



Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet

RAPORU

BTK

**BİLGİ TEKNOLOJİLERİ
VE İLETİŞİM KURUMU**

Hazırlayanlar

Prof. Dr. İnan GÜLER

Tamer ÇETİN

A.Rıza ÖZDEMİR

Nedim UÇAR

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu

Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı

Aralık, 2010

İÇİNDEKİLER:

1-AMAÇ VE KAPSAM

2-TANIMLAR

3- GİRİŞ

4-MARUZİYET VE MARUZİYET KAYNAKLARI

5-TÜRKİYEDE'Kİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ

6- ULUSLAR ARASI MARUZİYET STANDARTLARI

7-TÜRKİYE MARUZİYET STANDARTLARI

8- SONUÇ

KISALTMALAR

CENELEC: European Committee for Electrical Standardisation

(Comité Européen de Normalisation Électrotechnique)

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications

DNA: Deoksiribonucleik asit

EHS: Elektromanyetik Hiper Sensivite

EM: Eletromanyetik

EMA. Elektromanyetik Alan

GSM: Global System for Mobile Communications

HF: High Frequency

MF: Medium Frequency

RF: Radio Frequency

RNA: Ribonucleik asit

SAR: Specific Absorption Rate

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

WLAN: Wireless Local Area Network

1-AMAÇ VE KAPSAM

Bu raporun amacı, kişisel tercih ile kullanılan cihazlar haricinde genel olarak Türkiye’de halkın istem dışı maruz kaldığı, özellikle TV ve Radyo vericileri ile cep telefonu baz istasyonlarından kaynaklanan elektromanyetik alanların 2010 yılı itibarıyla mevcut durumu ve bunların ulusal ve uluslararası sınır değerlerle (limitler) karşılaştırılmasıdır (kıyaslanmasıdır).

2-TANIMLAR

1-Elektrik Alan Şiddeti (E, V/m): Uzayda herhangi bir noktada; bir birimlik pozitif elektrik yüküne etki eden kuvvetin vektörel büyüklüğünü,

2-Elektromanyetik Alan (EMA): Elektrik ve Manyetik alan bileşenlerinin oluşturduğu alanı,

3- Elektronik haberleşme: Elektriksel işaretlere dönüştürülebilen her türlü işaret, sembol, ses, görüntü ve verinin kablo, telsiz, optik, elektrik, manyetik, elektromanyetik, elektrokimyasal, elektromekanik ve diğer iletim sistemleri vasıtasıyla gönderilmesi, iletilmesi ve alınmasını,

4-Uzak Alan: Elektromanyetik dalganın, düzlem dalga özelliği gösterdiği ve antenden $2D^2/\lambda$ metreden (D anten boyu) daha uzak olduğu mesafeyi,

5- Yakın Alan: Yayın yapan kaynağa $2D^2/\lambda$ metre kadar olan uzaklığı,

6- SAR (W/kg): Özgül Emilim Oranını,
tanımlar.

3- GİRİŞ

Teknolojideki gelişmeler ve modern hayatta insan ihtiyaçlarının çakıştığı durumlarda elektromanyetik (EM) dalga üreten cihaz kullanımının her geçen gün yaygınlaşmasından dolayı günlük yaşantıda elektromanyetik dalgalara olan maruziyet artmaktadır. Bunların haberleşmede kullanılan bölümü 10 kHz-3 GHz frekans bandında yer almaktadır. Bu kaynakların yaydığı enerji genellikle ışınım olarak adlandırılır. Yaklaşık 1000 GHz ve üzerindeki ışınımlar ise tehlikeli ışınım sınıfına girmektedir.

İnsanların maruz kaldığı EM dalgalar güçlerine bağlı olarak enerjilerini, fotonlar yoluyla, dalganın özelliklerine bağlı olarak değişik oranlarda canlıya aktarmaktadır. EM dalgaların genel olarak canlılara etkisi, alanın şiddeti (gücü) ve fotonun enerjisine bağlı olup frekansına ve enerjilerine göre, yani canlıya etki derecesine göre, iyonlaştırıcı (ionizing) ve iyonlaştırmayan (nonionizing) ışınımlar olarak iki sınıfta incelenir.

1-İyonlaştırıcı (Ionizing) ışınım (radyasyon), hücrelerdeki molekülleri bir arada tutan atomik bağları iyonlaştırmaya [yani atomlardaki pozitif (proton) ve negatif (elektron) yükleri bir arada tutan yüksüz nötrona etki ile atomun yapısını bozmak] yetecek foton enerjisine sahip yüksek frekanslı (10¹⁴ Hz' den yukarısı) EM dalgalarıdır. Örnek olarak, Röntgen (X ışını) ve Gama ışınları verilebilir ki bazı kaynaklar Ultraviyole (UV) ışınlarını da bu sınıfta değerlendirmektedir. Minimum 12 eV(elektron volt)'tan başlayan enerji değerlerine sahiptir. Fazla maruz kalmak, canlı hücrelerdeki organellerin hasara uğraması ve DNA zincirinin bozulması gibi tehlikeli durumlara yol açabilmektedir.

2-İyonlaştırmayan (Nonionizing) ışınım ise bu atomik bağları kırmak için gerekli enerjiye sahip olmayan fotonların oluşturduğu EM dalgalarıdır. Bunlar, görünür ışık, kızılötesi, RF(Radyo Frekans), 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 mesela 300 GHz de 0,00125 eV olup, iyonlaştırma yapacak seviyeye göre çok düşük değerdir. Ancak bu alanlar mesafe, güç ve maruz kalma zamanı gibi faktörlere bağlı olarak vücutta yukarıda açıklanan ısı etkiye sebep olduğu gibi bazı biyolojik etkilere de sebep olabileceği öne sürülmektedir. Kanserojen etkisi ise henüz ispatlanmamıştır.

Frekans bölgesinin iyonlaştırmayan ışınım bölümünde olan Radyo-TV ve haberleşmede kullanılan baz istasyonları toplumun kullanımı açısından faydalı olmakla birlikte bunların herbiri

istem dışı sürekli maruziyet kaynaklarıdır. Bu kaynaklar ülkemizde ilk defa 06 Mayıs 1927’de İstanbul, 1928 yılında Ankara, 1950’de İzmir Radyosu ve 1960’dan sonra sekiz ilde İl Radyoları kurulması ile faaliyete geçmiş ve zamanımıza kadar birçok il ve ilçelerde Radyo ve TV istasyonları faaliyetini sürdürmektedir¹⁶. 1986 yılından sonra ise cep telefonlarının da kullanılmaya başlaması ve baz istasyonlarının sokaklarımızda da görülmesi üzerine toplumun dikkati bu maruziyet kaynaklarına yönelmiştir. Bu raporda bu maruziyet kaynaklarından sürekli yayın yapan Radyo-TV ve baz istasyonlarına ait teknik veriler ile uluslararası sınır değerler karşılaştırılmıştır.

4- MARUZİYET VE MARUZİYET KAYNAKLARI

Elektromanyetik (EM) ortam; doğal ve yapay elektromanyetik alan olarak iki sınıfta incelenmekte olup, doğal EM ortam; uzay ve güneşteki ışınım ile dünya atmosferindeki elektriksel boşalmalar gibi iç ve dış kaynaklardan meydana gelmektedir. Doğal alanlar, gelişigüzel, geçici ve çok yüksek alan değerinde veya aşırı gürültülü patlamalar oluşturan çok geniş bir frekans bandına sahiptir. Yapay EMA ise insan yapımı Radyo Frekanslı (RF) elektronik cihaz ve sistemlerinden oluşmaktadır. Çizelge 1’de, frekans dikkate alınarak elektromanyetik alanlarda bazı olağan yapay kaynaklar gösterilmiştir. Bunlar dünyanın manyetik alanı gibi doğal kaynak değildir. ¹

Çizelge–1. Elektromanyetik alan oluşturan bazı yapay kaynaklar ²

Frekans bölgesi	Frekans	Maruziyet kaynaklarından bazı örnekler
Statik	0 Hz	VDU(Video Display Unit), MR, Tanı (Diagnostik) Cihazlar, Endüstriyel Elektroliz, Isıtma Cihazları
ELF(Çok Düşük Frekans)	0-300 Hz	Güç Hatları, Yerel Dağıtım Hatları, Tren, Tramvay ve Araçlardaki Elektrik Motorları, Isıtma Cihazları
IF(Ara Frekans)	300 Hz – 100 kHz	VDU, MR, Mağazalardaki Alarmlar, Handsfree (Elle tutulmadan kullanılan) Erişim Kontrol Cihazları, Metal Dedektörler ve Kart Okuyucuları, Isıtma Cihazları
RF(Haberleşme frekansı)	100 kHz – 300 GHz	Cep Telefonları, TV ve Radyo, Mikrodalga Fırın, Radar, Sabit ve Portatif Vericiler, Kişisel Mobil Cihazlar, MR

Yapay EM kaynakları teknolojinin gelişmesine paralel olarak, üretilmesi ve kullanımının artması ile günlük hayata hızla nüfuz etmektedir. Bu gelişme, kullanıcılar arasında sağlık endişelerini de beraberinde getirmektedir. Mesleki kullanımlar hariç genelde çok düşük seviyede olan bu alanları oluşturan cihazların yaydığı EMA'ların insanlara maruziyet (etki) derecesi öncelikle kullanıcının konumundan kaynağa olan mesafeye bağlıdır.

EMA maruziyeti, güç yoğunluğu ve mesafe yanında; maruziyet süresi, tipi (yakın veya uzak alan), kaynağın frekansı, elektrik ve manyetik alan büyüklüğü ile modülasyon (sürekli dalga veya darbe modülasyonu) gibi fiziksel özelliklere göre belirlenmektedir. Biyolojik sistemlerdeki maksimum RF enerji iletimi; biyolojik dokulardaki nüfuz (penetrasyon) ve dağılımı, enerji emilimi, güç depolanması, oluşan elektrik ve manyetik alan tarafından belirlenebilir. Bunların miktarları, vücudun büyüklüğü ve fiziksel şekliyle ilişkili olarak değişiklik göstermektedir. Toplam faktör, aynı yoğunlukta, yerel veya vücudun farklı uzak bir bölümünde veya tüm vücudun maruziyeti olup daha çok dokuların ısınması olarak kabul edilir. Isı etkisi; yerel, kısmi veya tüm vücut maruziyetinden kaynaklanan biyolojik sistemlerdeki emilim veya RF enerji depolanması yoluyla olur. Maruziyetten kaynaklanan vücuttaki emilim; vücudun elektriksel iletkenliğine, elektriksel geçirgenliğine ve kütle özelliklerine bağlıdır.

Isı etkisi EMA'nın büyüklüğüne bağlı olarak, atomların bir araya gelerek oluşturduğu moleküller ve moleküllerin bir araya gelerek oluşturduğu, içinde enzim, protein, DNA-RNA, mitokondri, ribozom gibi organeller bulunan ve sudan oluşan bir ortamı içeren hücrelere harici enerji yüklenmesine neden olur. Bilindiği üzere canlılarda hücrelerin bir araya gelmesi ile dokular, dokuların bir araya gelmesi ile organlar ve organların bir araya gelmesi ile canlılar meydana gelmektedir. Her canlıda her dokunun özelliği farklıdır. Yumuşak ve sert dokuların da her birinin farklı yoğunluk ve iletkenlik değerleri vardır.

Enerjisini hücreye aktaran foton geliş istikametine doğru içindeki suyu harekete geçirir. Frekansa göre değişik sayıda mesela 1 saniyede; 10 Hz'de 10 defa, 500 MHz de 500 milyon defa suyu iter. Suyun hareketinden dolayı oluşan sürtünme, ısı enerjisine dönüşür ve hücrede ısı artışı olur. İşte EMA'nın canlılara etkilerinden biri olan ısıl veya ısı etkisi bu yolla meydana gelir.

RF enerjisine olan kısa süreli maruziyetin, yukarıda belirtildiği üzere, dokuda ısı artışına neden olması yeterince önemli olmayabilir. Burada önemli olan ısı artışının zamana göre hızıdır ve bu

da dokunun özgül emilim oranı (specific absorption rate-SAR) ile orantılıdır. Çok uzun maruziyet süresinde oluşan ısı artışı; biyolojik yapıya, dokuya gelen dalga açısına, dokuların ısı düzenleme tepkisine ve aktif telafi sürecine bağlıdır. Vücudun bir kısmının veya yerel bir bölgenin maruziyetinde RF enerji emilimi çok fazla ise burada hızlı ısı artışı ve yerel doku hasarı oluşturabilir.

Normal şartlar altında, insanlarda ve laboratuvar hayvanlarında 1°C' lik sıcaklık artışının, 4 W/Kg'lık SAR değerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ancak bu ısı artışı insanın ısı düzenleme kapasitesi aralığı içinde dengelenebilir. Aynı SAR değeri, önceden ortamda var olan ısı ve nemin olduğu çevresel şartlar altında 1 °C' lik artışa ve müsaade edilen normal seviyelerin çok üzerinde ısı artışlarına neden olabilir. Böylece vücutta istenmeyen ısı baskısından dolayı tepkiler hızlanabilir. Sıcaklık artışlarına karşı maruziyetten korunmak için belli başlı dayanak, Dünya'da yaygın olarak uygulanan ve Dünya Sağlık Örgütü'nce de kabul edilen ICNIRP (Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi) maruziyet kılavuzlarıdır. Bu kılavuzda insan için 1°C' den fazla ısı artışı referans alınmış olup, bu eşik değerin ihlal edilmesi zararlı kabul edilmektedir¹. Bu maruziyet sınırlamalarına ileriki bölümlerde değinilecektir.

Yapay EMA oluşturan cihazlar insana yakın ve uzak mesafede olmak üzere kategorilere ayrılmaktadır. Her iki kaynak aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

a- İnsana Yakın Yapay Kaynaklar

İnsan vücuduna yakın kaynakların çoğu cep telefonu ve kablosuz RF cihazlardır. Cep telefonlarının dünya'da yaklaşık 5 milyar ve Türkiye'de 2010 yılı haziran ayında yaklaşık 61.5 milyon abonesi vardır³. Avrupa'da birçok ortak mobil haberleşme teknolojileri sayısal teknoloji (GSM 900, 1800 ve UMTS) olup analog teknolojiler hemen hemen kullanılmamaktadır. Cep telefonu uygulaması, önce Avrupa direktiflerine uygunluk gösteren Avrupa pazarı tarafından başlatılmış, bu zamana kadar ICNIRP tarafından canlı için belirtilen sınır değerler aşılmamıştır. CENELEC (European Committee for Electrical Standardisation) tarafından standart hale getirilmiş metotlar Avrupa'da cep telefonlarının testinde kullanılmaktadır. İnsan kafası için cep telefonunun SAR değeri 2 W/kg' dır. Cep telefonlarının normal haberleşme anında ürettiği güç 900 MHz GSM için yaklaşık olarak 250 mW seviyelerindedir. Ancak bu cep telefonlarının testleri 2W seviyesinde maksimum verici güç üretebileceği göz önünde alınarak en kötü şartlar altında yapılmıştır. Vücuttaki en yüksek bölgesel SAR değeri, cep telefon tipine bağlı olarak ortalama 10 gram dokuda 0.2 ile 1.5 W/kg'dır.

Bir cep telefonu, çıkış gücü kontrolünü otomatik olarak, UMTS'de 100 milyon, GSM'de 1000 faktör civarında azaltabilecek derecede akıllı cihazlardır. Yani cep telefonları baz istasyonuna yakın iken az, uzak iken fazla güç sarf ederler ve bunu otomatik olarak düzenlerler. Dolayısıyla uzak iken fazla güç çektiğinden daha fazla EMA oluşturur. Telefon kapalı iken cep telefonunun canlıya herhangi bir etkisi olmaz. Telefon bekleme konumunda çalıştığında ise maksimum güçte çalışmasına oranla çok daha düşük etkiye neden olur, fakat bu en düşük etki durumunda, haberleşme trafiğinde ve baz istasyonu iletim hattından gelen ve giden SMS ve haberleşme protokolü dikkate alınır.

Cep telefonlarına ilave olarak DECT, WLAN ve kablosuz telefon sistemleri mevcut olup, cep telefonları ile mukayese edildiğinde genellikle düşük çıkış gücü ile çalışan cihazlardır. Bir DECT baz istasyonunun maksimum güç seviyesi 25 mW, DECT el cihazı için güç, 10 mW' tır. Bir WLAN terminalin tepe değeri 200 mW olup trafiğe bağlı olarak ortalama güç genellikle önemli ölçüde düşüktür. Böyle sistemlerdeki maruziyet cep telefonların altında olup, WLAN ulaşım noktalarına yakın yerlerde, WLAN veya DECT maruziyeti, GSM veya UMTS cep telefonlardaki maruziyetle mukayese edildiğinde yüksek olabilir. Örneğin, bir WLAN sistemine yakın yerlerde maruziyet normalde $0,5 \text{ mW/m}^2$ 'nin altındadır.

Ayrıca hırsızlığa karşı önlem almak için RF frekansında çalışan bazı cihazlar vardır. Bu cihazlar genellikle mağazaların girişinde veya benzer alanlarda eşya hırsızlığını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Buradaki maruziyet, sistem tipine ve imalatçıların ayarlamalarına bağlı olup sınır değerlerin altındadır.

b- İnsana Uzak Yapay Kaynaklar

Özellikle bu raporda incelenen, halkın maruz kaldığı istem dışı sürekli maruziyet kaynakları, TV ve Radyo vericileri ile GSM baz istasyonlarıdır. TV ve Radyo vericilerde temel hedef, verici etrafındaki geniş bir alana EM enerjiyi dağıtmaktır. Maksimum alanı kapsamak doğal olarak yüksek RF gücü gerektirir.

TV ve FM radyo bandlarında (50 - 800 MHz) tek antenin gücü, tipik olarak 10-50 kW aralığında iken, MF frekans bandında (300 kHz – 3 MHz) ve HF frekans bandında (3 MHz - 30 MHz) çıkış gücü 600 kW'a kadar olabilir. TV ve Radyo verici istasyon antenlerinin RF enerji yayılımı, çok güçlü ve sürekli faal kaynaklardır. Maruz kalan insanlarda en kritik grup, antenleri monte

eden ve bakımını yapan anten kulesi yanındaki işçilerdir. **Genel halk maruziyeti, radyo verici istasyonlarının doğrudan yakınında yaşayan insanlar hariç, çok küçük değerdedir.**

0,3 – 30 MHz frekans bandında çalışan radyo vericileri elektromanyetik dalgaları iyonosferin yansıtma özelliğinden faydalanarak iletmektedir. Hedeflenen mesafeye ulaşmak için verimli yayılım ve yüksek güçlerle büyük anten yapılarına ihtiyaç vardır. Genel halk, antenden birkaç yüz metre mesafeye kadar kısmen yoğun olarak yüksek alan seviyelerine maruz kalabilir. Açık alanlarda kullanılan HF anten tipleri diğer maruziyet kaynaklarıdır. Gelişmiş radyo istasyonları iletim ve verici hatlarının olduğu binalar, normal olarak EM etkilere karşı iyi korunmaktadır. Böyle zayıf alanlar, binalar içinde RF maruziyet konusunda sorun oluşturmaz. Şehir dışında yer alan ve yaşam alanlarına uzak vericilere bu raporda yer verilmemiştir.

Baz istasyonları ise “hücreler” olarak adlandırılan birleşik bölgelerde bir sistem içerir. Her bir hücre belirli bir bölgede sinyal gönderen ve alan kendi baz istasyonuna sahiptir. Makro hücreler şebekenin ana yapısını oluşturur ve baz istasyonları birkaç kilometreye kadar (şehir dışı GSM baz istasyonu iletişim mesafesi 35 km'ye ulaşabilir) telefonlarla iletişim kurma özelliğine sahiptir. Mikro hücreler ana şebekeyi geliştirmek ve doldurmak için, özellikle haberleşme trafiğinin yüksek olduğu zaman dilimlerinde kullanılır. Mikro hücre baz istasyonları düşük güç (birkaç watt) yayar ve birkaç yüz metre etkili menzile sahiptir. Piko hücre baz istasyonları, çok daha düşük güce (1 W'tan küçük) sahiptir ve binaların içinde çok kısa menzilli haberleşme sağlar. Kullanılan RF dalga taşıyıcı dalga olarak anılır. Bilgi (konuşma, veri, fotoğraf vb), modülasyon tekniği ile taşıyıcı dalga üzerine bindirilerek iletim sağlanır. Baz İstasyonları haberleşme ağı ile cep telefon arasında kurulan haberleşme ağı bu yapıdadır².

Uzak kaynaklara ilave olarak sürekli yayın yapan kamu veya özel sektör ile özel telsiz vericileri veya aktarıcıları da bulunmaktadır. Bunlar maruziyet menzili dışında veya zaman zaman yayın yapan telsiz vericileri olduğundan konu dışında tutulmuştur. Bu raporda özellikle sürekli yayın yapan Radyo ve TV vericileri (şehir içinde yaygın olan FM Radyo vericiler incelenmiştir) ile baz istasyonları ele alınmıştır. Bu sistemlerce kullanılan yayın frekansları **(kırmızı işaretli)** aşağıdadır (Çizelge-2).

