,482 mV/m			
7	BandIV (DVB-T)	470.000 000 MHz	790.000 000 MHz	27,70 mV/m			
8	BandV (DAB)	790.000 000 MHz	862.000 000 MHz	12,09 mV/m			
9	GSM-R	876.000 000 MHz	880.000 000 MHz	2,666 mV/m			
10	GSM 900	890.000 000 MHz	960.000 000 MHz	28,34 mV/m			
Toplam adet:				83,43 mV/m			
Izotropik							
Safety Evaluation							
MR:	2 V/m	RBW:	200 kHz(Otom.)	Sweep Sure:	4,993 s	İllerleme:	
				Gurultu Bast.:	Kapalı	Toplam adet:	2
						ORTA:	6 min

Şekil 3.2. SRM 3006 Cihazı ve Toplam Bileşke Alan Ölçümü



Şekil 3.3. SRM 3006 ile Selektif Elektrik Alan Ölçümü

3.1.3. HP 3594 E Spektrum Analizör Cihazı

9 kHz ile 2.9 GHz frekans bandında frekansa bağlı selektif ölçümler amacıyla kullanılan spektrum analizörün teknik özellikleri:

Cihazın Frekans Aralığı: 9 kHz – 2,9 GHz

Resolution Bandwidth: 1 kHz- 3 MHz

Ölçülen Birimler: dBm, dBmV, dBμV, V, W



Şekil 3.4. HP 8594E Spektrum Analizör

Spektrum Analizör ile yapılan ölçümlerde, AH System tarafından üretilen 190 MHz - 2 GHz frekans bandında ölçüm yapabilen log-per anten kullanılmış olup antenin teknik özellikleri:

Antenin Frekans Aralığı	: 190 MHz - 2000 MHz
Empedans	: 50 W
Maksimum Işıma Alan Şiddeti	: 100 V/m
Konnektör	: N-Type, female

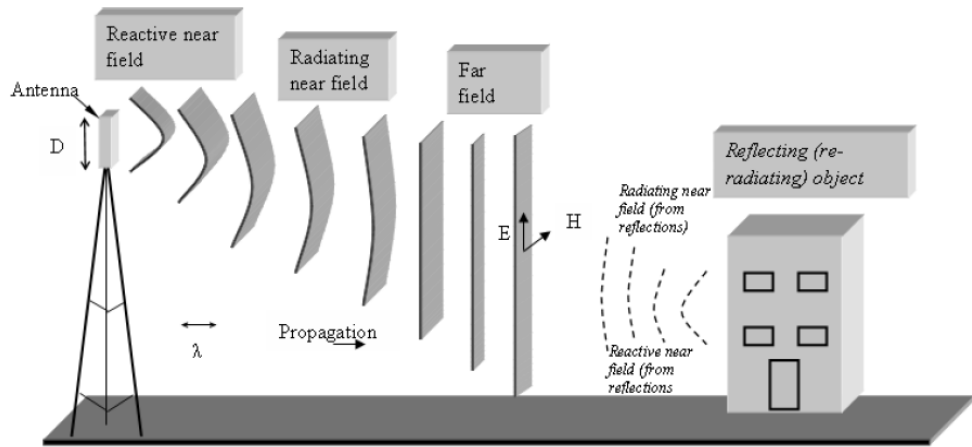


Şekil 3.5. AH Systems SAS 512F2 Log-per anten

3.2. Mevcut Düzenlemeler Çerçevesinde Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklı Elektromanyetik Alan Şiddeti Ölçümleri

Mevcut Düzenlemeler çerçevesinde ölçümler; temel olarak elektromanyetik alan şiddeti veya güç akı yoğunluğu ölçümlerinden ibarettir. Ölçümler geniş bantlı cihaz ile yapıldığında, yakın alanda (Şekil 3.6) elektrik alan ve manyetik alan karmaşık bir yapı gösterdiğinden, elektrik alan ve/veya manyetik alan problemleri ayrı ayrı kullanılarak ölçüm yapılmakta, uzak alanda ise ölçümler sadece elektrik alan probu kullanılarak yapılmaktadır.

$$2D^2/\lambda = \text{Yakın Alan} \quad (D: \text{Antenin Boyu} - \lambda: \text{Dalga Boyu}) \quad (3.1)$$



Şekil 3.6. Uzak Alan- Yakın Alan

Kaynak : <http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>

3.2.1. Geniş Band EMR Ölçüm Cihazı Kullanılarak Yapılan Ölçümler

Bir noktada birden fazla verici bulunması halinde, geniş bantta ölçüm yapan bir cihaz ile ortamda bulunan bütün elektrik alan şiddetinin etkin değeri ölçülmektedir. Ölçümde, ölçüm yapılacak noktanın mümkün olduğu kadar anten hüzmelerini tam karşıdan görebilecek bir yer olmasına dikkat edilmelidir. Geniş bantlı ölçüm cihazı problemleri üç boyutta (x-y-z) ölçüm yapabilme yeteneğine sahip olduklarından tek bir noktada yapılan ölçümde elektrik alan şiddetinin üç bileşeni ölçülmüş olmaktadır.



Şekil 3.7. Geniş Band EMR Ölçüm Cihazları

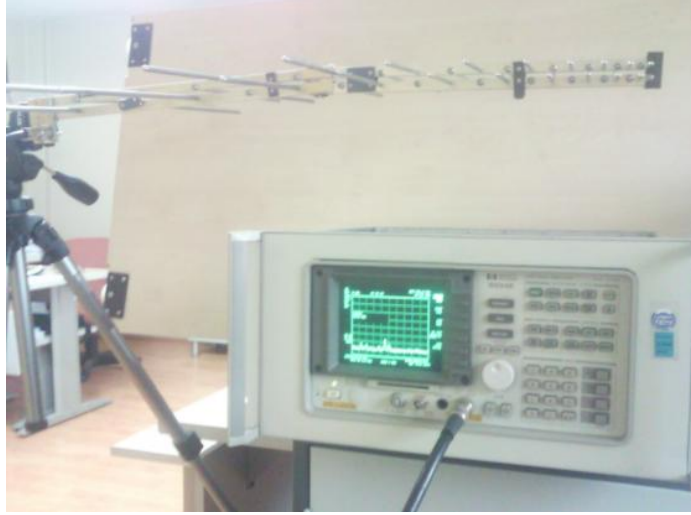
Elektromanyetik alan şiddetinin tek bir cihaz için belirlenen limitten fazla çıkması durumunda ortamdaki bütün vericilerin ayrı ayrı elektrik alan şiddetinin tespiti için, spektrum analizör ve yönlü anten kullanılması gerekmektedir.

3.2.2. Spektrum Analizör Cihazı Kullanılarak Yapılan Ölçümler

Spektrum analizör ile yapılan ölçümlerde, yönlü anten(log-per) kullanılması durumunda, düşey ve yatay polarizasyon etkileri de hesaba katılarak ölçüm yapılacak noktada x-y-z yönlerinde ayrı ayrı ölçümler yapılması gerekmektedir.

Spektrum analizör band genişliği içine düşen güç değerini verdiğinden ölçümü yapılan sabit telekomünikasyon cihazının band genişliğini bilmek son derece

önemlidir. Bu nedenle, spektrum analizörde Resolution Band Width (RBW) doğru seçilmesi gerekmektedir. Örneğin radyo vericileri ve GSM sistemleri 200 kHz' lik band içinde yayın yapmaktadır.



Şekil 3.8. HP 8594E Spektrum Analizör ile Selektif Ölçüm

Spektrum analizörde ölçülen güç değeri dBm cinsinden ifade edildiğinden havadaki elektrik alan şiddet değerini bulabilmek için kullanılan antenin anten kazancı G veya anten faktörünü k'nın hesaba katılması gerekmektedir. Spektrum analizörde okunan dBm değerinden Eşitlik 3.2 dönüşümü kullanılarak V(dBμV) değeri hesap edilir.

Düşey polarizasyon için x-y-z yönlerinde ayrı ayrı ölçümler yapılarak voltajlar dBm cinsinden bulunur. Bulunan bu değerler Eşitlik 3.2 kullanılarak dBμV' a dönüştürülür.

$$V(\text{dB}\mu\text{V}) = \text{dBm} + 107 \quad (3.2)$$

Hesaplanan bu değerler anten faktörü k ile beraber Eşitlik 3.3 kullanılarak düşey polarizasyonda Ex, Ey ve Ez hesaplanır.

$$E_x(\text{dB}\mu\text{V/m})=V(\text{dB}\mu\text{V})+k(\text{dB(1/m)}) \quad (3.3)$$

Eşitlik 3.4 kullanılarak E_x , E_y ve E_z ' nin karelerinin toplamının karekökleri alınarak düşey polarizasyon için toplam etkin elektrik alan değeri hesaplanır. (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11)

$$E_{\text{düşey(etkin)}}=\sqrt{(E_x^2 + E_y^2 + E_z^2)} \quad (3.4)$$



Şekil 3.9. Düşey Polarizasyon Ölçümleri x eksen



Şekil 3.10.Düşey Polarizasyon Ölçümleri y eksen



Şekil 3.11. Düşey Polarizasyon Ölçümleri z eksenini

Aynı işlemler yatay polarizasyon için de tekrarlanır ve Eşitlik 3.5 kullanılarak yatay polarizasyon için toplam etkin elektrik alan değeri bulunur.(Şekil 3.12, Şekil 3.13, Şekil 3.14)

$$E_{\text{yatay(etkin)}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (3.5)$$



Şekil 3.12. Yatay Polarizasyon Ölçümleri x eksenini



Şekil 3.13. Yatay Polarizasyon Ölçümleri y eksenini



Şekil 3.14. Yatay Polarizasyon Ölçümleri z eksenini

Eşitlik 3.4 ve Eşitlik 3.5’ de yatay ve düşey polarizasyon için bulunan etkin elektrik alan şiddeti değerleri Eşitlik 3.6 kullanılarak Toplam Elektrik Alan Şiddeti Etkin Değeri hesap edilir.

$$E(\text{etkin}) = (E_{düş}^2 + E_{yat}^2)^{1/2} \quad (3.6)$$

Anten Faktörünün (k) Bulunması:

Yatay ve düşey polarizasyonlarda x-y-z yönlerinde elektrik alanının etkin değerini Eşitlik (3.3), (3.4) ve (3.5)'i kullanarak hesaplarken anten faktörünün bilinmesi gerekmektedir. Anten faktörü hesaplanırken aşağıdaki yol izlenir:

Ölçüm yapılan frekans MHz cinsinden olmak üzere Eşitlik 3.7 kullanılarak dalga boyu bulunur.

(3.7)

Anten kazanç tablosundan kullanılan antenin ölçüm yapılan frekansta kazancının nümerik değeri (G) bulunur. Bu kazanç değeri, Eşitlik 3.7'de hesaplanan dalga boyu (λ) ile birlikte Eşitlik 3.8' de kullanılarak anten faktörü 1/m cinsinden bulunur.

$$\frac{G}{\lambda^2}$$

(3.8)

Bulunan bu anten faktörü Eşitlik 3.9 kullanılarak dB(1/m) ' e çevirilir ve Eşitlik 3.3, 3.4, 3.5' de kullanılır.

(3.9)

İkinci bir yol olarak Eşitlik 3.7, 3.8, 3.9 kullanılmaksızın (g) anten kazancının logaritmik değerini ve (f) frekansı Eşitlik 3.10 kullanılarak anten faktörü hesap edilebilir.

$$k(\text{dB}(1/\text{m})) = -29.77 - g + 20 \log(f(\text{MHz})) \quad (3.10)$$

Üçüncü bir yol olarak eğer elimizde kullandığımız antenin frekansa bağlı anten faktörü grafiği (EK-1) veya sayısal veri tablosu (EK-2) varsa ölçüm yaptığımız frekansa karşılık gelen anten faktörünü okuyarak direkt olarak bulabiliriz. Tüm bu ölçümlerde dikkat edilecek diğer önemli bir nokta geniş band ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerde olduğu gibi, ölçümlerin hem BTK tarafından yayınlanan Yönetmelik, hem de Avrupa Birliği' nin düzenlemelerinde⁷ yer alan 6 dakikalık ortalama alınarak yapılması gerekmektedir.

Farklı frekans bandlarında çalışan Radyo/Tv vericileri, UMTS/GSM baz istasyonları ve telsiz rölelerinin bulunduğu emisyon noktalarında her bir frekans değeri için belirlenen limit değerler dikkate alınarak ayrı ayrı etkilerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu kaynakların insan vücudunda ısısal ve elektriksel uyarım etkileri dikkate alınarak değerlendirilmeler yapıldığında bunlarla ilgili olarak ICNIRP⁸ ve Avrupa Birliği'nin düzenlemelerinde iki kriter belirlenmiştir:

-Çoklu frekans kaynaklarından kaynaklanan maruziyetin hesaplanmasında 10 MHz' e kadar indüklenen akım yoğunluğu ve elektriksel uyarı etkileri için Eşitlik 3.11 kullanılır:

— —

E_i : i frekansındaki Elektrik Alan Şiddeti (V/m)

$E_{L,i}$: Tablo 2.4' de ki ICNIRP Elektrik Alan Şiddeti (V/m) Limit Değerleri

a : 87 V/m

⁷ 30.07. 1999 tarihli AB Resmi Gazetesi “ Official Journal of the European Communities- (1999/519/EC)”

⁸ ICNIRP GUIDELINES, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields, 1998

-100 kHz’ in üzerindeki termal etkilerin hesaplanması için Eşitlik 3.12 kullanılır:

— —

E_i : i frekansındaki Elektrik Alan Şiddeti (V/m)

$E_{L,i}$: Tablo 2.4’ de ki ICNIRP Elektrik Alan Şiddeti (V/m) Limit Değerleri

f : Çalışma frekansı (MHz)

c : 87/ V/m

3.3. 24 Saat Süreli Elektromanyetik Alan Ölçümleri Ölçüm Düzeneği

3.3.1. Ölçüm Düzeneği

Ölçümlerde, EMR 300 “Geniş Bandlı Elektromanyetik Alan şiddeti ölçüm cihazı”, kullanılmış ve cihazdan her 2 sn de bir alınan veriler RS232 üzerinden Bilgisayara aktarılmıştır. Ölçüm düzeneği Şekil 3.15’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.15. EMR 300 24 saat Ölçüm Düzeneği

3.4. Elektromanyetik Alan Saha Ölçümleri

3.4.1. EMR 300 Ölçüm Düzeneği

Örnekleme alınan noktalardaki, toplam Elektrik Alan değerlerinin elde edilebilmesi için, EMR 300 “Geniş Bandlı Elektromanyetik Alan şiddeti ölçüm cihazı”, coğrafi koordinatları belirleyerek verileri sayısal haritaya aktarabilmek için “GPS cihazı” kullanılmaktadır. EMR cihazından 2 sn, GPS cihazından 1 sn aralıklarla veriler okunmuştur. Ölçüm cihazlarının Bilgisayarla haberleşmesi RS232 üzerinden yapılmakta olup ölçüm düzeneği Şekil 3.16’ da, GPS veri ekranı Şekil 3.17’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.16. EMR 300 Saha Ölçüm Düzeneği

GPS Veri Okuma						
Bağlantı Yapılandırma						
COM	Baud	Parite	Data Bit	Stop Bit	Okuma Sıklığı	Yazma Sıklığı
1	4800	N	8	1	1000	1
Başlat						
GPS Verisi						
Lokal Sistem Zamanı						
Uydu Zamanı						
Enlem						
Boylam						
Yön						
Hız						
Programı Kapat						

Şekil 3.17. GPS verileri ve ekranı

3.4.2. SRM 3006 Ölçüm Düzeneği

Örnekleme alınan noktalardaki, 30 MHz – 3 GHz frekans band aralığında yer alan ve Tablo 3.1’ de verilen 17 farklı bandaki, Elektrik Alan değerlerinin elde edilebilmesi için SRM 3006 “Elektromanyetik Alan şiddeti ölçüm cihazı” kullanılmıştır. Elde edilen elektrik alan (V/m) ve coğrafi koordinat değerleri usb bağlantı ile bilgisayara aktarılmıştır. Ölçüm düzeneği Şekil 3.18’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.18. SRM 3006 ile Ölçüm Düzeneği

Service Table			
Lower Frequency	Upper Frequency	Name	RBW
30 MHz	87.4 MHz	ALTBANT	200 kHz
87.5 MHz	108 MHz	FMBANT	200 kHz
108.1 MHz	136 MHz	HAVABANT	200 kHz
136.1 MHz	173 MHz	KARABANT1	200 kHz
173.1 MHz	230 MHz	TVVHFBANT	5 MHz
230.1MHz	400 MHz	KARABANT2	200 kHz
400.1 MHz	470 MHz	KARABANT3	200 kHz
470.1 MHz	861MHz	TVUHFANT	5 MHz
861.1MHz	889.9 MHz	ETC1	200 kHz
890 MHz	960 MHz	GSM900	10 MHz
960.1 MHz	1.7 GHz	ETC2	500 kHz
1.701GHz	1.88 GHz	GSM 1800	20 MHz
1.881GHz	1.899 GHz	DECT	3 MHz
1.9 GHz	2.17 GHz	UMTS2100	20 MHz
2.171 GHz	2.399 GHz	ETC4	5 MHz
2.400 GHz	2.483 GHz	WLAN	20 MHz
2.484 GHz	3.000 GHz	ETC5	20 MHz

Tablo 3.1. Ölçüm yapılan frekans bantları

4. BULGULAR

4.1. 24 Saat Süreli Elektromanyetik Alan Ölçümleri

24 saat süreli elektromanyetik alan ölçümleri, özellikle hücresel sistemlerde gün boyunca değişen abone yoğunluğu dikkate alınarak birden fazla sabit telekomünikasyon cihazının aynı mahalde bulunduğu alanlarda elektromanyetik alan şiddeti değişiminin gözlemlenmesi esasına dayanmaktadır. Ölçümlerde, Elektrik Alan değerlerinin elde edilebilmesi için, “Geniş Bandlı Elektromanyetik Alan şiddeti ölçüm cihazı olarak EMR 300 cihazı kullanılmıştır.

Samsun il merkezinde yukarıda belirtilen özelliklere sahip istasyon mahallerinde Şekil 3.15’de verilen ölçüm düzeneği ile yapılan ölçümlere ait sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

4.1.1. Ölçüm Yapılan Noktalar ve Elde Edilen Sonuçlar

Samsun Cumhuriyet Meydanı 24 saat EMR ölçüm sonuçları

Ölçüm cihazının kurulu bulunduğu adres: Amisos Otel Roof

Koordinat: 41 17 20.53 N-36 20 08.27 E

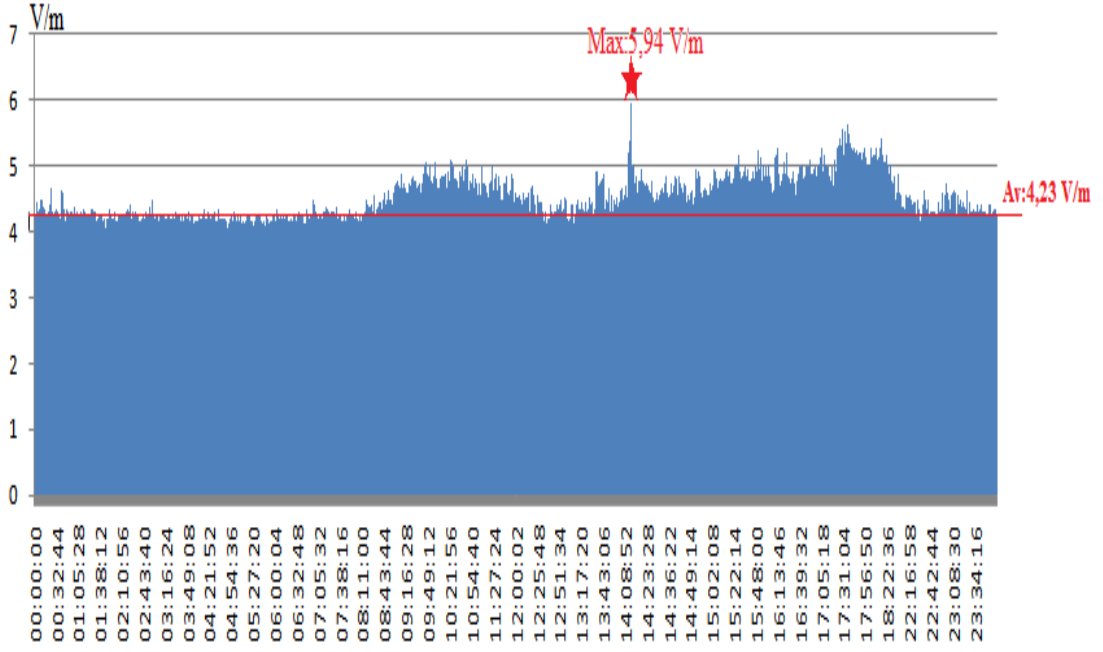
Ölçüm tarihi:21 Ekim 2010

İŞLETMECİ	SİSTEM TÜRÜ	ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN İSTASYONLARA OLAN UZAKLIĞI(metre)
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	UMTS	23
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM	23
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	UMTS	66
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	66

Tablo 4.1. 100 metre yarıçaplı sabit telekomünikasyon cihazları



Şekil 4.1. İstasyonların ölçüm noktasından genel görünümü



Şekil 4.2. Ölçüm Sonuçları Grafiği

Samsun İstiklal Cad. Tülay Başaran İlköğretim Okulu 24 saat EMR ölçüm sonuçları

Ölçüm cihazının kurulu bulunduğu adres: Tülay Başaran İlköğretim Okulu

Koordinat: 41 17 24.09 N-36 19 54.08 E

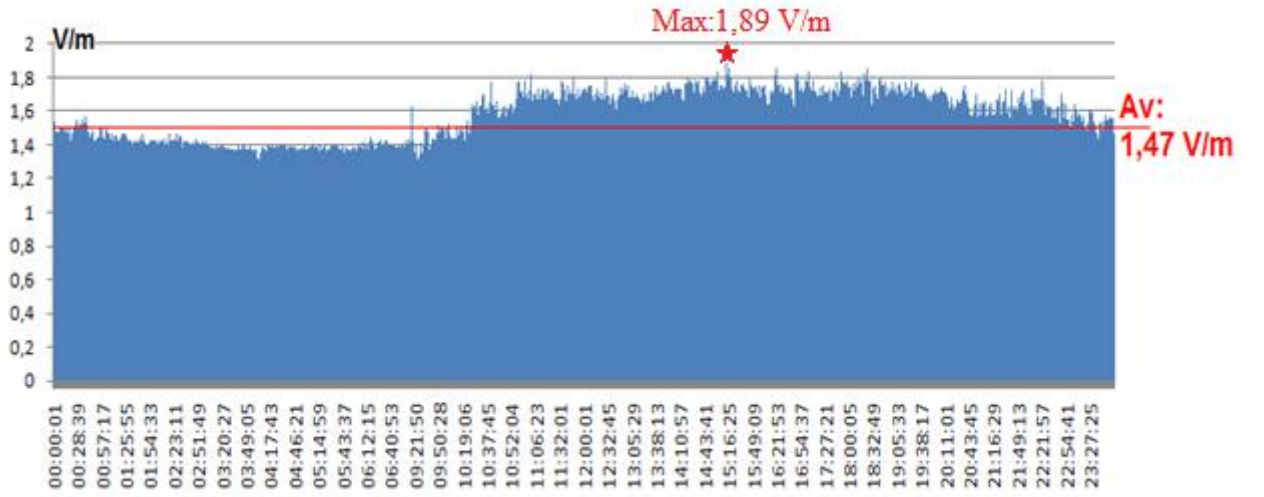
Ölçüm tarihi:28 Ekim 2010

İŞLETMECİ	SİSTEM TÜRÜ	ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN İSTASYONLARA OLAN UZAKLIĞI(metre)
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM	47
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	UMTS REP	76
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM REP	76
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	77
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	98
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM	98
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	UMTS	98
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	UMTS	98

Tablo 4.2. Tablo 3.1. 100 metre yarıçaplı sabit telekomünikasyon cihazları



Şekil 4.3. İstasyonların ölçüm noktasından genel görünümü



Şekil 4.4. Ölçüm Sonuçları Grafiği

Samsun İstiklal Cad. Çiftlik Karakolu 24 saat EMR ölçüm sonuçları:

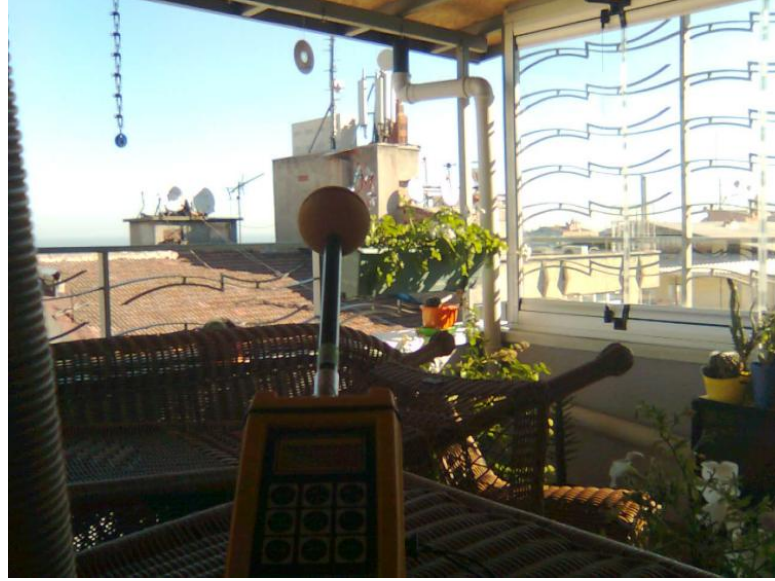
Ölçüm cihazının kurulu bulunduğu adres: İstiklal Cad. Çiftlik Karakolu Yanı

Koordinat: 41 17 00.89 N-36 20 11.23 E

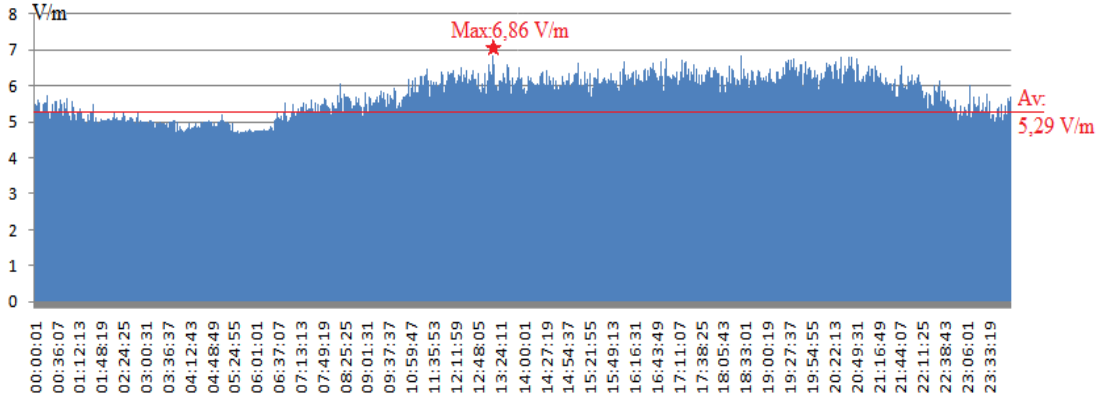
Ölçüm tarihi:03 Kasım 2010

İŞLETMECİ	SİSTEM TÜRÜ	ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN İSTASYONLARA OLAN UZAKLIĞI(metre)
Avea İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	23
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	56
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM	62
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	UMTS	62
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	UMTS	77