Çizelge-2. Elektromanyetik alan oluşturan bazı yapay kaynaklarca kullanılan yayın frekansları

Frekans Bandı (MHz)	Hizmet	Uygulama
87.5 - 108	Yayınçılık	FM RADYO
108 - 118	Hava Seyrüsefer	ILS, VOR
118 - 137	Hava mobil haberleşme	Hava mobil haberleşme sistemleri
137 - 138	Meteorolojik Yardım	
138 - 144	Hava mobil haberleşme	
144 - 146	Amatör	
146 - 156	Kara mobil telsiz	Kara mobil telsiz sistemleri
156.7625 - 156.8375	Deniz haberleşmesi	Gemi-kıyı haberleşmesi
156.8375 - 174	Kara mobil telsiz	Kara mobil telsiz sistemleri
174 - 216	Yayınçılık	Analog TV vericileri
216 - 230	Yayınçılık	T-DAB
230 - 380	Telsiz haberleşmesi	
380 - 385	Acil Durum Haberleşmesi	Acil Durum Haberleşmesi
385 - 390	Telsiz haberleşmesi	
390 - 395	Acil Durum Haberleşmesi	Acil Durum Haberleşmesi
395 - 400	Telsiz haberleşmesi	Askeri
400 - 470	Kara mobil haberleşmesi	Kara mobil telsiz sistemleri
470 - 790	Yayınçılık	Analog TV
790 - 862	Yayınçılık	Analog TV (2015 ten sonra mobil)
863 - 870	Kısa mesafe telsiz	Alçak güçlü cihazlar
870 - 890	Telsiz haberleşmesi	
890 - 915	GSM	Cep telefonları
915 - 921	GSM	Cep telefonları
921 - 925	GSM-R	Cep telefonları
925 - 935	GSM	Cep telefonları
935 - 960	GSM	Cep telefonları
960 - 1215	Hava seyrüsefer	TACAN, DME
1710 -1888	GSM	Cep telefonları
2000 - 2200	GSM	Cep telefonları

5-TÜRKİYE'DEKİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ

A - Genel

01/10/2010 tarihine kadar il bazında baz istasyonları için yapılan ölçümlerin sayı ve istatistiki değerleri Çizelge-3'te gösterilmiştir. Çizelgedeki **Toplam Ölçüm** sütunu, 2N ve 3N baz istasyonlarını kapsamaktadır. Ancak ölçümler sadece ölçülen vericiye ait olmayıp, diğer vericilerle birlikte ortamın elektrik alan şiddeti değerleridir. Çizelgedeki **E (V/m)** sütunlarındaki ölçülen değerler için müsaade edilen maksimum sınır değerlerin (limitler) GSM 900 için 41 V/m, GSM 1800 için 57 V/m olduğu dikkate alınarak değerlendirilmesi faydalı olacaktır. Bu sınır değerler ile ilgili bilgi ilerleyen bölümlerde verilmektedir.

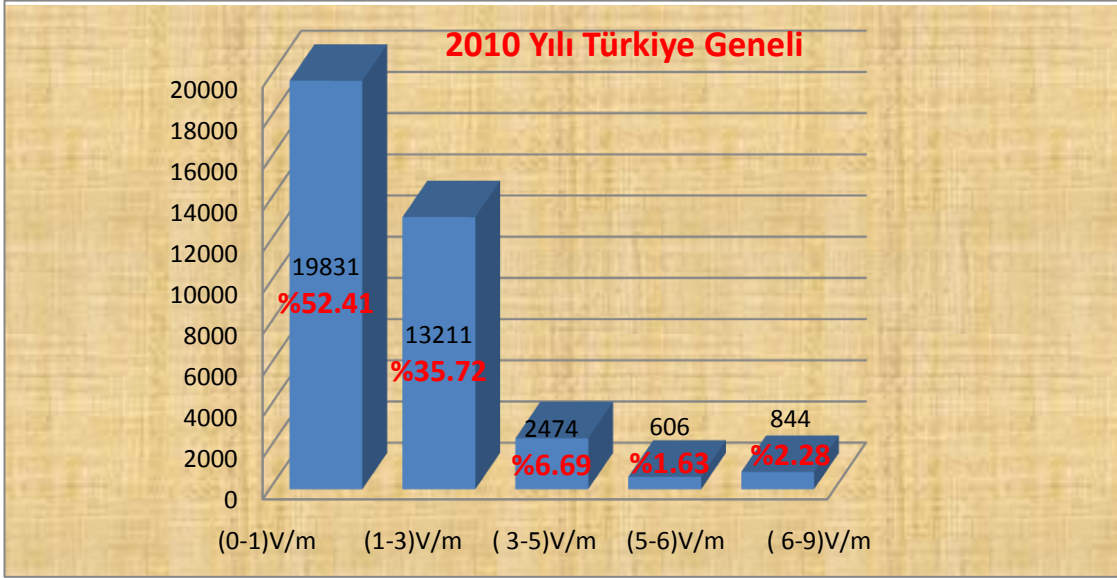
Çizelge-3 : 01/10/2010 tarihine kadar bazı illerde yapılan ortam ölçümleri(ölçüm sayısı)

İL	Toplam Ölçüm	Ölçülen Elektrik Alan Şiddeti Değerleri				
		(0-1)V/m	(1-3)V/m	(3-5)V/m	(5-6)V/m	(6-9)V/m
ADANA	779	543 %69.7	213 %27.34	22 %2.82	1 %0.13	0 %0.0
ADİYAMAN	128	89 %69.53	37 %28.9	1 1 %0.78	0 %0.0	1 %0.78
AFYON	22	7 %31.82	8 %36.36	2 %9.09	3 %13.64	2 %9.09
AGRI	304	252 %82.89	52 %17.11	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
AKSARAY	327	197 %60.24	109 %33.33	21 %6.42	0 %0.0	0 %0.0
AMASYA	363	136 %37.47	143 %39.39	53 %14.6	17 %4.68	14 %3.86
ANKARA	8991	4887 %54.35	3552 %39.51	385 %4.28	80 %0.89	87 %0.97
ANTALYA	1752	1110 %63.36	530 %30.25	82 %4.68	15 %0.86	15 %0.86
ARTVİN	254	181 %71.26	54 %21.26	15 %5.91	2 %0.79	2 %0.79
AYDIN	332	58 %17.47	135 %40.66	62 %18.67	36 %10.84	41 %12.35
BİLECİK	20	7 %35.0	7 %35.0	6 %30.0	0 %0.0	0 %0.0
BİNGÖL	123	98 %79.67	21 %17.07	1 %0.81	2 %1.63	1 %0.81
BİTLİS	118	89 %75.42	13 %11.02	1 %0.85	0 %0.0	15 %12.71
BALIKESİR	67	17 %25.37	41 %61.19	4 %5.97	3 %4.48	2 %2.99
BARTIN	161	80 %49.69	49 %30.43	25 %15.53	6 %3.73	1 %0.62
BATMAN	208	113 %54.33	65 %31.25	15 %7.21	10 %4.81	5 %2.4
BAYBURT	57	38 %66.67	19 %33.33	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
BOLU	309	242 %78.32	61 %19.74	3 %0.97	1 %0.32	2 %0.65
BURSA	188	73 %38.83	86 %45.74	22 %11.7	4 %2.13	3 %1.6

İL	Toplam Ölçüm	Ölçülen Elektrik Alan Şiddeti Değerleri				
		(0-1)V/m	(1-3)V/m	(3-5)V/m	(5-6)V/m	(6-9)V/m
ÇANAĞKALE	153	61 %39.87	67 %43.79	21 %13.73	3 %1.96	1 %0.65
ÇANKIRI	215	138 %64.19	62 %28.84	3 %1.4	0 %0.0	12 %5.58
ÇORUM	468	264 %56.41	165 %35.26	31 %6.62	8 %1.71	0 %0.0
DIYARBAKIR	814	312 %38.33	404 %49.63	63 %7.74	16 %1.9	19 %2.33
DENİZLİ	76	8 %10.53	63 %82.89	1 %1.32	1 %1.32	3 %3.95
DUZCE	208	138 %66.35	63 %30.29	1 %0.48	1 %0.48	5 %2.4
EDİRNE	56	23 %41.07	21 %37.5	5 %8.93	3 %5.36	4 %7.14
ELAZIG	384	154 %40.1	161 %41.93	48 %12.5	8 %2.08	13 %3.39
ERZİNCAN	336	248 %73.81	79 %23.51	7 %2.08	0 %0.0	2 %0.6
ERZURUM	404	273 %67.57	120 %29.7	5 %1.24	1 %0.25	5 %1.24
ESKİŞEHİR	908	640 %70.48	257 %28.3	6 %0.66	3 %0.33	2 %0.22
GİRESUN	551	270 %49.0	235 %42.65	34 %6.17	8 %1.45	4 %0.73
GAZİANTEP	421	238 %56.53	149 %35.39	12 %2.85	6 %1.43	16 %3.8
GÜMÜŞHANE	124	102 %82.26	16 %12.9	6 %4.84	0 %0.0	0 %0.0
HATAY	305	198 %64.92	78 %25.57	20 %6.56	2 %0.66	7 %2.3
IGDIR	26	13 %50.0	5 %19.23	8 %30.77	0 %0.0	0 %0.0
ISPARTA	10	5 %50.0	4 %40.0	1 %10.0	0 %0.0	0 %0.0
İSTANBUL	2246	496 %22.08	979 %43.59	465 %20.7	102 %4.54	204 %9.08
İZMİR	1005	352 %35.02	471 %46.87	165 %16.42	6 %0.6	11 %1.09
K.MARAS	230	140 %60.87	81 %35.22	7 %3.04	0 %0.0	2 %0.87
KİLİS	13	6 %46.15	5 %38.46	0 %0.0	0 %0.0	2 %15.38
KARABÜK	242	128 %52.89	77 %31.82	33 %13.64	4 %1.65	0 %0.0
KARAMAN	115	103 %89.57	4 %3.48	5 %4.35	1 %0.87	2 %1.74
KARS	303	248 %81.85	50 %16.5	1 %0.33	4 %1.32	0 %0.0
KASTAMONU	423	213 %50.35	114 %26.95	50 %11.82	45 %10.64	1 %0.24
KAYSERİ	986	646 %65.52	264 %26.77	25 %2.54	12 %1.22	39 %3.96
KIRIKKALE	464	269 %57.97	134 %28.88	20 %4.31	0 %0.0	41 %8.84
KIRKLARELİ	21	1 %4.76	11 %52.38	9 %42.86	0 %0.0	0 %0.0
KİRSEHİR	219	82 %37.44	60 %27.4	38 %17.35	17 %7.76	22 %10.05
KOCAELİ	155	42 %27.1	83 %53.55	20 %12.9	3 %1.94	7 %4.52

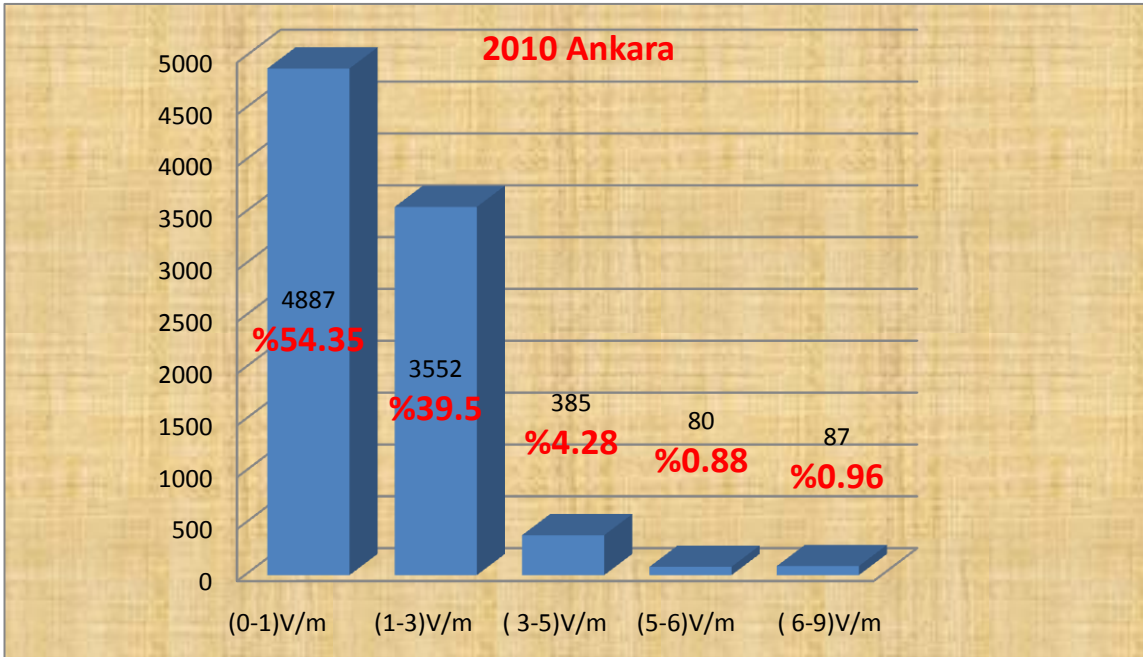
İL	Toplam Ölçüm	Ölçülen Elektrik Alan Şiddeti Değerleri				
		(0-1)V/m	(1-3)V/m	(3-5)V/m	(5-6)V/m	(6-9)V/m
KONYA	556	340 %61.15	201 %36.15	7 %1.26	4 %0.72	4 %0.72
KÜTAHYA	150	76 %50.67	69 %46.0	5 %3.33	0 %0.0	0 %0.0
MALATYA	654	280 %42.81	296 %45.26	67 %10.24	8 %1.22	3 %0.46
MANİSA	52	23 %44.23	24 %46.15	4 %7.69	1 %1.92	0 %0.0
MARDİN	327	100 %30.58	152 %46.48	48 %14.68	16 %4.89	11 %3.36
MERSİN	613	379 %61.83	202 %32.95	13 %2.12	12 %1.96	7 %1.14
MUGLA	106	35 %33.02	61 %57.55	6 %5.66	2 %1.89	0 %0.0
MUS	159	123 %77.36	36 %22.64	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
NİĞDE	67	51 %76.12	16 %23.88	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0
NEVSEHİR	251	202 %80.48	48 %19.12	1 %0.4	0 %0.0	0 %0.0
ORDU	792	420 %53.03	323 %40.78	32 %4.04	9 %1.14	8 %1.01
OSMANIYE	116	61 %52.59	53 %45.69	0 %0.0	1 %0.86	0 %0.86
RİZE	494	317 %64.17	135 %27.33	26 %5.26	3 %0.61	13 %2.63
SİİRT	59	39 %66.1	17 %28.81	3 %5.08	0 %0.0	0 %0.0
SİNOP	272	121 %44.49	111 %40.81	30 %11.03	7 %2.57	3 %1.1
SİVAS	670	445 %66.42	201 %30.0	10 %1.49	3 %0.45	1 %1.64
SAKARYA	30	13 %43.33	9 %30.0	2 %6.67	1 %3.33	5 %16.67
SAMSUN	1222	720 %58.92	343 %28.07	70 %5.73	31 %2.54	58 %4.75
SANLIURFA	456	226 %49.56	171 %37.5	12 %2.63	2 %0.44	45 %9.87
SIRNAK	191	105 %54.97	82 %42.93	4 %2.09	0 %0.0	0 %0.0
TEKİRDAĞ	110	22 %20.0	43 %39.09	35 %31.82	5 %4.55	5 %4.55
TOKAT	444	195 %43.92	173 %38.96	54 %12.16	20 %4.5	2 %0.45
TRABZON	1554	801 %51.54	572 %36.81	111 %7.14	17 %1.09	53 %3.41
VAN	231	157 %67.97	65 %28.14	5 %2.16	0 %0.0	4 %1.73
YALOVA	23	8 %34.78	13 %56.52	2 %8.7	0 %0.0	0 %0.0
YOZGAT	460	335 %72.83	115 %25.0	8 %1.74	1 %0.22	1 %0.22
ZONGULDAK	533	209 %39.21	203 %38.09	89 %16.7	29 %5.44	3 %0.56
TOPLAM	36976	19381 %52.41	13211 %35.72	2474 %6.69	606 %1.63	844 %2.28

Aşağıdaki grafikler, Çizelge-3' deki verilere göre hazırlanmış olup, Türkiye geneli ile nüfus yoğunluğu fazla olan bazı iller seçilmiştir.



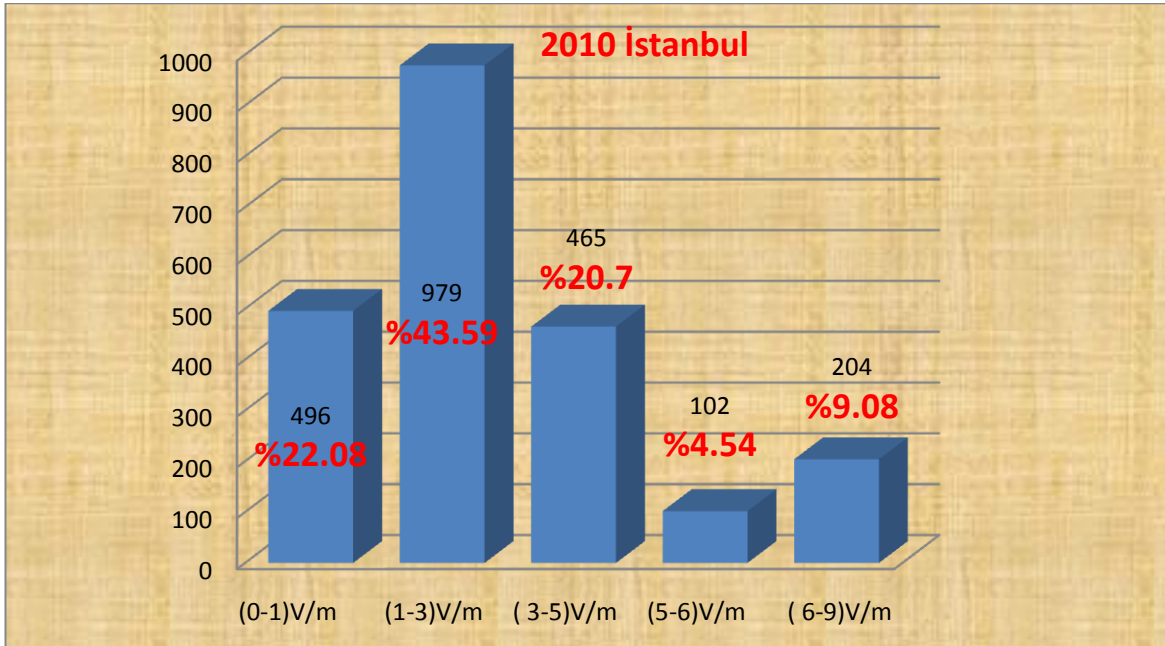
Grafik-1: 01/10/2010 tarihine kadar 36976 adet baz istasyonu yakınındaki ortamlarda yapılan ölçüm değerlerinin istatistiki dağılımı (Dikey eksen ölçüm sayısını göstermektedir)

Ankara'da Haziran 2010 yılına kadar kayıtlı toplam 3308 baz istasyonu bulunmaktadır. Toplam 8991 ölçümün ortamdaki elektrik alan değeri yönünden istatistiki olarak gösterimi Grafik 2' de belirtilmiştir.



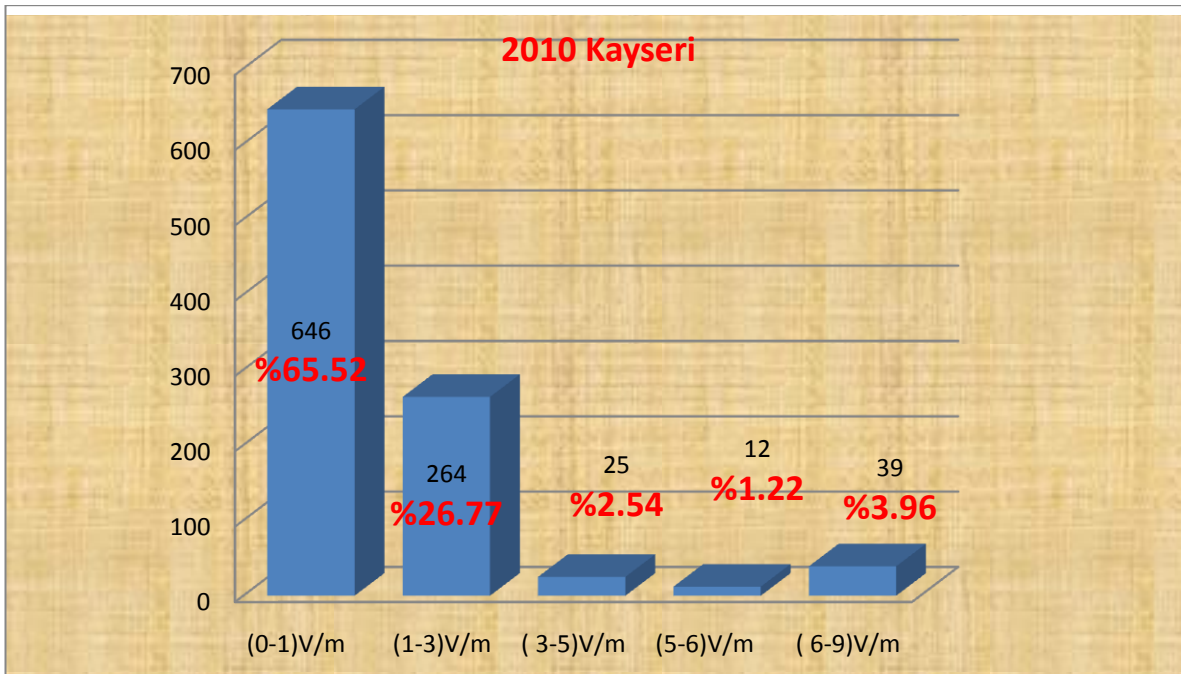
Grafik- 2: 01/10/2010 tarihine kadar Ankara'da toplam 3308 adet baz istasyonu yakınında yapılan 8991 adet ortam ölçümü istatistiki dağılımı

İstanbul'da Haziran 2010 yılına kadar kayıtlı toplam 8563 baz istasyonu bulunmaktadır. Bu tarihe kadar 2246 ölçüm yapılmıştır.



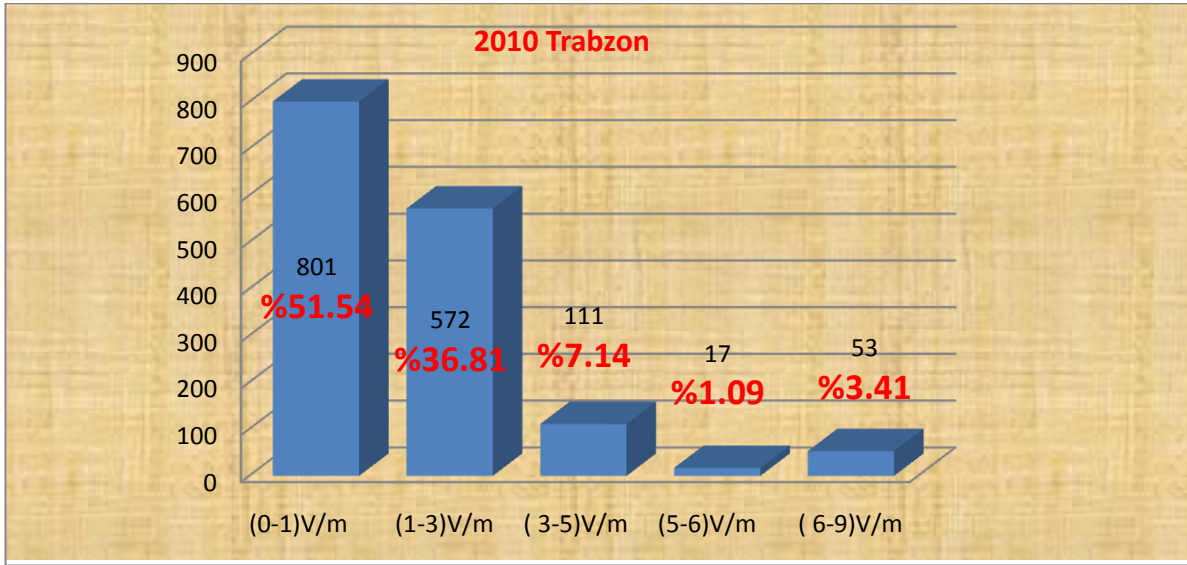
Grafik- 3:01/10/2010 tarihine kadar İstanbul'da yapılan 2246 adet ortam ölçümü istatistiki dağılımı

Kayseri'de Haziran 2010 yılına kadar kayıtlı toplam 560 baz istasyonu bulunmaktadır. Bu tarihe kadar 986 ölçüm yapılmıştır.



Grafik -4:01/01/2010 tarihine kadar Kayseri'de yapılan 986 adet ortam ölçümü istatistiki dağılımı

Trabzon'da Haziran 2010 yılına kadar kayıtlı toplam 524 baz istasyonu bulunmaktadır. Bu tarihe kadar 1554 ölçüm yapılmıştır.



Grafik-5:01/06/2010 tarihine kadar Trabzon'da yapılan 1554 adet ortam ölçümü istatistiki dağılımı

Grafiklerde görüldüğü üzere ölçümler, doğrudan baz istasyonu olmayıp, ölçülen baz istasyonuna en yakın yaşam alanı içinde ve baz istasyonunun yayın yönü doğrultusunda bir noktada yapılan ortam ölçümlerdir. Çizelge 3'de 2010 yılı Haziran ayına kadar Türkiye genelinde yapılan 36976 baz istasyonu ölçümünde; 0-1 V/m ve 1-3 V/m arasında 33042 (19831+13211) baz istasyonu, genel ölçümün %88.13'ünü, 5-6 V/m ve 6-9 V/m arası 1450 (606+844) baz istasyonu, genel ölçümün %2.91'ini (%1.63+%2.28) teşkil etmektedir. 5-6 V/m ve 6-9 V/m arasında ölçülen alan değerlerinin genellikle TV-Radyo verici anten bölgeleri veya günde 1-1,5 saati aşmayan ve yerleşim bölgelerine göre değişen en yoğun zaman aralığında yapılan ölçümler olabileceği gibi verici yakınındaki yüksek gerilimli elektrik hatları, trafolar veya başka telsiz verici rölelerinden kaynaklanabileceği ölçümlerden anlaşılmaktadır. Örnek olarak, İstanbul Çamlıca vericileri civarında, Ankara Şentepe vericileri civarında, Ankara Kızılay, İstanbul Taksim'de haberleşme trafiğinin yoğun olduğu yerlerde ve şalt sahası yakınlarında yapılan ölçümlerde zaman zaman 5-9 V/m arasında değerler alınmıştır. Bu husus Yerel Ölçümler bölümünde daha iyi görülebilecektir.

B-Yerel Ölçümler

Baz istasyonlarının yaydığı elektromanyetik alan, kullanıcı yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Baz istasyonunun hizmet verdiği hücre içinde aynı anda yapılan konuşma sayısı

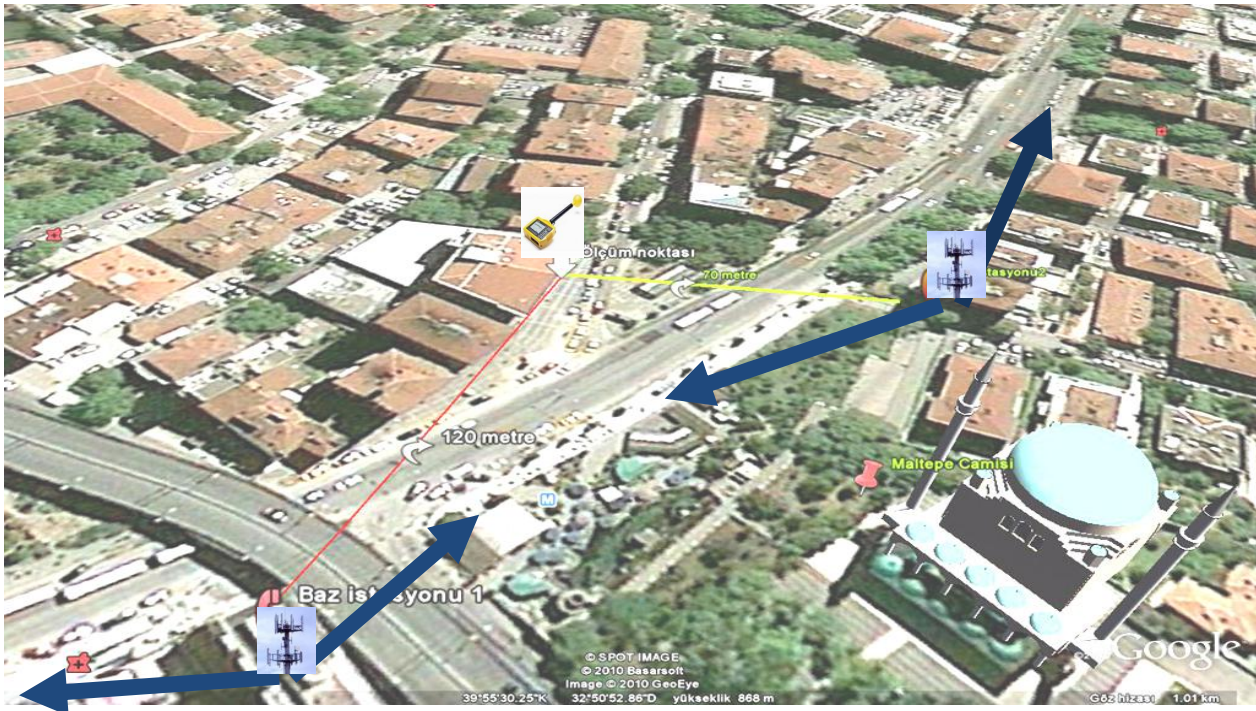
artıkça baz istasyonu anteninden yayılan elektromanyetik enerji de artar. İstasyondan yayılan EM alan mesafe ile orantılı olarak zayıflar.

Bu bölümde verilen ölçümler ortamın toplam EM alan değeri değildir, doğrudan baz istasyonunun yaydığı EM alan değerleri ölçülmüştür.



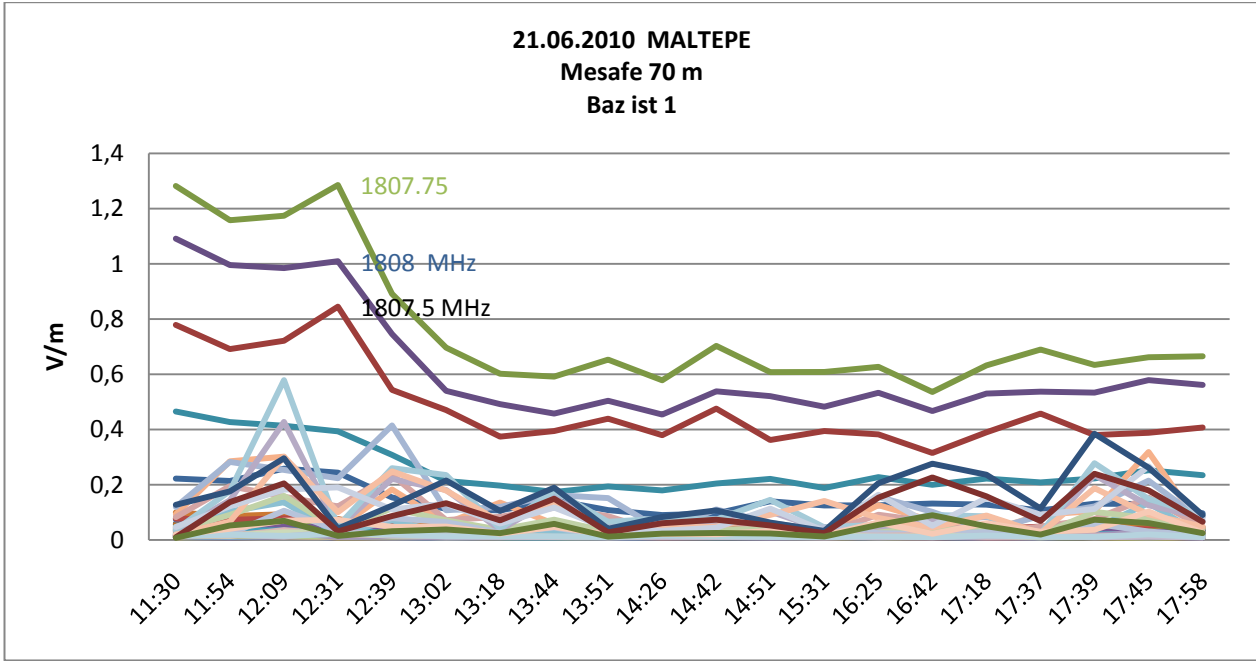
Ölçümlerde yanda fotoğrafı görülen Narda marka SRM 3000 model ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihaz, 100 KHz- 3 GHz arasında ölçüm yapabilen, Spektrum analiz moduna ve seçilen ölçüm aralığına göre 1 kHz - 5 MHz çözünürlükte bant genişliğine ve izotropik proba sahip, tüm yönlerdeki elektrik alan şiddetini ölçebilen bir cihazdır.

1-Ankara/ Demirtepe

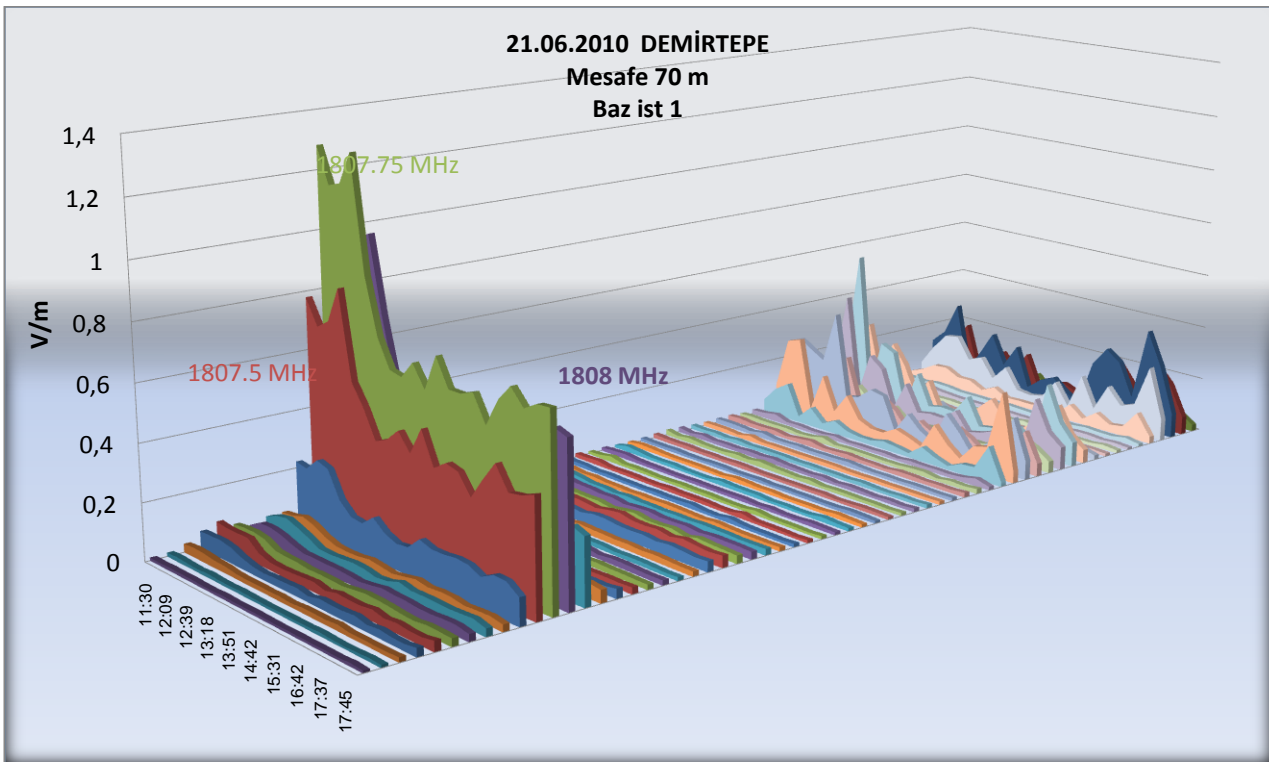


Fotoğraf-1: Ankara Demirtepe. ➡ işareti baz istasyonlarının yayın yönünü göstermektedir.

Aşağıdaki grafikler fotoğraf-1'deki baz istasyonu 1'in cihaz başına verilerini içermektedir (Ortam değeri değildir).

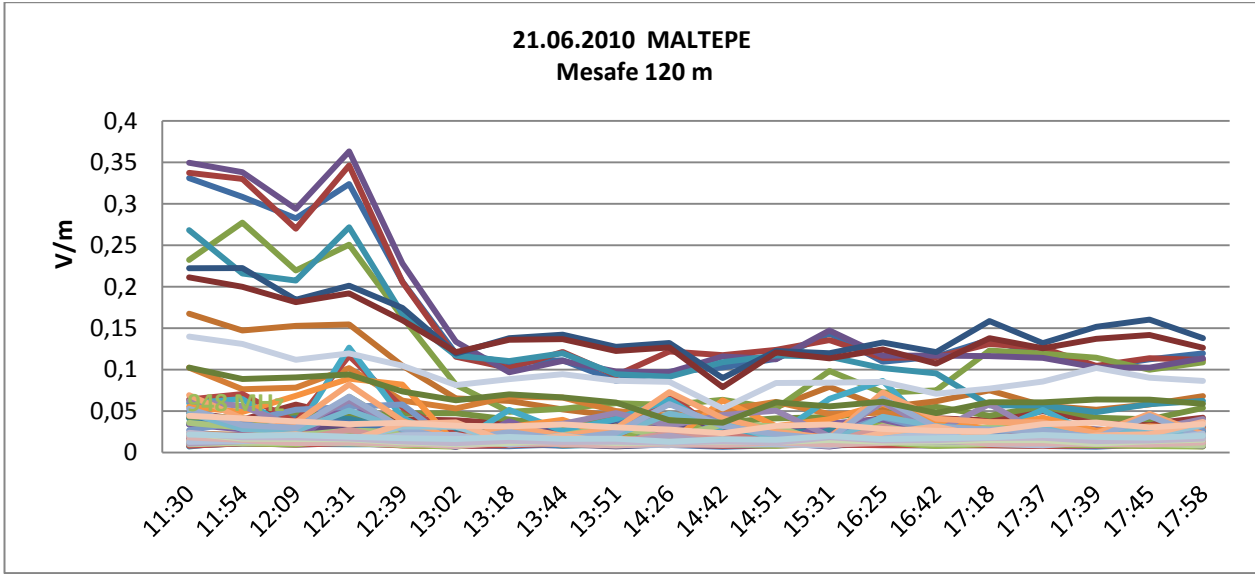


Grafik 6.1-Ankara Demirtepe mevkiinde ölçülen baz istasyonunun 2 boyutlu gösterimi

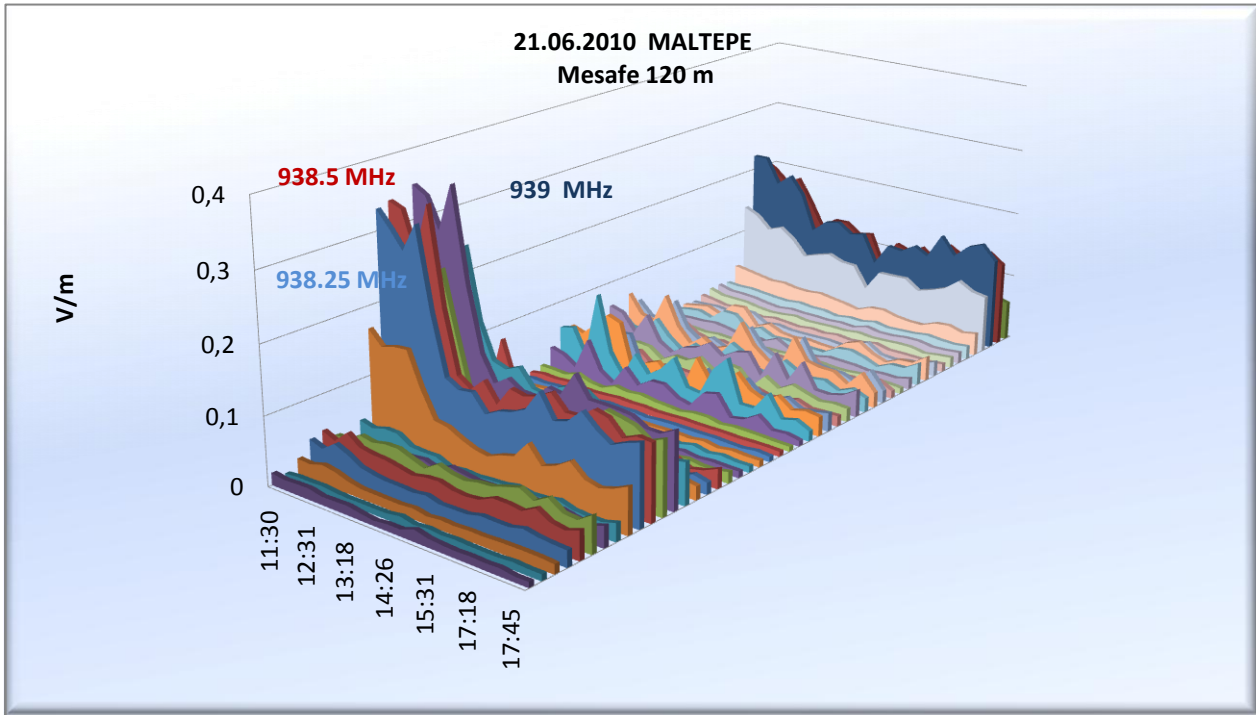


Grafik 6.2 -Ankara Demirtepe mevkiinde ölçülen baz istasyonunun 3 boyutlu gösterimi

Aşağıdaki grafikler fotoğraf-1'de baz istasyonu 2'nin verilerini içermektedir.