Şekil 4.5. 100 metre yarıçaplı sabit telekomünikasyon cihazları



Şekil 4.6. İstasyonların ölçüm noktasından genel görünümü



Şekil 4.7. Ölçüm Sonuçları Grafiği

Samsun İstiklal Cad. Birtat Pastanesi 24 saat EMR ölçüm sonuçları:

Ölçüm cihazının kurulu bulunduğu adres: Ellialtılar Birtat Pastanesi Üzeri

Koordinat: 41 16 48.00 N-36 20 33.79 E

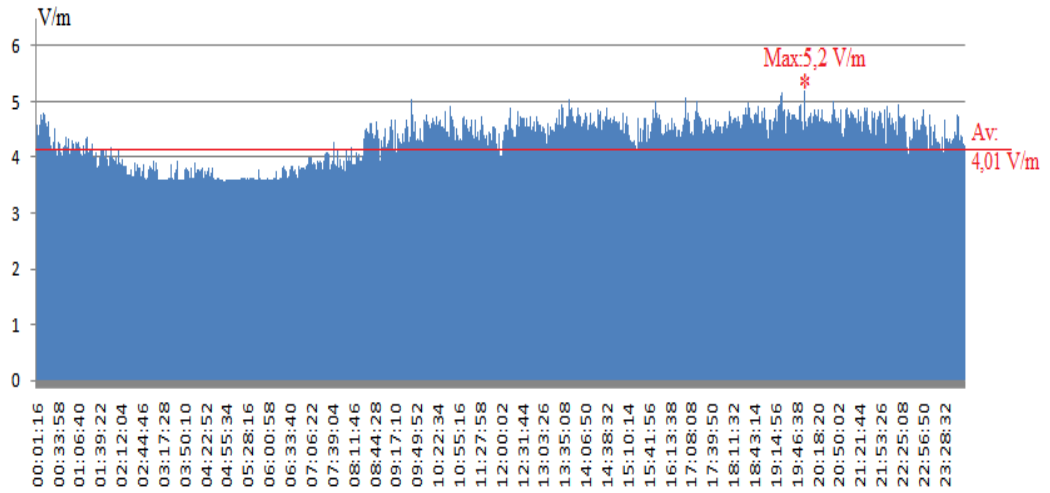
Ölçüm tarihi:02 Aralık 2010

İŞLETMECİ	SİSTEM TÜRÜ	ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN İSTASYONLARA OLAN UZAKLIĞI(metre)
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	UMTS	39
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	39
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM	39

Şekil 4.8. 100 metre yarıçaplı sabit telekomünikasyon cihazları



Şekil 4.9. İstasyonların ölçüm noktasından genel görünümü



Şekil 4.10. Ölçüm Sonuçları Grafiği

Samsun Uğur Mumcu Parkı SAR Apartmanı 24 saat EMR ölçüm sonuçları:

Ölçüm cihazının kurulu bulunduğu adres: Uğur Mumcu Parkı Karşısı Sar Apartmanı

Koordinat: 41 16 38.00 N-36 20 43.07 E

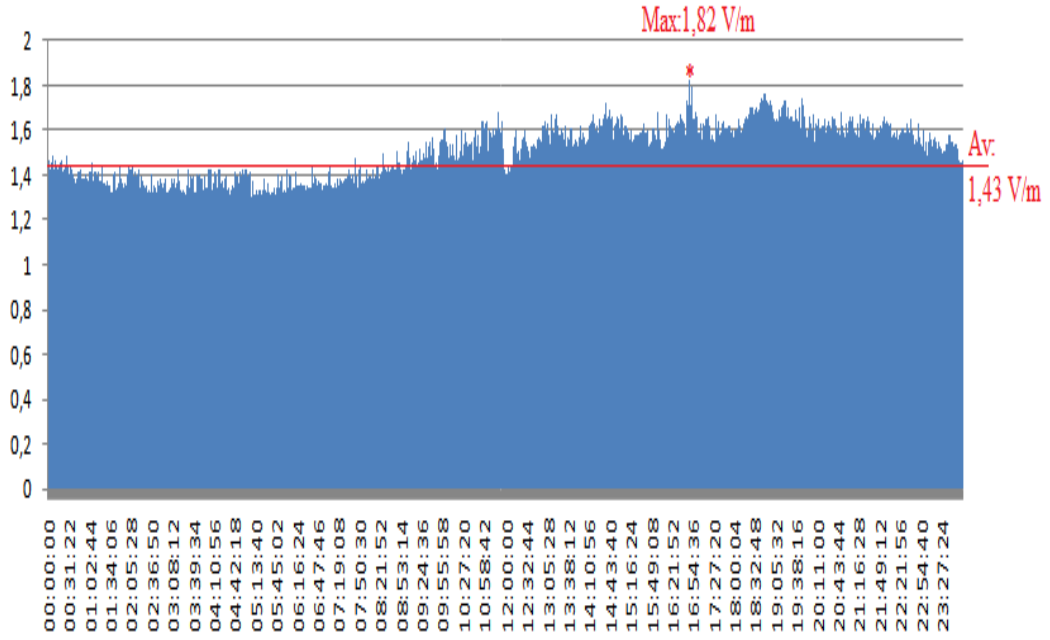
Ölçüm tarihi:14 Aralık 2010

İŞLETMECİ	SİSTEM TÜRÜ	ÖLÇÜM DÜZENEĞİNİN İSTASYONLARA OLAN UZAKLIĞI(metre)
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	UMTS	47
Vodafone Telekomünikasyon Hiz. A.Ş.	GSM	47
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	56
Turkcell İletişim Hiz. A.Ş.	UMTS	56
Avea İletişim Hiz. A.Ş.	GSM	56

Şekil 4.11. 100 metre yarıçaplı sabit telekomünikasyon cihazları



Şekil 4.12. İstasyonların ölçüm noktasından genel görünümü



Şekil 4.13. Ölçüm Sonuçları Grafiği

4.2. Spektrum Analizör Cihazı Kullanılarak Yapılan Ölçümler

Spektrum analizör ile ölçümler, 27.04.2011 tarihinde Gürgenyatak mevki Bakacak tepesindeki Radyo/TV emisyon noktasında yapılmıştır. (Ölçümlere başlangıç saati:09:45) (Şekil4.14)



Şekil 4.14. Bakacak Tepesi Radyo/TV Vericileri

Ölçümlerde, teknik özellikleri Bölüm 3.1.3’ de belirtilen HP3594E spektrum analizör cihazı ve AH Systems SAS 512F2 Log-per anten kullanılmıştır.



Şekil 4.15. Spektrum Analizör kullanılarak yapılan ölçümler

Ölçümler, ayrıntıları Bölüm 3.2.2’ de belirtilen yöntem ile yapılmış olup elde edilen değerler Tablo 4.3’ de belirtilmiştir.

Ölçüm yapılan Frekansı	671,25 MHz (UHF Bandı 46. Kanal)		
	x	y	z
Yatay(dBm)	-14,74	-20,12	-23,36
Düşey(dBm)	-21,57	-44,25	-13,15

Tablo 4.3. Ölçüm Sonuçları (dBm)

Spektrum analizörde ölçülen güç değeri dBm cinsinden ifade edildiğinden Eşitlik 3.2 dönüşümü kullanılarak V(dBμV) değeri hesap edilir. (Tablo 4.4)

	x	y	z
Yatay (dBμV)	92,26	86,88	83,64
Düşey(dBμV)	85,43	62,75	93,85

Tablo 4.4. Ölçüm Sonuçları (dB μ V)

Ölçüm yapılan frekansa karşılık gelen $k(\text{dB}(1/\text{m}))$ anten faktörü değeri EK-1 veya EK-2’ de verilen tablolar kullanılarak 20,1 olarak tespit edilir ve Eşitlik 3.3 kullanılarak E_x , E_y ve E_z hesaplanır. (Tablo 4.5)

	x	y	z
Eyatay(dBμV/m)	112,36	106,98	103,74
Edüşey(dBμV/m)	105,53	82,85	113,95

Tablo 4.5. Ölçüm sonuçları anten faktörü dahil

Tablo 4.5’ de elde edilen değerler dB μ V’ dan V’ a dönüştürülür. (Tablo 4.6)

	x	y	z
Eyatay(V/m)	0,414	0,223	0,153
Edüşey(V/m)	0,189	0,013	0,49

Tablo 4.6. Ölçüm sonuçları anten faktörü dahil (V)

Eşitlik 3.4 kullanılarak E_x , E_y ve E_z ’ nin karelerinin toplamının karekökleri alınarak yatay ve düşey polarizasyonlar için toplam etkin elektrik alan değeri hesaplanır.

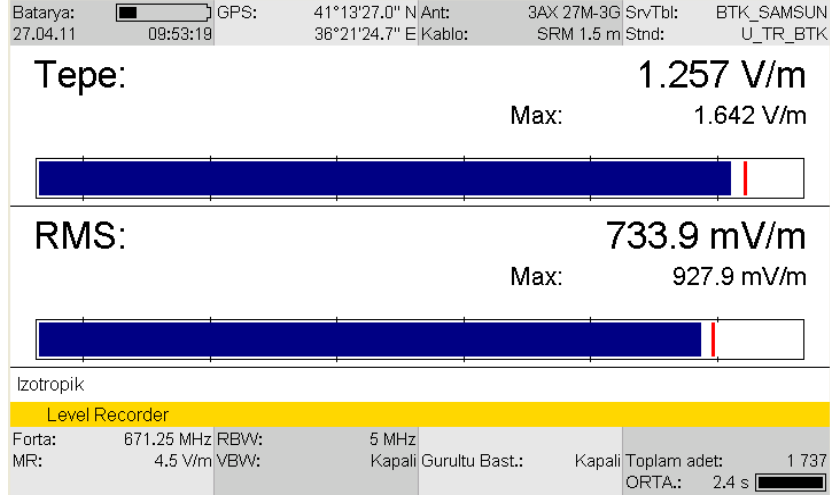
Eyatay(V/m)	0,495
Edüşey (V/m)	0,533

Tablo 4.7. Yatay ve Düşey Bileşke Elektrik Alan Değerleri

Tablo 4.7’ da, yatay ve düşey polarizasyon için bulunan etkin elektrik alan şiddeti değerleri Eşitlik 3.6 kullanılarak Toplam Elektrik Alan Şiddeti Etkin Değeri:

E(etkin) = 0,728 V/m olarak hesaplanır.

SRM 3006 cihazı ile 671,25 MHz frekansında yapılan ölçüm sonucunda ise 0,733 V/m değeri elde edilmiştir.



Şekil 4.16. SRM 3006 Ölçüm sonucu

4.3. Elektromanyetik Alan Saha Ölçümleri

4.3.1. Verilerin Toplanması

16.03.2011 tarihinde Canik, 31.03.2011 tarihinde İlkadım ve 01.04.2011 tarihinde Atakum ilçe merkezlerinde 100 kHz – 3 GHz frekans bandındaki ortamın elektrik alan şiddeti değeri (V/m) EMR 300 cihazı ile Şekil 3.16’de verilen ölçüm düzeneği ile 30 MHz – 3 GHz frekans bandında 17 farklı banddaki elektrik alan şiddeti değerlerinin (V/m) konuma bağlı değerleri SRM 3006 cihazı ile Şekil 3.18’de verilen ölçüm düzeneği ile ölçülmüştür.

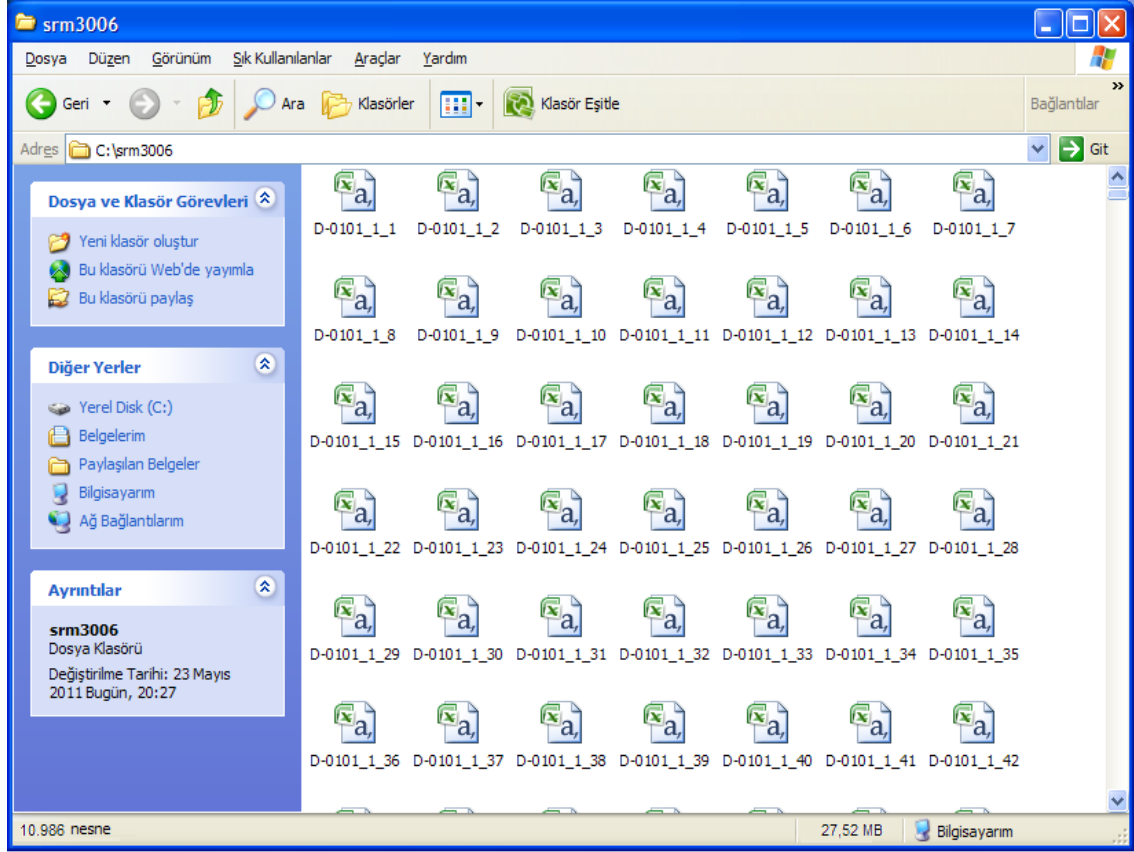
EMR 300 cihazından ortamın Elektrik Alan değerleri 2 sn (ölçüm zamanı, anlık değer), GPS cihazından ise 1 sn aralıklarla okunarak veriler (ölçüm zamanı, koordinat bilgisi) elde edilmiştir (Şekil 4.17).

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım	START					
01.04.2011	12:33:42	N4119304E03617349			EMR-300 -			Date:		
01.04.2011	12:33:43	N4119304E03617349			AM-0046 -		type:	04-01-		
01.04.2011	12:33:44	N4119304E03617349			V03,01	Probe: 8	E	2011		
01.04.2011	12:33:45	N4119304E03617349			Calibr					
01.04.2011	12:33:46	N4119304E03617349			Factor:		Max:			
01.04.2011	12:33:47	N4119304E03617349			1,000	Unit: V/m	OFF	Average: OFF		
01.04.2011	12:33:48	N4119304E03617349			Index	Time	x	y	z	Eff
01.04.2011	12:33:49	N4119304E03617349			1	14:07:45,0	0	0,21	0,44	0,49
01.04.2011	12:33:50	N4119304E03617349			2	14:07:47,0	0	0,25	0,42	0,49
01.04.2011	12:33:51	N4119304E03617349			3	14:07:49,0	0,21	0,21	0,39	0,49
01.04.2011	12:33:52	N4119304E03617349			4	14:07:51,0	0	0,25	0,39	0,46
01.04.2011	12:33:53	N4119304E03617349			5	14:07:53,0	0,32	0,21	0,5	0,63
01.04.2011	12:33:54	N4119304E03617349			6	14:07:55,0	0,42	0,34	0,46	0,71
01.04.2011	12:33:55	N4119304E03617349			7	14:07:57,0	0,64	0,39	0,55	0,93
01.04.2011	12:33:56	N4119304E03617349			8	14:07:59,0	0	0,21	0,39	0,44
01.04.2011	12:33:57	N4119304E03617349			9	14:08:01,0	0	0,17	0,29	0,34
01.04.2011	12:33:58	N4119304E03617349			10	14:08:03,0	0	0,17	0,37	0,41
01.04.2011	12:33:59	N4119304E03617349			11	14:08:05,0	0	0,21	0,42	0,47
01.04.2011	12:34:00	N4119304E03617349			12	14:08:07,0	0,1	0,32	0,53	0,63
01.04.2011	12:34:01	N4119304E03617349			13	14:08:09,0	0,25	0,29	0,55	0,67
01.04.2011	12:34:02	N4119304E03617349			14	14:08:11,0	0,25	0,34	0,72	0,83
01.04.2011	12:34:03	N4119304E03617349			15	14:08:13,0	0,29	0,29	0,51	0,65
01.04.2011	12:34:04	N4119304E03617349			16	14:08:15,0	0,37	0,32	0,42	0,64
01.04.2011	12:34:05	N4119304E03617349			17	14:08:17,0	0,17	0,34	0,42	0,57
01.04.2011	12:34:06	N4119304E03617349			18	14:08:19,0	0,44	0,29	0,34	0,63
01.04.2011	12:34:07	N4119304E03617349			19	14:08:21,0	0,58	0,25	0,39	0,74
01.04.2011	12:34:08	N4119304E03617349			20	14:08:23,0	0	0,17	0,37	0,41
01.04.2011	12:34:09	N4119304E03617349			21	14:08:25,0	0	0,17	0,34	0,38
01.04.2011	12:34:10	N4119304E03617349			22	14:08:27,0	0	0,17	0,21	0,27

Şekil 4.17. EMR 300 Ölçüm Düzeneği Verileri

Örnekleme alınan noktalardaki 17 farklı bandaki Elektrik Alan değerleri SRM 3006 cihazından 6 sn aralıklarla okunarak 10.986 *.csv uzantılı dosyada kayıtlı veriler (ölçüm zamanı, koordinat bilgisi) elde edilmiştir. Elde edilen bu dosyalardaki veriler yazılan bir kod ile tek bir excel sayfasında toplanmıştır. (Şekil 4.18)

İnterpolasyona girecek verilerin sağlıklı olabilmesi için ölçüm aracındaki hızın 30 km/h aşmamasına dikkat edilmiştir.

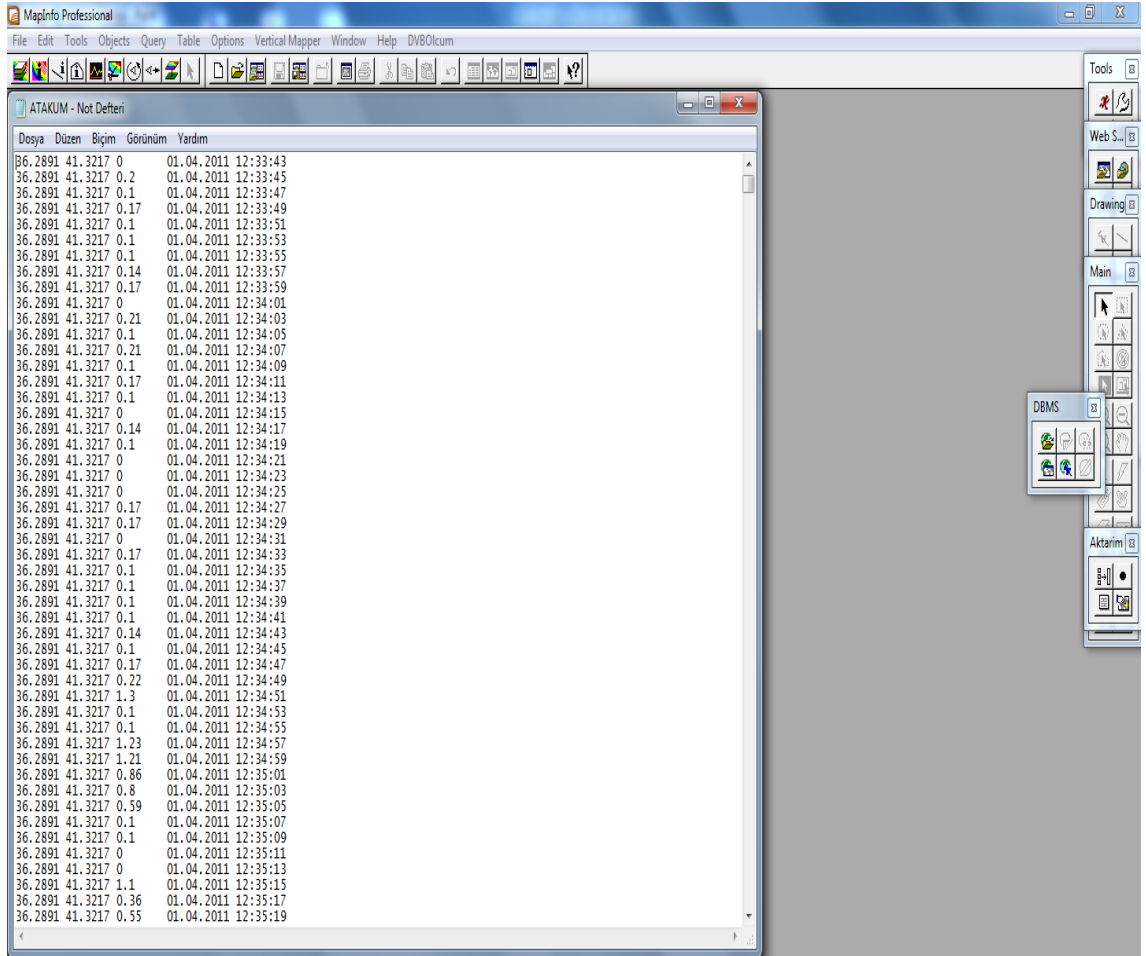


	A	B	C	D	E
20100	36,2744	41,33	0,29	01.04.2011	15:20:37
20101	36,2743	41,33	0,17	01.04.2011	15:20:39
20102	36,2743	41,3301	0,24	01.04.2011	15:20:41
20103	36,2742	41,3301	0,2	01.04.2011	15:20:43
20104	36,2741	41,3301	0,27	01.04.2011	15:20:45
20105	36,274	41,3302	0,3	01.04.2011	15:20:47
20106	36,2739	41,3302	0,35	01.04.2011	15:20:49
20107	36,2738	41,3302	0,33	01.04.2011	15:20:51
20108	36,2738	41,3302	0,17	01.04.2011	15:20:53
20109	36,2738	41,3302	0,34	01.04.2011	15:20:55
20110	36,2737	41,3302	0,32	01.04.2011	15:20:57
20111	36,2736	41,3302	0,29	01.04.2011	15:20:59
20112	36,2735	41,3302	0,32	01.04.2011	15:21:01
20113	36,2734	41,3302	0,23	01.04.2011	15:21:03
20114	36,2733	41,3302	0,3	01.04.2011	15:21:05
20115	36,2731	41,3303	0,24	01.04.2011	15:21:07
20116	36,273	41,3303	0,24	01.04.2011	15:21:09
20117	36,2728	41,3304	0,29	01.04.2011	15:21:11
20118	36,2727	41,3304	0,84	01.04.2011	15:21:13
20119	36,2726	41,3304	0,55	01.04.2011	15:21:15
20120	36,2724	41,3304	0,56	01.04.2011	15:21:17
20121	36,2723	41,3305	0,24	01.04.2011	15:21:19
20122	36,2722	41,3305	0,25	01.04.2011	15:21:21
20123	36,2721	41,3305	0,63	01.04.2011	15:21:23
20124	36,2719	41,3306	0,37	01.04.2011	15:21:25
20125	36,2719	41,3306	0,27	01.04.2011	15:21:27
20126	36,2719	41,3306	0,43	01.04.2011	15:21:29
20127	36,2719	41,3307	0,39	01.04.2011	15:21:31
20128	36,272	41,3308	0,27	01.04.2011	15:21:33
20129	36,272	41,3308	0,46	01.04.2011	15:21:35
20130	36,272	41,3308	0,3	01.04.2011	15:21:37
20131	36,272	41,3308	0,3	01.04.2011	15:21:39
20132	36,272	41,3308	0,2	01.04.2011	15:21:41
20133	36,272	41,3308	0,27	01.04.2011	15:21:43
20134	36,272	41,3308	0,33	01.04.2011	15:21:45

Şekil 4.18. SRM 3006 Ölçüm Düzeneği Verileri

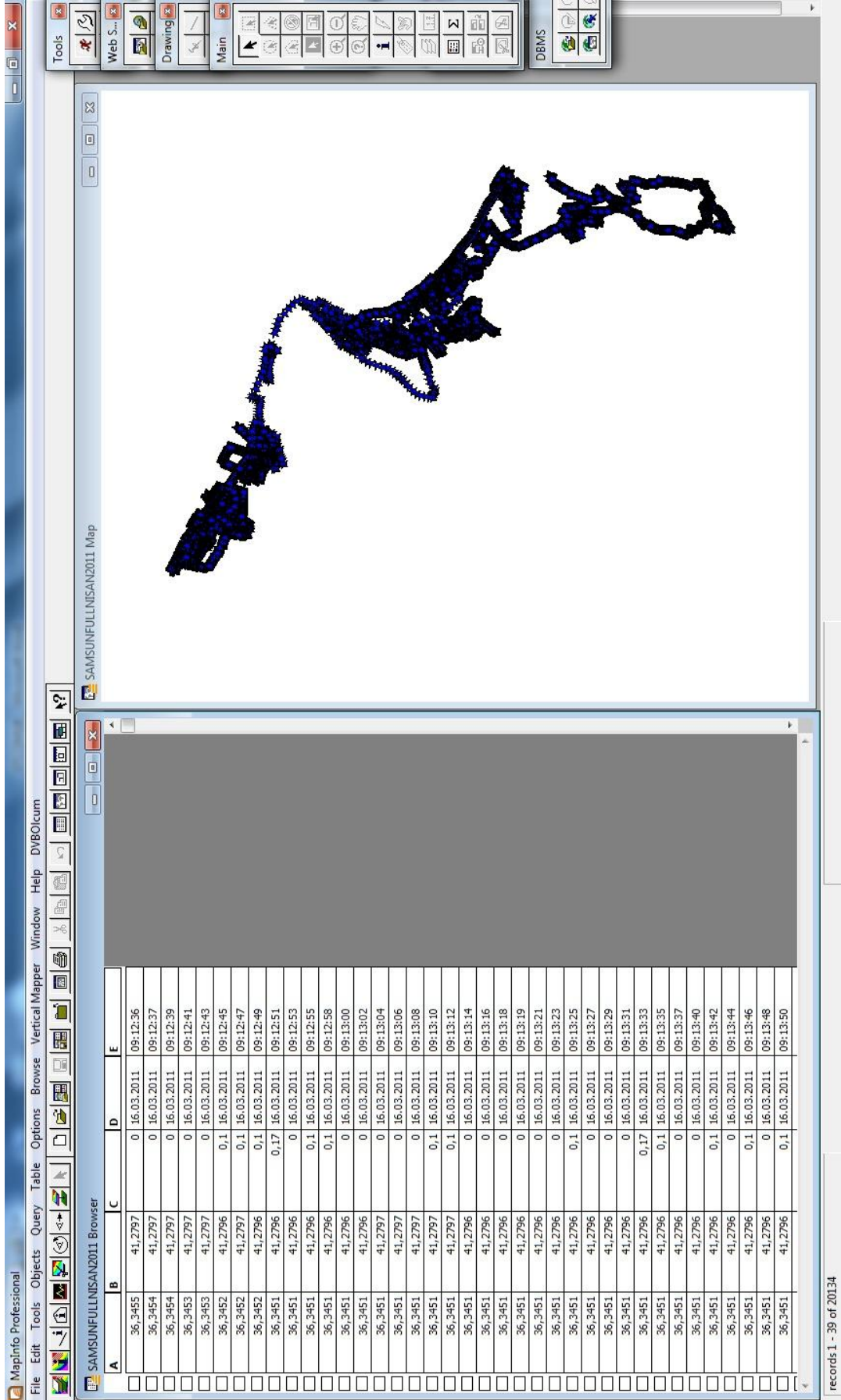
4.3.2. Verilerin Birleştirilmesi

EMR 300 cihazından alınan ortama ait Elektrik Alan şiddeti verileri ile GPS cihazından alınan veriler arasında ortak değer ölçüm zamanıdır. EMR ve GPS verilerinin birleştirilmesinde verileri sayısal haritaya aktarmakta kullanılan MAPINFO programı kullanılmıştır. Birleştirilmiş veriler Şekil 4.19 da yer almaktadır.