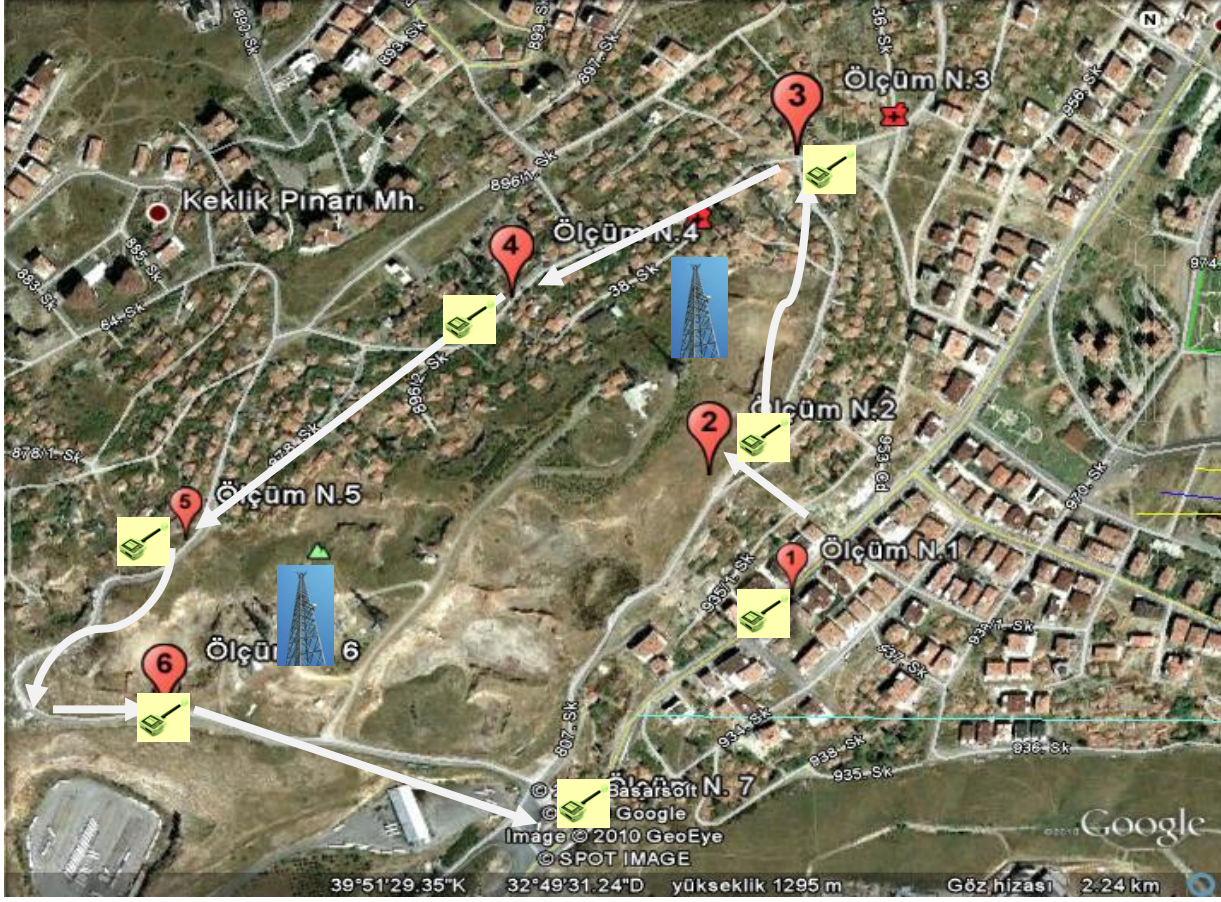
Grafik-7.1: Ankara Demirtepe mevkiinde ölçülen baz istasyonunun 2 boyutlu gösterimi



Grafik-7.2: Ankara Demirtepe mevkiinde ölçülen baz istasyonunun 3 boyutlu gösterimi

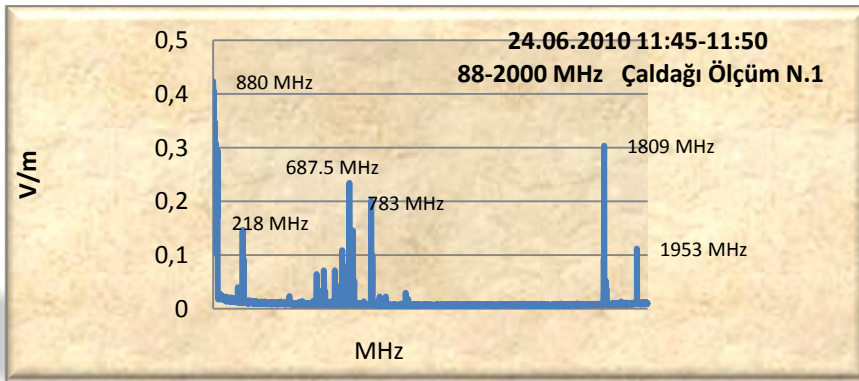
2-Ankara/Çaldağı

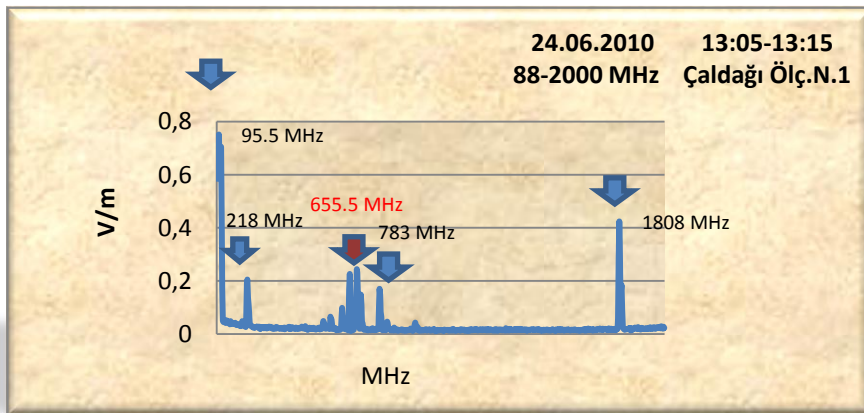
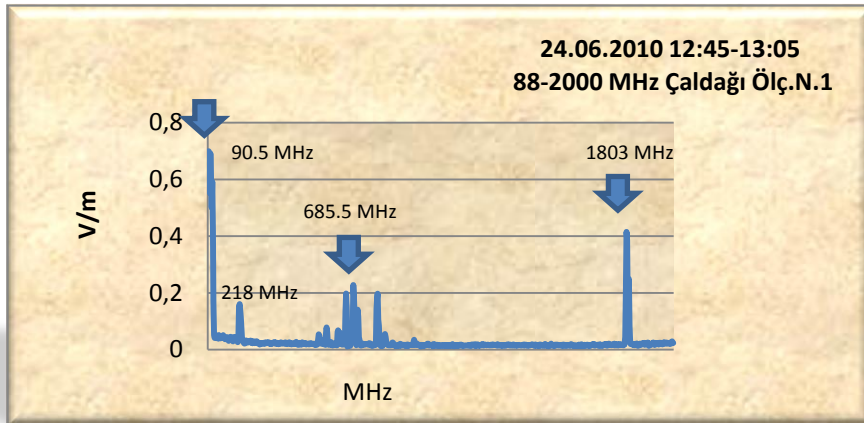
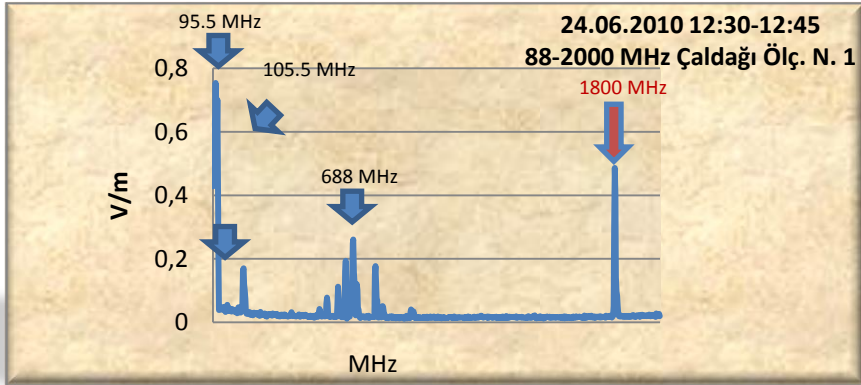
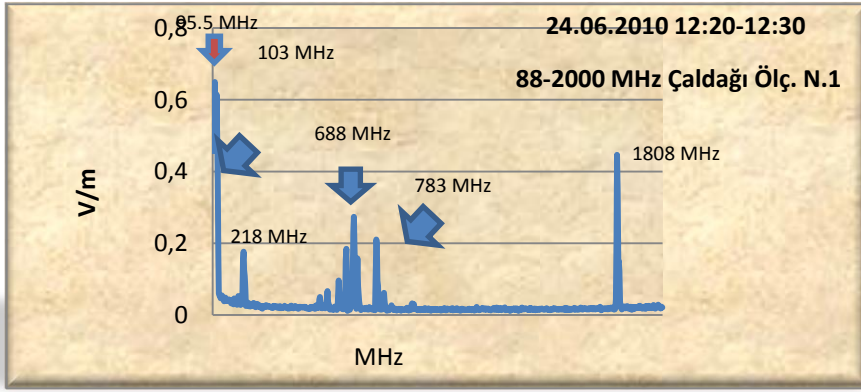
Fotoğraf-2'de Dikmen Çaldağı mevkiinde ölçüm noktalarını göstermektedir.

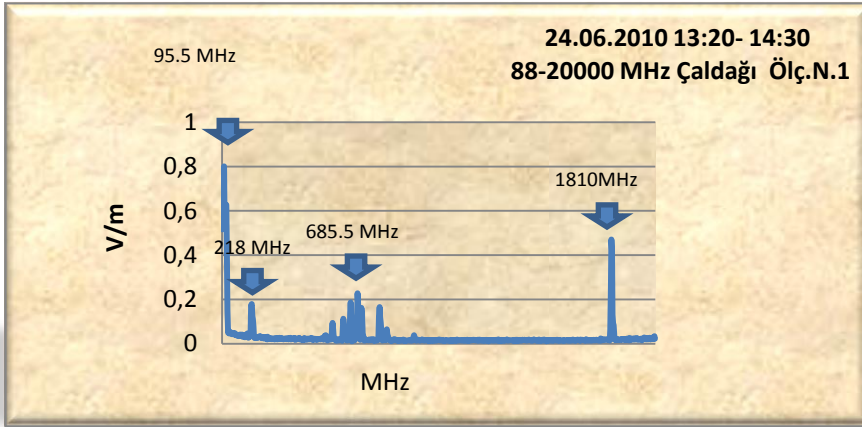
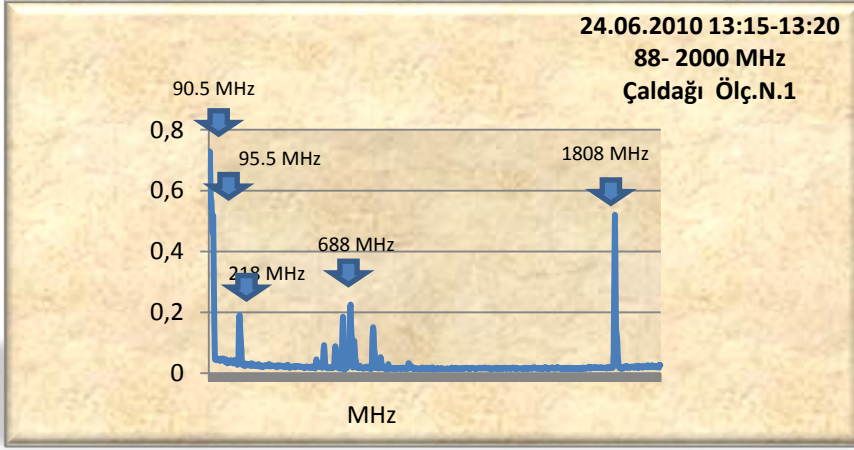


Fotoğraf-2: Ankara/Çaldağı mevkiinin üstten görünüşü

Aşağıda yer alan grafikler Ankara Çaldağı mevkiinde fotoğraf-2' de gösterilen ölçüm noktası 1 de saat 11:45-14:30 arası yapılan ölçümleri göstermekte olup, verici grubu ve ölçüm noktası 1 arası 250 m' dir.

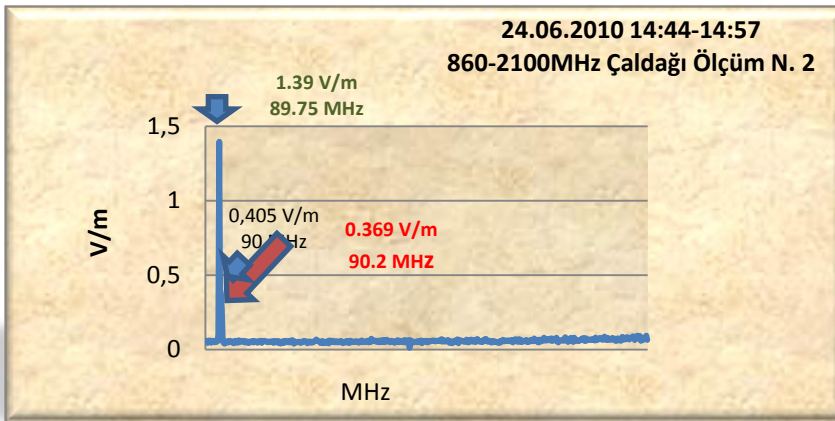


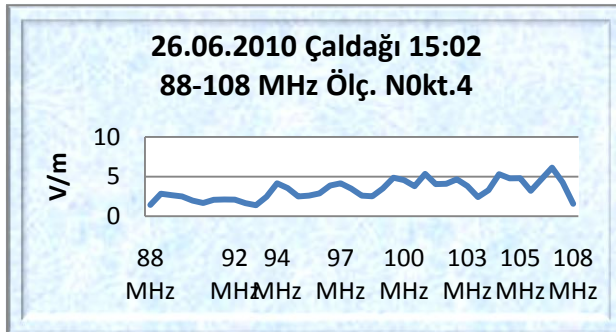
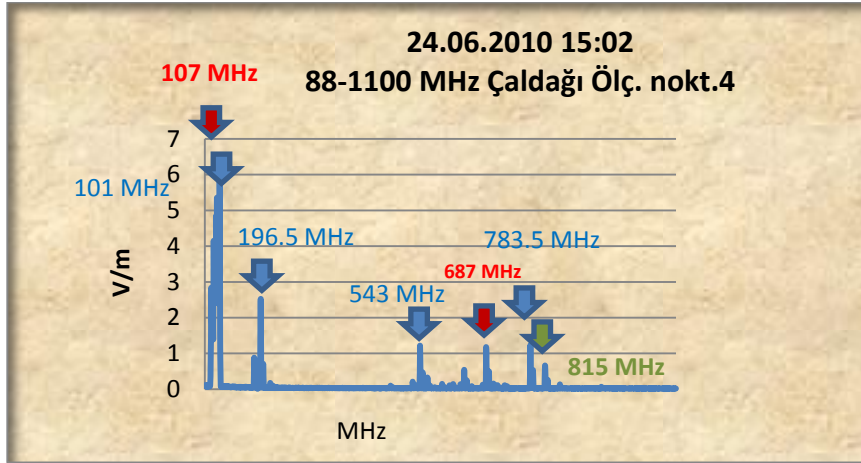
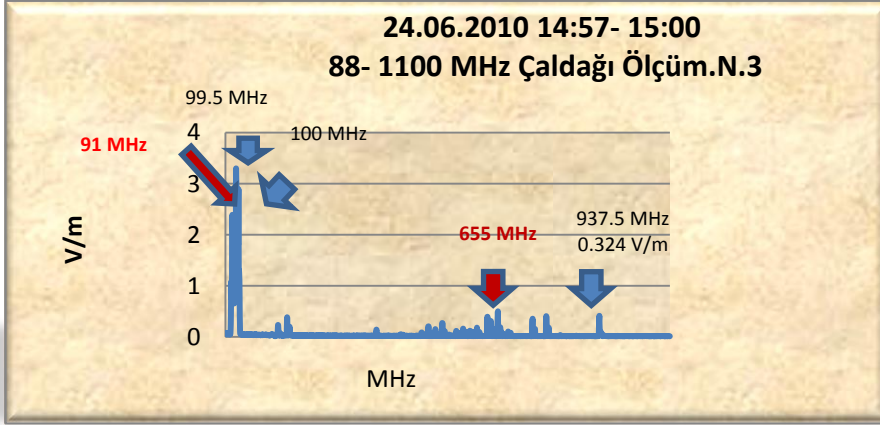


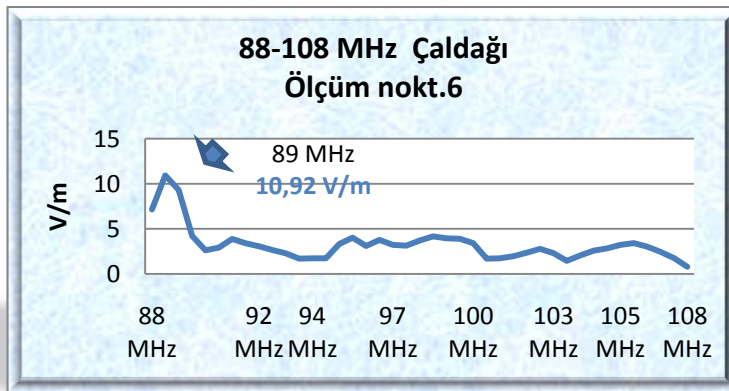
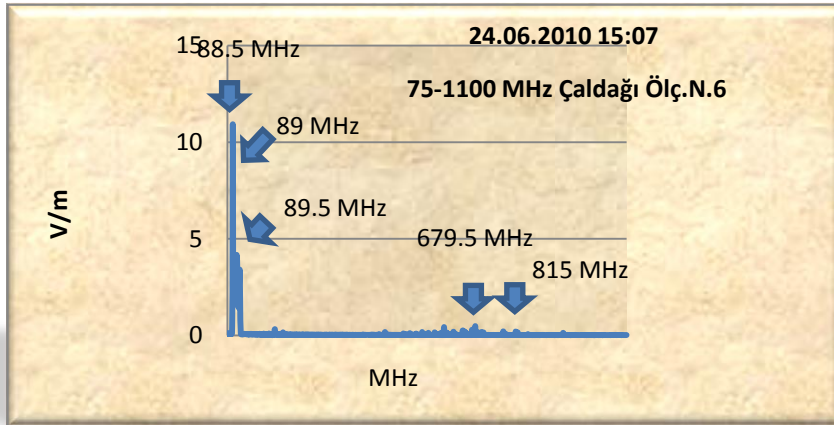
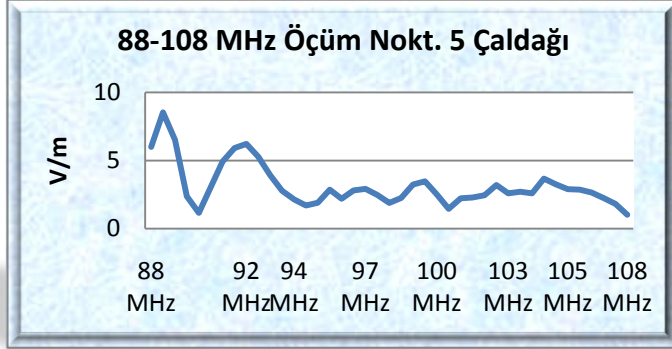
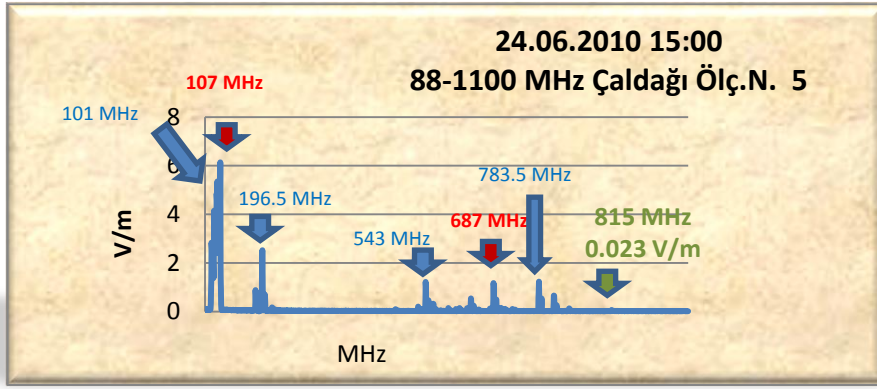


Grafik grubu-1:Ankara Çaldağı mevkiinde fotoğraf-2' de gösterilen ölçüm noktası 1 de saat 11:45-14:30 arası yapılan ölçümler.

Aşağıda yer alan grafikler Ankara Çaldağı mevkiinde fotoğraf-2 de gösterilen ölçüm noktası 2-3 ve 4'te saat 11:45-14:30 arası yapılan ölçümleri göstermekte olup verici grubu ve ölçüm noktası 2 arası 125 m' dir. Verici grubu ve ölçüm noktası 3 arası 110 m' dir. Verici grubu ve ölçüm noktası 4 arası 250 m 'dir. Mavi grafikler her bir ölçümde sadece 88-108 MHz arasındaki frekans ölçümlerinde EM alanın detaylı verilerini göstermektedir.

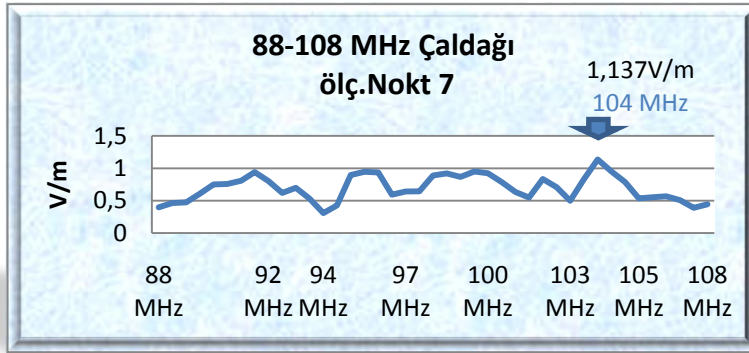
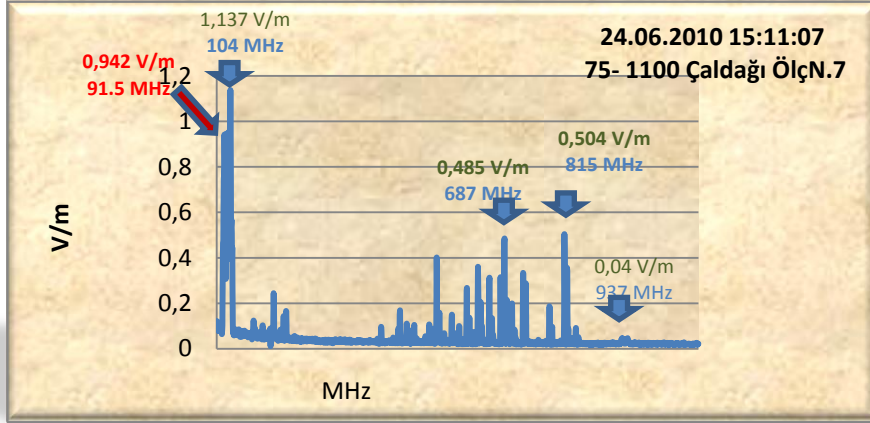






Grafik grubu-2:Ankara Çaldağı mevkiinde fotoğraf-2 de gösterilen ölçüm noktası 2-3 ve 4'te saat 11:45-14:30 arası yapılan ölçümler

Aşağıda yer alan grafikler 24.06.2010 tarihinde Ankara Çaldağı mevkiinde fotoğraf-1 de gösterilen ölçüm noktası 5-6-7-8'de yapılan ölçümleri göstermekte olup verici 1 ve ölçüm noktası 5-6-7-8 arası ortalama 80 m dir.