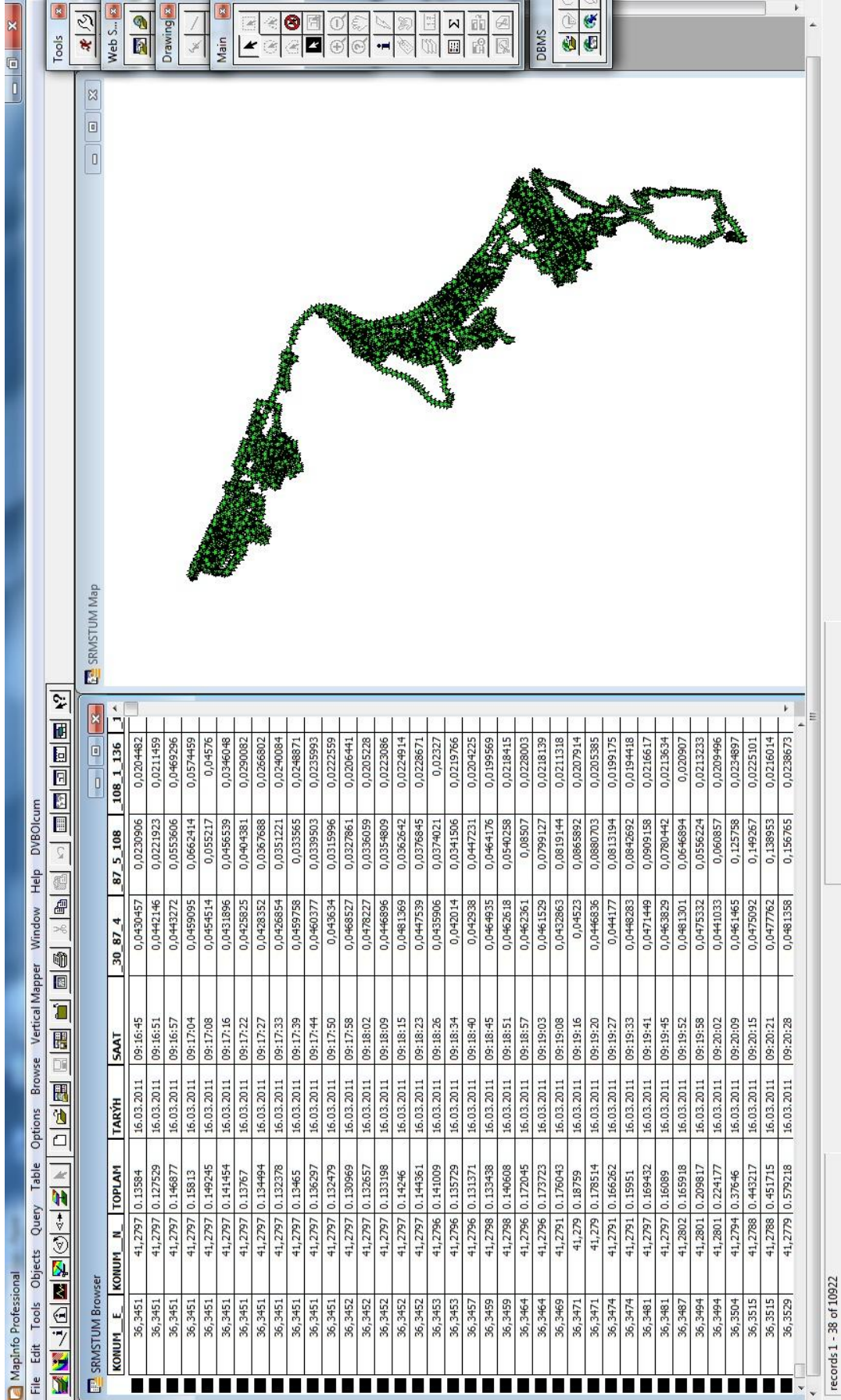


Şekil 4.19. Birleştirilmiş Veriler

MAPINFO programı kullanılarak, EMR 300 ve SRM 3006 ölçüm düzeneklerinden alınan Elektrik Alan şiddeti ve koordinat verileriyle sayısal harita üzerinde noktalar oluşturulur (Şekil 4.20, Şekil 4.21).

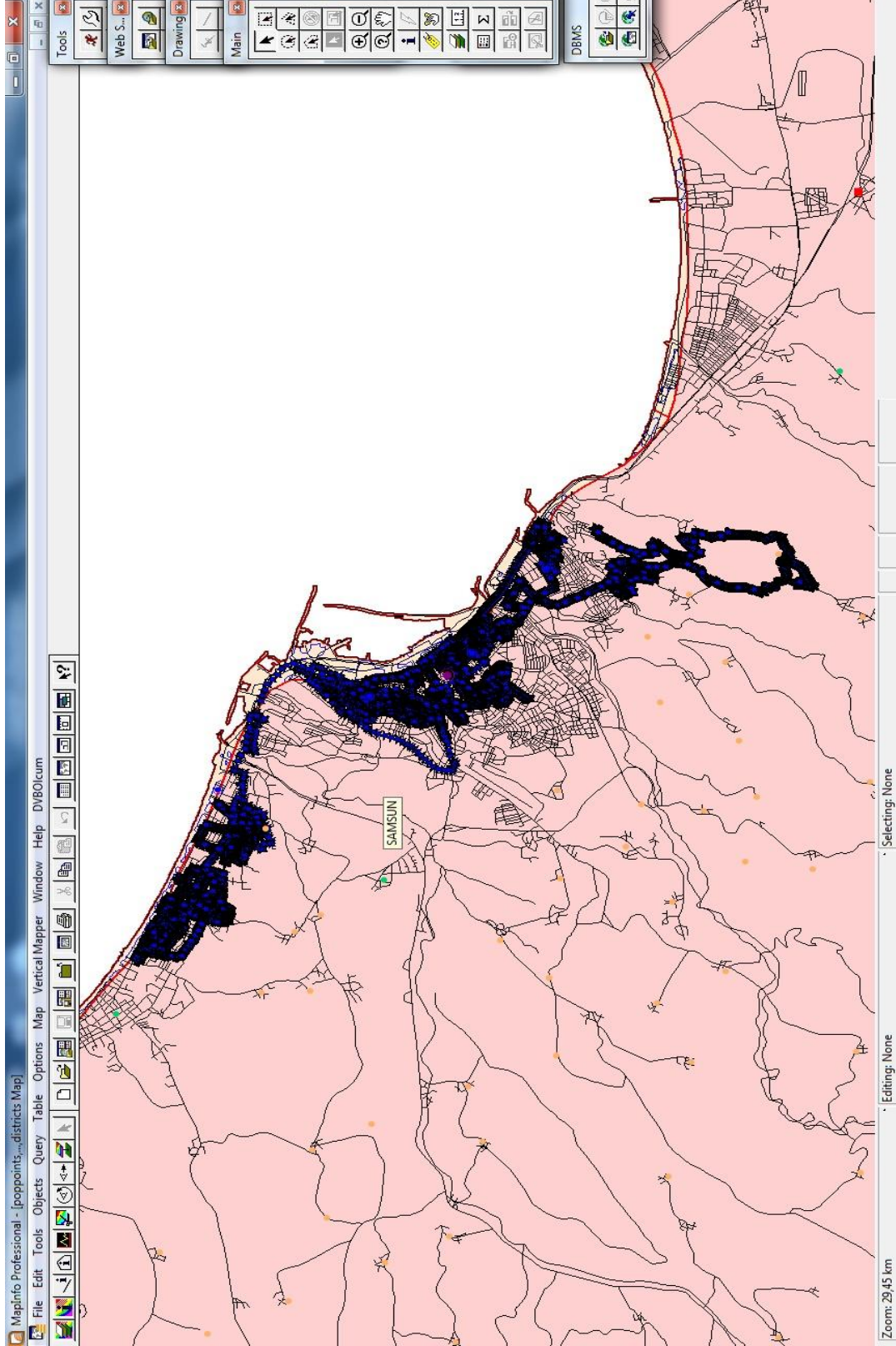


Şekil 4.20. EMR 300 Ölçüm Düzenegİ ölçüm noktaları

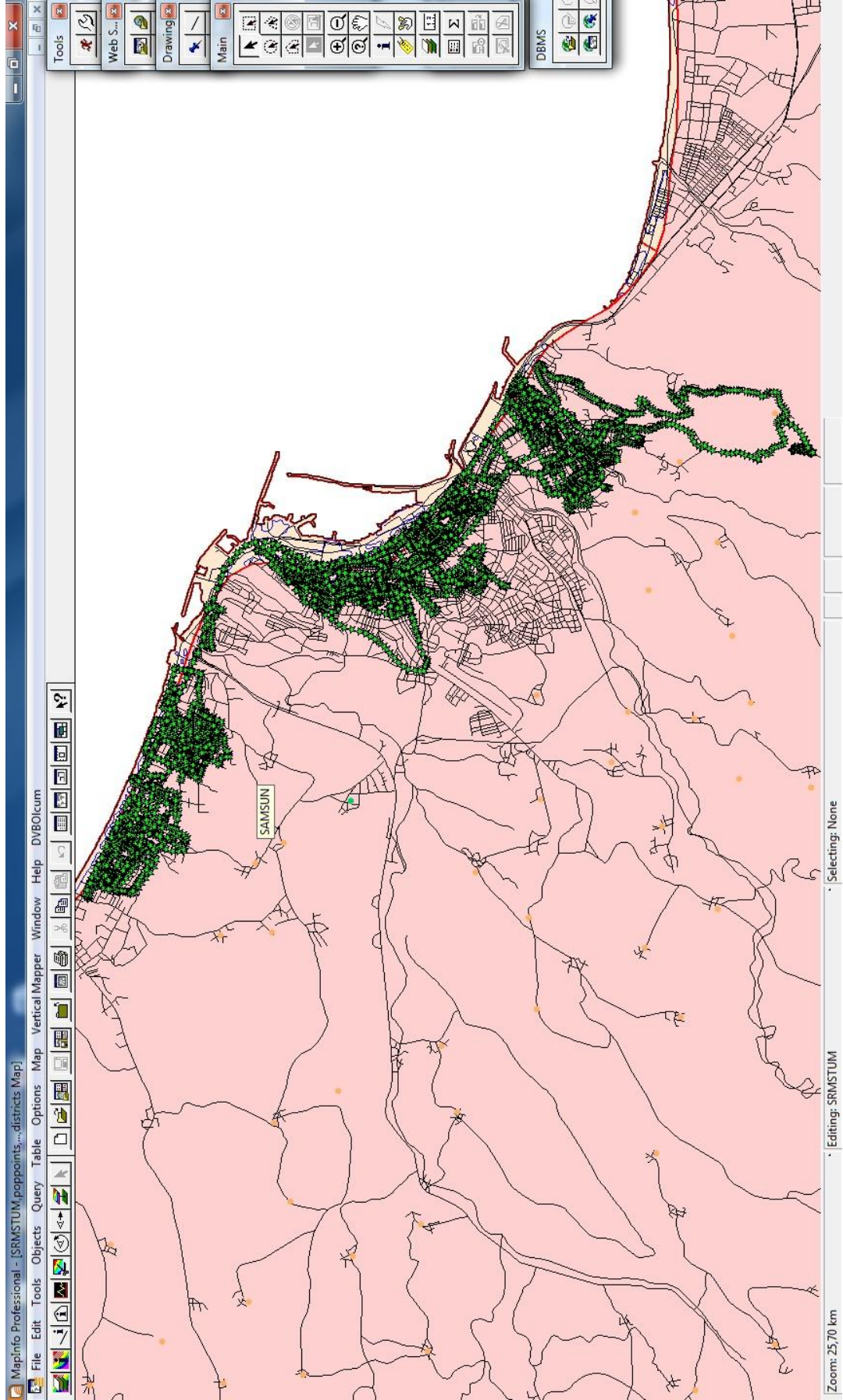


Şekil 4.2.1. SRM 3006 Ölçüm Düzenegi ölçüm noktaları

Sayısal harita üzerinde oluşturulan noktalara (Şekil 4.20, Şekil 4.21) harita katmanı ilave edilir (Şekil 4.22, Şekil 4.23).

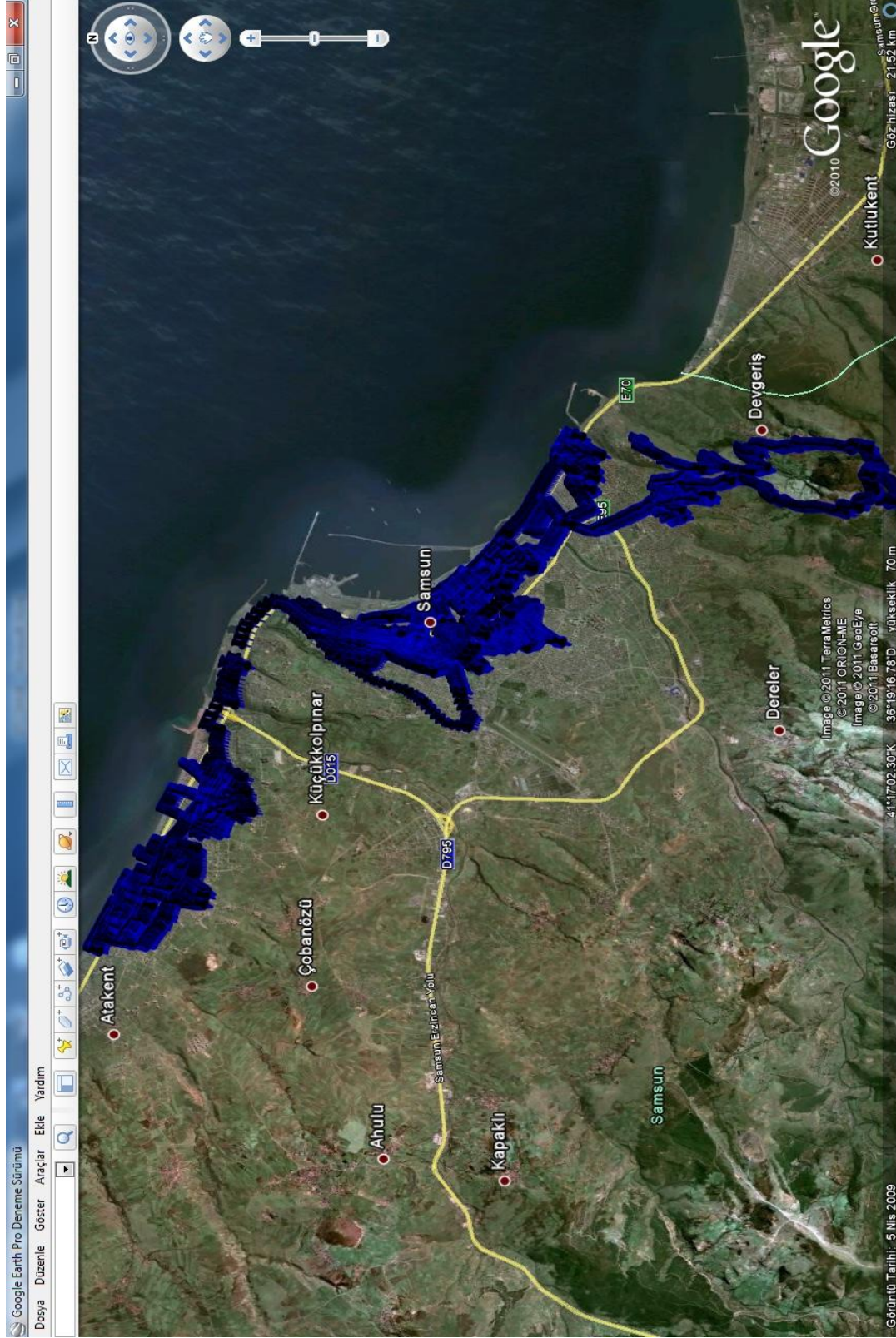


Şekil 4.22. EMR 300 Ölçüm Düzenneği Harita Katmanı eklenmiş Ölçüm noktaları



Şekil 4.23. SRM 3006 Ölçüm Düzenegi Harita Katmanı eklenmiş Ölçüm noktaları

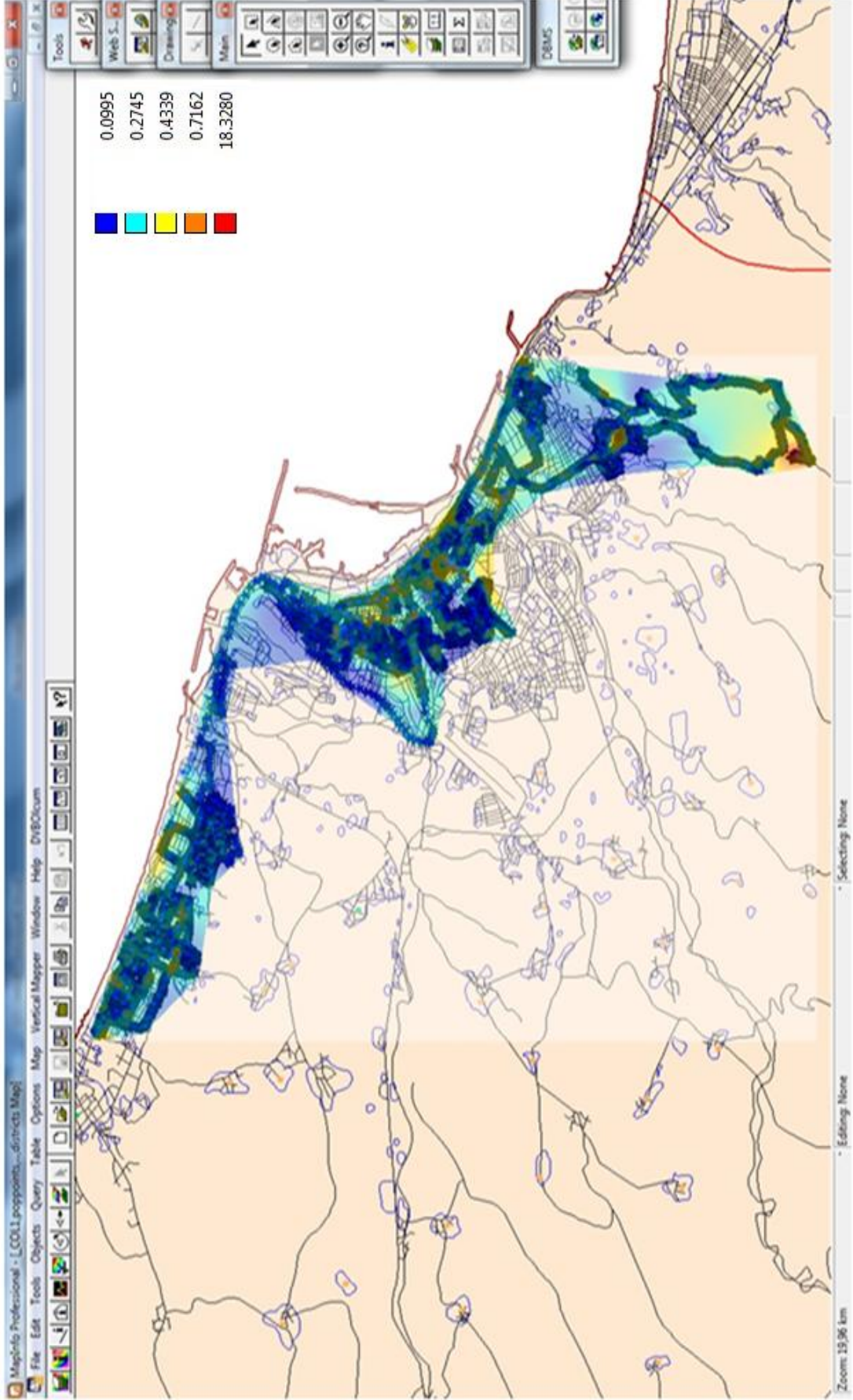
Harita katmanı ilave edilmiş noktalar (Şekil 4.22, Şekil 4.23) *.kml formatına dönüştürülerek Google Earth programına aktarılır. (Şekil 4.24, Şekil 4.25)



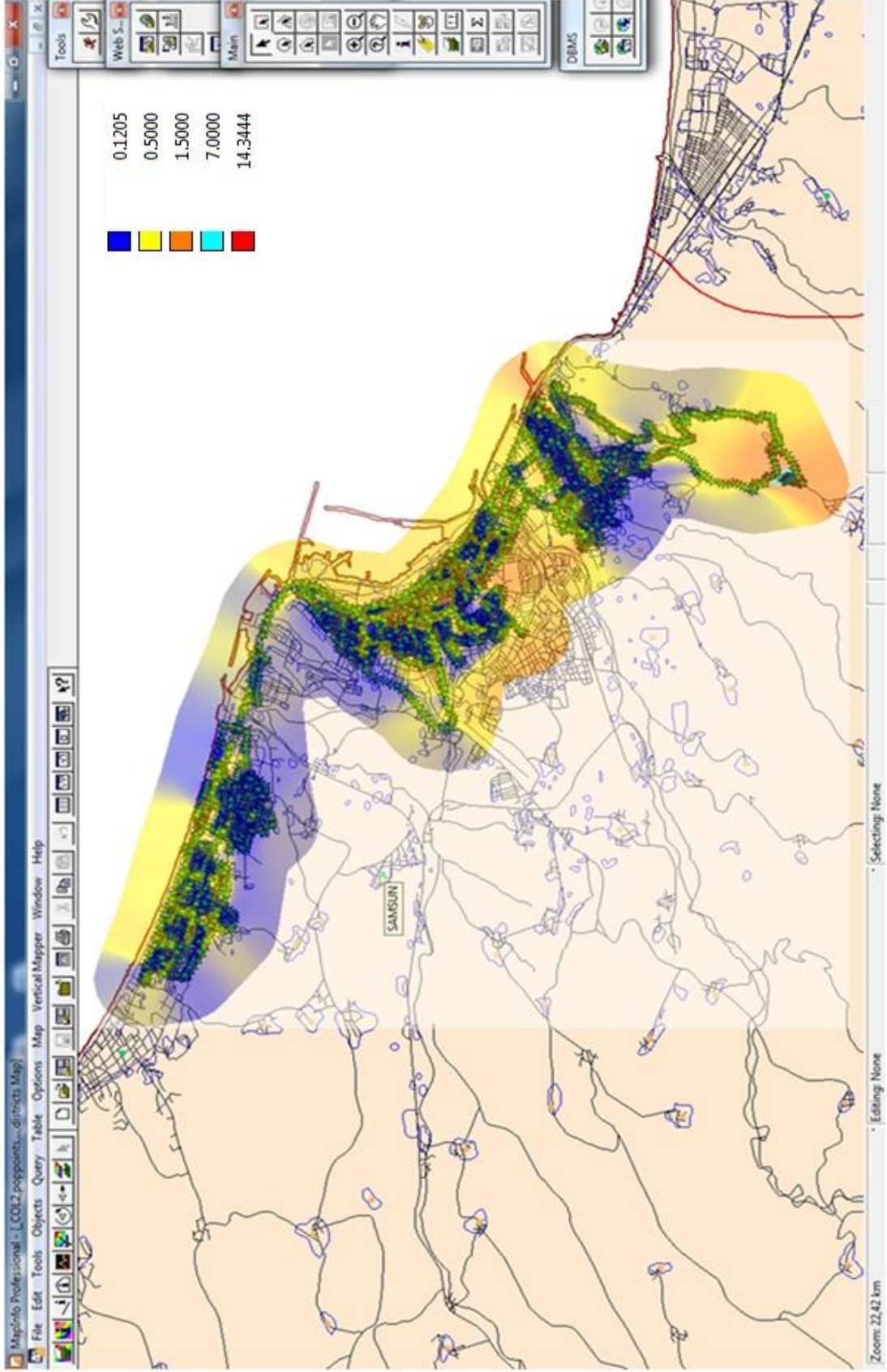
Şekil 4.24. EMR 300 Ölçüm Düzenegi Google Earth Katmanı eklenmiş Ölçüm noktaları

Şekil 4.25. SRM 3006 Ölçüm Düzenegi Google Earth Katmanı eklenmiş Ölçüm noktaları

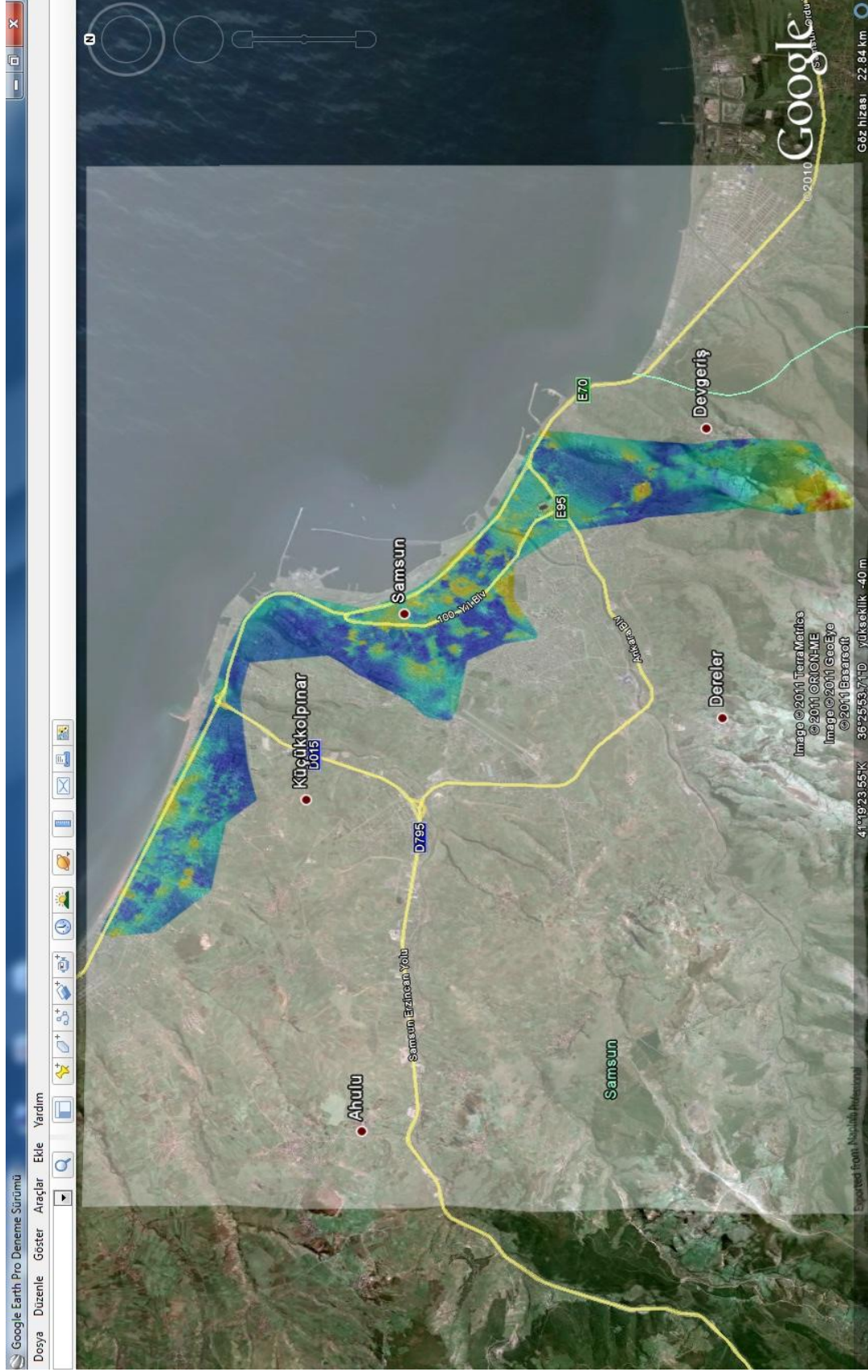
Örnekleme noktaları ve bu noktalarda elde edilen ölçüm değerleri kullanılarak oluşturulan orijinal veri paterni göz önüne alınarak yapılan değerlendirme sonucunda, MAPINFO ve Vertical Mapper da bulunan standart interpolasyon tekniklerinden Natural Neighbour (NN) interpolasyon tekniği kullanılarak Elektromanyetik Kirlilik harita dağılımı için 2B grid dosyaları elde edilmiştir (Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28, Şekil 4.29).



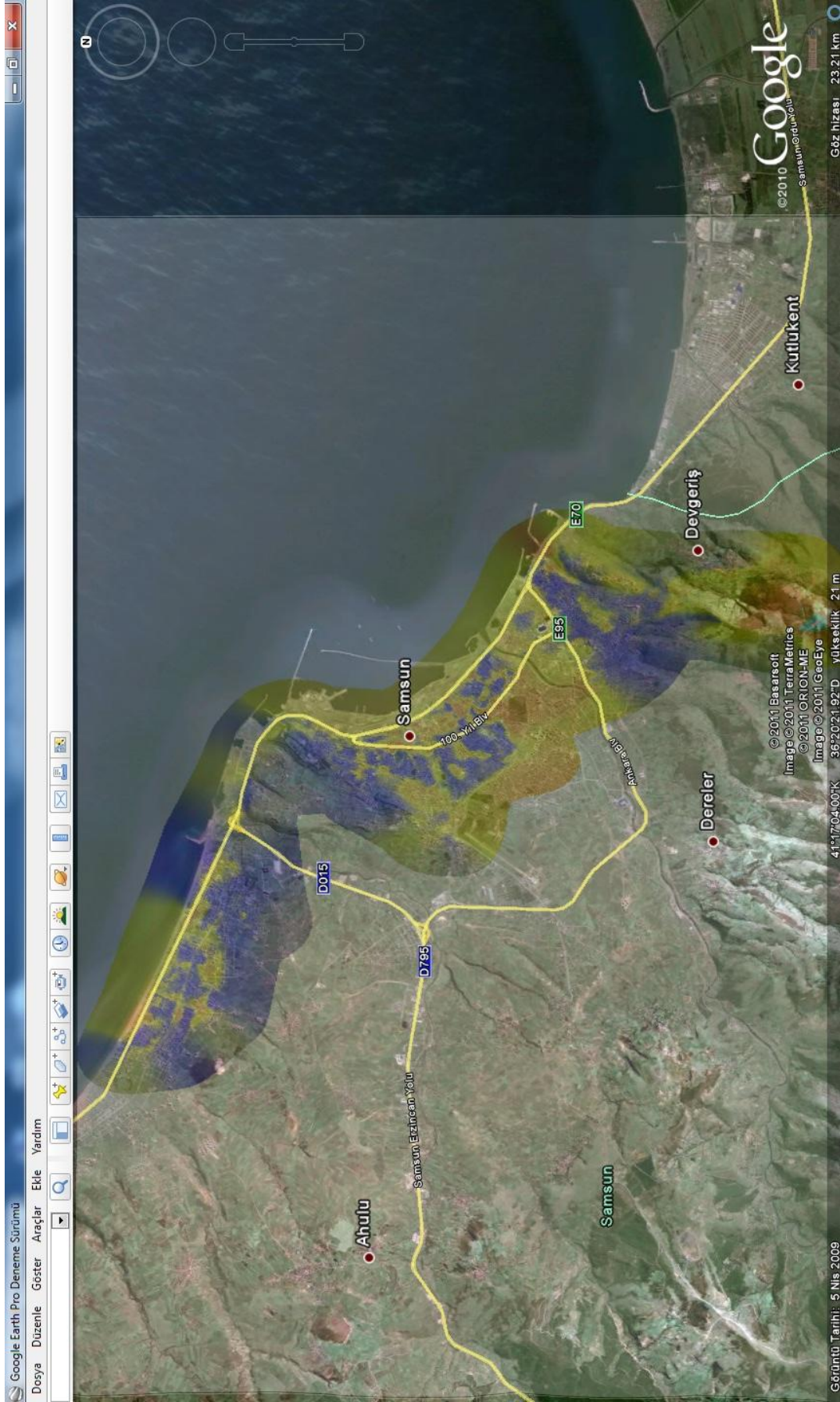
Şekil 4.26. EMR 300 Ölçüm Düzenegi Harita Katmanı eklenmiş Ölçüm noktaları



Şekil 4.27. SRM 3006 Ölçüm Düzenneği Harita Katmanı eklenmiş Ölçüm noktaları

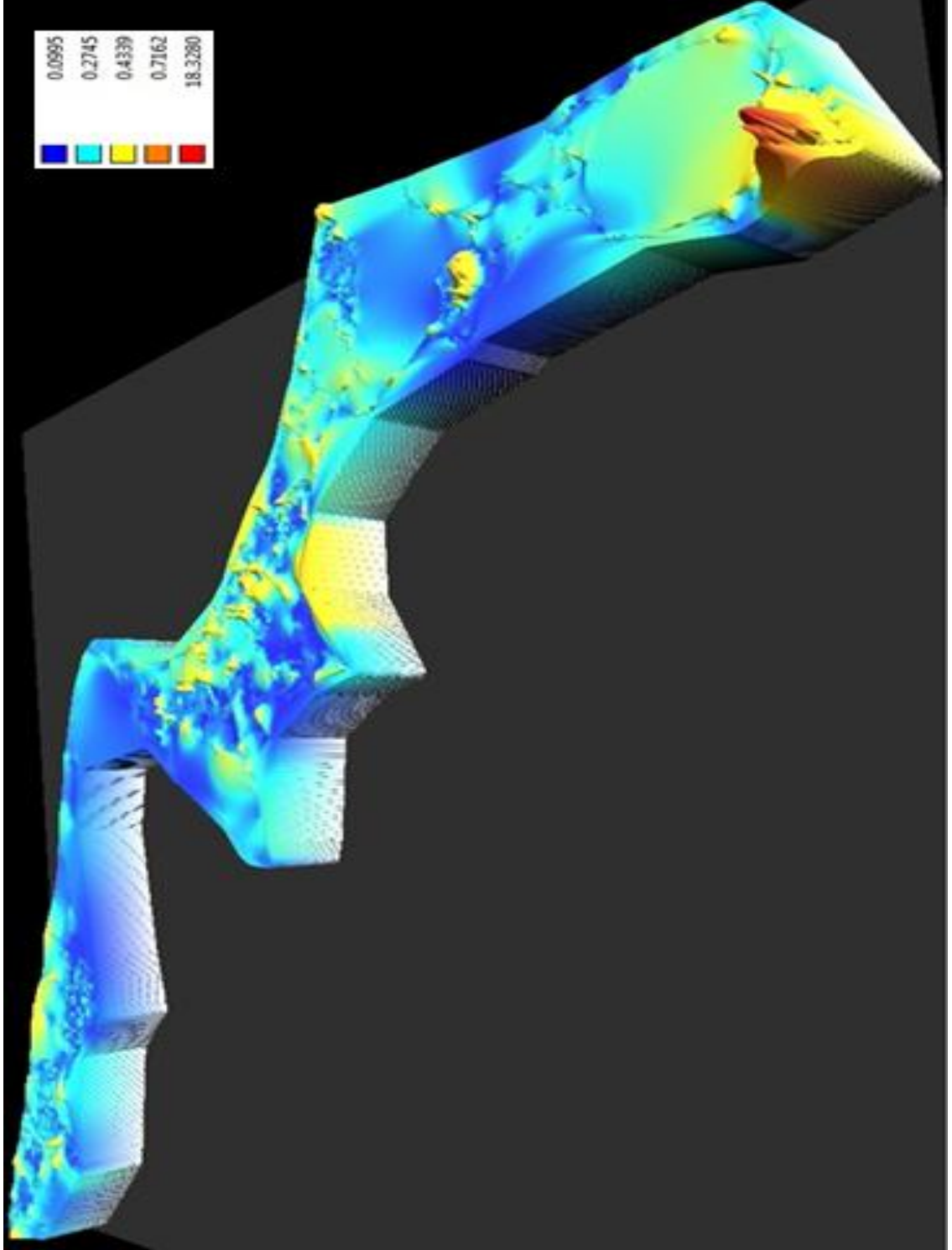


Şekil 4.28. EMR 300 EM Alan dağılımının Google Earth üzerine aktarılması

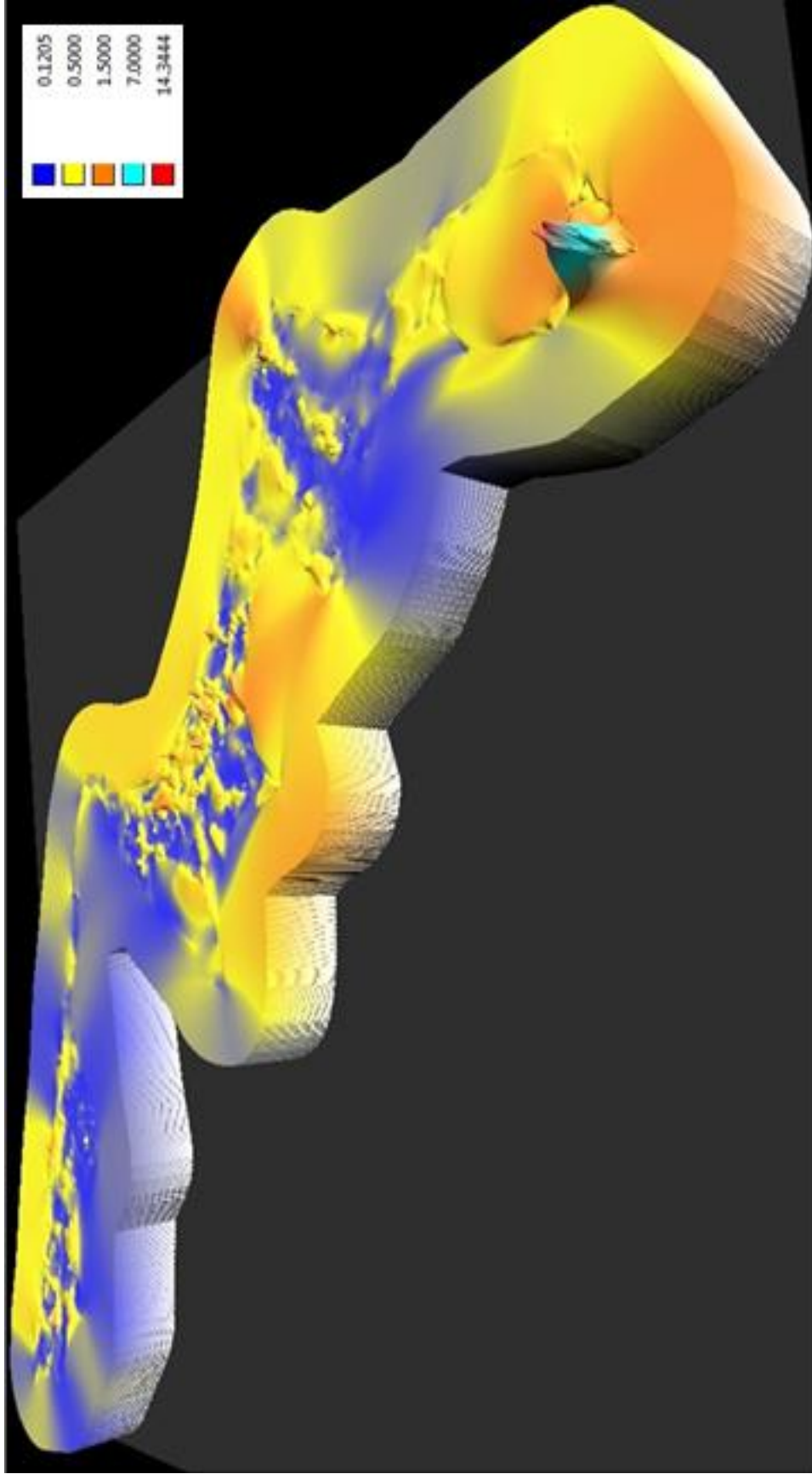


Şekil 4.29. SRM 3006 EM Alan dağılımının Google Earth üzerine aktarılması

Elektromanyetik Kirlilik harita dağılımını gösteren 2B grid dosyaları (Şekil 4.26, Şekil 4.27) kullanılarak Üç Boyutlu (3B) dağılım haritası görüntüleri oluşturulmuştur. (Şekil 4.30, Şekil 4.31)

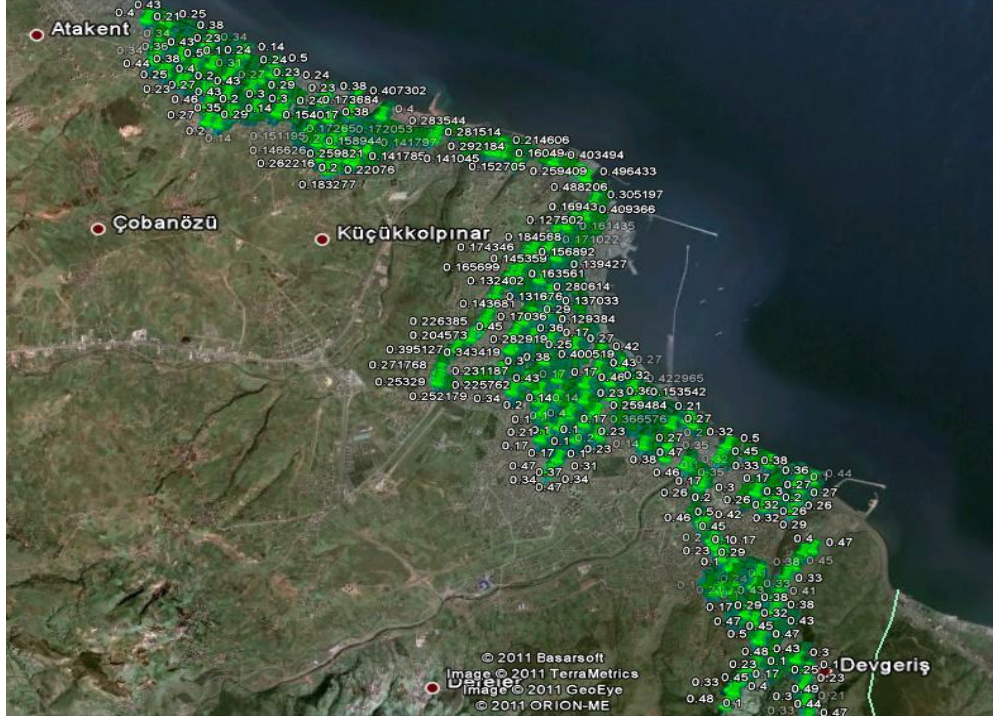


Şekil 4.30. EMR 300 Üç Boyutlu EM Alan dağılımı

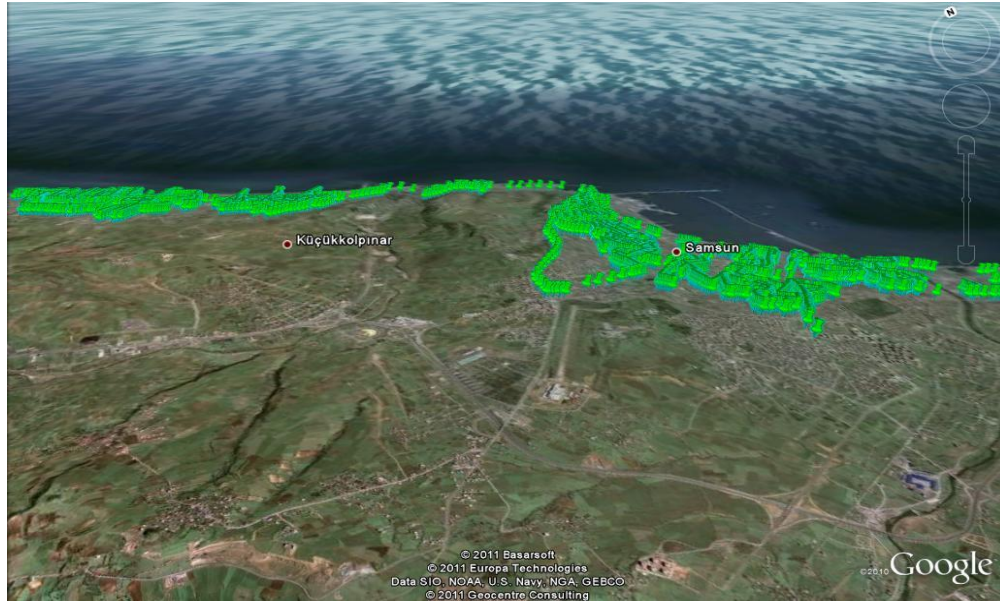


Şekil 4.31. SRM 3006 Üç Boyutlu EM Alan dağılımı

EMR 300 ile elde edilen ölçüm değerlerini gruplandırdığımızda, 0,5 V/m' den küçük ölçüm değeri elde edilen konumlar 2B olarak Şekil 4.32' de , 3B olarak Şekil 4.33'de gösterilmiştir.

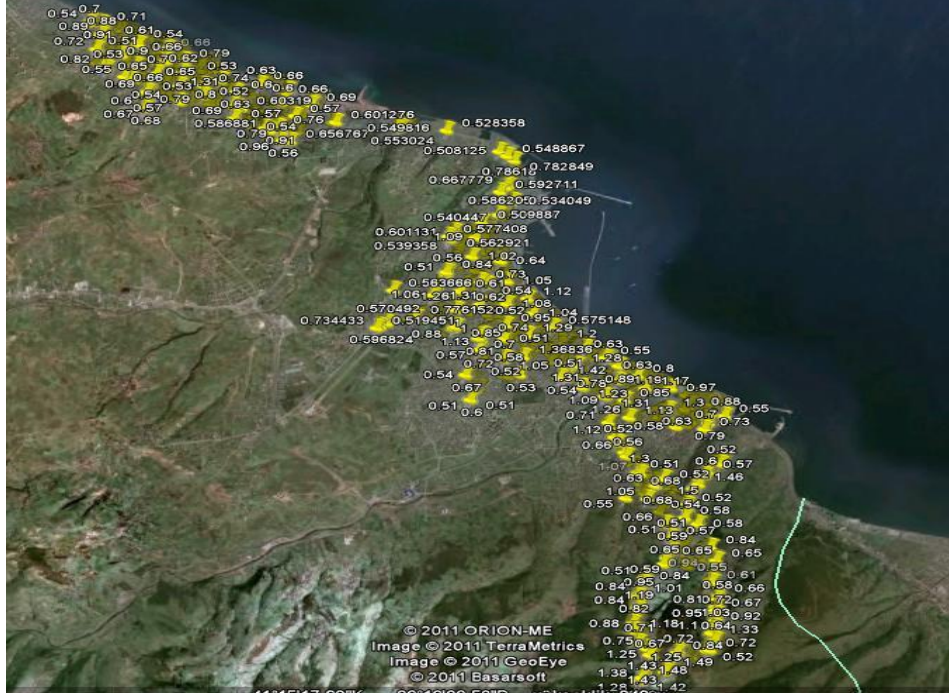


Şekil 4.32. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 0,5 V/m'den küçük ölçüm elde edilen noktalar (13972 adet kayıt)

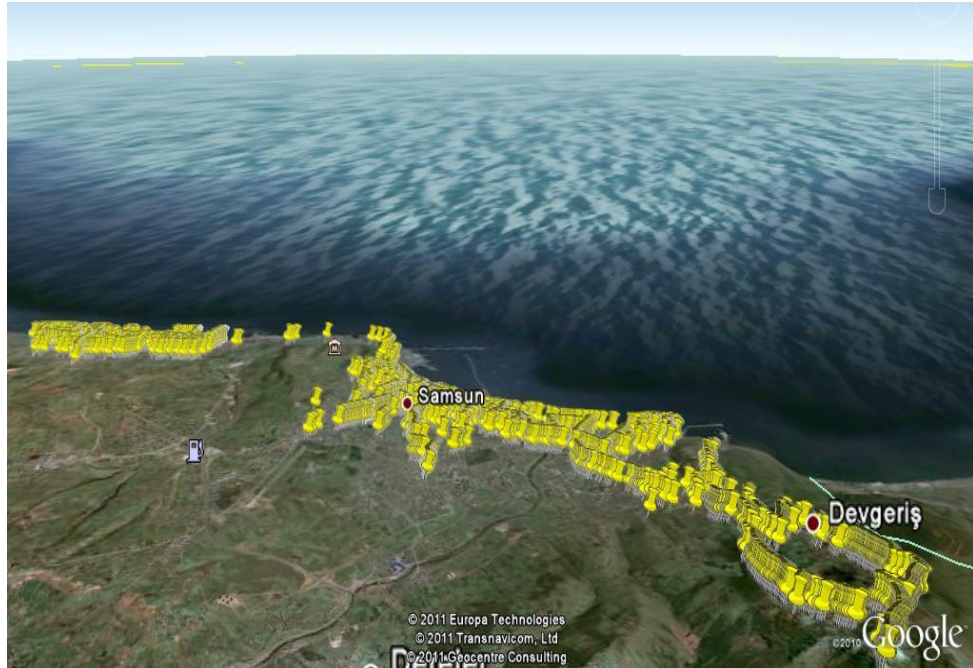


Şekil 4.33. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 0,5 V/m'den küçük ölçüm elde edilen noktalar (3B) (13972 adet kayıt)

Ölçüm değerleri 0,5 V/m ile 1,5 V/m arasında olan konumlar 2B olarak Şekil 4.34' de , 3B olarak Şekil 4.35'de gösterilmiştir.

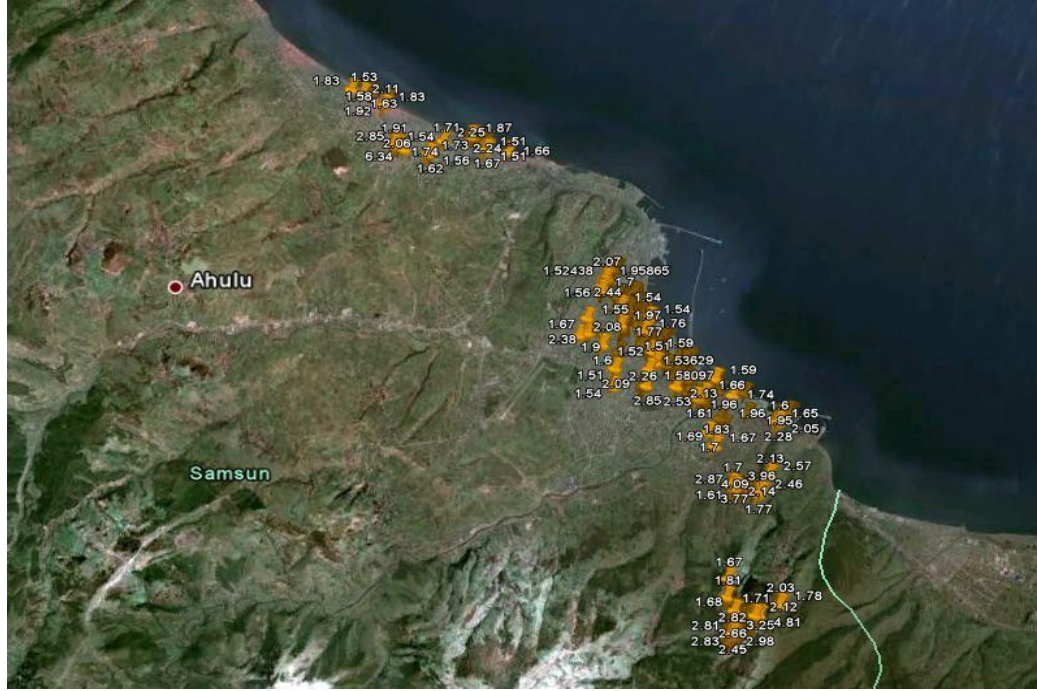


Şekil 4.34. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 0,5 V/m ile 1,5 V/m arasında ölçüm elde edilen noktalar (4477 adet kayıt)



Şekil 4.35. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 0,5 V/m ile 1,5 V/m arasında ölçüm elde edilen noktalar (3B) (4477 adet kayıt)

Ölçüm değerleri 1,5 V/m ile 7 V/m arasında olan konumlar 2B olarak Şekil 4.36' de , 3B olarak Şekil 4.37'de gösterilmiştir.