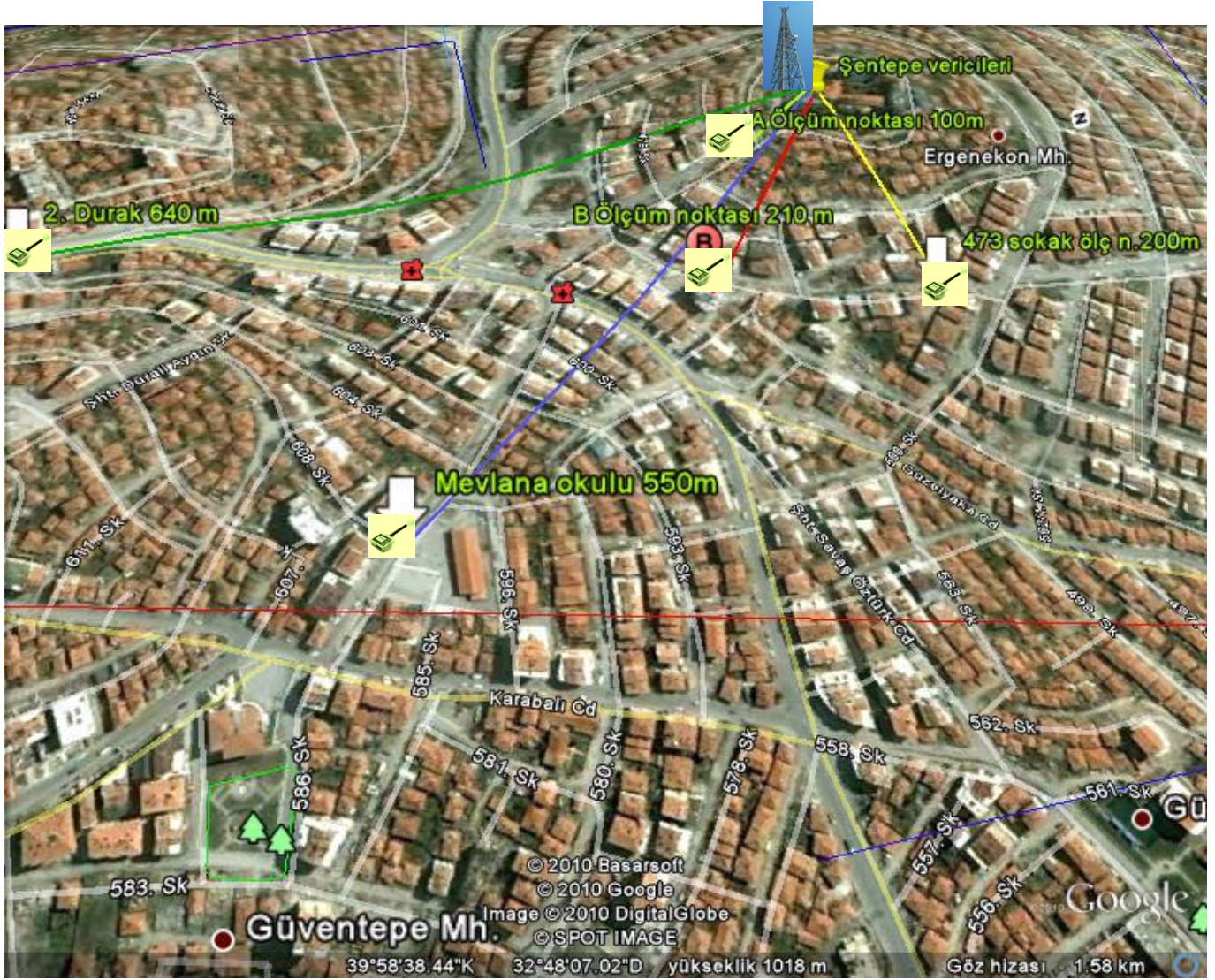
Grafik grubu-3: 24.06.2010 tarihinde Ankara Çaldağı mevkiinde fotoğraf-1 de gösterilen ölçüm noktası 5-6-7-8'de yapılan ölçümler.

Çizelge-4: Çaldağı'nda 13.10 2010 tarihinde yapılan genel ölçüm

Ölçüm Noktası	Frekans (MHz)	88-108 (FMRadyo)	108-230 (AnalogTV)	230-470 (Analog TV)	470-890 (Analog TV)	890-960 (GSM)	1700-1888 (GSM)	2000-2200 (UMTS)	Diğer	Genel ortam E(V/m)
		E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	
1		1,061	0,5	0,38	0,427	0,14	0,315	0,343	0,491	1,475
2		6,16	1,1	0,411	1,283	0,41	0,26	0,33	0,496	6,45
3		17,2	5,87	0,61	1,75	0,22	0,4	0,54	0,787	18,31
4		7,51	1,5	0,64	1,23	0,21	0,38	0,55	0,789	7,86
5		2,1	0,81	0,75	1,076	0,49	0,4	0,55	0,795	2,84
6		2,01	0,79	0,7	1,067	0,21	0,39	0,54	0,795	2,73
7		1,0	0,78	0,64	1,17	0,25	0,4	0,55	0,799	2,14
Limitler	Cihaz başına	7	7	7	10	10	10	15		
	Ortam	28	28	28	41	41	41	61		

Grafiklerden de görülebileceği üzere Çaldağ'ında yerleşim merkezlerine en yakın olan mevkilerde özellikle ölçüm noktaları 5,6,7 ve 8 de radyo vericilerinin yaydığı EM alanlar yüksek olup, bu noktalarda baz istasyonlarının yaydığı EM alanlar çok daha düşük seviyelerdedir. Bu bölgelerde doğrudan ortam ölçümlerinin yüksek çıkacağı açıktır. Türkiye genelinde yapılan ölçümlerde 5-10 V/m ye ulaşan değerler çoğunlukla bu mevkilerde yapılan ölçümlerdir.

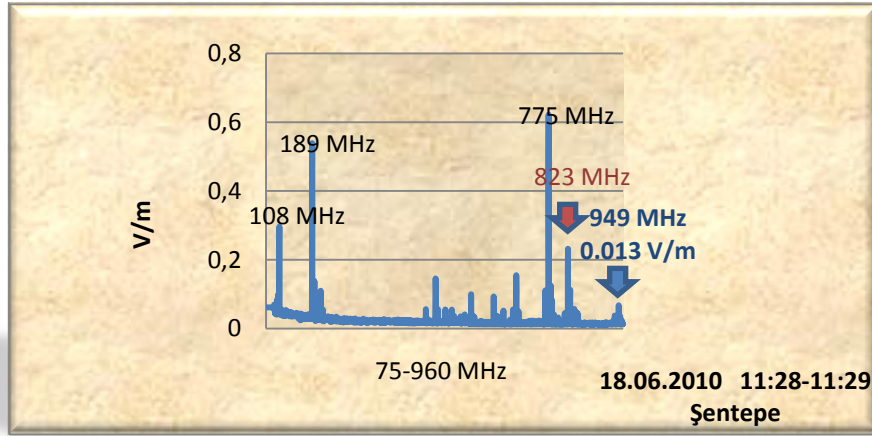
3-Ankara/Şentepe



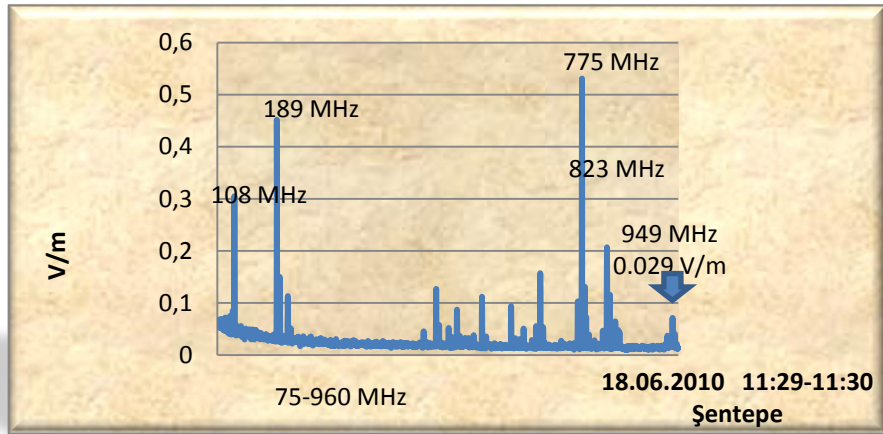
Fotoğraf-3: Şentepe ölçüm noktalarının üstten görünüşü



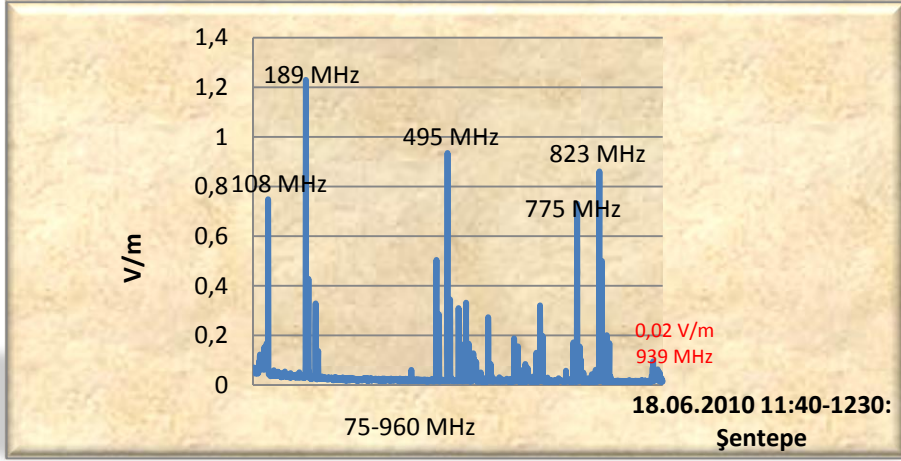
Fotoğraf-4: Şentepe verici grubu



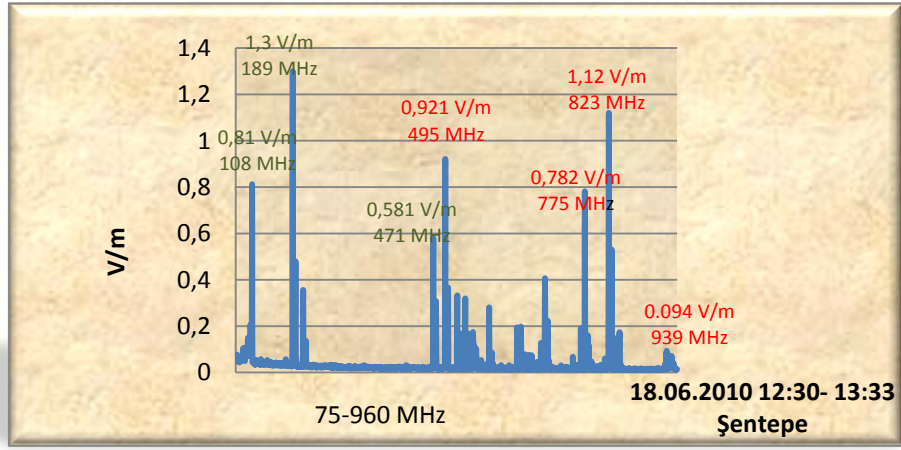
Grafik-8: A ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 100m



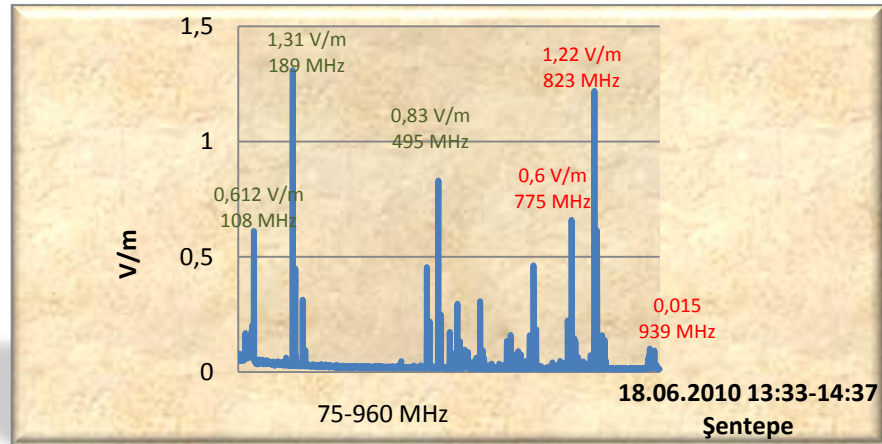
Grafik-9: A ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 100m



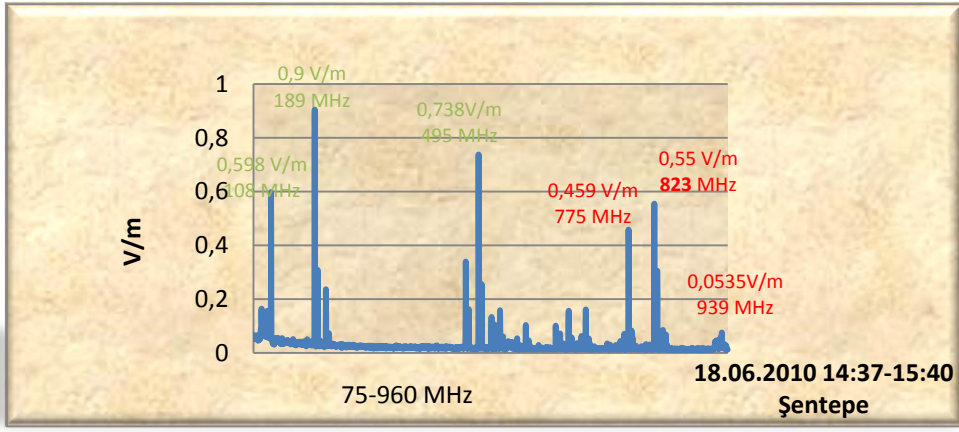
Grafik-10: B ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 210m.



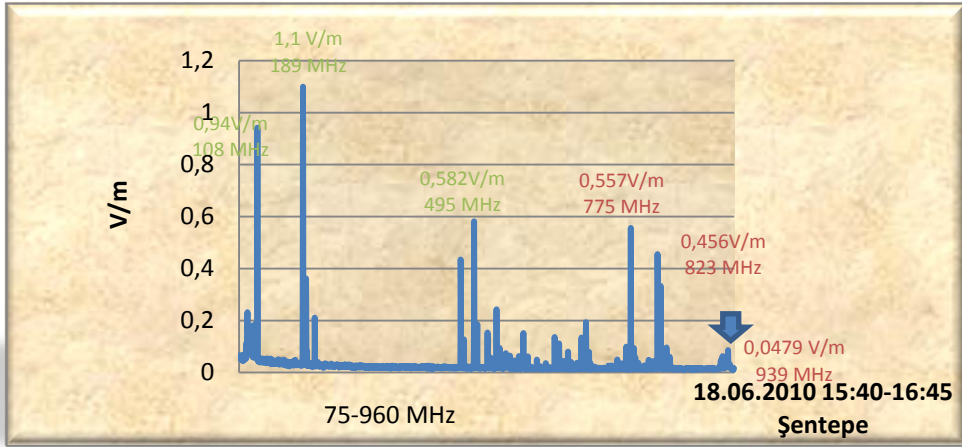
Grafik-11: B ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 210m



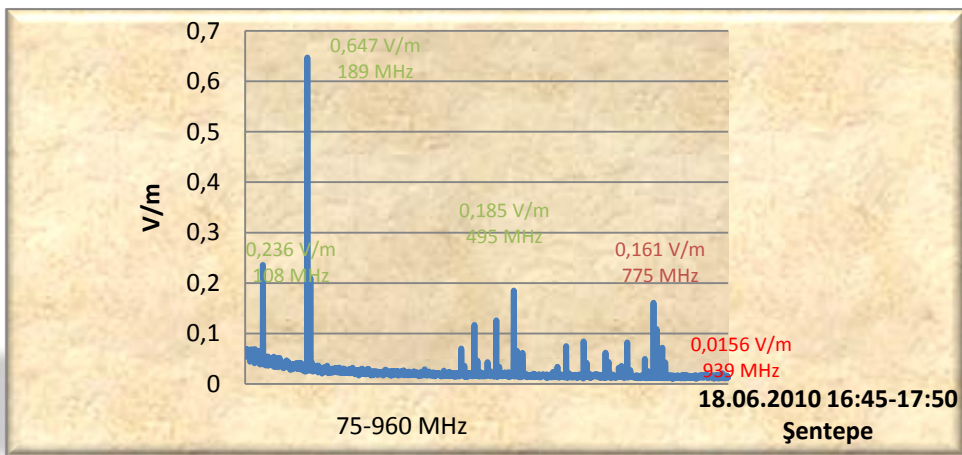
Grafik-12: B ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 210m.



Grafik-13:B ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 210m.



Grafik-14:B ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 210m.



Grafik-15:B ölçüm noktası verileri, vericiler yaklaşık 210m.

Şentepe'de fotoğraf 3'te görülen A ölçüm noktasından yapılan ölçümler, 210 m uzaklıkta, yaklaşık 50 m yükseklikteki bir binanın balkonunda yapılmıştır.

Çizelge-5: Şentepe'de 13.10.2010 tarihinde yapılan genel ölçüm

Frekans (MHz)	88-108 (FM Radyo) E(V/m)	108-230 (Analog TV) E(V/m)	230-470 (Analog TV) E(V/m)	470-890 (Analog TV) E(V/m)	890-960 (GSM) E(V/m)	1700-1888 (GSM) E(V/m)	2000-2200 (UMTS) E(V/m)	Diğer E(V/m)	Genel ortam E(V/m)
Ölçüm Noktası									
473. sokak	0,63	1,15	0,63	1,37	1,18	0,48	0,55	0,795	2,57
A Ölçüm Nokt.	0,46	0,9	0,63	0,7	0,2	0,43	0,55	0,788	1,74
Mevlana Okulu	0,45	1,32	0,62	1,57	0,22	0,4	0,56	0,795	2,44
2.Durak	0,43	1,38	0,64	2,03	0,52	0,47	0,56	0,800	2,84
Sınır değerler									
Cihaz başına Ortam	7 28	7 28	7 28	10 41	10 41	10 41	15 61		

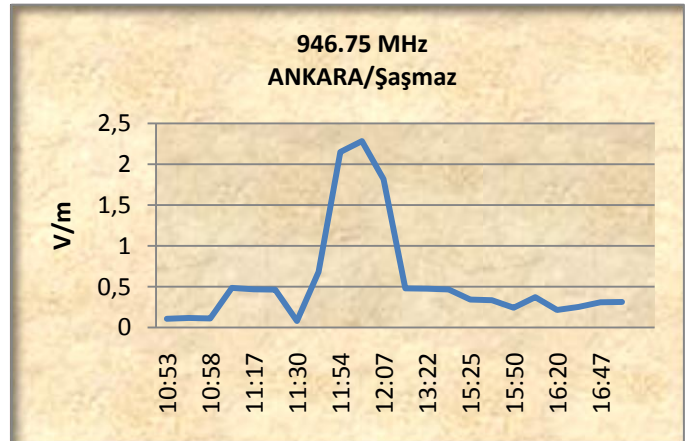
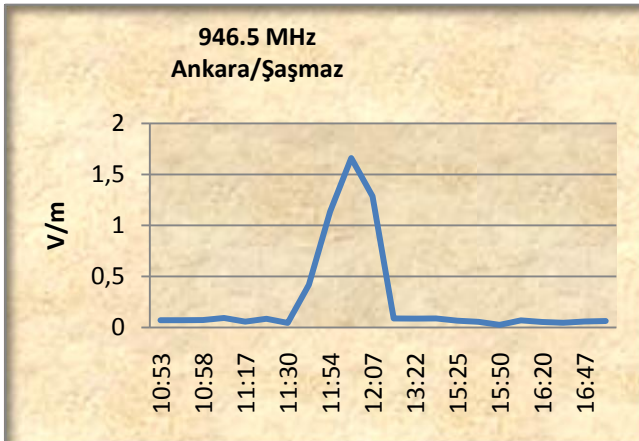
4.Ankara/Şaşmaz