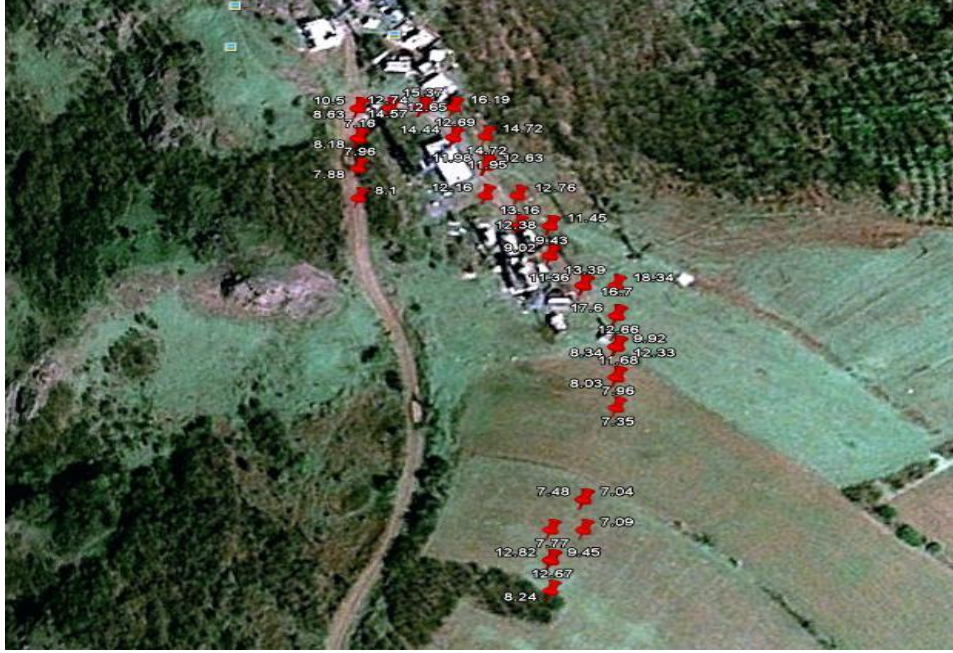


Şekil 4.36. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 1,5 V/m ile 7V/m arasında ölçüm elde edilen noktalar (906 adet kayıt)



Şekil 4.37. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 1,5 V/m ile 7V/m arasında ölçüm elde edilen noktalar (3B) (906 adet kayıt)

Ölçüm değerleri 7 V/m ile 18,34 V/m arasında olan konumlar 2B olarak Şekil 4.38’ de , 3B olarak Şekil 4.39’de gösterilmiştir.



Şekil 4.38. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 7V/m üzerinde ölçüm elde edilen noktalar (48 adet kayıt)



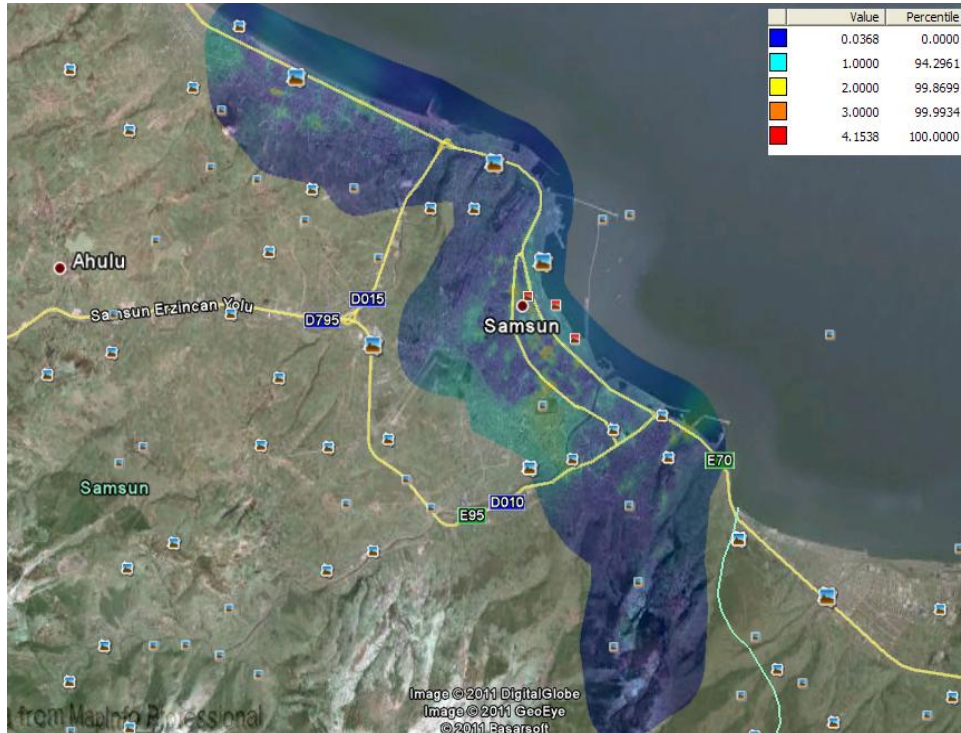
Şekil 4.39. EMR 300 ile Elektrik Alan Şiddeti 7V/m üzerinde ölçüm elde edilen noktalar (3B) (48 adet kayıt)

EMR 300 ile elde edilen ve gruplanan ölçüm değerlerinin veri adeti ve yüzdelik oranları Tablo 4.8’ de gösterilmiştir.

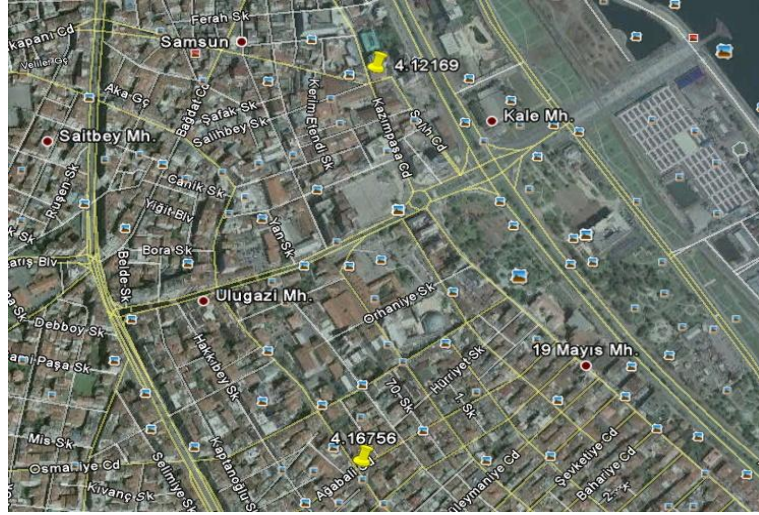
	$E < 0,5\text{V/m}$	$0,5 < E < 1,5\text{V/m}$	$1,5 < E < 7\text{V/m}$	$E > 7\text{V/m}$
Ölçüm Noktası Adedi	13972	4477	906	48
%	%72	%23,08	%4,68	%0.24

Tablo 4.8. Ölçülen Elektrik Alan Şiddetine (V/m) göre örnekleme nokta sayıları

SRM 3006 ile yapılan ölçümler neticesinde, hücresel sistem frekans bandında (890-960 MHz, 1,7-1,88 MHz, 1.9-2,17 GHz) ölçülen değerler Google earth üzerine aktarılmış elde edilen EM alan dağılımı Şekil 4.40’ da gösterilmiştir. En yüksek değerler, Kazımpaşa Cad. ile Ziya Gökalp Cad.’ nin kesiştikleri noktada, 4,12 V/m ve İstiklal Cad. ile Ağabali Cad.’nin kesiştikleri noktada 4,16 V/m olarak ölçülmüştür. (Şekil 4.41)

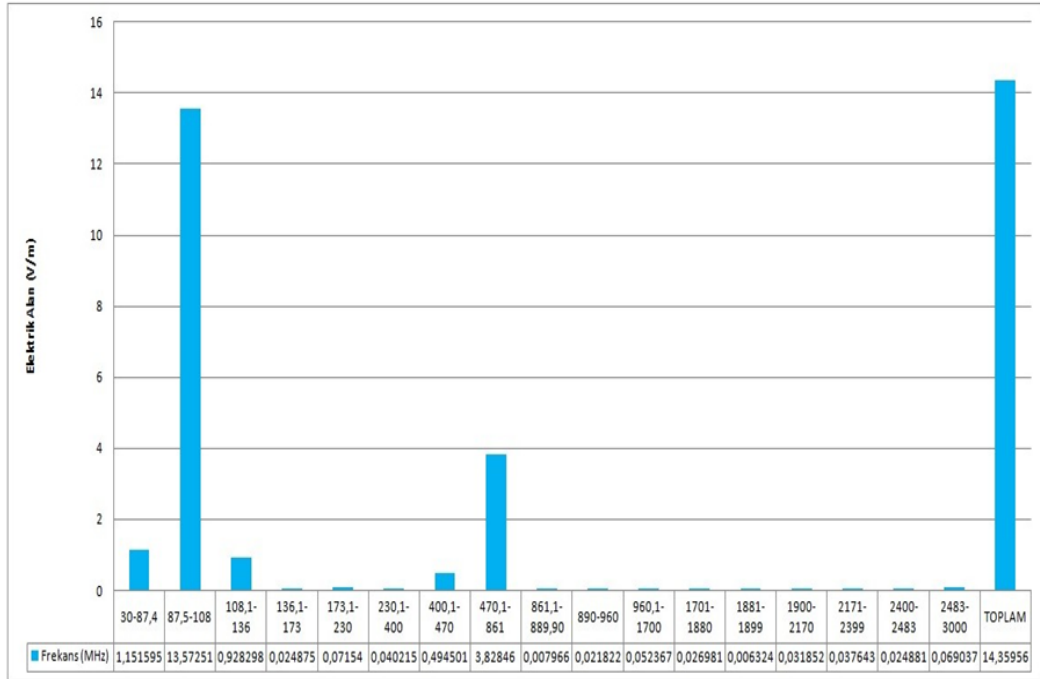


Şekil 4.40 SRM 3006 ile elde edilen Hücresel Sistem frekans bandı Elektrik Alan Şiddeti Dağılımı



Şekil 4.41 SRM 3006 ile Hücresel Sistem frekans bandında en yüksek değer (4,12 V/m-4,16 V/m) elde edilen noktalar

En yüksek ölçüm değerini olan 18,34 V/m' nin elde edildiği Gürgenyatak mevki Bakacak tepesinde SRM 3006 ile yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde elektromanyetik kirliliğe en büyük katkının 13,57 V/m ile FM Radyo vericilerinden ikinci derecede ise 3,82 V/m ile UHF bandı Tv vericilerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. (Şekil 4.42)



Şekil 4.42. SRM 3006 Üç Boyutlu Elektrik Alan şiddeti dağılımı

Ölçümler neticesinde elde edilen konuma bağlı 17 farklı frekans bandına ait tek bir tabloda birleştirilen Elektrik Alan şiddeti değerlerine ait veriler Şekil 4.43' de gösterilmiştir. Ham veriler ile sonuç verileri EK-5' de verilmiştir.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
KONUM 'E'	KONUM 'N'	TOPLAM	TARİH	SAAT	30-87.4	87.5-108	108.1-136	136.1-173	173.1-230	230.1-400	400.1-470	470.1-861	861.1-889.0	890.0-960	960.1-1700	1701-1880	1881-1899	1900-2170	2171-2399	2400-2483	2483-3000
36.3451389	41.2797	0.1358403	16.03.2011	09:16:45	0.04305	0.02309	0.02045	0.01728	0.01945	0.03046	0.01347	0.02791	0.0064	0.01509	0.03314	0.02228	0.00625	0.06776	0.03608	0.02482	0.06687
36.3451389	41.2797	0.1275292	16.03.2011	09:16:51	0.04421	0.02219	0.02115	0.01707	0.01894	0.02942	0.01334	0.02789	0.0064	0.01515	0.03348	0.02232	0.00589	0.04907	0.03576	0.02507	0.06651
36.3451389	41.2797	0.1468771	16.03.2011	09:16:58	0.04433	0.05536	0.04693	0.01711	0.01933	0.03488	0.01331	0.02739	0.00664	0.01483	0.03339	0.02372	0.00656	0.03913	0.03539	0.0247	0.0664
36.3451389	41.2797	0.1581304	16.03.2011	09:17:05	0.04591	0.06624	0.05745	0.01773	0.01945	0.03489	0.01448	0.02651	0.0067	0.01165	0.0335	0.03076	0.0071	0.03412	0.03609	0.02445	0.06531
36.3451389	41.2797	0.1492446	16.03.2011	09:17:09	0.04545	0.05522	0.04576	0.0172	0.01833	0.03163	0.01424	0.0264	0.00659	0.01618	0.03295	0.04654	0.00855	0.033	0.03585	0.02465	0.06549
36.3451389	41.2797	0.1414535	16.03.2011	09:17:16	0.04319	0.04565	0.0346	0.01696	0.01822	0.02928	0.01412	0.0268	0.00633	0.01713	0.03307	0.05374	0.01404	0.03122	0.03529	0.02445	0.06528
36.3451389	41.2797	0.1376697	16.03.2011	09:17:22	0.04258	0.04044	0.02901	0.0174	0.01749	0.02779	0.01403	0.02656	0.00631	0.01721	0.03288	0.05661	0.01032	0.03072	0.03531	0.02406	0.0656
36.3451389	41.2797	0.1344943	16.03.2011	09:17:27	0.04284	0.03677	0.02668	0.0172	0.01839	0.02633	0.01382	0.02643	0.00651	0.01868	0.03287	0.05298	0.00871	0.03081	0.03618	0.02408	0.06567
36.3451389	41.2797	0.1323777	16.03.2011	09:17:34	0.04269	0.03512	0.02401	0.01647	0.01863	0.02591	0.01476	0.02622	0.00642	0.01978	0.03335	0.05155	0.00765	0.03112	0.03512	0.02494	0.06509
36.3451389	41.2797	0.1346498	16.03.2011	09:17:40	0.04598	0.03357	0.02489	0.01677	0.01817	0.02547	0.01373	0.02662	0.00642	0.01843	0.03344	0.05697	0.00699	0.03009	0.03458	0.02489	0.06494
36.3451389	41.2797	0.1362975	16.03.2011	09:17:45	0.04604	0.03395	0.0236	0.01707	0.01857	0.02727	0.01331	0.02701	0.00622	0.01762	0.0331	0.0589	0.00774	0.03059	0.03462	0.02556	0.06597
36.3451389	41.2797	0.1324792	16.03.2011	09:17:51	0.04363	0.0316	0.02226	0.01789	0.01866	0.02605	0.01337	0.02621	0.00631	0.01783	0.03308	0.05609	0.00714	0.03167	0.03455	0.025	0.06464
36.3451667	41.2797	0.1309686	16.03.2011	09:17:58	0.04685	0.03779	0.02064	0.01712	0.01787	0.02529	0.01294	0.02619	0.00651	0.01706	0.03248	0.0524	0.0065	0.03059	0.03486	0.02454	0.06475
36.3451667	41.2797	0.1326569	16.03.2011	09:18:03	0.04782	0.03361	0.02052	0.01758	0.01862	0.02555	0.01266	0.02647	0.00653	0.01707	0.03278	0.05336	0.00612	0.03022	0.03476	0.02546	0.06539
36.3451667	41.2797	0.1331977	16.03.2011	09:18:09	0.04469	0.03548	0.02231	0.01659	0.01894	0.02542	0.01285	0.02626	0.00641	0.01869	0.0335	0.05475	0.00683	0.03113	0.03395	0.02511	0.06513
36.3451944	41.2797	0.1424598	16.03.2011	09:18:16	0.04814	0.03626	0.02249	0.01683	0.01872	0.02464	0.01278	0.02718	0.00651	0.02108	0.03312	0.0708	0.00622	0.03102	0.03476	0.02565	0.06514
36.3451944	41.2797	0.1443614	16.03.2011	09:18:23	0.04475	0.03768	0.02287	0.0167	0.01809	0.02436	0.01304	0.02713	0.00663	0.02048	0.03318	0.04899	0.00633	0.06605	0.03469	0.02512	0.06552
36.3453333	41.2796	0.1410091	16.03.2011	09:18:27	0.04359	0.0374	0.02327	0.01693	0.01821	0.02455	0.01352	0.02715	0.00626	0.01827	0.03327	0.03969	0.00741	0.05562	0.03453	0.02533	0.06574
36.3453333	41.2796	0.1357285	16.03.2011	09:18:34	0.04201	0.03415	0.02198	0.01704	0.01899	0.02473	0.01307	0.02802	0.00593	0.01776	0.03305	0.0332	0.00662	0.06082	0.03544	0.02538	0.06555
36.3456944	41.2796	0.1313714	16.03.2011	09:18:40	0.04294	0.04472	0.02042	0.01751	0.01839	0.02502	0.01266	0.0279	0.00627	0.01857	0.03329	0.02965	0.00797	0.04542	0.03573	0.02441	0.06446
36.3459167	41.2798	0.1334383	16.03.2011	09:18:45	0.04649	0.04642	0.01996	0.01685	0.01883	0.02491	0.01329	0.02844	0.00663	0.01773	0.03323	0.03293	0.01785	0.03938	0.03567	0.02444	0.0649
36.3459167	41.2798	0.1406082	16.03.2011	09:18:52	0.04626	0.05403	0.02184	0.01697	0.018	0.02454	0.01343	0.03603	0.00652	0.02308	0.03294	0.0404	0.01968	0.03554	0.0354	0.02471	0.06559
36.3463611	41.2796	0.1720455	16.03.2011	09:18:58	0.04624	0.08507	0.0228	0.01666	0.01871	0.02504	0.01415	0.04284	0.00663	0.04909	0.03311	0.05723	0.01531	0.04787	0.03569	0.02535	0.06622
36.3463611	41.2796	0.1737234	16.03.2011	09:19:03	0.04615	0.07991	0.02181	0.01697	0.01862	0.02435	0.01412	0.05299	0.0065	0.04635	0.03291	0.06775	0.01241	0.04558	0.03481	0.02477	0.06555
36.3468889	41.2791	0.1760428	16.03.2011	09:19:09	0.04329	0.08191	0.02113	0.01646	0.01852	0.02485	0.01354	0.06497	0.00691	0.04365	0.03309	0.06429	0.00919	0.04954	0.03524	0.02475	0.06518
36.3470556	41.279	0.1875896	16.03.2011	09:19:16	0.04523	0.08659	0.02079	0.0172	0.01871	0.02412	0.01376	0.07275	0.00673	0.03922	0.03324	0.08307	0.00761	0.04552	0.03526	0.02458	0.06586
36.3470556	41.279	0.1785136	16.03.2011	09:19:21	0.04468	0.08807	0.02054	0.01701	0.01839	0.02385	0.01395	0.06684	0.00619	0.03627	0.03279	0.0695	0.00703	0.04032	0.03504	0.02441	0.06653
36.3473611	41.2791	0.1662615	16.03.2011	09:19:27	0.04418	0.08132	0.01992	0.01814	0.01918	0.02329	0.01427	0.06556	0.00626	0.032	0.03288	0.05083	0.00658	0.0359	0.03493	0.02461	0.0668
36.3473611	41.2791	0.1595104	16.03.2011	09:19:34	0.04483	0.08427	0.01944	0.01801	0.01862	0.02401	0.01413	0.05462	0.00641	0.02863	0.03311	0.03994	0.00612	0.03578	0.03434	0.02396	0.06651
36.3480833	41.2797	0.1694322	16.03.2011	09:19:41	0.04714	0.09092	0.02166	0.01832	0.0193	0.02401	0.01421	0.0478	0.00638	0.02953	0.03335	0.03472	0.0068	0.06281	0.03554	0.02526	0.06578
36.3480833	41.2797	0.1608901	16.03.2011	09:19:45	0.04638	0.07804	0.02136	0.0184	0.01911	0.02404	0.01434	0.04451	0.00637	0.03891	0.03332	0.03445	0.00625	0.05535	0.03516	0.0259	0.06614
36.3486944	41.2802	0.1659181	16.03.2011	09:19:52	0.04813	0.06469	0.02091	0.01814	0.01893	0.02437	0.01544	0.04461	0.00639	0.05894	0.03346	0.05817	0.00609	0.04716	0.03522	0.02476	0.06661

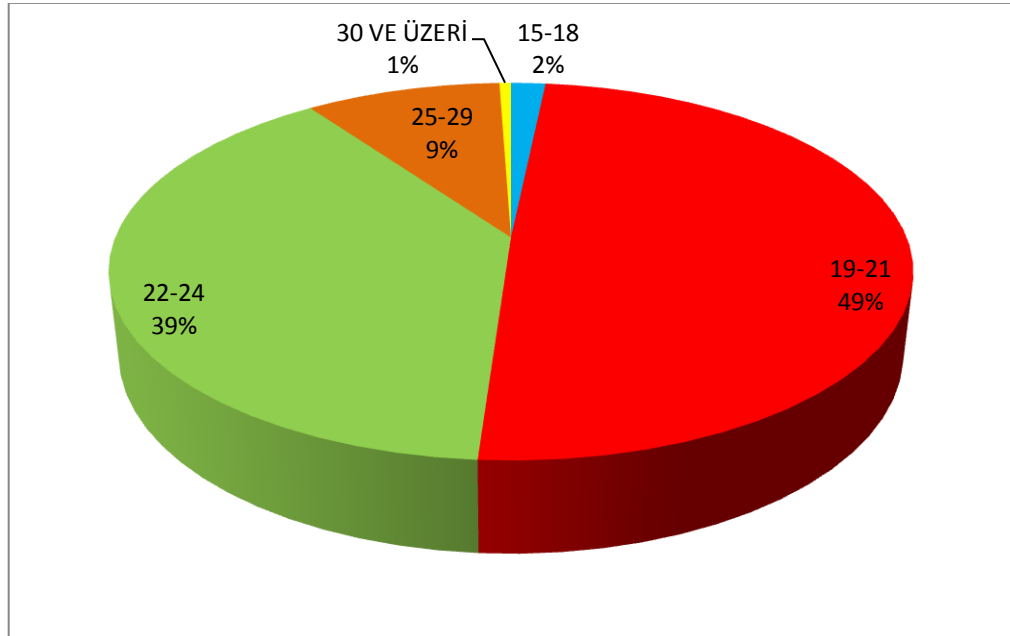
Şekil 4.43. SRM 3006 ile ölçülen 17 farklı banda ait birleştirilmiş Elektrik alan şiddeti değerleri

4.4. Cep Telefonu Kullanım Alışkanlıkları Anketi

Üniversite öğrencilerinin cep telefonu kullanım alışkanlıkları hakkında bilgi edinebilmek amacıyla EK-3’ de yer alan anket hazırlanmıştır.

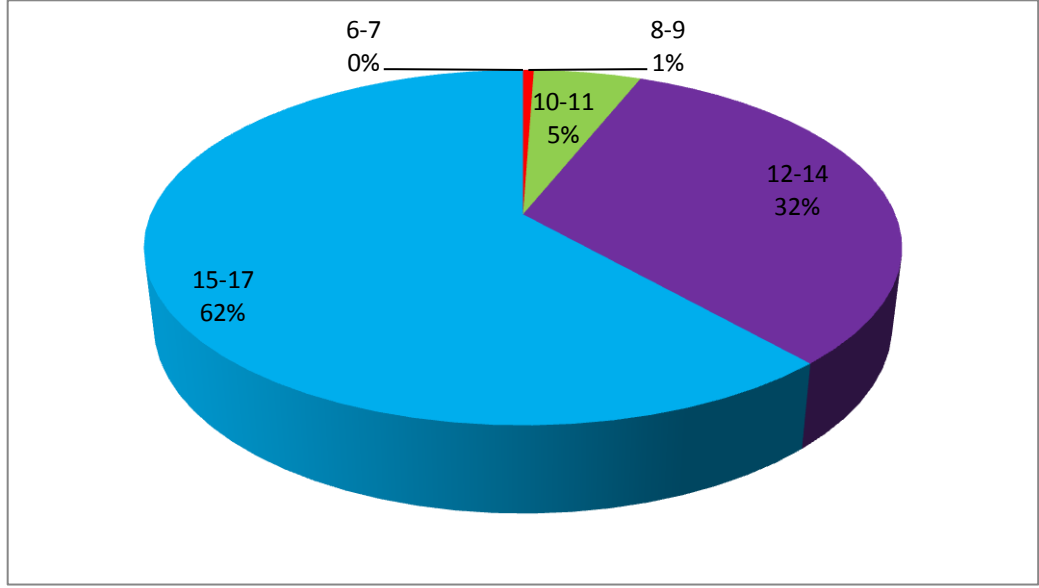
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi, Osmangazi Üniversitesi ve Ordu Üniversitesi’ nden 182 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilen anketin sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde elde edilen sonuçlar şunlardır:

Ankete katılan öğrencilerin yaş grupları Şekil 4.44’de gösterilmiştir.



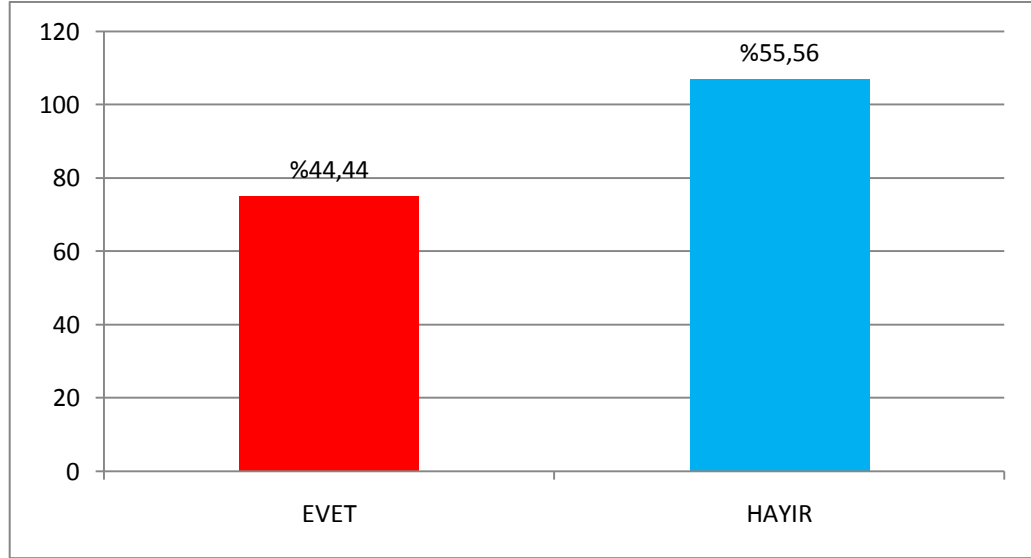
Şekil 4.44. Ankete katılan yaş grubu

Ankete katılan öğrencilerin cep telefonu kullanmaya başladığı yaş grubu Şekil 4.45’de gösterilmiştir.



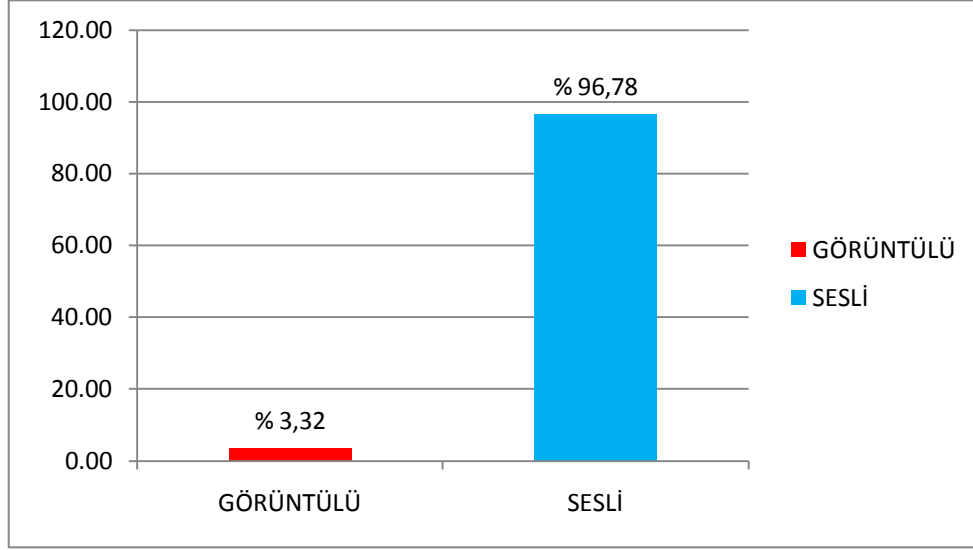
Şekil 4.45. Ankete katılanların cep telefonu kullanmaya başladığı yaş grubu

Ankete katılan öğrencilerin 3G destekli cep telefonu kullanımı Şekil 4.46’da gösterilmiştir.



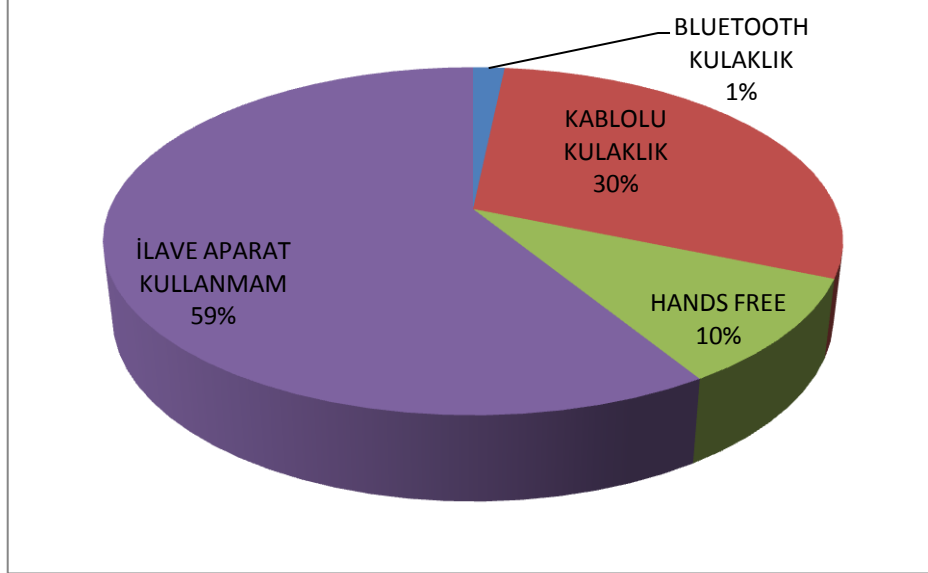
Şekil 4.46. 3G destekli cep telefonu kullanımı

Ankete katılan öğrencilerin 3G destekli cep telefonu kullananların görüntülü/sesli konuşma oranları Şekil 4.47’de gösterilmiştir.



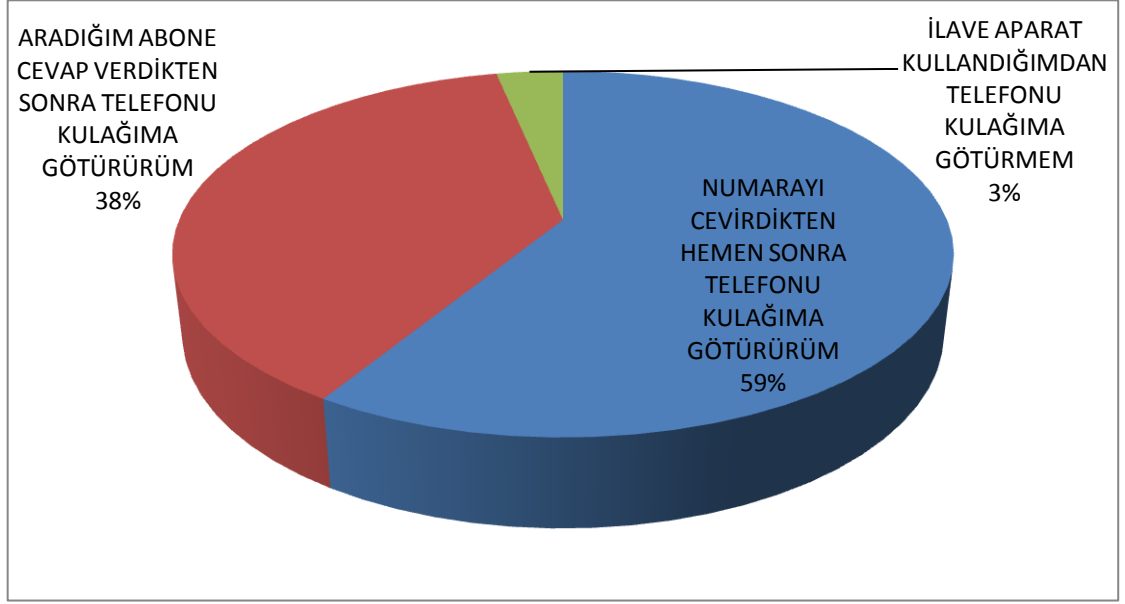
Şekil 4.47. 3G destekli cep telefonu kullananların görüntülü/sesli konuşma oranları

Ankete katılan öğrencilerin uzun süreli görüşmelerde tercih ettikleri uygulamalar Şekil 4.48’de gösterilmiştir.



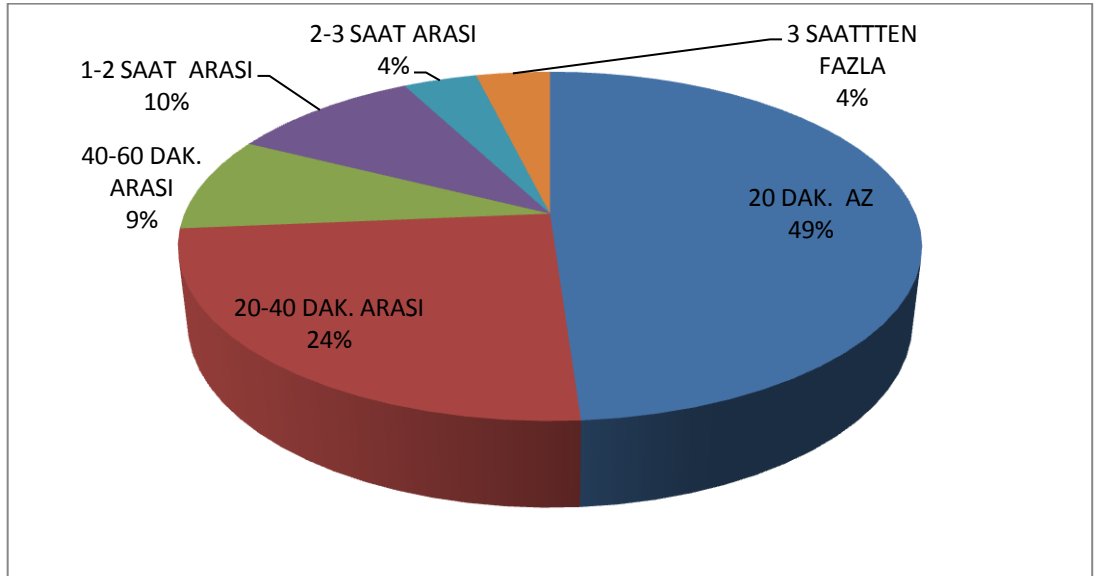
Şekil 4.48. Uzun süreli görüşmelerde tercih edilen uygulama

Ankete katılan öğrencilerin telefon görüşmelerine başlarken tercih ettikleri uygulamalar Şekil 4.49’da gösterilmiştir.



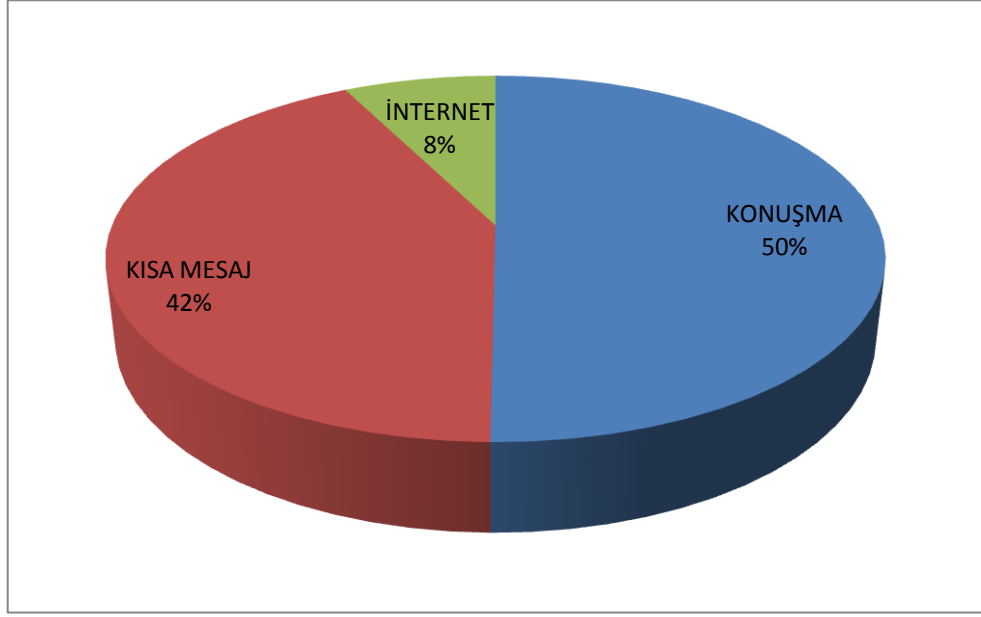
Şekil 4.49. Telefon görüşmelerine başlarken tercih edilen uygulama

Ankete katılan öğrencilerin günlük cep telefonu konuşma süreleri ile ilgili sonuçlar Şekil 4.50’de gösterilmiştir.



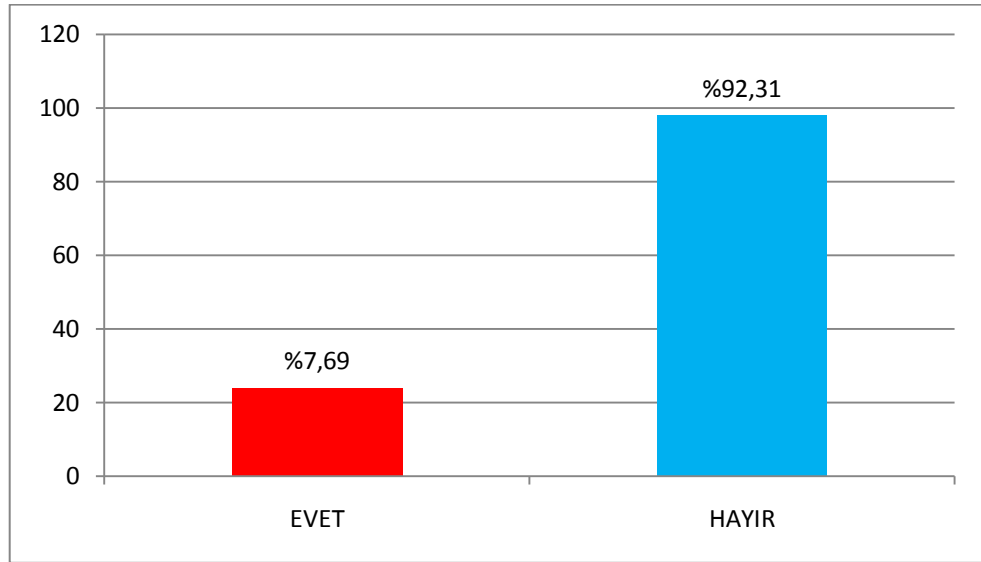
Şekil 4.50. Günlük cep telefonu konuşma süresi

Ankete katılan öğrencilerin günlük cep telefonu kullanımı tercihleri ile ilgili sonuçlar Şekil 4.51’de gösterilmiştir.



Şekil 4.51. Günlük cep telefonu kullanımı tercihleri

Ankete katılan öğrencilerin cep telefonu seçimlerinde SAR değerinin etkisi ile ilgili sonuçlar Şekil 4.52’de gösterilmiştir.



Şekil 4.52. Cep telefonu seçiminde SAR değerinin etkisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Telekomünikasyon, modern ekonomilerin en dinamik sektörlerinden bir tanesini oluşturmakta; sağladıkları hizmetlerin sayısı giderek artmakta ve kaçınılmaz bir sonuç olarak da, tüm nüfus; işte, evde, sokakta kısacası her yerde elektromanyetik dalgalara çok daha fazla maruz kalmaktadır. Sektörün büyümesi ile hizmet sunulan bölgedeki ekonomik ilerleme arasında bulunan ilişkide değerlendirmenin diğer bir boyutudur.

Çalışmada;

2004 yılında Özdemir, A. tarafından hazırlanan “Ankara, İstanbul ve İzmir Şehirlerinde Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Hazırlanması ve Elektromanyetik Kirliliğin Azaltılması Yönünde Öneriler” konulu Uzmanlık tezinde,

2008 yılında Arjantin Cordoba Ciudad Üniversitesi’nden, Taborda, R. ve arkadaşları tarafından yayınlanan “Mobile Non Ionizing Radiation Measurement System” konulu makalede,

2010 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi’nden Özgümüş, B. tarafından hazırlanan “Zonguldak Kent merkezinin 100 kHz- 3GHz Frekans Bandında Elektromanyetik Kirliliğinin Araştırılması” konulu Yüksek Lisans tezinde,

2010 yılında Dicle Üniversitesi’nden Cansız, M. tarafından hazırlanan “Diyarbakır İl Merkezinin Elektromanyetik Alan Haritasının Çıkarılması ve Durum Değerlendirilmesi” konulu Yüksek Lisans tezinde,

elde edilen 100 kHz-3 GHz frekans bandında Ortamın toplam Elektromanyetik kirliliğinin araştırılmasına yönelik ulusal ve uluslararası yapılan çalışmalara ilave olarak özellikle birden fazla istasyonun aynı konumda bulunduğu mekanlarda çevredeki abone ve konuşma trafiği yoğunluğuna bağlı olarak günlük elektrik alan şiddeti değişimini tespit edebilmek için Samsun il merkezinde belirli konumlarda 24 saatlik ölçümler

yapılmış ve bu ölçümler neticesinde istasyonların konuşma trafiklerinin en yoğun olduğu saat aralıkları tespit edilerek ölçülen elektrik alan şiddeti (V/m) değerlerinin, ICNIRP (Tablo 2.4) ve BTK (Tablo 2.5) tarafından belirlenen ortamın limit değerlerinin oldukça altında olduğu görülmüştür.

İstasyonların bulunduğu mekanlara ilave olarak 100 kHz - 3 GHz frekans bandında çalışan aralarında baz istasyonları, cep telefonları, , Radyo/TV vericileri, DECT telefonlar ile VHF ve UHF telsiz sistemlerinin bulunduğu sabit telekomünikasyon cihazlarından kaynaklı elektromanyetik alan şiddetinin şehir merkezinde cadde ve sokaklardaki etkisini tespit edebilmek amaçlı İlkadım, Canik ve Atakum ilçe merkezlerinde 100 kHz – 3 GHz frekans bandındaki ortamın elektrik alan şiddeti değeri (V/m) ve 30 MHz – 3 GHz frekans bandında 17 farklı banddaki elektrik alan şiddeti değerlerinin (V/m) konuma bağlı ölçümleri yapılarak elektrik alan şiddeti seviyelerine göre renklendirilerek iki ve üç boyutlu kirlilik haritaları elde edilmiştir. Veriler incelendiğinde, elektrik alan şiddeti (V/m) değerlerinin, uluslararası ICNIRP (Tablo 2.4) ve BTK (Tablo 2.5) ortam limit değerlerinin oldukça altında olduğu bu değerlere göre Samsun il merkezi için endişe verici elektromanyetik kirlilikten söz edilemeyeceği, Tablo 4.8’ de verilen sonuçlar incelendiğinde il merkezi genelinde Elektrik alan şiddetinin 1,5 V/m’ nin altında ve yoğun olarak 0,5 V/m’ nin altında olduğu görülmüştür.

SRM 3006 ile yapılan ölçümlerde hücresel sistem frekans bandında (890-960 MHz, 1,7-1,88 MHz, 1.9-2,17 GHz) en yüksek değerler, Kazımpaşa Cad. ile Ziya Gökalp Cad.’ nin kesiştikleri noktada, 4,12 V/m ve İstiklal Cad. ile Ağabali Cad.’nin kesiştikleri noktada 4,16 V/m olarak ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin, uluslararası ICNIRP (Tablo 2.4) ve BTK (Tablo 2.5) limit değerlerinin oldukça altında olduğu görülmüştür.

Elde edilen en yüksek değer, 18,34 V/m ile Radyo-TV vericilerinin bulunduğu emisyon noktası Gürgentepe mevki Bakacak tepesinde ölçülmüştür. Bu değer Tablo 2.5’ de yer alan BTK tek cihaz için belirlenen limit değerlerin üzerinde olduğunun görülmesi neticesinde SRM-3006 cihazının 17 farklı banddaki verileri incelenmiştir.

İnceleme sonucunda, bu değere 13, 57 V/m ile Radyo vericilerinin, 3,82 V/m ile UHF Bandından yayın yapan TV vericilerinin katkısının bulunduğu görülmüştür.

Üniversite öğrencilerinin cep telefonu kullanım alışkanlıkları hakkında bilgi edinebilmek amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi, Osmangazi Üniversitesi ve Ordu Üniversitesi öğrencilerinin katılımıyla yapılan anketin (EK-3) değerlendirilmesi neticesinde;

Ankete katılan öğrencilerin %59'nun uzun süreli görüşmelerde kablolu veya bluetooth kulaklık gibi ilave aparatlar veya eller serbest modunu kullanmayarak çok daha fazla elektromanyetik alan şiddetine maruz kaldığı,

Ankete katılan öğrencilerin %59'nun telefon görüşmelerine başlarken çağrının kurulma anında en yüksek elektromanyetik alan şiddeti maruziyeti söz konusu olmasına rağmen numarayı çevirdikten hemen sonra telefonu kulaklarına götürdükleri, %92,3'nün cep telefonu seçimlerinde SAR değerinin etkisine “hayır” yanıtını verdikleri görülmüştür.

Sonuçlar irdelendiğinde; cep telefonundan kaynaklanabilecek riskleri azaltabilmek için baz istasyonu hücre kapsamalarının küçültülmesinin yani baz istasyonu sayılarının artırılmasının bir çözüm olabileceği, cep telefonunun doğru kullanımı konusunda üniversite gençliğinin bilgilendirilmesi gerektiği mütalaa edilmiştir.

Kullanıcılar;

- Cep telefonu tercihlerinde SAR değerinin düşük telefonları tercih etmeli,
- Cep telefonunun güç sınıfı değerlerine (Tablo 5.1 ve Tablo 5.2) dikkat etmeli,
- Uzun süreli görüşmelerden kaçınmalı,
- Uzun süreli görüşme durumlarında mutlaka kablolu kulaklık veya eller

serbest özelliğini kullanmalı

- İlave aparat kullanmadan yaptıkları görüşmelerde, aradıkları abone telefona cevap verene kadar geçen sürede (call establish: çağrı kurulumu) cihazdan yayılan elektromanyetik alan şiddeti yüksek seviyede olacağından telefon kulağa götürülmemelidir.

GSM Power Class Number	GSM 900		GSM 1800		GSM 1900	
	Power level number	Maximum power output	Power level number	Maximum power output	Power level number	Maximum power output
1			PL0	30 dBm / 1W	PL0	30 dBm / 1W
2	PL2	39dBm / 8W	PL3	24 dBm/ 250 mW	PL3	24 dBm / 250 mW
3	PL3	37dBm / 5W	PL29	36 dBm / 4W	PL30	33 dBm / 2W
4	PL4	33dBm / 2W				
5	PL5	29 dBm / 800 mW				

Kaynak: http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/power-control-classes-amplifier.php

Tablo 5.1. GSM Cep telefonu güç sınıfı değerleri

dBm	Power	Note
27 dBm	500 mW	Typicall cellular phone transmission power Maximum output from a UMTS/3G mobile phone (Power Class 2 mobiles)
24 dBm	250 mW	Maximum output from a UMTS/3G mobile phone (Power Class 3 mobiles)
21 dBm	125 mW	Maximum output from a UMTS/3G mobile phone (Power Class 4 mobiles)

Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/DBm>

Tablo 5.2. UMTS Cep telefonu güç sınıfı değerleri

Ölçüm yöntemi ile ilgili bilgi sunulan “Sürekli Yaşam Alanlarında EMR Saha Ölçümleri” ile, sabit telekomünikasyon cihazlarının çevresine ilave olarak sürekli yaşam alanlarında da, düzenlemelerde belirtilen limit değerlerin aşılması engellenebilir. Limit değerlerin aşılmadığı ve sürekli maruziyete neden olacak herhangi bir sabit telekomünikasyon cihazının bulunmadığı “Güvenli Alanlar” kontrol altında tutulabilir.

Ayrıca, elde edilen bu veriler belirli aralıklarla tekrarlanarak ve internette yayınlanarak daha geniş kitlelere ulaşılması durumunda mevcut endişelerin asgariye indirilmesinde etkin rol oynayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Barclay, L. (2008). *Propagation of Radiowaves*

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, http://www.btk.gov.tr/sas/sas_anasayfa.htm

Cansız, M. (2010). *Diyarbakır İl Merkezinin Elektromanyetik Alan Haritasının Çıkarılması ve Durum Değerlendirilmesi*

Cora, A. (2009). *K.T.Ü. ,Gezgin İletişim Yüksek Lisans Ders Notları*

Garg, W. (2007). *Wireless Communications and Networking*.

Holma H., Toskala, A. (2004). *WCDMA for UMTS Radio Access for Third Generation Mobile Communications*

ICNIRP (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection-Uluslar arası İyonlaştırmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu),
<http://www.icnirp.de/PubEMF.htm>,
<http://www.icnirp.de/documents/RFReview.pdf>

ITU-T K.52. (2000). *Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields*.

Katsenelenbaum, B. Z. (2003). *Electromagnetic Fields –Restrictions and Approximation*.

Lee, W., C., Y. (2006). *Wireless&Cellular Telecommunications*.

Lorrain, P., Corson D. R., Lorrain F. (1988). *Electromagnetic Fields and Wave*.

Official Journal of the European Communities. (1999). *On the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)-1999/519/EC*.

Özdemir, A. (2004). *Ankara, İstanbul ve İzmir Şehirlerinde Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Hazırlanması ve Elektromanyetik Kirliliğin Azaltılması Yönünde Öneriler*.

Özgümüş, B. (2010). *Zonguldak Kent merkezinin 100 KHz- 3GHz Frekans Bandında Elektromanyetik Kirliliğinin Araştırılması*.

Papas, C., H. (1988). *Theory of Electromagnetic Wave Propagation*,

Taborda, R., A., M., Vanella, O., R., Sabella M. (2008). *Mobile Non Ionizing Radiation Measurement*.

WHO (World Health Organization-Dünya Sağlık Örgütü). (2011). <http://www.who.int/peh-emf/project/en/>

EKLER

EK-1: SAS512F Anten Faktörü Grafiği

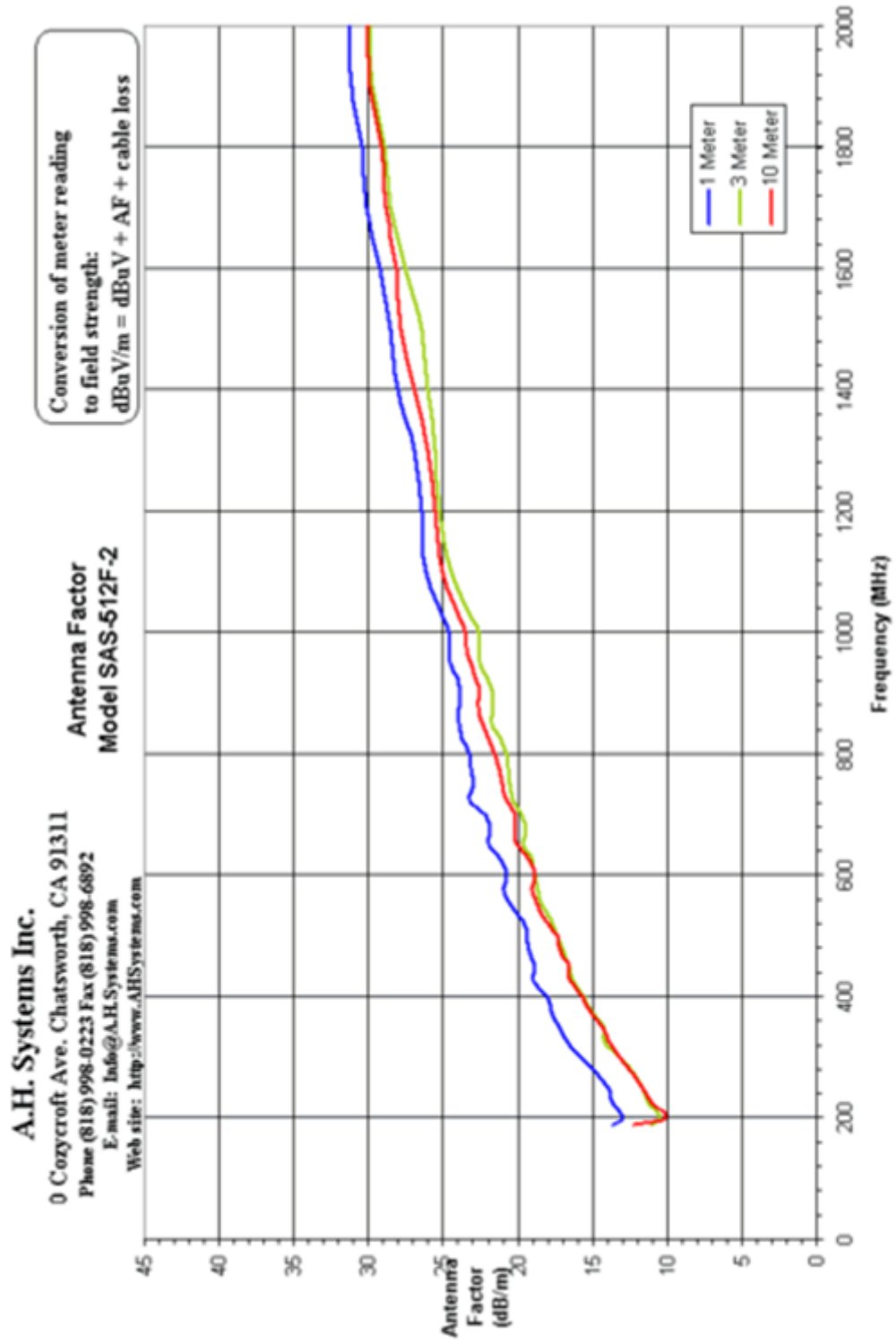
EK-2: SAS512F Anten Faktörü Sayısal Bilgileri

EK-3: Cep Telefonu Kullanım Alışkanlıkları Anketi

EK-4: Cep Telefonu SAR Değerleri listesi

EK-5: Elde edilen Ölçüm sonuçları ve yapılan çalışmalara ait veri CD' si

SAS-512F-2 Log Periodic Antenna Data Graph



SAS-512F-2 Log Periodic Antenna Data (10 meter)

Frequency (MHz)	AF (dB/m)	Gain (dBi)	Gain (Numeric)	Frequency (MHz)	AF (dB/m)	Gain (dBi)	Gain (Numeric)
190	12.3	3.5	2.25	725	20.8	6.7	4.65
200	10.1	6.2	4.14	750	21.1	6.6	4.62
225	11.1	6.2	4.15	775	21.3	6.7	4.73
250	11.7	6.5	4.47	800	21.5	6.8	4.79
275	12.4	6.6	4.59	825	21.9	6.6	4.61
300	13.2	6.6	4.59	850	22.4	6.5	4.45
325	13.9	6.6	4.58	875	22.6	6.4	4.41
350	14.3	6.8	4.78	900	22.5	6.8	4.81
375	15.2	6.6	4.52	925	22.8	6.8	4.75
400	15.7	6.6	4.60	950	23.2	6.6	4.60
425	16.5	6.4	4.32	975	23.5	6.6	4.55
450	16.6	6.7	4.70	1000	23.6	6.7	4.63
475	17.2	6.6	4.55	1100	25.0	6.1	4.04
500	17.4	6.8	4.80	1200	25.6	6.3	4.24
525	18.2	6.5	4.45	1300	26.0	6.5	4.46
550	18.7	6.4	4.32	1400	26.9	6.2	4.20
575	19.1	6.3	4.30	1500	27.9	5.9	3.90
600	18.8	7.0	4.99	1600	28.2	6.1	4.12
625	19.2	7.0	4.95	1700	28.8	6.0	4.01
650	20.0	6.5	4.46	1800	29.1	6.2	4.21
675	20.1	6.7	4.68	1900	29.9	5.9	3.89
700	20.2	7.0	4.98	2000	30.0	6.2	4.21



T.C.
ONDOKUZMAYIS ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM PROGRAMI

CEP TELEFONU KULLANIM ALIŞKANLIKLARI ANKETİ

OKUL BÖLÜM

AİLENİZLE YAŞADIĞINIZ İL CİNSİYET ☐ BAYAN ☐ BAY

1- YAŞ GRUBUNUZ

a) ☐ 15-18 b) ☐ 19-21 c) ☐ 22-24 d) ☐ 25-29 e) ☐ 30 VE ÜZERİ

2- CEP TELEFONU KULLANMAYA BAŞLADIĞINIZ YAŞ GRUBUNUZ

a) ☐ 06-07 b) ☐ 08-09 c) ☐ 10-11 d) ☐ 12-14 e) ☐ 15-17

3- 3G DESTEKLİ CEP TELEFONU KULLANIYOR MUSUNUZ?

a) ☐ EVET b) ☐ HAYIR

4- GÖRÜNTÜLÜ GÖRÜŞME İLE SESLİ GÖRÜŞME ORANLARINIZ

a) %..... GÖRÜNTÜLÜ b) %..... SESLİ

5- CEP TELEFONU İLE YAPTIĞIM UZUN SÜRELİ GÖRÜŞMELERDE;

a) ☐ BLUETOOTH KULAKLIK KULLANIRIM b) ☐ KABLOLU KULAKLIK KULLANIRIM
c) ☐ ELLER SERBEST (HANDS FREE) ÖZELLİĞİNİ KULLANIRIM d) ☐ İLAVE ÖZELLİK/ APARAT KULLANMAM

6- CEP TELEFONU İLE YAPTIĞIM GÖRÜŞMELERDE ÇOĞUNLUKLA ;

a) ☐ NUMARAYI ÇEVİRDİKTEN HEMEN SONRA TELEFONU KULAĞIMA GÖTÜRÜRÜM.
b) ☐ ARADIĞIM ABONE CEVAP VERDİKTEN SONRA TELEFONU KULAĞIMA GÖTÜRÜRÜM.
c) ☐ İLAVE ÖZELLİK/ APARAT KULLANDIĞIMDAN TELEFONU KULAĞIMA GÖTÜRMEM.