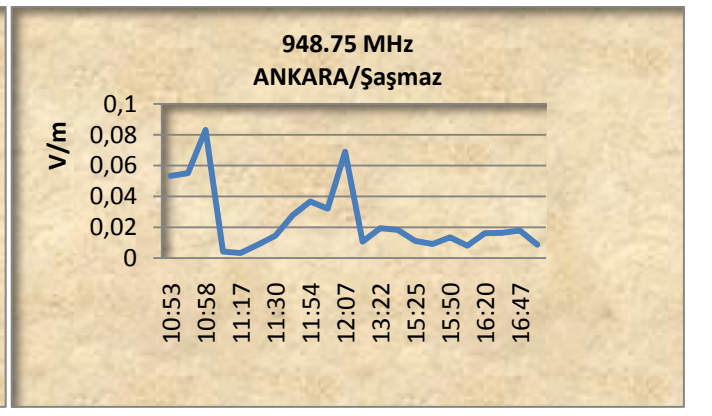
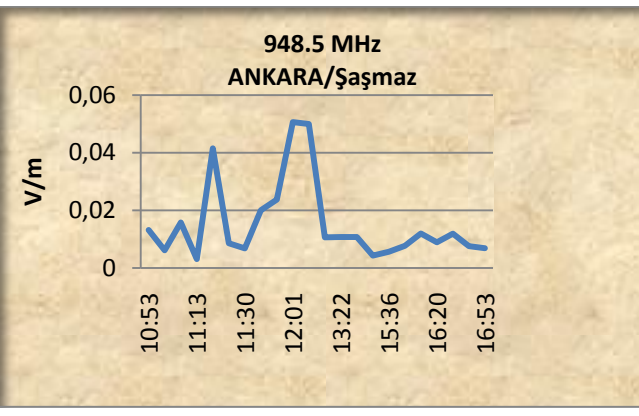
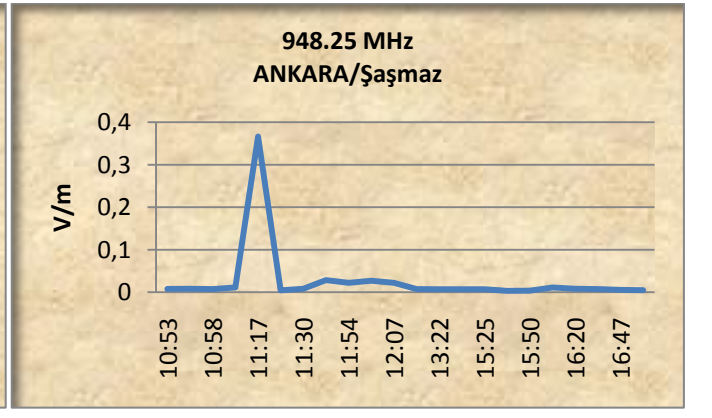
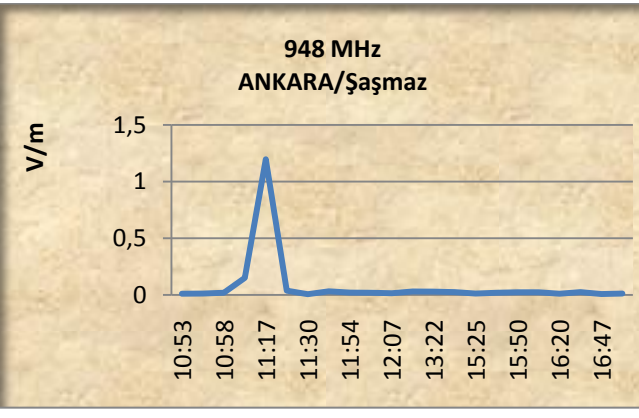
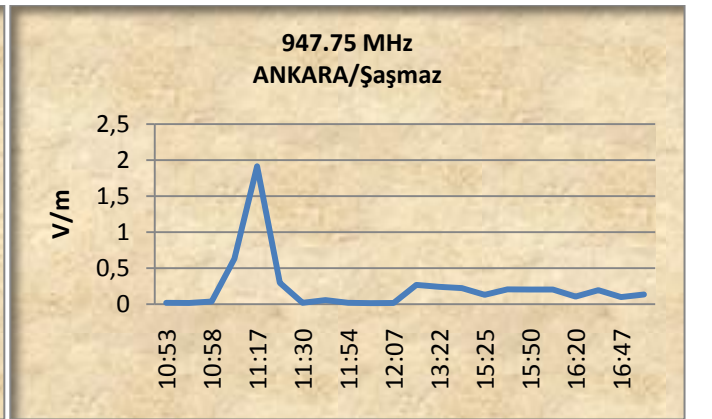
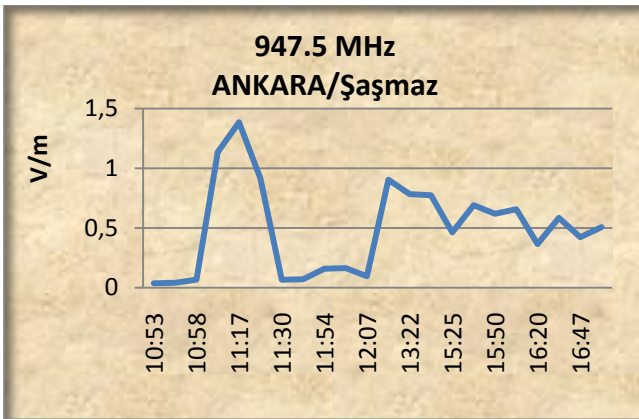
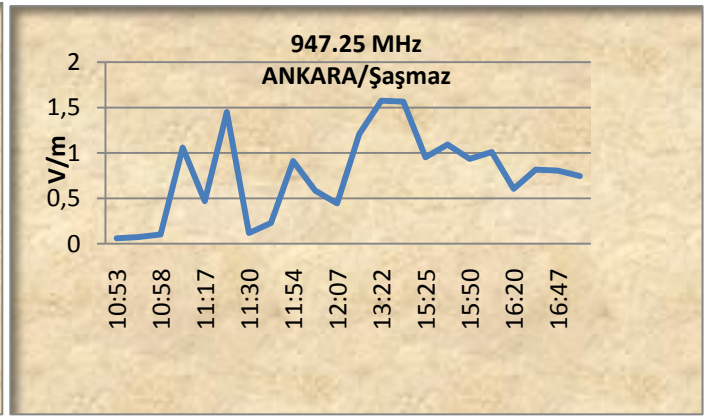
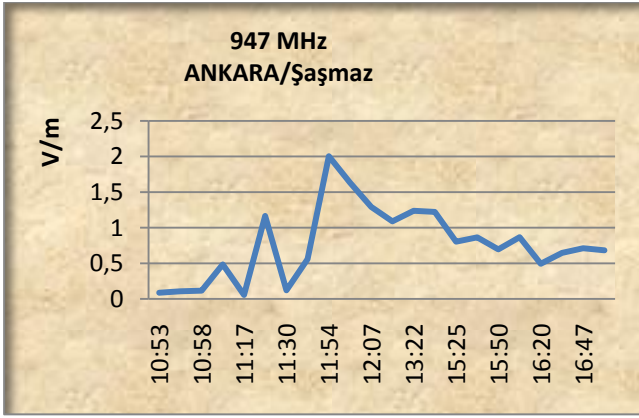
Ölçümler 15 ayrı frekansta ve baz istasyonu antenlerinin yayın yönünde 70m uzaklıkta yapılmıştır. Ölçüm sonuçları ortamın değil doğrudan baz istasyonu değerlerini göstermektedir.

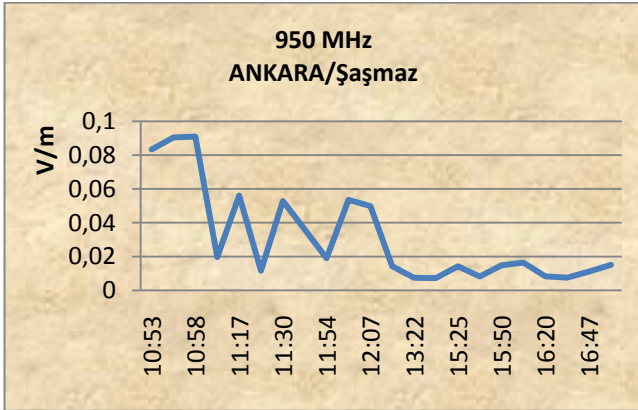
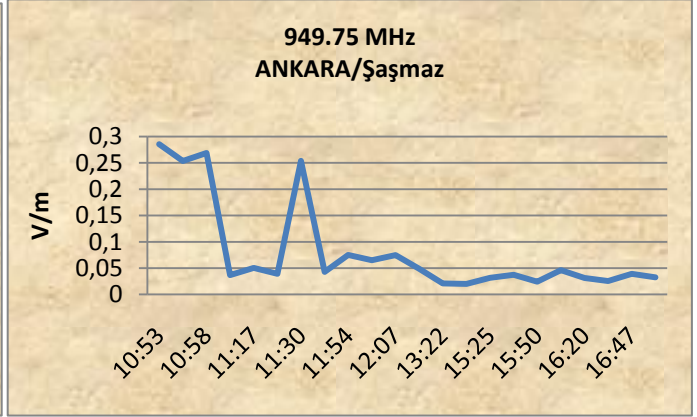
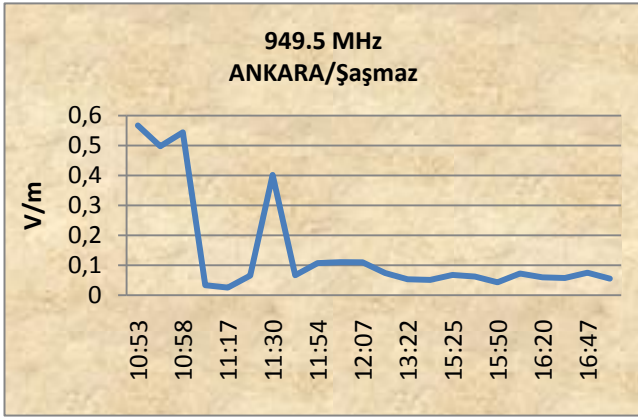
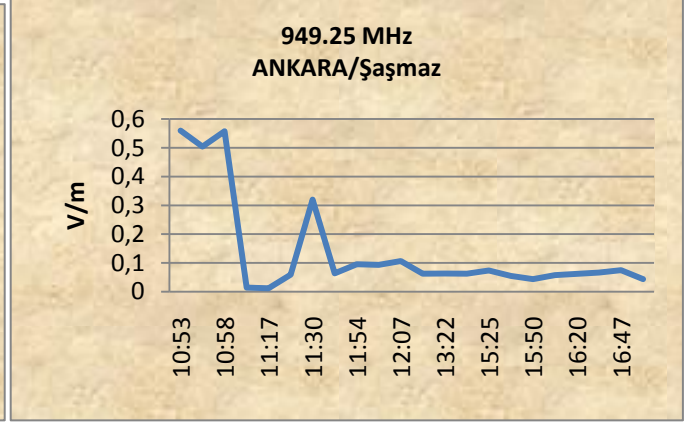
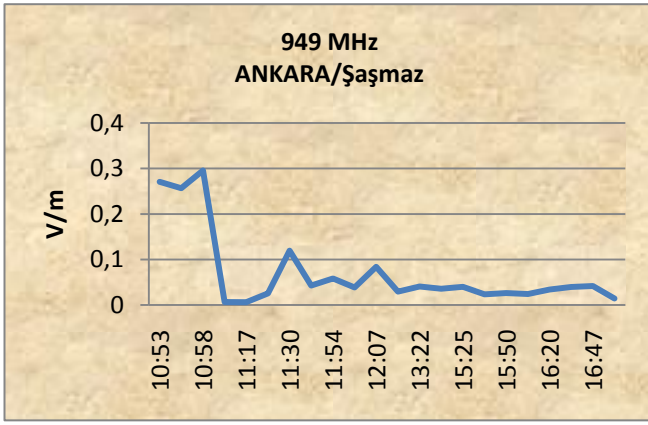


Fotoğraf-5: Şaşmaz'daki baz istasyonu → Yayın yönü.

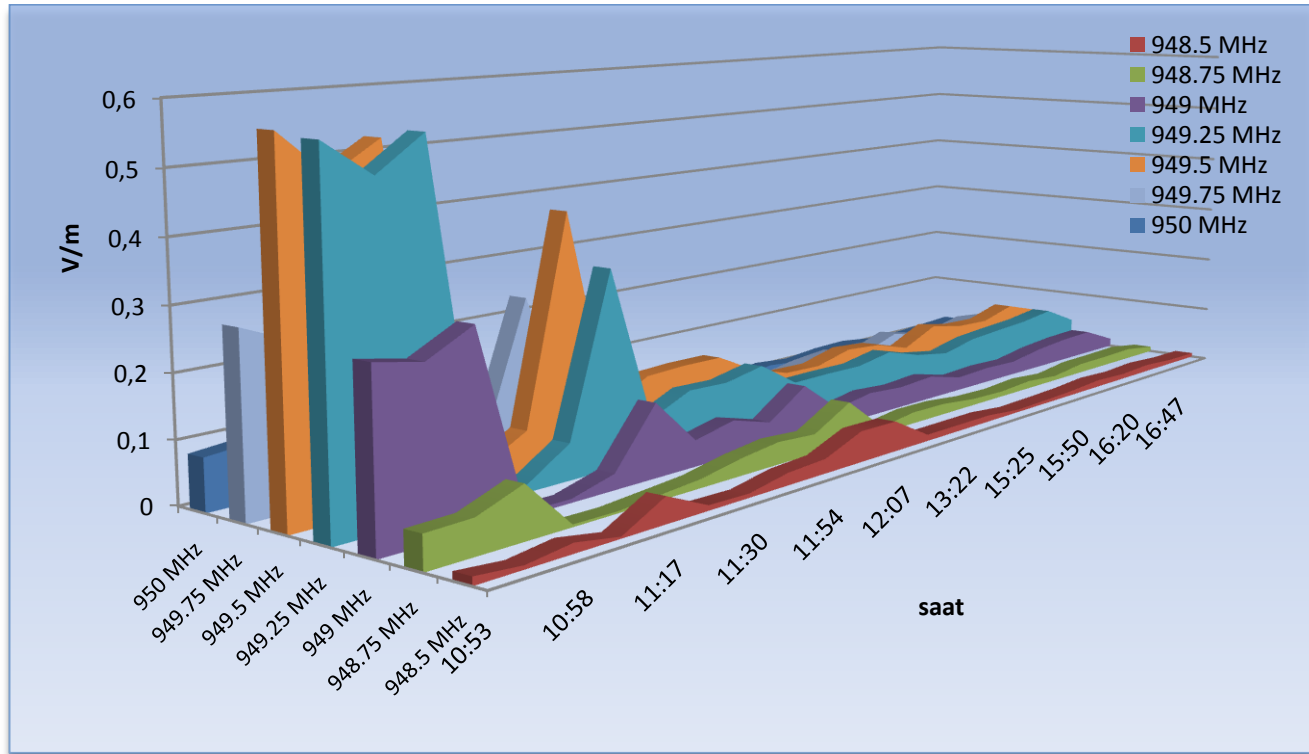
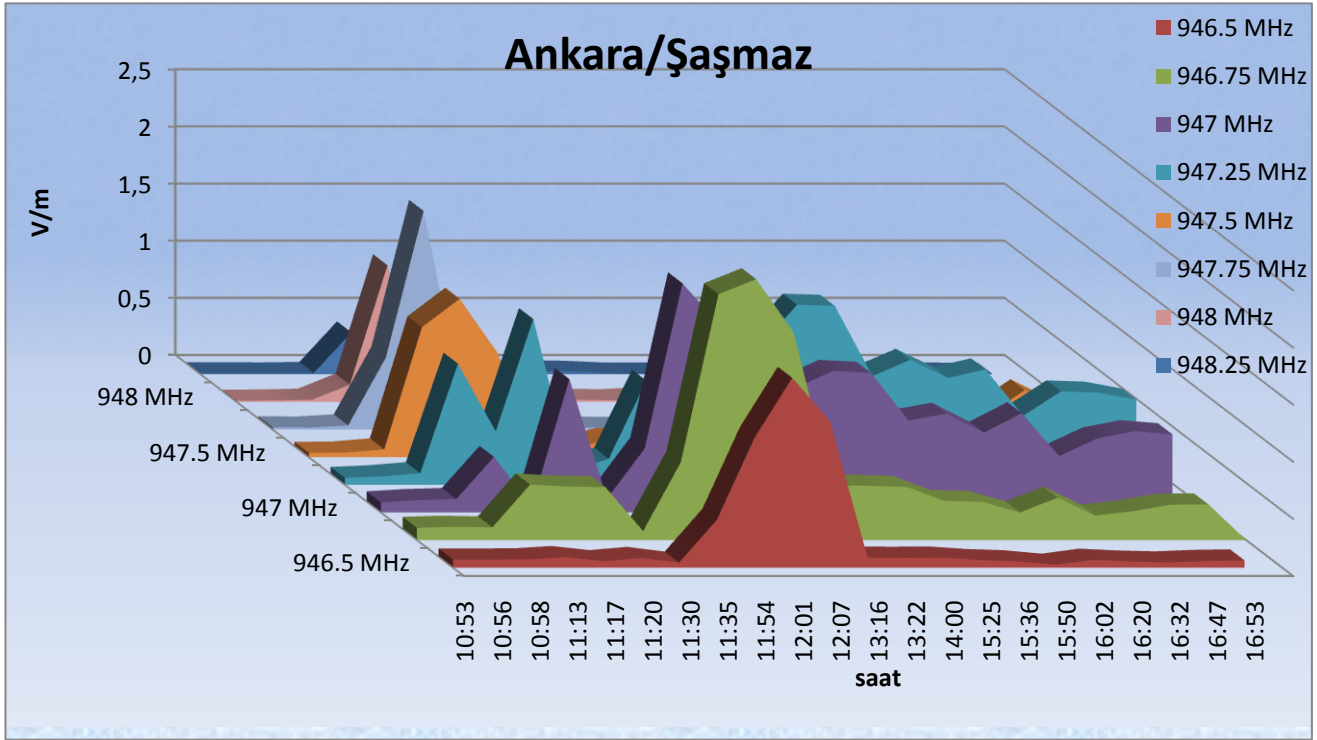
Her bir grafik tek bir frekansın günlük ölçüm sonuçlarıdır.







Grafik Grubu- 4:Şaşmaz Telekom binasında ölçüm yönünde baz istasyonunda frekansların ayrı ayrı günlük ölçüm sonuçları



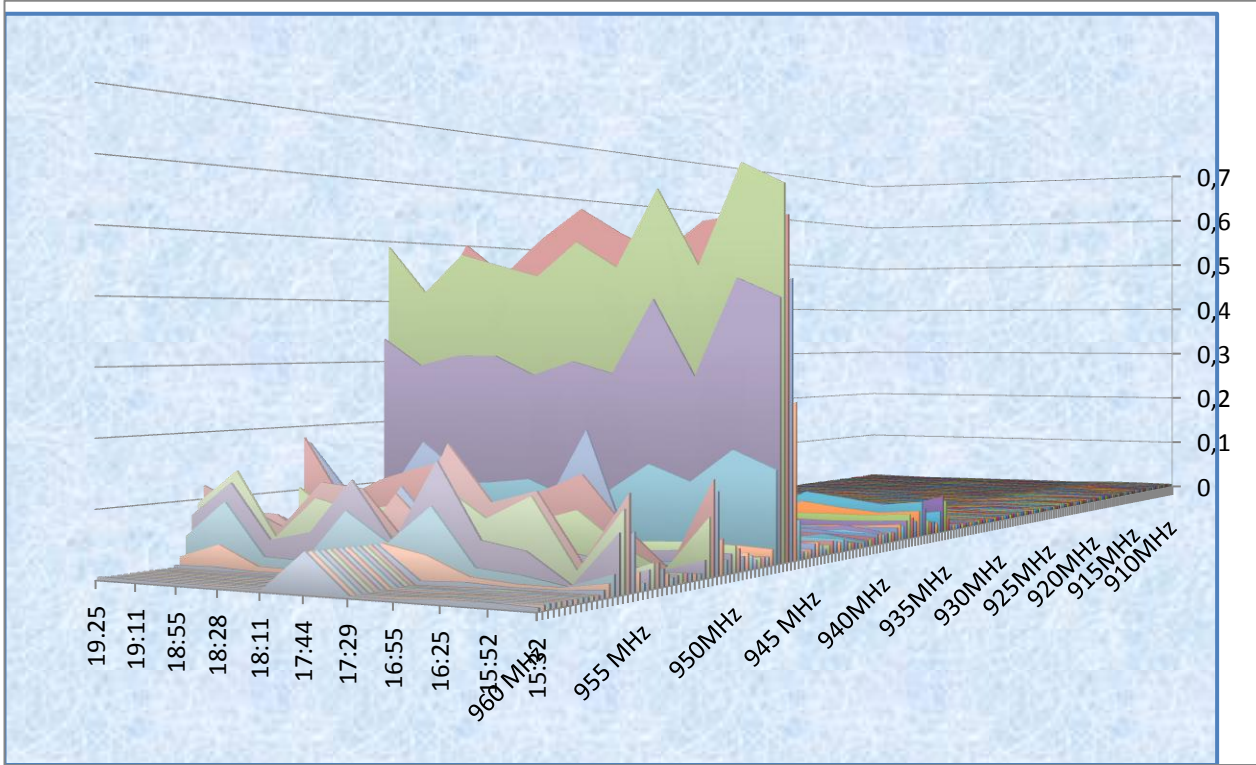
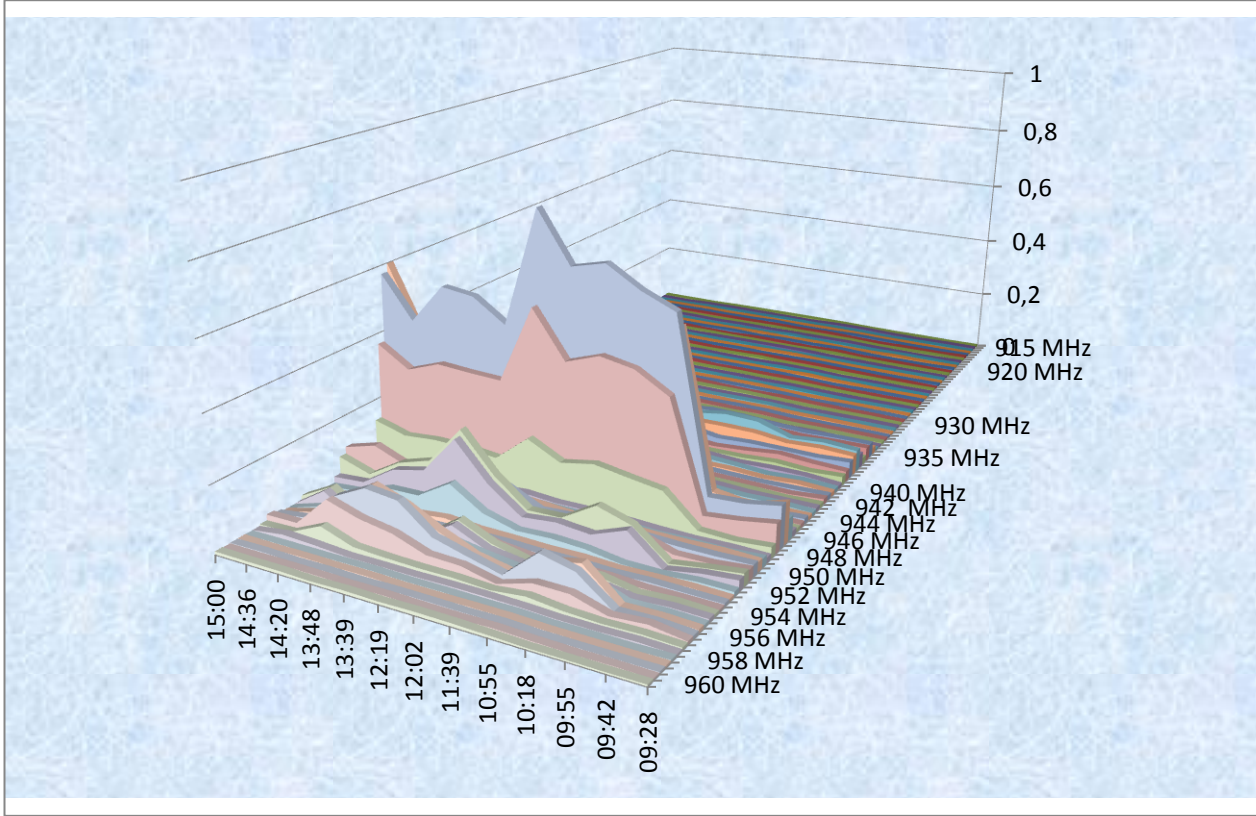
Grafik 16:-Şaşmaz Telekom binası yanında verici yönünde baz istasyonunda frekansların 2 ayrı grup olarak günlük ölçüm sonuçlarının toplu grafiği.