7- GÜNLÜK CEP TELEFONU İLE TOPLAM KONUŞMA SÜRENİZ

a) ☐ 20 DAKİKADAN AZ b) ☐ 20-40 DAKİKA ARASI c) ☐ 40-60 DAKİKA ARASI
d) ☐ 1-2 SAAT ARASINDA e) ☐ 2-3 SAAT ARASINDA f) ☐ 3 SAAT TEN FAZLA

8- GÜNLÜK CEP TELEFONU KULLANIMINIZIN

a) %..... KONUŞMA b) %..... KISA MESAJ (SMS) c) %..... İNTERNET

KATILIMINIZ İÇİN TEŞEKKÜRLER.

Kaynak: http://www.sarshield.com/english/radiationchart.htm		
Manufacturer / Model number	SAR rating (1.6W/kg)	SAR rating (2.0W/kg)
Apple iPhone	0.974	
Apple iPhone 3G	1.388	0.878
Apple iPhone 3GS	1.19	1.10
Apple iPhone 4	1.17	0.93
Blackberry 6280	0.24	0.18
Blackberry 6710	1.28	0.77
Blackberry 6720	1.28	0.75
Blackberry 6750	1.46	
Blackberry 7100, 7100g, 7100t, 7100v, 7100x	0.91	0.86
Blackberry 7105t	0.91	0.86
Blackberry 7130c	0.91	0.86
Blackberry 7210	0.60	0.26
Blackberry 7230	0.60	0.26
Blackberry 7250	1.27	0.87
Blackberry 7280	0.24	0.17
Blackberry 7290	0.31	0.24
Blackberry 7510	0.91	
Blackberry 7550	1.27	
Blackberry 7520	0.79	
Blackberry 7730	1.19	0.63
Blackberry 7750	1.27	
Blackberry 7780	1.19	
Blackberry 8100 Pearl	1.52	0.98
Blackberry 8110 Pearl	1.22	1.13
Blackberry 8120 Pearl	1.48	1.39
Blackberry 8130 Pearl	1.48	1.39
Blackberry 8200 Pearl Flip	1.18	0.66
Blackberry 8220 Pearl Flip	1.18	0.66
Blackberry 8230 Pearl	1.23	
Blackberry 8300 Curve	1.51	0.63
Blackberry 8310 Curve	1.51	0.63
Blackberry 8320 Curve	1.51	0.63
Blackberry 8330 Curve	1.54	0.63
Blackberry 8350	1.10	

Blackberry 8520 Curve 2	1.22	1.02
Blackberry 8530 Curve 2 CDMA	1.31	
Blackberry 8700c , 8700r	1.34	1.04
Blackberry 8703e	1.55	
Blackberry 8707g	1.30	0.87
Blackberry 8707v	1.45	0.94
Blackberry 8800	1.52	1.16
Blackberry 8820	1.52	1.16
Blackberry 8830	1.46	
Blackberry 8900 Curve Javelin	1.01	
Blackberry 9000 Bold	1.51	1.15
Blackberry 9100 Pearl 3G	1.38	1.74
Blackberry 9105 Pearl 3G	1.38	1.74
Blackberry 9300 Curve	1.28	1.45
Blackberry 9500 Storm	0.93	0.67
Blackberry 9530 Storm	0.93	0.67
Blackberry 9550 Storm 2	1.01	
Blackberry 9630 Tour	1.43	1.72
Blackberry 9650 Bold	1.35	1.68
Blackberry 9670 Style	0.97	
Blackberry 9700 Bold	1.55	1.36
Blackberry 9780 Bold	1.41	1.15
Blackberry 9800 Torch	1.13	0.86
HTC 7 Mozart		0.74
HTC 5800	1.49	
HTC 6800	1.49	
HTC 8125	0.79	
HTC 8900	1.47	
HTC Aria		0.95
HTC Desire	1.06	1.12
HTC Dream 100 (Google G1)	1.11	0.691
HTC Droid Eris	1.19	
HTC Droid Incredible	1.40	
HTC Evo 4G	1.03	
HTC Evo Shift 4G	0.72	
HTC G2	1.31	1.13
HTC Imagio	1.34	
HTC Inspire 4G	1.14	
HTC Legend		0.565
HTC Wildfire		0.754
HTC Fuze	1.26	

HTC Hero	1.21	
HTC HD2		0.725
HTC HD7	1.15	
HTC Magic	1.13	1.87
HTC Mogul	1.13	
HTC My Touch 3G	1.15	
HTC P3300 Arthemis		1.10
HTC P3400, P3400i		0.32
HTC P3470		0.371
HTC Nexus One by Google	0.867	
HTC S740		1.29
HTC Snap	1.32	
HTC Str Trk	0.825	
HTC Touch	1.25	0.91
HTC Touch Diamond	0.85	
HTC Touch Dual (P5500)		1.59
HTC Touch Pro		1.31
HTC Touch Pro 2 T3333	1.41	1.87
HTC Touch Viva T2223	1.31	1.37
HTC TyTN II	1.47	0.38
LG 4NE1	1.28	
LG 100C	1.30	
LG 150 Phone has been recalled by LG.	2.00	
LG 200C	1.30	
LG 210	0.937	
LG 220, 220C	1.28	
LG 225	0.85	
LG 260	1.22	
LG 265 Script	1.51	
LG 285	1.27	
LG 290C	1.21	
LG 300G	1.17	
LG 320G	1.09	
LG 380	1.08	
LG 400G	1.11	
LG 410G	1.03	0.664
LG 420G	1.13	
LG 600G	0.956	
LG 620G	0.54	
LG 900G	1.08	
LG 1400	0.714	

LG 1500	1.41	
LG 3280	1.22	
LG 3300	1.22	
LG 4010	0.714	
LG 4400	1.24	
LG 5200	1.23	
LG 5350	1.38	
LG 5450	1.11	
LG 5500	0.95	
LG 6070	1.21	
LG 6190	1.41	
LG 6200	1.23	
LG 7050		0.69
LG 7100, 7100i	1.04	0.32
LG 7200		0.816
LG 8700 Shine	1.13	0.32
LG 9100 Keybo	1.29	
LG 9250 Ellipse	1.31	
LG Ally	1.36	
LG AX145	1.30	
LG AX245	1.27	
LG AX300	1.14	
LG AX380 WAVE	1.08	
LG AX390	1.28	
LG AX565	1.14	
LG AX4270	1.47	
LG AX5000	1.23	
LG AX8575 Touch	1.46	
LG B2000		0.50
LG BL20		1.45
LG C1100	1.12	
LG C1500	1.34	
LG C330W	1.2902	
LG CG300	1.04	
LG C3310		0.975
LG CE500	0.90	0.52
LG G1200		1.15
LG C1300	0.714	
LG C1500	1.41	0.36
LG C2000	1.16	0.87
LG CE110	1.22	

LG CF 360	0.72	
LG CG180	1.17	
LG CG225	0.85	
LG Chocolate 3	1.26	
LG CT810 Incite	0.73	
LG CU320	1.06	
LG CU400	1.14	
LG CU405	1.14	
LG CU500	1.12	
LG CU515	1.30	
LG CG575 Trax	1.26	
LG CU720 Shine	1.14	
LG CU920 VU	1.26	
LG D110	1.21	
LG E2210L		1.1
LG enV	0,70	
LG enV2	1.21	
LG enV3	1.34	
LG F2100		0.50
LG F2400		1.30
LG F9100	0.72	0.40
LG G1600	1.32	0.80
LG G1800		0.50
LG G4011	0.70	
LG G4015	0.71	
LG G4020	0.78	
LG G4050	0.71	
LG G5300		0.39
LG G5300i		0.39
LG G5400	1.08	
LG G5600		0.95
LG GB220	1.38	
LG GB230		0.618
LG GD510 Pop	1.36	1.29
LG GD900	1.12	
LG GM200		1.11
LG GR500 Xenon	1.08	
LG GS290		0.993
LG GT500	0.52	
LG GT540		1.39
LG GU285	0.71	

LG GU295	1.21	
LG GX200		0.94
LG GX300		1.54
LG GX500		1.28
LG KC550		0.826
LG KC910 Renoir		0.91
LG KE800		0.78
LG KE810		0.69
LG KE820		0.51
LG KE850 PRADA	1.29	0.84
LG KE970		0.43
LG KF300		0.83
LG KF350		0.608
LG KF600	0.47	
LG KF750	0.755	0.5
LG KG110		0.728
LG KG195		0.913
LG KG320	1.15	0.129
LG KG800 (Chocolate)	0.14	0.084
LG KG810		0.601
LG KM300		0.67
LG KM330		0.77
LG KM555R Shine Touch	1.24	
LG KM900 Arena		0.67
LG KP100		0.74
LG KP105		0.60
LG KP110		0.997
LG KP115		0.997
LG KP170		1.14
LG KP202		0.499
LG KP500 Cookie		1.02
LG KP501 Cookie		1.02
LG KS660		1.14
LG KU900	0.70	
LG KU990	0.689	
LG L1150	0.714	
LG L1400	0.714	
LG Lotus	1.36	
LG LX160	1.19	
LG LX175 Flare	1.23	
LG LX225	1.02	

LG LX265 Rumour 2	1.51	
LG LX370	1.41	
LG LX535	1.01	
LG LX535 (Fusic)	0.60	
LG LX600 Lotus	1.36	
LG LX610 Lotus Elite	1.20	
LG LX1200	0.83	
LG LX5400	1.17	
LG LX5450	1.10	
LG LX5550	1.21	
LG MM535	1.01	
LG Neon	0.998	
LG Octane	0.77	
LG P500 Optimos One		0.45
LG PM225	1.00	
LG Prada		1.29
LG PM225	0.90	
LG PM325	1.27	
LG Quantum	0.35	
LG RD2030	0.807	
LG RD3510		0.98
LG RD6130		0.84
LG Rumor	1.22	
LG Rumor Touch	1.20	
LG Shine II	0.761	
LG T310 Cookie Style	1.08	
LG TE365 Neon	1.20	
LG TG300	1.19	
LG TM250	1.27	
LG TM510	1.42	
LG TP1100	1.39	
LG TP2110	1.2	
LG TP3000	1.41	
LG TP5250	0.93	
LG TP5200	0.90	
LG TU550	1.18	
LG U310		0.95
LG U880		0.883
LG U970		0.43
LG U990 Viewty		0.826
LG U8120		0.80

LG U8330		0.904
LG U8360		1.13
LG U8380		0.43
LG UN430	1.18	
LG UX145	1.30	
LG UX210	0.937	
LG UX245	1.27	
LG UX260	1.22	
LG UX265	1.29	
LG UX280 Wine	1.30	
LG UX300	1.14	
LG UX310 Helix	0.93	
LG UX380	1.08	
LG UX565	1.22	
LG UX585	0.798	
LG UX700 Bliss	1.21	
LG UX830	1.27	
LG V111	1.423	
LG VI 125	1.02	
LG VI 5225	1.37	
LG VN 250 Cosmos	1.18	
LG VS660 Vortex	1.20	
LG VX1, VX10	1.28	
LG VX1000 Voyager	0.71	
LG VX2000	1.28	
LG VX3100	1.27	
LG VX3200	1.17	
LG VX3300	1.13	
LG VX3400	0.937	
LG VX3450	0.937	
LG VX4400	1.24	
LG VX4500	1.17	
LG VX4600	1.22	
LG VX4650	1.38	
LG VX4700	1.28	
LG VX4750	1.14	
LG VX5200	1.23	
LG VX5300	1.27	
LG VX5400	1.20	
LG VX5500	0.953	
LG VX5600 Accolade	1.01	

LG VX6000	1.32	
LG VX6100	0.934	
LG VX7000	1.27	
LG VX8000	1.04	
LG VX8100	1.38	
LG VX8300	1.21	
LG VX8350	1.30	0.71
LG VX8360	1.14	1.01
LG VX8370 Clout	1.19	0.54
LG VX8500 Chocolate	1.13	0.84
LG VX8550 LK Chocolate	1.13	0.84
LG VX8575 Chocolate Touch	1.47	
LG VX8600	0.78	
LG VX8700	1.13	
LG VX8800 Venus	1.26	
LG VX9200	1.34	
LG VX9400	1.27	
LG VX9700 DARE	1.09	
LG VX9800	1.10	
LG VX9900 enV	0.70	
LG VX10000 Voyager	1.03	
LG VX11000 enV Touch	1.00	
Nokia 252	1.34	
Nokia 252C	1.34	
Nokia 252N	1.34	
Nokia 282N	0.78	
Nokia 282N	0.78	
Nokia 918	1.17	
Nokia 1100	0.77	
Nokia 1108		0.67
Nokia 1110	1.21	0.85
Nokia 1110i		0.78
Nokia 1112	1.21	0.85
Nokia 1200	1.15	0.81
Nokia 1203		1.12
Nokia 1208	1.15	0.81
Nokia 1220	1.20	
Nokia 1221	1.19	
Nokia 1260	1.16	
Nokia 1325	1.15	0.80
Nokia 1600	1.12	0.82

Nokia 1606	1.38	0.97
Nokia 1616	1.19	0.81
Nokia 1650		0.98
Nokia 1661	1.31	0.91
Nokia 1662		1.38
Nokia 1680	1.06	0.74
Nokia 1800		1.18
Nokia 2100	0.84	
Nokia 2112 CDMA	1.48	0.85
Nokia 2115i	1.20	0.75
Nokia 2116i	1.20	
Nokia 2118	1.33	0.76
Nokia 2126	1.21	0.72
Nokia 2125, 2125i	1.21	0.72
Nokia 2128i	1.21	
Nokia 2160	0.76	
Nokia 2170	1.40	
Nokia 2220	1.23	0.91
Nokia 2220s	0.61	0.39
Nokia 2260	1.08	
Nokia 2270	1.17	
Nokia 2280	1.22	
Nokia 2285	1.15	
Nokia 2300	1.27	
Nokia 2310		0.64
Nokia 2320	1.47	0.96
Nokia 2330, 2330c	1.42	0.99
Nokia 2366i	1.30	0.87
Nokia 2600	1.00	
Nokia 2605	0.98	
Nokia 2610	1.10	0.68
Nokia 2626	1.04	0.63
Nokia 2630	1.04	0.63
Nokia 2650		0.54
Nokia 2651	0.87	0.87
Nokia 2660	1.01	0.70
Nokia 2680s	1.28	0.65
Nokia 2690	0.81	0.66
Nokia 2700	1.11	0.84
Nokia 2705 Shade	1.22	
Nokia 2720 Fold	1.08	0.98

Nokia 2730	1.18	1.02
Nokia 2760	1.10	0.79
Nokia 2855, 2855i	1.36	0.91
Nokia 3100	0.98	0.76
Nokia 3105	0.98	
Nokia 3109	1.13	0.96
Nokia 3110	1.10	0.82
Nokia 3120	1.17	0.79
Nokia 3155i	0.78	0.84
Nokia 3200	0.97	
Nokia 3205	1.29	
Nokia 3210	1.14	0.79
Nokia 3220	1.04	0.72
Nokia 3230		0.39
Nokia 3285	1.41	
Nokia 3300	0.87	
Nokia 3330	1.40	
Nokia 3310	1.40	0.75
Nokia 3315	1.11	
Nokia 3390	0.82	
Nokia 3350	0.74	
Nokia 3360	1.24	
Nokia 3395	1.08	
Nokia 3410		0.81
Nokia 3500, 3500c	0.76	0.43
Nokia 3510	0.96	
Nokia 3510i	0.96	
Nokia 3530	0.99	
Nokia 3560	1.24	
Nokia 3585i	1.13	
Nokia 3586i	1.18	0.70
Nokia 3587i	1.18	
Nokia 3588	1.18	
Nokia 3588i	1.18	
Nokia 3589i	1.18	
Nokia 3590	1.03	
Nokia 3595	1.08	
Nokia 3600	1.27	
Nokia 3600s Slide	1.01	0.69
Nokia 3606	1.27	0.71
Nokia 3606s Slide	1.01	0.69

Nokia 3610	0.91	
Nokia 3620	1.28	
Nokia 3650	0.83	
Nokia 3660	1.13	
Nokia 3720	0.41	0.48
Nokia 5000d	1.10	0.69
Nokia 5030	1.10	0.78
Nokia 5100	0.72	
Nokia 5110, 5110e		0.69
Nokia 5120	1.25	
Nokia 5125	1.45	
Nokia 5130, 5130C	1.14	1.16
Nokia 5140, 5140i	1.50	0.77
Nokia 5160	1.45	
Nokia 5165	1.46	
Nokia 5170	1.45	
Nokia 5170i	1.49	
Nokia 5180	1.28	
Nokia 5180i	1.32	
Nokia 5185i	1.41	
Nokia 5190	1.29	
Nokia 5200	0.94	0.90
Nokia 5210	0.94	
Nokia 5220	1.01	1.00
Nokia 5230 Nuron	1.10	1.31
Nokia 5232 Nuron	1.10	1.03
Nokia 5233 Nuron	1.10	1.03
Nokia 5250	1.06	1.04
Nokia 5300	0.70	0.80
Nokia 5310	1.07	1.11
Nokia 5320	1.25	1.00
Nokia 5500d	0.92	0.50
Nokia 5530	1.17	0.78
Nokia 5610	0.98	1.14
Nokia 5611	1.16	1.32
Nokia 5630	1.02	1.19
Nokia 5800	1.11	0.97
Nokia 5800d	1.29	0.99
Nokia 6010	1.08	
Nokia 6012	1.24	
Nokia 6015	1.28	

Nokia 6015i	1.28	
Nokia 6016	1.28	
Nokia 6019i	1.28	
Nokia 6020		0.52
Nokia 6021		0.72
Nokia 6030	0.92	0.59
Nokia 6060		0.77
Nokia 6070	0.73	0.84
Nokia 6080	0.73	0.84
Nokia 6061	0.92	0.59
Nokia 6085	1.00	1.15
Nokia 6086	1.00	1.15
Nokia 6100	1.21	
Nokia 6101	0.79	0.82
Nokia 6102	0.97	0.82
Nokia 6102i	0.89	0.72
Nokia 6103	0.53	0.75
Nokia 6110 Navigator	1.25	1.16
Nokia 6111	0.79	0.84
Nokia 6121	1.07	
Nokia 6120, 6120c, classic	1.22	1.19
Nokia 6124	0.78	1.11
Nokia 6125	0.66	0.64
Nokia 6126	0.93	0.76
Nokia 6131	1.16	0.85
Nokia 6133	1.16	0.85
Nokia 6136	0.83	0.76
Nokia 6150		0.69
Nokia 6151	0.98	1.02
Nokia 6152	0.95	0.64
Nokia 6155	1.08	0.64
Nokia 6160	1.46	
Nokia 6161	1.27	
Nokia 6162	1.42	
Nokia 6165, 6165i	1.06	0.71
Nokia 6170	1.12	0.34
Nokia 6175i	1.30	0.84
Nokia 6185	1.53	
Nokia 6185i	1.41	
Nokia 6188	1.37	
Nokia 6190	1.29	

Nokia 6200	0.91	
Nokia 6205	0.96	0.53
Nokia 6210		0.92
Nokia 6215i	1.25	0.83
Nokia 6220	0.98	
Nokia 6225	1.12	0.60
Nokia 6230	1.11	0.59
Nokia 6230i	1.17	0.70
Nokia 6233, 6233r	0.61	0.88
Nokia 6234	0.63	0.87
Nokia 6235	1.19	0.74
Nokia 6236i	1.24	
Nokia 6255i	1.27	
Nokia 6256	1.30	0.84
Nokia 6260	0.77	0.72
Nokia 6263	0.60	0.31
Nokia 6265	1.17	0.78
Nokia 6267	0.57	0.31
Nokia 6270	1.01	0.74
Nokia 6275	1.13	0.67
Nokia 6280	0.48	0.80
Nokia 6282	1.08	0.52
Nokia 6288	0.76	0.70
Nokia 6290	0.54	0.47
Nokia 6300	0.48	0.57
Nokia 6300i	1.08	0.97
Nokia 6301	0.87	0.82
Nokia 6303		1.03
Nokia 6310i	0.84	0.82
Nokia 6315i	0.74	1.37
Nokia 6340i	1.20	
Nokia 6350	1.03	0.84
Nokia 6360	1.15	
Nokia 6500	1.20	0.95
Nokia 6500s	0.95	1.10
Nokia 6510	1.12	
Nokia 6555, 6555b	0.93	0.88
Nokia 6560	1.14	
Nokia 6585	1.18	0.67
Nokia 6590i	1.13	
Nokia 6600	0.80	0.44

Nokia 6600 slide	1.25	0.80
Nokia 6600f fold	0.91	0.61
Nokia 6600i	0.41	0.35
Nokia 6610	1.06	0.73
Nokia 6610i	1.06	0.73
Nokia 6620	1.16	
Nokia 6630		0.83
Nokia 6650	1.21	0.82
Nokia 6650d	0.92	0.66
Nokia 6670		0.67
Nokia 6680	0.67	0.69
Nokia 6681		0.79
Nokia 6682	0.82	0.78
Nokia 6700	0.87	0.41
Nokia 6700s	1.20	1.06
Nokia 6730	1.13	1.24
Nokia 6750	1.07	0.86
Nokia 6760, 6760s	0.93	0.85
Nokia 6790 Surge	1.31	
Nokia 6800	1.20	
Nokia 6810		0.82
Nokia 6820	0.87	0.72
Nokia 6822	1.01	0.67
Nokia 7160	1.33	
Nokia 7190	1.29	
Nokia 7200	0.64	0.36
Nokia 7205 Intrigue	1.08	
Nokia 7210	1.06	
Nokia 7210	1.06	
Nokia 7212 Supernova	1.06	
Nokia 7230	1.14	0.97
Nokia 7240		0.98
Nokia 7250i	0.70	
Nokia 7260		0.51
Nokia 7270		0.46
Nokia 7280	0.75	
Nokia 7310, 7310c	1.10	1.03
Nokia 7370	0.64	0.66
Nokia 7373	0.56	0.73
Nokia 7390	0.29	0.41
Nokia 7510	0.84	0.52

Nokia 7600	1.08	0.71
Nokia 7610	0.90	0.54
Nokia 7610s	0.81	0.66
Nokia 7650		0.35
Nokia 7700		0.82
Nokia 8210	1.00	
Nokia 8250	0.946	
Nokia 8260	1.14	
Nokia 8290	1.09	
Nokia 8310	1.17	
Nokia 8390	1.05	
Nokia 8800		0.50
Nokia 8850	0.62	
Nokia 8860	1.39	
Nokia 8890	0.94	
Nokia 8910		0.52
Nokia 8910i		0.43
Nokia 9210, 9210i		0.34
Nokia 9290	0.43	
Nokia 9300	1.15	0.30
Nokia 9300i	0.58	0.29
Nokia 9500		0.49
Nokia C1	1.06	0.69
Nokia C2-00		1.19
Nokia C3	1.11	1.09
Nokia C5 RM-645	1.16	1.34
Nokia C5 RM-688	1.04	0.96
Nokia C6	1.21	1.05
Nokia C7 RM-675	1.03	0.73
Nokia C7 RM-691	1.53	0.94
Nokia E5	1.19	1.14
Nokia E50	1.33	0.97
Nokia E51	1.34	1.40
Nokia E52	0.99	1.23
Nokia E55	0.98	1.19
Nokia E60	1.14	0.68
Nokia E61	1.14	0.79
Nokia E61i	0.83	0.90
Nokia E62	0.95	0.51
Nokia E63	1.07	1.10
Nokia E65	1.10	0.74