5-Batıkent

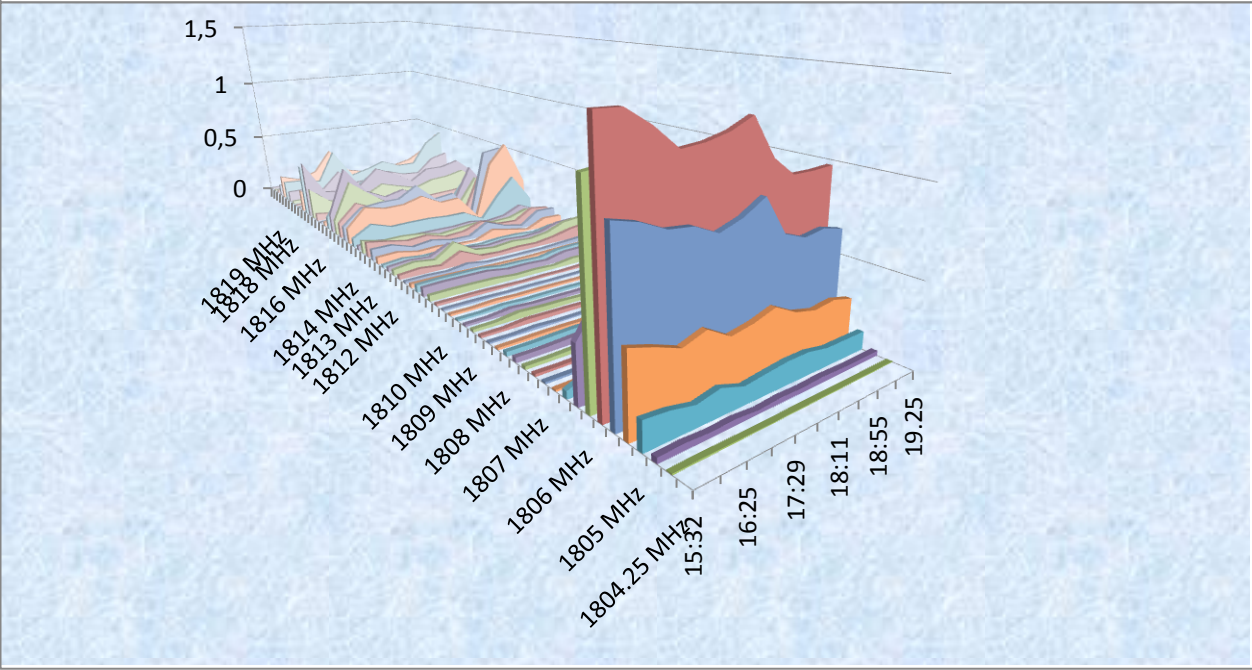
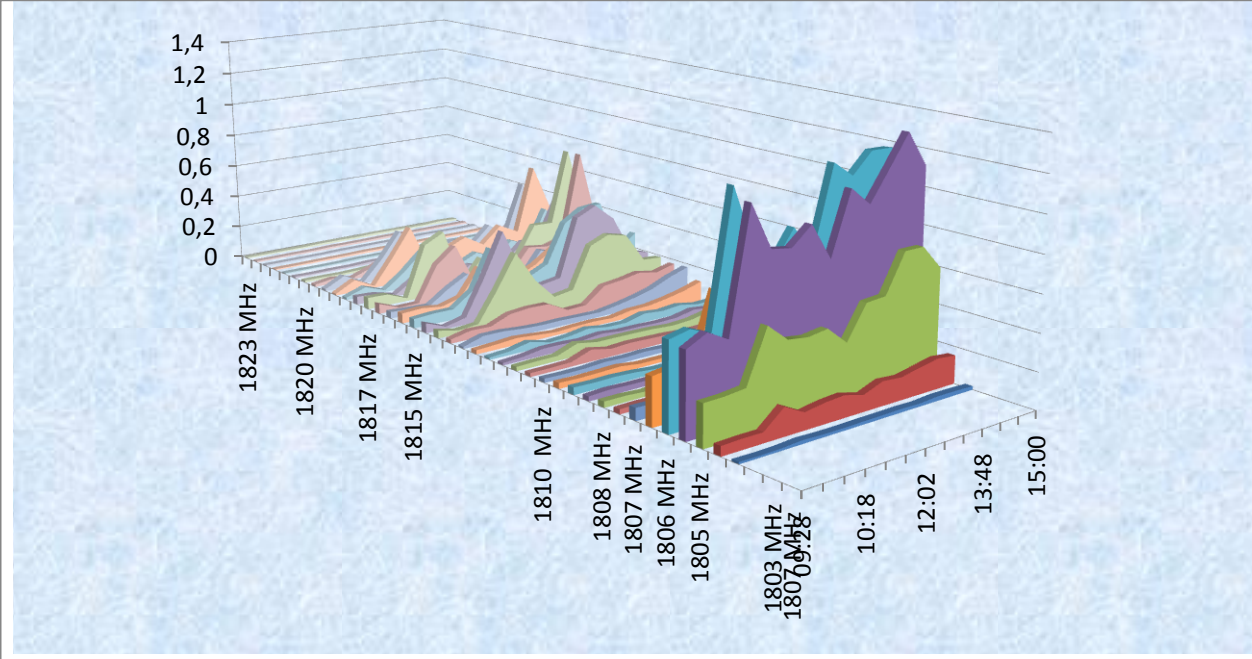
Ölçülen baz istasyonu 8W çıkış gücünde ve anten kazancı 15,5 dB olup, anten yayın yönünde ilk apartman dairesinde, yaklaşık 40 m uzaklıkta ölçülmüştür.



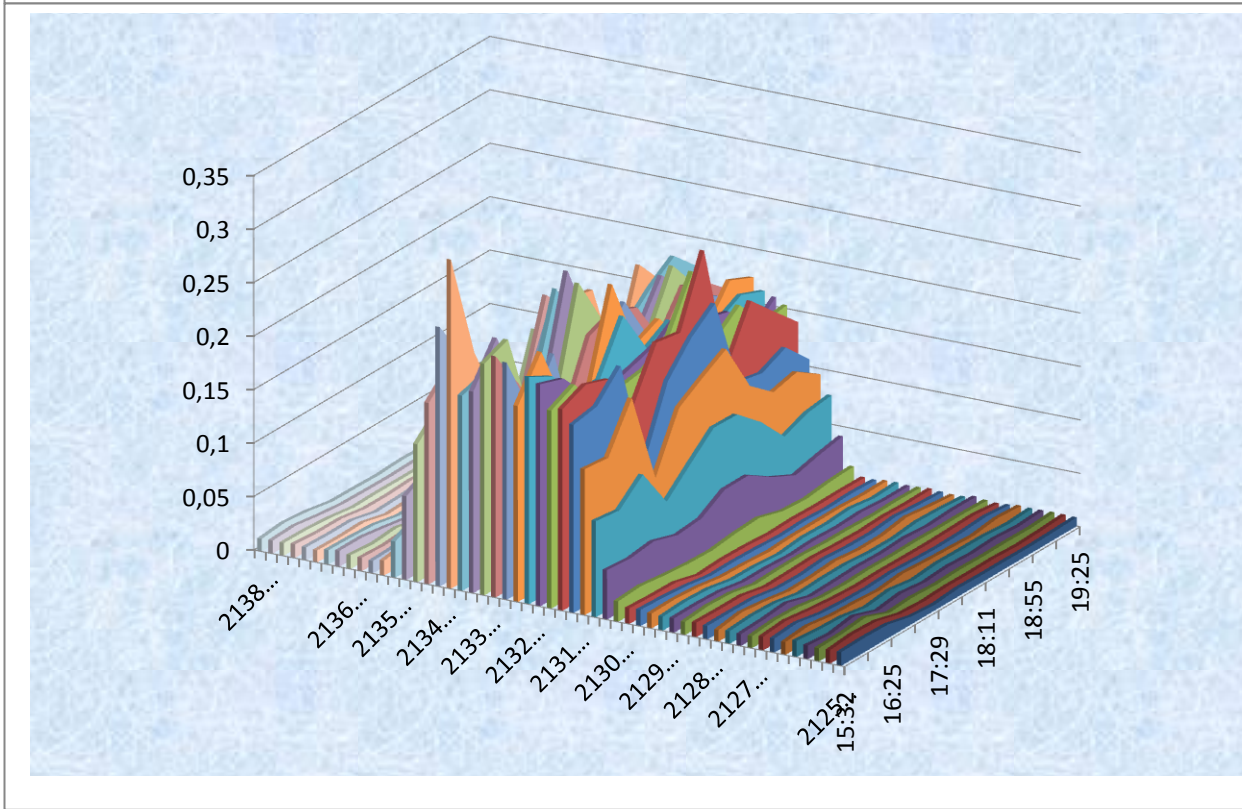
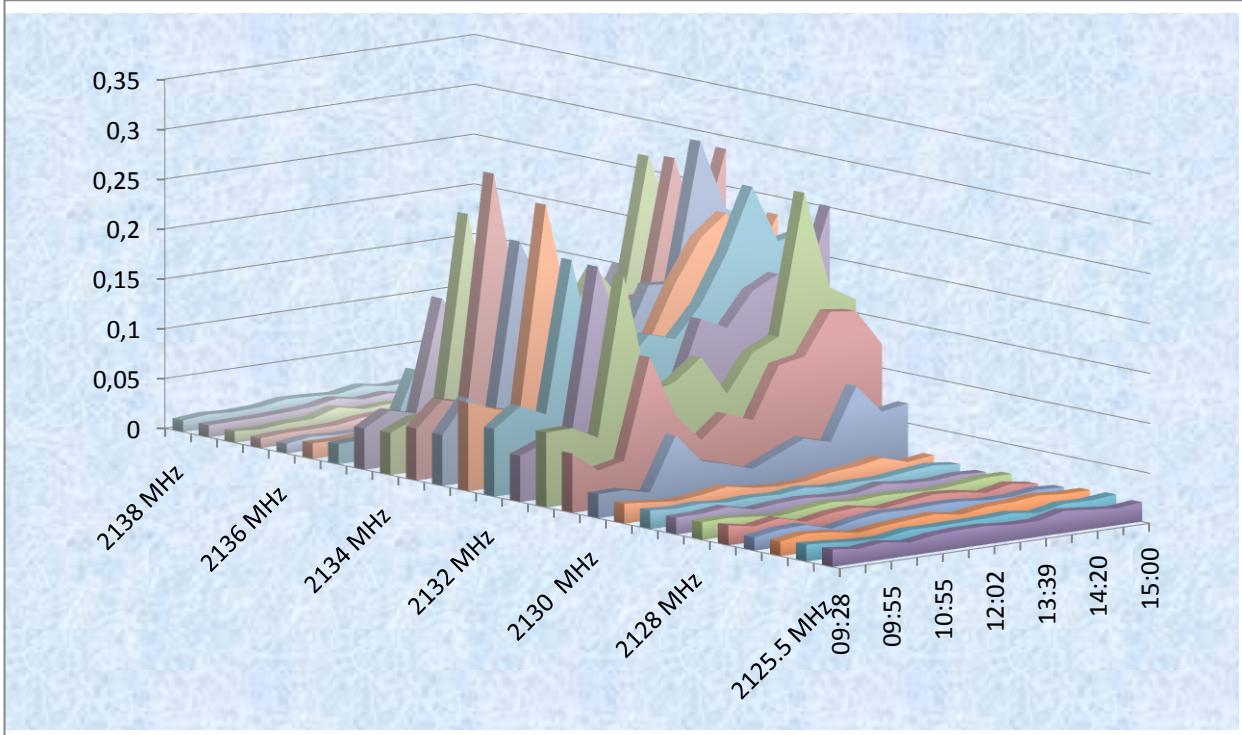
Fotoğraf-6: Batıkent GİMSA yanı baz istasyonu



Grafik17:-Batıkent GİMSA mevkiinde 890-960 MHz bandında sabah ve öğleden sonra 2 ayrı grup olarak günlük ölçüm sonuçlarının toplu grafiği.



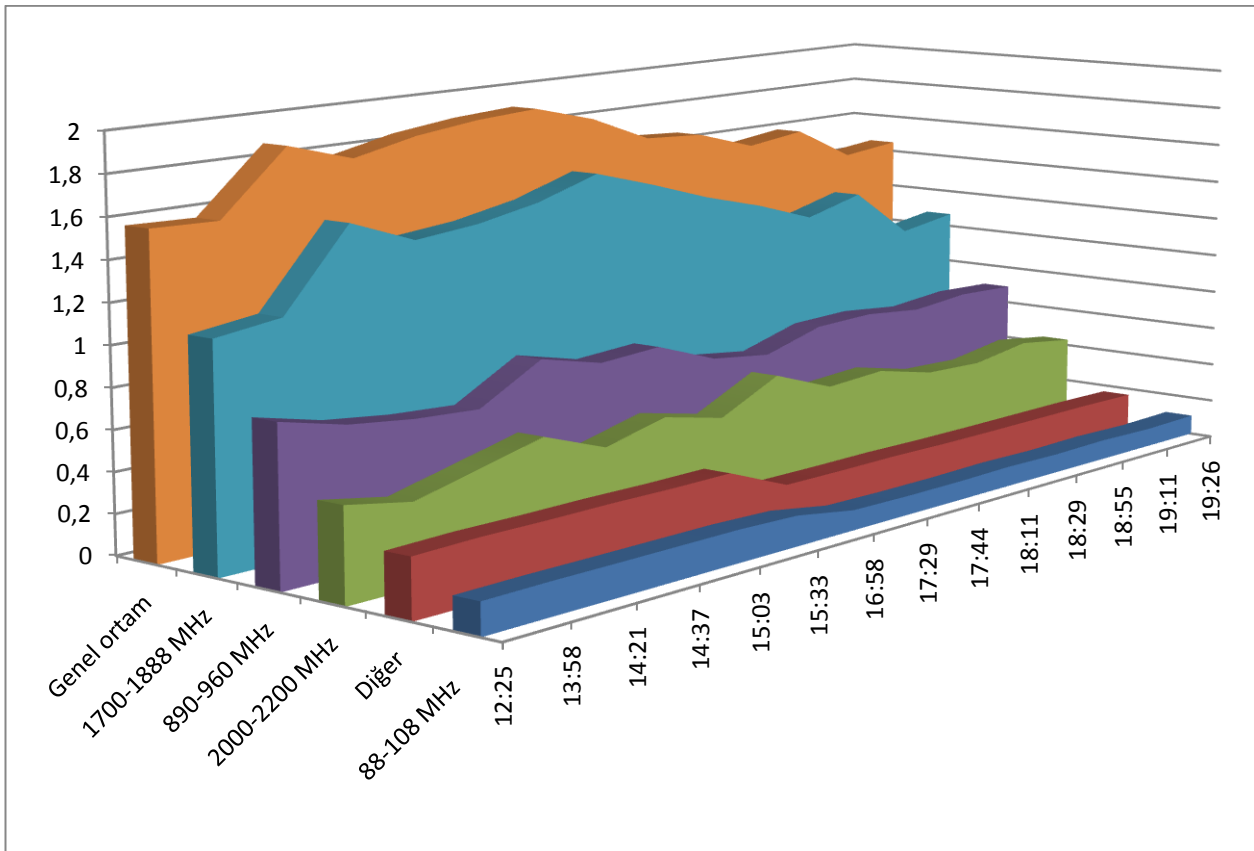
Grafik 18:-Batıkent GİMSA mevkiinde 1790-1880 MHz frekans bandında sabah ve öğleden sonra 2 ayrı grup olarak günlük ölçüm sonuçlarının toplu grafiği



Grafik 19:-Batıkent GİMSA mevkiinde 2000-2200 MHz frekans bandında sabah ve öğleden sonra 2 ayrı grup olarak günlük ölçüm sonuçlarının toplu grafiği

Çizelge-6: Batıkent GİMSA mevkiinde günlük ölçüm sonuçları tablosu

Frekans (MHz)	88-108 (FM Radyo)	890-960 (GSM bandı)	1700-1888 (GSM bandı)	2000-2200 (UMTS)	Diğer	Genel ortam
Saat	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)	E(V/m)
12:25	0,1578	0,78	1,109	0,46	0,291	1,572
13:58	0,161	0,7	1,15	0,4	0,299	1,561
14:21	0,16	0,66	1,54	0,48	0,297	1,871
14:37	0,16	0,64	1,41	0,56	0,299	1,77
15:03	0,16	0,82	1,44	0,44	0,296	1,84
15:33	0,15	0,74	1,5	0,52	0,298	1,88
16:58	0,10	0,76	1,6	0,45	0,168	1,9
17:29	0,095	0,64	1,5	0,6	0,167	1,81
17:44	0,095	0,6	1,39	0,48	0,169	1,67
18:11	0,1	0,69	1,3	0,5	0,165	1,65
18:29	0,095	0,7	1,19	0,43	0,165	1,55
18:55	0,1	0,67	1,27	0,42	0,167	1,59
19:11	0,093	0,7	1,018	0,47	0,169	1,417
19:26	0,1	0,69	1,068	0,43	0,166	1,45
Limitler						
Cihaz başına	7	10	14	15		
Ortam	28	41	58	61		



Grafik 20: Batıkent GİMSA mevkiinde ayrı bandlar ve genel ortamda günlük ölçüm sonuçlarının toplu grafiği

6-ULUSLAR ARASI MARUZİYET STANDARTLARI

İnsan vücudunda vücut sıcaklığını bir derece arttıracak elektromanyetik enerji emiliminin zararlı olduğu varsayımından gidilerek, bunun 4W/kg sınır değeri olduğu kabul edilmiştir. Buna göre kilogram başına dokuların emebileceği en yüksek güç değeri 4 Watt 'dır. Halk için 50 kat güvenlik (koruma) payı esas alınarak halka açık genel yerler için minimum limit olarak 0,08 W/kg SAR değeri belirlenmiştir. Bu değer tüm vücut için 6 dakikalık maruziyet süresinde verilen SAR değeridir. Söz konusu limitler sadece dokularda yutulan ve ısıya dönüşen güçle belirlenmiştir. Bununla beraber insan vücudunda hücreler tarafından emilen enerji dağılımı homojen olmadığından ortalama SAR değeri kesin sınır değeri olmamaktadır. Mesela kafa ve kollar için bu değerler farklı farklıdır. Öngörülen limit değerlerin aşılmadığı durumda bile vücut tarafından emilen enerji sınırlı sayıda dokuda birikebilmektedir.

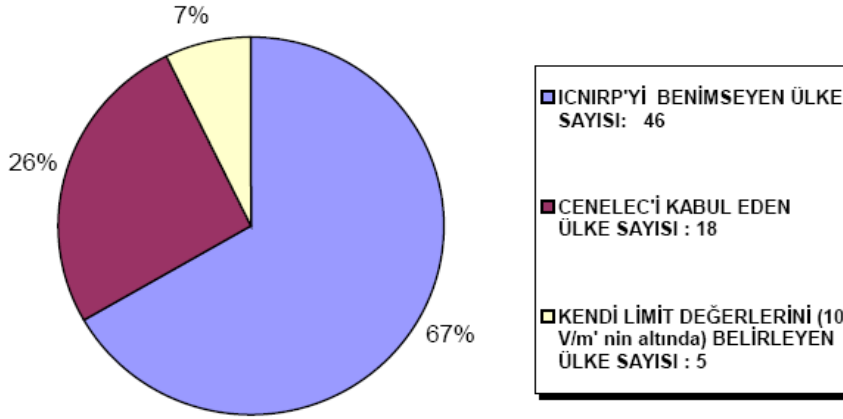
Halk sağlığı açısından 10kHz-300GHz frekans aralığında belirlenen limit SAR değerlerinin bulunması için elektromanyetik alana maruz kalmış olan dokunun içindeki elektrik alan şiddetinin ölçülmesi gerekmektedir. Teorik olarak SAR değerleriyle belirlenen limitlerin pratikte ölçülebilir olmaması nedeniyle SAR değeri olarak verilmiş limitlerden, pratikte ölçülebilir büyüklükler olan ve frekansa göre ortamda izin verilen en yüksek değerleri belirleyen elektrik alan şiddeti ve güç yoğunluğu gibi türetilmiş limitlere geçilmektedir. Bu değerler uzak alan varsayımı ile belirlenmiştir. ⁴

Çizelge-7'de de görüldüğü üzere Dünya'da en fazla uygulanan standart olan ICNIRP (Uluslar arası İyonize Olmayan Işımadan Korunma Komitesi) limitleri daha çok Avrupa ülkelerinde uygulanan standarttır.

Çizelge-7: Dünya'da limit standartları belirleyen kuruluşlar ve limit değerleri⁵

ÜLKELER/KURULUŞLAR	FREKANS(MHZ)	ELEKTRİK ALAN ŞİDDETİ(V/m)	GÜÇ YOĞUNLUĞU (W/m ²)
NRBP, 1993(UK)	900	46	33
	1800	61	100
FCC OET 65 (USA) ANSI / IEEE 1992	900	47	6
	1900	61	10
CANADA (SC6)	900	41	6
	1900	61	10
ICNIRP, 1998 CENELEC,(EU) 1995	900	41	4.5
	1800	58	9

Dünya’da limit standartları belirleyen kuruluşların benimsenme oranı aşağıdaki Grafik 21 de görülmektedir



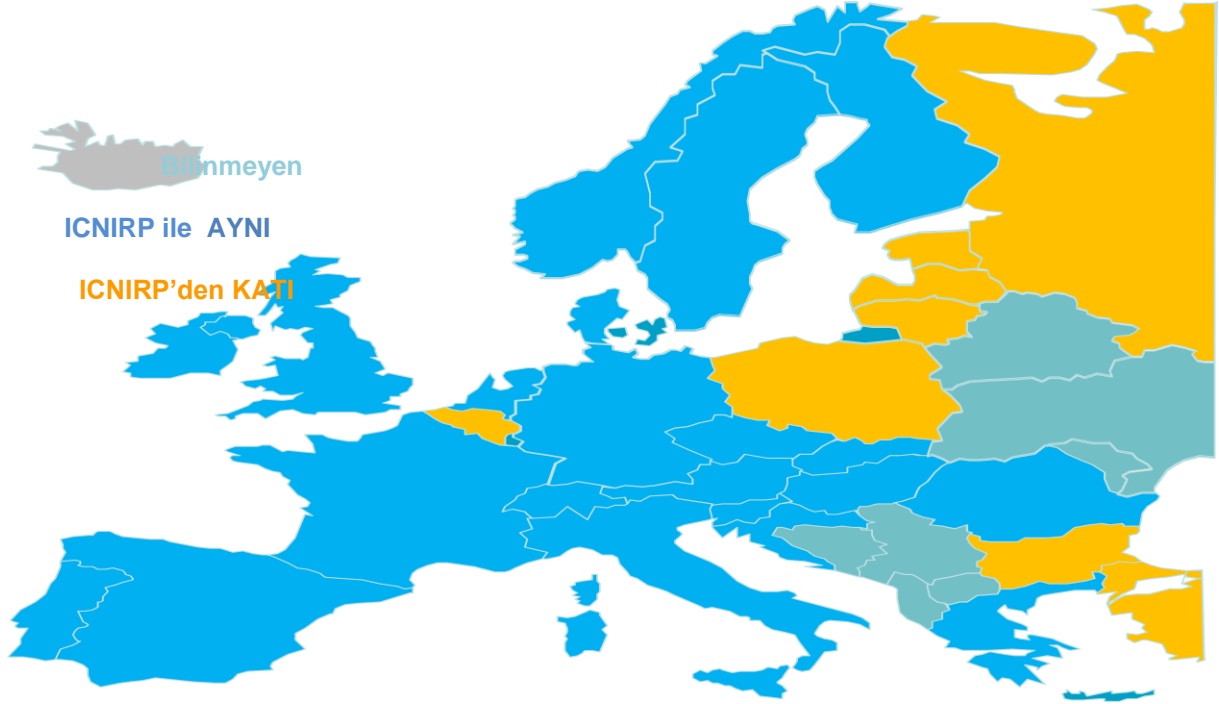
Grafik 21: Dünya’da limit standartları belirleyen kuruluşların benimsenme oranı⁵

Avrupa ülkelerinde referans alınan maksimum değerler bazı ülkelerde daha fazla kısıtlama ile uygulanmaktadır. ICNIRP’ nin halk için tavsiye limitleri Çizelge-8’de belirtilmiş olup, alan şiddeti ve güç yoğunluğu için verilen referans seviyeleri 6 dakikadan daha az maruziyet durumunda sınır değer olarak kabul edilmektedir.

Çizelge-8: ICNIRP Limitleri. Elektrik, Manyetik ve elektromanyetik alanlarda temel sınırlamalar, (0 Hz - 300 GHz)⁶

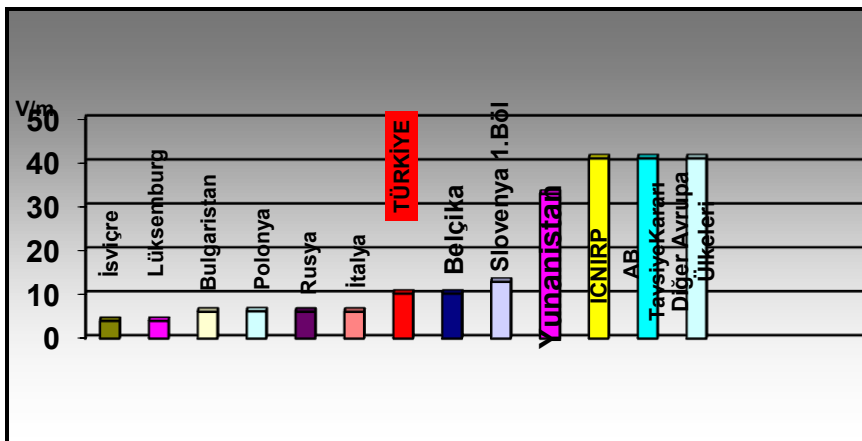
Frekans	Manyetik akı yoğunluğu	Akım yoğunluğu (mA/m ²)	Tüm vücut ortalaması SAR (W/kg)	Baş ve boyun SAR (W/kg)	Kol ve ayak SAR (W/kg)	Güç Yoğunluğu, S (W/ m ²)
0 Hz	40	-	-	-	-	-
>0-1 Hz	-	8	-	-	-	-
1-4 Hz	-	8/f	-	-	-	-
4- 1000 Hz	-	2	-	-	-	-
1000Hz-100 kHz	-	f/500	-	-	-	-
100 kHz-10 MHz	-	f/500	0,08	2	4	-
10 MHz- 10 GHz	-	-	0,08	2	4	-
10-300 GHz	-	-	-	-	-	10

Birçok Avrupa ülkesi ICNIRP standardını uygulamaktadır. Ancak, Türkiye’nin de içinde bulunduğu bazı ülkeler daha katı bir koruma belirlemiştir.



Şekil 1- ICNIRP tavsiyesini Avrupa'da uygulayan ülkeler⁵

ICNIRP'den daha katı limit değerler uygulayan ülkeler aşağıdadır.



Grafik-17. Avrupa'da limit değerler grafiği^{7,13,14}

Avrupa (900 MHz)	E (V/m)
İsviçre	4
Lüksemburg	4
Bulgaristan	6,1
Polonya	6,1
Rusya	6,1
İtalya	6,1
Türkiye	10,2
Belçika	10,2
Slovenya 1. Bölge	12,9
Yunanistan	32,9
Slovenya 2. Bölge	41
Diğer Avrupa ülkeleri AB Tavsiye Kararını (41 V/m) aynen uygulamaktadır.	

7-TÜRKİYEDE MARUZİYET STANDARTLARI

Ülkemizde Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından halkın Elektromanyetik Alan (EMA) maruziyetini sınırlandırmak amacıyla, ICNIRP (Uluslar arası İyonize Olmayan Işımadan Korunma Komitesi) tarafından belirlenen sınır değerler temelinde (Çizelge-8), 1999/519/EC sayılı AB Direktifine uygun olarak (Çizelge-9), 12.7.2001 tarihinde 24460 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yönetmelik yürürlüğe konulmuştur. Bu yönetmelikte belirlenen sınır değerlere uygun olarak, 10 KHz- 60 GHz arasında çalışan elektromanyetik alan üreten cihazların ölçüm ve denetimi yapılmaya başlanmıştır. Söz konusu yönetmelik, 16.04.2009 tarihinde 27230 sayılı Resmi Gazete ile “Elektronik Haberleşme Cihazlarına Güvenlik Sertifikası Düzenlenmesine İlişkin Yönetmelik” adıyla yeni gelişmeler ışığında yenilenmiştir.

Çizelge-9: Referans Sınırlamalar. Elektrik, Manyetik ve elektromanyetik alanlarda 12 Temmuz 1999 tarihli AB Konsey Tavsiyesi (1999/519/EC), (0 Hz - 300 GHz)^{9,11}

Frekans	E-alan şiddeti (V/m)	H-alan şiddeti (A/m)	B-Manyetik akı (μT)	Eşdeğer düzlem dalga güç yoğunluğu S_{eq} (W/m ²)
0-1 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	4 000/f	5 000/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	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

2009 tarihli son yönetmelikte, 1998 yılında yayımlanan ICNIRP’nin kısa vadeli ve dokuda 1⁰C’ lik ısı artışının tehlike eşiği olarak kabul edilmesi temeline dayanan ve AB direktifinde belirtilen EMA limitleri referans alındığından limitler konusunda bir değişiklik yapılmasına gerek duyulmamıştır. Çünkü AB direktifinde belirtilen limitlerden daha katı değerler uygulanmaktadır (Çizelge-3). Yani tek RF kaynağı için ¼, birden fazla kaynak için ½’ye kadar değişen oranlarda kısıtlama getirilerek, Avrupa’da kısıtlama uygulayan ülkeler arasında halen 7. sırada yer alınmaktadır (Grafik 17).

Halkın bilerek ya da bilmeyerek maruz kaldığı doğal veya insan yapımı EMA maruziyeti yanında, çalışan personelin kontrolü dâhilinde meslek olarak imalat, uygulama ve tıbbi alanda çalışan işçi ve memurların EMA maruziyeti de ayrı bir öneme sahiptir. Yine ICNIRP tarafından;

dokudaki 1⁰C artışın tehlike eşiği olarak kabul edilmesi ile belirlenen referans limitin 1/10 oranında azaltılması ile mesleki maruziyet limiti ve bu değerin 1/5 oranında daha azaltılması (yani toplamda 50 kat koruma) ile halk limit değeri belirlenmiştir. Özellikle çocuklar ve hassas grupların dâhil olduğu istem dışı halk maruziyetinin işçiye göre daha katı değerde olmasının nedeni, işçinin yüksek RF maruziyetine rağmen, çok daha kısa süreli, seyrek ve kontrollü maruziyetinden kaynaklanmaktadır.

Frekans Bandı	E-Elektrik alan Şiddeti (V/m)		H- Manyetik alan Şiddeti (A/m)		B- Manyetik Akı Yoğunluğu (μT)		Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu	
	Tek cihaz	Ortam	Tek cihaz	Ortam	Tek cihaz	Ortam	Tek cihaz	Ortam
0.01-0.15	22	87	1.3	5	1.5	6.25	-	- W/m ²
0.15-1	22	87	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
1-10	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	0.125	2
400-2000	0.341 f ^{1/2}	0.375 f ^{1/2}	0.0009 f ^{1/2}	0.0037 f ^{1/2}	0.001 f ^{1/2}	0.0046 f ^{1/2}	f/3200	f/200
2000-60000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.2	0.625	10

Tablo.11 - Ülkemizdeki maruziyet limitleri⁸

8-SONUÇ

Bilgi ve Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından Türkiye genelinde ve bazı illerde yapılan ölçümler ile raporu hazırlayanlar tarafından yapılan bölgesel ölçümler sonucunda;

Grafik 2' de gösterilen Türkiye genelinde 33042 baz istasyonu yakınında yapılan ölçümde 0-3 V/m arası, genel ölçümün **% 88.13'ünü**, toplam 1450 baz istasyonu yakınında yapılan ölçümde 5-9 V/m arası, genel ölçümün **%2.91'ini** teşkil etmektedir.

Bazı illerden de örnek verdiğimiz grafiklerde;

Grafik 3, Ankara'da 0-3 V/m arası **%93.86**, 5-9 V/m arası **%1.86**,

Grafik 4, İstanbul'da 0-3 V/m arası **%65.67**, 5-9 V/m arası **% 13.62**,

Grafik 5, Kayseri'de 0-3 V/m arası **%92.29**, 5-9 V/m arası **% 5.18**,

Grafik 6, Trabzon'da 0-3 V/m arası **%88.35**, 5-9 V/m arası **% 4.5** değerlerine ulaşılmıştır.

Yukarıda açıklandığı üzere baz istasyonlarının uluslar arası alanda 900 MHz için 41 V/m, 1800 MHz için 57 V/m olduğu dikkate alınır, ülkemizde de cihaz başına ¼ azaltılmasına rağmen, EM alan değerleri ortalama %90'ı 0-3 V/m arasında, ortalama %3'ü 5-9 V/m arasında olması sınır değerlerin hayli altında EM yayılım olduğunu göstermektedir. Radyo-TV vericileri yakınında ve yerel ölçümler bölümünde de görüleceği üzere bazı yerlerde gün içerisinde 1-1.5 saat arasında yoğun görüşmeler yapıldığı zamanlar dışında, EM alan değerlerinin gün boyunca çok düşük olduğunu göstermektedir. Ölçülen bu değerler genel olarak sınır değerlerin yaklaşık 10'da biridir. Bilindiği üzere ICNIRP tarafından; dokudaki 1°C lik ısı artışı (kg başına 4 W) tehlike eşiği olarak kabul edilmiş ve halk için bu sınırın 50 'de biri (0,08 W/kg) alınarak **halk sınır değeri** belirlenmiştir. Ülkemizde ise cihaz başına ¼ oranında azaltılarak koruma 1/200 oranına çıkarılmış, ölçülen değerlerin ise ortalama 1/10 az olmasından dolayı yine **genel olarak tehlike sınırı sayılan sınır değerlerin yaklaşık 1/2000 oranında düşük olduğu görülmektedir**. Kaldı ki bu ortalama, baz istasyonunun yaydığı EM değeri olmayıp, daha yüksek olan ortam değeri üzerinden yapılan genellemedir.

Bu çalışmada, henüz tartışılmaya başlanan EM alan maruziyetinin olası biyolojik etkilerinin Dünya'da henüz bilinmeyenler arasında olması nedeniyle "baz istasyonları zararlıdır veya zararlı değildir" sonucunun çıkarılmasından ziyade, ülkemizdeki durumunun ortaya konulması ve bu çalışmanın baz istasyonlarının sağlık açısından değerlendirilmesinde veri bazında bilim insanlarına ışık tutmasına yardımcı olması temenni edilmektedir.

Ülkemizin 12.07.2001 tarihinden itibaren uyguladığı ve EM alanların (0 Hz -300 GHz) genel halk maruziyetinin sınırlanması konusundaki 1999 yılındaki Konsey Tavsiyesinin (1999/519/EC) amaç kısmında; **“elektrik/elektronik cihaz ve ürünlerdeki EMA maruziyeti konusunda AB mevzuat ve standartları için ve toplumun yüksek seviyede korunmasından emin olmak için ulusal hedef ve tedbirlerde-ölçülerde bir AB çerçevesi sağlamaktır”** denilmektedir.

Yine de bazı ülkeler, EM alanın olası tehlikeli etkileri hakkında halk endişesi olarak bilinen **Elektromanyetik Aşırı Duyarlılık** (Elektromanyetik Hipersensivite “EHS”) artışını dikkate alarak EMA risk algısını da incelemektedir. Bu amaçla ülkemizde de BTK’ da Kurulan **“RF Sağlık Komisyonu”** bu alanda da çalışmalarını sürdürmekte ve elde edilen belgeleri http://www.btk.gov.tr/sas/sas_anasayfa.htm adresinde yayınlamaktadır.

AB Komisyonu’nun Brüksel’de, 01.09.2008 tarihinde yayımlanan COM(2008) 532 sayılı raporunda;

“1998 yılında kabul edilen ICNIRP limitlerinin altındaki maruziyet seviyelerinde tutarlı bir şekilde gösterilmiş olumsuz sağlık etkisi yoktur. Özellikle uzun vadeli düşük seviyeli maruziyet için yapılan değerlendirmelerde oluşturulan veri sınırlıdır.” denilmektedir.

Raporun sonuç kısmında ise;

“Elektromanyetik alanların (0Hz to 300 GHz) genel halk maruziyetinin sınırlanmasını içeren 12 Haziran 1999 tarihli Konsey Tavsiyesinin (1999/519/EC) amacı; elektrik/elektronik cihaz ve ürünlerdeki EMA maruziyeti konusunda AB mevzuat ve standartları için ve toplumun yüksek seviyede korunmasından emin olmak için ulusal hedef ve tedbirlerde bir AB çerçeve düzenlemesi sağlamaktır. Bu tavsiye insanlardaki EMA maruziyeti akut etkilerinden türetilen Uluslararası İyonize Olmayan Işımadan Korunma Komitesi (ICNIRP) kılavuzları temelindedir. 2007 yılında SCHENIR, EMA’ nın sağlık etkileri konusunda bilimsel verileri incelemiş ve Konsey Tavsiyesinde yer alan referans seviyeler ve temel sınırlamaları gözden geçirme ihtiyacını gerektiren tutarlı bilimsel bir kanıt olmadığını tespit etmiştir. SCHENIR, Avrupa ve ulusal limitlerin her ikisinde de ilave araştırmaya ihtiyaç duyulacak alanları ve bilimsel boşlukları belirlemiştir.”¹⁰ denilmektedir.

2007 yılındaki SCHENIR Raporunda ise;

“Bilimsel çalışmalar, raporlanan belirtiler ve EMA maruziyeti arasında bir ilişki kuramamıştır. Mevcut bilgi, belirtilerle EMA maruziyeti arasında ilişki olmadığını göstermektedir. Fakat birkaç çalışma doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. Baz istasyonlarındaki maruziyet seviyeleri, cep telefonu kullanımı esnasındaki maruziyete

göre çok düşüktür. Buna rağmen kullanılan cep telefonundan daha düşük önemde maruziyete sahip baz istasyonlarının sağlık etkileri ile ilgili araştırma, daha çok halkın ilgisini çekmiştir.” görüşü yer almaktadır.²

Görüldüğü üzere, mobil haberleşme teknolojisinin canlılar üzerindeki olumsuz etkileri konusunda bilimsel görüş birliği henüz oluşmamıştır. Ancak bununla birlikte, Avrupa Parlamentosu, A3-0238/94 sayılı kararı ile bilimsel boşlukların giderilmesine kadar söz konusu teknolojinin olası bir olumsuz etki oluşturabileceği varsayımı ile ALARA (olabildiği kadar düşük değer alınması- (As Low As Reasonably Achievable “ALARA”) ilkelerini kabul etmiştir.

Buna göre, her ne kadar yapılan bir çok araştırma ve incelemeler sonucunda gerek elektronik haberleşme altyapılarında kullanılan cihazların (Radyo/TV vericileri, baz istasyonları, R/L v.b) ve gerekse tüketiciler tarafından kullanılan cihazların (cep telefonu, DECT, kablosuz telefonlar, alçak güçlü cihazlar v.) Dünya Sağlık Örgütü ve ICNIRP gibi kuruluşlar tarafından kabul edilen sınır değerlerin altında kullanılmaları durumunda canlılar üzerinde olumsuz etki yapmadığı yönünde sonuçlara ulaşılsa da, bu alanda devam eden araştırmalar sonuçlanana kadar tüm dünyada söz konusu cihazlarla ilgili işletmecilerin ve üreticilerin gelişen teknolojileri yakından takip ederek ortama yaydıkları EMA ve SAR değerleri gibi parametreleri daha düşük seviyelere çekmek için hiçbir fedakarlıktan kaçınılmaksızın gereken her türlü tedbiri almaları konusunda hassas davranmaları tavsiye edilir.

KAYNAKLAR

- 1- ICNIRP(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) 2009
- 2 -<http://www.btk.gov.tr/sas/dokumanlar/word/schenir.doc>
- 3 -http://www.btk.gov.tr/sas/dokumanlar/word/AB_komisyon.doc
- 4- <http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler.doc>
- 5 -Human exposure to electromagnetic fields-High Frequency(10 kHz-300GHz); CENELEC European Committee for Electrotechnical Standarization ;ENV 50166-2-
- 6-http://ec.europa.eu/health/ph_risk/documents/risk_rd03_en.pdf
- 7-Rudiger Mathews ICNIRP Vice Chairmans İstanbul-2009
- 8-1999/519/EC 12.07.1999 Konsey Kararı. 30.07.1999 sayılı Avrupa Konseyi Resmi Gazetesi
- 9-http://www.btk.gov.tr/sas/dokumanlar/word/ICNIRP_100-300.doc
- 10-<http://www.tk.gov.tr/sas/dokumanlar/word/AvrupadaEMF.doc>
- 12-http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2002/pollution/fp_pollution_2002_frep_01.pdf
- 13-http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/who-0102/Europe/Albania_files/table_al.htm
- 14-http://ec.europa.eu/health/ph_risk/documents/risk_rd04_en.p
- 15-http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_number_of_mobile_phones_in_use
- 16- <http://www.trt.net.tr/Kurumsal/Tarihce.aspx>