Nokia E66	1.33	1.37
Nokia E70	1.46	0.90
Nokia E71, E71i	1.53	1.40
Nokia E72	1.39	1.31
Nokia E75	1.33	1.20
Nokia E89	1.21	0.89
Nokia E90	0.87	0.65
Nokia N8	1.12	1.02
Nokia N61	1.13	0.79
Nokia N70	0.72	0.95
Nokia N71	0.41	0.36
Nokia N72	0.69	0.76
Nokia N73	1.29	1.16
Nokia N75	0.78	0.68
Nokia N76	1.22	1.04
Nokia N77	1.11	1.28
Nokia N79	1.40	1.40
Nokia N80	1.05	0.68
Nokia N82	1.30	1.35
Nokia N85	1.03	0.651
Nokia N86	1.30	1.35
Nokia N90	0.54	0.29
Nokia N91	0.48	0.67
Nokia N93	1.14	0.69
Nokia N93i	0.63	0.84
Nokia N95	0.60	0.58
Nokia N96	0.88	0.91
Nokia N97	1.01	0.66
Nokia N97 mini	0.91	0.54
Nokia N342	1.53	1.40
Nokia N900	0.92	0.80
Nokia N-Gage	0.47	0.37
Nokia N-Gage QD	1.03	0.44
Nokia THR 850		0.35
Nokia THR 880		0.52
Nokia X2 RM-618	1.28	0.82
Nokia X2 RM-709	1.04	1.00
Nokia X2 RM-717	1.16	0.86
Nokia X3 RM-540	1.28	0.73
Nokia X3 RM-639	0.90	0.98
Nokia X3 RM-689	1.24	0.69

Nokia X6	1.31	1.11
Panasonic Allure	1.51	
Panasonic EB-TX210	1.49	
Panasonic EB-TX220	1.49	
Panasonic G-51m		0.72
Panasonic GD35	1.23	
Panasonic GD55	1.26	
Panasonic GD75	0.992	
Panasonic GU87	1.49	
Panasonic GD92		0.97
Panasonic GD93	1.04	
Panasonic GD95	1.24	
Panasonic P341i	0.734	
Panasonic Versio	1.5	
Panasonic X66	1.04	
Panasonic X70	0.626	
Panasonic X77		0.6
Panasonic X11	0.958	
Panasonic X100	0.738	
Panasonic X200		0.784
Panasonic X400	0.828	
Panasonic X500	0.953	
Panasonic X700	0.697	
Panasonic X701	0.697	
Samsung 360 H1		0.634
Samsung B2700		1.99
Samsung B3310		0.659
Samsung B5310 Corby Pro	0.634	
Samsung B5722	0.77	0.685
Samsung B7610 Omnia Pro	0.63	0.41
Samsung Blue Earth	0.684	
Samsung C3050		0.673
Samsung C3053		0.673
Samsung C3110		0.98
Samsung C5212 Fizz		0.855
Samsung C5220		0.855
Samsung D600		0.41
Samsung D880	1.04	0.823
Samsung D900	1.04	0.823
Samsung E1120		0.810
Samsung E2210		0.92

Samsung E2510		1.12
Samsung E1085T		1.47
Samsung F480 Tocco	0.898	0.662
Samsung G600		0.57
Samsung GT-B2100		0.71
Samsung GT-B3410	0.97	0.354
Samsung GT-B5722		0.685
Samsung GT-C3212		1.19
Samsung GT-C3222	0.53	0.732
Samsung GT-C3630		0.582
Samsung GT-C6112	0.826	
Samsung GT-E1170		0.571
Samsung GT-i570 Spica		0.61
Samsung GT-i5500 Galaxy 5		0.65
Samsung GT-i5503	0.58	0.645
Samsung GT-i5700 Galaxy Spica		0.61
Samsung GT-i5801 Galaxy 3 Apollo	0.50	0.635
Samsung GT-i7500L Galaxy	1.3	
Samsung GT-i9000 Galaxy S Vibrant	0.422	0.238
Samsung GT-i9020T Nexus S	0.78	0.395
Samsung GT-S3370	1.37	0.933
Samsung GT-S3650		1.19
Samsung GT-S3653 Corby	0.724	0.752
Samsung GT-S5230 Tocco Lite		0.79
Samsung GT-S5233S Star		0.88
Samsung GT-S5233W		0.59
Samsung GT-S5570 Galaxy Pop	1.03	0.961
Samsung GT-S5650		1.26
Samsung GT-S5830 Ace	0.97	0.85
Samsung GT-S7230 Wave	0.89	0.92
Samsung GT-S7550		0.684
Samsung GT-S8500 Wave	1.11	0.988
Samsung GT-S8530 Wave	1.11	0.988
Samsung GURU E1125		0.633
Samsung i8000 Omnia II	1.06	
Samsung i8550 INNOV8		0.414
Samsung i8900 Omnia HD	0.67	
Samsung J700, J700i		0.499
Samsung L810v Steel		0.79
Samsung M330	1.22	
Samsung M7600 Beat DJ		0.72

Samsung M8800 Pixon		0.582
Samsung MM-A700	1.14	
Samsung MM-A800	1.42	
Samsung MM-A880	1.38	
Samsung MM-A900	0.92	
Samsung MM-A920	0.60	
Samsung MM-A940	0.90	
Samsung PM-A740	1.28	
Samsung PM-A840	1.29	
Samsung Rant	1.01	
Samsung RL-A760	1.4	
Samsung S3600		0.448
Samsung S3650C Corby		0.661
Samsung S5230 Tocco lite	1.04	0.544
Samsung S5320		1.04
Samsung S5503		0.747
Samsung S5510T	1.89	
Samsung S5603		0.745
Samsung S5620		1.02
Samsung S6700T		1.02
Samsung S7330		0.522
Samsung S7350		0.418
Samsung S8000 Jet		0.67
Samsung S8003 Jet 2		0.522
Samsung S8300 UltraTouch		0.32
Samsung SCH-411	1.4785	
Samsung SCH-3500	1.37596	
Samsung SCH-6100	1.2672	
Samsung SCH-8500	1.43	
Samsung SCH-A310	1.361	
Samsung SCH-A530	1.47	
Samsung SCH-A610	1.46	
Samsung SCH-A630	1.30	
Samsung SCH-A645	1.22	
Samsung SCH-A650	1.47	
Samsung SCH-A670	1.38	
Samsung SCH-A850	1.43	
Samsung SCH-A870	1.47	
Samsung SCH-A890	1.43	
Samsung SCH-A930	0.77	
Samsung SCH-A950	1.43	

Samsung SCH-A970	1.45	
Samsung SCH-A990	1.47	
Samsung SCH-B100		0.909
Samsung SCH-E105	0.733	
Samsung SCH-F679 Max	1.57	
Samsung SCH-I300	1.45	
Samsung SCH-I500 Mesmerize	0.57	
Samsung SCH-I500 Galaxy S Fascinate	0.57	
Samsung SCH-I710		0.65
Samsung SCH-I730	1.31	
Samsung SCH-I760	0.73	
Samsung SCH-I770 Saga	1.01	
Samsung SCH-I910 Omnia	1.31	
Samsung SCH-N150	1.41	
Samsung SCH-N181	0.78	
Samsung SCH-N330	1.41	
Samsung SCH-N345	1.37	
Samsung SCH-N370	1.17	
Samsung SCH-N380	0.91	
Samsung SCH-N415	1.31	
Samsung SCH-R210 Spex	1.46	
Samsung SCH-R211 Cricket	1.26	
Samsung SCH-R310 Finesse	1.22	
Samsung SCH-R311 Axle	1.06	
Samsung SCH-R350 Freeform	0.89	
Samsung SCH-R351 Freeform	1.06	
Samsung SCH-R355	1.04	
Samsung SCH-R430 MyShot	0.789	
Samsung SCH-R451c Straight Talk	0.967	
Samsung SCH-R460 MyShot II	1.28	
Samsung SCH-R470 Two Step	1.11	
Samsung SCH-R500 HUE	1.27	
Samsung SCH-R540	1.04	
Samsung SCH-R550 JetSet	1.05	
Samsung SCH-R610	0.70	
Samsung SCH-R800	1.04	
Samsung SCH-R810	1.22	
Samsung SCH-R880 Acclaim	0.98	
Samsung SCH-R910 Galaxy Indulge	0.86	
Samsung SCH-S189	1.19	
Samsung SCH-S229	1.20	

Samsung SCH-S259	1.16	0.749
Samsung SCH-T300	1.30	
Samsung SCH-T310 Knack	1.14	
Samsung SCH-U310	1.14	
Samsung SCH-U340	1.39	
Samsung SCH-U350 Smooth	1.17	
Samsung SCH-U360 Gusto	0.85	
Samsung SCH-U370 Gem	1.02	
Samsung SCH-U410	1.31	
Samsung SCH-U420	1.28	
Samsung SCH-U430	1.07	
Samsung SCH-U440 Cleo	1.21	
Samsung SCH-U450 Intensity	0.727	
Samsung SCH-U460 Intensity 2	1.04	
Samsung SCH-U520	1.17	
Samsung SCH-U550	1.39	
Samsung SCH-U640 Convoy	0.912	
Samsung SCH-U650 Sway	1.28	
Samsung SCH-U700 Gleam	0.872	
Samsung SCH-U740	0.684	
Samsung SCH-U750 Zeal	1.11	
Samsung SCH-U810 Renown	0.958	0.289
Samsung SCH-U820 Reality	0.99	
Samsung SCH-U900	1.4	
Samsung SCH-U940 Glyde	1.08	
Samsung SCH-U960 Rogue	1.36	
Samsung SCH-W339		1.21
Samsung SCH-W619 20N	0.614	0.439
Samsung SCP-200	1.18	
Samsung SGH-A107	0.89	
Samsung SGH-A117	0.96	
Samsung SGH-A137	0.759	
Samsung SGH-A167	0.778	
Samsung SGH-A177	1.31	
Samsung SGH-A187	1.05	0.656
Samsung SGH-A188	1.19	
Samsung SGH-A237	1.14	
Samsung SGH-A257 Magnet	0.637	
Samsung SGH-A300		1.03
Samsung SGH-A411	1.22	0.84
Samsung SGH-A436	1.24	

Samsung SGH-A437	1.11	
Samsung SGH-A516	1.27	
Samsung SGH-A617	0.778	
Samsung SGH-A667 Evergreen	1.04	0.233
Samsung SGH-A687 Strive	1.10	0.714
Samsung SGH-A697 Sunburst	1.32	
Samsung SGH-A701		0.149
Samsung SGH-A707 Sync	0.48	
Samsung SGH-A737	0.65	
Samsung SGH-A767 Propel	0.968	
Samsung SGH-A777	1.46	
Samsung SGH-A796 Flight	0.786	
Samsung SGH-A797 Flight	0.50	
Samsung SGH-A837 Rugby	0.566	
Samsung SGH-A847	1.38	0.507
Samsung SGH-A867 Eternity	1.08	
Samsung SGH-A877 Impression	0.916	
Samsung SGH-A886 Forever	1.18	
Samsung SGH-A887 Solstice	1.23	
Samsung SGH-A897 Mythic	1.08	
Samsung SGH-B100		0.909
Samsung SGH-B101i		0.966
Samsung SGH-B210 Guru		0.757
Samsung SGH-B559 Guru		0.987
Samsung SGH-C100		0.48
Samsung SGH-C110		0.915
Samsung SGH-C120		0.977
Samsung SGH-C200		0.79
Samsung SGH-C200N		0.79
Samsung SGH-C207	0.544	
Samsung SGH-C210		0.35
Samsung SGH-C225	1.16	
Samsung SGH-C260		0.815
Samsung SGH-C300		0.476
Samsung SGH-C417	1.51	
Samsung SGH-D307	1.01	
Samsung SGH-D357	1.25	
Samsung SGH-D407	0.66	
Samsung SGH-D410	0.437	
Samsung SGH-D415	0.602	
Samsung SGH-D500, D500c		0.31

Samsung SGH-D600, D600e		0.411
Samsung SGH-D606	0.411	
Samsung SGH-D780		0,782
Samsung SGH-D807	0.516	
Samsung SGH-D820		0.52
Samsung SGH-D880		0.219
Samsung SGH-D900	1.04	0.823
Samsung SGH-D980		1.15
Samsung SGH-E105	0.733	
Samsung SGH-E200		0.59
Samsung SGH-E250, E250i		0.702
Samsung SGH-E250v		0.702
Samsung SGH-E310		0513
Samsung SGH-E315	1.04	
Samsung SGH-E316	1.20	
Samsung SGH-E317	1.37	
Samsung SGH-E330		0.903
Samsung SGH-E335	0.92	
Samsung SGH-E340		0.82
Samsung SGH-E370		0.78
Samsung SGH-E380		0.91
Samsung SGH-E420		0.52
Samsung SGH-E530		0.696
Samsung SGH-E630	1.44	0.506
Samsung SGH-E635	0.659	
Samsung SGH-E690		0.714
Samsung SGH-E700	1.39	
Samsung SGH-E715	1.39	
Samsung SGH-E720		0.664
Samsung SGH-E730		0.345
Samsung SGH-E747	0.575	
Samsung SGH-E760		0.85
Samsung SGH-E780		0.50
Samsung SGH-E790		1.35
Samsung SGH-E800		0.32
Samsung SGH-E808		0.783
Samsung SGH-E810		0.50
Samsung SGH-E860		0.46
Samsung SGH-E870		0.55
Samsung SGH-E900		0.355
Samsung SGH-E910	0.33	0.6

Samsung SGH-F266	0.79	
Samsung SGH-F480	1.20	0.89
Samsung SGH-F490		0.40
Samsung SGH-G800	0.23	
Samsung SGH-i200	1.16	
Samsung SGH-i450	0.457	0.829
Samsung SGH-i607 Blackjack	1.41	0.32
Samsung SGH-i616 Jack	1.20	
Samsung SGH-i617 Blackjack II	1.20	0.697
Samsung SGH-i627 Propel Pro	0.681	
Samsung SGH-i750		0.217
Samsung SGH-i897 Captivate	0.70	0.37
Samsung SGH-i900 Omnia	1.31	0.671
Samsung SGH-i917 Focus	0.75	
Samsung SGH-J400	0.56	0.189
Samsung SGH-J600	0.56	0.189
Samsung SGH-L170	0.897	0.705
Samsung SGH-L760V		0.554
Samsung SGH-L810V		0.411
Samsung SGH-M120		0.99
Samsung SGH-M200		0.82
Samsung SGH-M300		0.99
Samsung SGH-N105	1.24	
Samsung SGH-N625	0.80	
Samsung SGH-P510		0.518
Samsung SGH-P107	1.13	
Samsung SGH-P207	0.802	
Samsung SGH-P730		0.307
Samsung SGH-P735	0.39	
Samsung SGH-P777	0.83	
Samsung SGH-Q105	1.43	
Samsung SGH-R225	0.98	
Samsung SGH-R350 FreeForm	1.21	
Samsung SGH-R351	1.14	
Samsung SGH-R355	1.04	
Samsung SGH-R430	0.789	
Samsung SGH-R451	0.967	
Samsung SGH-R470	1.35	
Samsung SGH-R500	1.27	
Samsung SGH-S105	0.182	
Samsung SGH-S200		0.843

Samsung SGH-S300	1.14	
Samsung SGH-S307	1.14	
Samsung SGH-S342i		0.98
Samsung SGH-S500		1.08
Samsung SGH-T100	1.17	
Samsung SGH-T101G	0.99	
Samsung SGH-T105G	0.9	
Samsung SGH-T109	0.80	
Samsung SGH-T139 Gravity 2	0.80	
Samsung SGH-T201G	1.26	
Samsung SGH-T209	1.29	
Samsung SGH-T219	1.28	
Samsung SGH-T229	0.689	
Samsung SGH-T239	1.08	
Samsung SGH-T301	0.994	
Samsung SGH-T309	0.78	
Samsung SGH-T319	0.954	
Samsung SGH-T329	1.38	
Samsung SGH-T336	0.765	
Samsung SGH-T339	0.73	
Samsung SGH-T349	1.05	
Samsung SGH-T359	0.23	
Samsung SGH-T401G	1.22	
Samsung SGH-T409	1.02	
Samsung SGH-T419	1.13	
Samsung SGH-T429	1.10	
Samsung SGH-T439	0.92	
Samsung SGH-T459 Gravity	0.487	
Samsung SGH-T469 Gravity 2	1.07	0.81
Samsung SGH-T479	1.05	
Samsung SGH-T509	0.74	
Samsung SGH-T519	1.28	
Samsung SGH-T539 Beat	0.99	
Samsung SGH-T595	0.92	0.39
Samsung SGH-T619	1.05	
Samsung SGH-T629	0.814	
Samsung SGH-T639	1.47	
Samsung SGH-T669	0.62	0.415
Samsung SGH-T749	1.31	
Samsung SGH-T809	0.32	
Samsung SGH-T819	1.19	

Samsung SGH-T919 Behold	0.67	
Samsung SGH-T939 Behold II	0.90	
Samsung SGH-U540	1.34	
Samsung SGH-U600		0.719
Samsung SGH-U700		0.82
Samsung SGH-U800		0.76
Samsung SGH-U900 Soul	0.24	
Samsung SGH-V200	1.36	
Samsung SGH-X100		0.758
Samsung SGH-X105	0.49	
Samsung SGH-X208		0.69
Samsung SGH-X208	1.36	0.995
Samsung SGH-X246	1.44	
Samsung SGH-X426	1.44	
Samsung SGH-X427	1.44	
Samsung SGH-X427M	1.44	
Samsung SGH-X430		0.711
Samsung SGH-X460		0.846
Samsung SGH-X475	1.08	
Samsung SGH-X481		0.848
Samsung SGH-X486	0.84	0.526
Samsung SGH-X495	1.46	0.85
Samsung SGH-X497	1.42	0.50
Samsung SGH-X507	1.27	
Samsung SGH-X510		0.781
Samsung SGH-X520		0.85
Samsung SGH-X530		0.356
Samsung SGH-X609	1.07	
Samsung SGH-X619		0.789
Samsung SGH-X640		0.795
Samsung SGH-X650		0.711
Samsung SGH-X700		0.41
Samsung SGH-X820	0.64	
Samsung SGH-Z300		0.702
Samsung SGH-Z370		0.98
Samsung SGH-Z400		0.66
Samsung SGH-Z500		0.994
Samsung SGH-Z500v		0.994
Samsung SGH-ZX10	1.38	
Samsung SGH-ZX20	0.76	
Samsung SPH-A120	0.50	

Samsung SPH-A310 Jitterbug	1.30	
Samsung SPH-A400	1.34	
Samsung SPH-A460	1.44	
Samsung SPH-A500	1.33	
Samsung SPH-A580	0.67	
Samsung SPH-A600	1.42	
Samsung SPH-A620	1.48	
Samsung SPH-A640	1.23	
Samsung SPH-A660	1.32	
Samsung SPH-A680	1.30	
Samsung SPH-A700	1.35	
Samsung SPH-A720	1.28	
Samsung SPH-A760	1.4	
Samsung SPH-A800	1.02	
Samsung SPH-A900	0.92	
Samsung SPH-A900	0.60	
Samsung SPH-I330	1.40	
Samsung SPH-I500	1.38	
Samsung SPH-I700	1.36	
Samsung SPH-M300	1.09	
Samsung SPH-M320	1.11	
Samsung SPH-M340 Mantra	0.932	
Samsung SPH-M350 Entro	1.31	
Samsung SPH-M500	1.44	
Samsung SPH-M510	1.26	
Samsung SPH-M540 Slyde	1.45	
Samsung SPH-M550 Exclaim	1.17	
Samsung SPH-M560 Reclaim	1.16	
Samsung SPH-M610	1.09	
Samsung SPH-M620	1.4	
Samsung SPH-M800 Instinct	1.46	
Samsung SPH-M900 Moment	1.16	
Samsung SPH-N200	1.3415	
Samsung SPH-N240	1.41	
Samsung SPH-N300	1.3451	
Samsung SPH-N400	1.25	
Samsung SPH-W9100	0.70	
Samsung T301 Slider	1.31	
Samsung Tocco Ultra		0.548
Samsung Uproar	1.4771	
Samsung VGA 1000	1.48	

Samsung VI-660	1.32	
Samsung Z-130		0.842
Sony Ericsson A1228C	1.34	
Sony Ericsson A1228D, LX, di	1.35	
Sony Ericsson A3618	1.43	
Sony Ericsson Aino U10i	1.43	
Sony Ericsson Aspen		1.05
Sony Ericsson C510		1.18
Sony Ericsson C702		1.00
Sony Ericsson C900	1.39	
Sony Ericsson C901		1.57
Sony Ericsson C902		1.34
Sony Ericsson C903		0.55
Sony Ericsson C905		0.77
Sony Ericsson CMD J6	0.80	
Sony Ericsson CMD J70		0.86
Sony Ericsson CM-M1300		1.16
Sony Ericsson DH-668	1.32	
Sony Ericsson Equinox TM717	0.90	
Sony Ericsson F305		0.67
Sony Ericsson F500i		0.82
Sony Ericsson G502		1.37
Sony Ericsson G705, G705u		1.05
Sony Ericsson J20 Hazel		0.68
Sony Ericsson J100, J100i		0.96
Sony Ericsson J105 Naite		1.22
Sony Ericsson J200i		0.69
Sony Ericsson J210i		0.70
Sony Ericsson J220i		0.89
Sony Ericsson J230, J230i		0.98
Sony Ericsson J300a	1.12	
Sony Ericsson J300i		1.02
Sony Ericsson K300i	1.52	0.96
Sony Ericsson K310i	1.52	0.96
Sony Ericsson K330	1.47	0.94
Sony Ericsson K500i	1.52	
Sony Ericsson K508i		0.54
Sony Ericsson K510i		0.88
Sony Ericsson K530i		1.17
Sony Ericsson K550i	1.37	1.25
Sony Ericsson K600i		0.50

Sony Ericsson K608i		0.78
Sony Ericsson K610i		1.01
Sony Ericsson K660	1.15	
Sony Ericsson K700	1.39	0.48
Sony Ericsson K700i	1.39	0.48
Sony Ericsson K750i		0.99
Sony Ericsson K770i		1.69
Sony Ericsson K790a	0.64	0.50
Sony Ericsson K800i	N/A	0.58
Sony Ericsson K810i	0.77	1.15
Sony Ericsson K850i V3	0.76	1.14
Sony Ericsson M600i	1.15	
Sony Ericsson Naite	1.29	1.22
Sony Ericsson P1, P1i	1.11	0.56
Sony Ericsson P800	1.07	
Sony Ericsson P900	1.01	
Sony Ericsson P910i	1.50	
Sony Ericsson P910a	1.50	
Sony Ericsson P990i	0.78	0.78
Sony Ericsson S500i	0.77	1.35
Sony Ericsson S700i	0.42	0.73
Sony Ericsson S710, S710a	0.88	0.70
Sony Ericsson Satio U1i		1.58
Sony Ericsson T18	1.40	
Sony Ericsson T19LX	1.40	
Sony Ericsson T28	1.49	1.27
Sony Ericsson T39	0.9	
Sony Ericsson T61z	0.92	
Sony Ericsson T68	0.74	
Sony Ericsson T68i	0.58	
Sony Ericsson T100	1.30	
Sony Ericsson T102	1.30	
Sony Ericsson T105	1.17	
Sony Ericsson T200	0.92	
Sony Ericsson T226	1.18	
Sony Ericsson T230	1.23	
Sony Ericsson T237	1.18	
Sony Ericsson T250i	0.83	
Sony Ericsson T290a	1.18	0.75
Sony Ericsson T290i	1.23	0.74
Sony Ericsson T300	1.20	

Sony Ericsson T303		0.44
Sony Ericsson T608	1.46	
Sony Ericsson T610	1.21	
Sony Ericsson T616	1.16	
Sony Ericsson T628		0.88
Sony Ericsson T630	0.83	
Sony Ericsson T637	1.41	
Sony Ericsson T650i	1.45	1.80
Sony Ericsson T700	1.38	1.55
Sony Ericsson T715A	1.37	1.07
Sony Ericsson TM 506	1.43	
Sony Ericsson U1i satio		1.58
Sony Ericsson U10i Aino		0.74
Sony Ericsson U100i Yari		0.69
Sony Ericsson V600i		1.62
Sony Ericsson V610i		1.31
Sony Ericsson V630i		1.25
Sony Ericsson V800		1.05
Sony Ericsson Vivaz	1.46	
Sony Ericsson Vivaz Pro		1.03
Sony Ericsson W200	1.19	
Sony Ericsson W205		0.87
Sony Ericsson W300i	1.42	
Sony Ericsson W350	1.48	
Sony Ericsson W380i		0.65
Sony Ericsson W395		0.88
Sony Ericsson W508, W508a, W508u		0.85
Sony Ericsson W518	0.85	0.62
Sony Ericsson W550i	1.09	0.77
Sony Ericsson W580, W580i	1.26	0.74
Sony Ericsson W595		1.00
Sony Ericsson W600i	1.26	
Sony Ericsson W610	1.27	
Sony Ericsson W660i		1.27
Sony Ericsson W700i		0.78
Sony Ericsson W705a	1.15	
Sony Ericsson W710i		0.93
Sony Ericsson W760a	0.81	0.53
Sony Ericsson W800i	1.26	
Sony Ericsson W810i	1.04	0.99
Sony Ericsson W850i		0.60

Sony Ericsson W880i	1.47	1.45
Sony Ericsson W890i		1.38
Sony Ericsson W900i	0.44	0.70
Sony Ericsson W902		1.48
Sony Ericsson W910i		0.90
Sony Ericsson W950i		1.35
Sony Ericsson W960i		0.96
Sony Ericsson W980, W980i	0.67	
Sony Ericsson W995		1.18
Sony Ericsson Xperia Arc		
Sony Ericsson Xperia X1A	0.92	
Sony Ericsson Xperia X10 Mini		1.17
Sony Ericsson Z200	1.37	
Sony Ericsson Z300a	1.43	0.90
Sony Ericsson Z300i		0.75
Sony Ericsson Z310i	0.96	
Sony Ericsson Z500a	1.45	
Sony Ericsson Z520a, Z520i	1.48	0.962
Sony Ericsson Z530i		0.88
Sony Ericsson Z550a	1.02	
Sony Ericsson Z550i		1.15
Sony Ericsson Z600	0.84	0.16
Sony Ericsson Z610i		1.32
Sony Ericsson Z710i		0.87
Sony Ericsson Z750i	1.48	1.04
Sony Ericsson Z770i		0.44
Sony Ericsson Z800i		1.05
Sony Ericsson Zylo		0.88
Kaynak: http://www.sarshield.com/english/radiationchart.htm		

ÖZGEÇMİŞ

1970 Yılında Werther/ Almanya’da doğdu. İlk, orta ve liseyi Samsun’da okudu. K.T.Ü. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünden Haziran 1991’de mezun oldu. 1991 yılında Mülga Telsiz Genel Müdürlüğü Samsun Bölge Müdürlüğü’ nde Telsiz ve Monitör Uzmanı olarak göreve başladı. Halen, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Samsun Bölge Müdürlüğü’ nde Mühendis olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.