

# Kocaeli İzmit İlçesi Karabaş Mahallesi'nin Baz İstasyonu Kaynaklı GSM Frekanslarındaki Elektromanyetik Alan Şiddeti Dağılımlarının Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi

## Measurements and Evaluation of Electromagnetic Field Strength Distribution at GSM Frequencies due to the Base Stations in Karabas District of Kocaeli - İzmit

A. Oral Salman<sup>1</sup>, Arif Dolma<sup>2</sup>, Mahir Mamedov<sup>3</sup>, İbrahim Sağlam<sup>4</sup>, Eren Görken<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi

Kocaeli Üniversitesi

oral.salman@kocaeli.edu.tr

### Özet

*Bu çalışmada, Kocaeli İzmit ilçesinin Karabaş Mahallesi'nde konuşlandırılmış olan baz istasyonlarından kaynaklanan GSM frekanslarındaki elektromanyetik alan şiddeti dağılımları sokak sokak ölçülerek grafiklendirilmiş ve 2-B ve 3-B konumsal elektrik alan şiddeti dağılımları elde edilmiştir. Bu ölçümler sonucunda baz istasyonlarından kaynaklanan elektrik alan şiddetleri, e-devlet sitesinden elde edilen ve BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurulu) tarafından oluşturulmuş elektrik alan sınır değerlerinin altında çıkmıştır. Ayrıca çalışmada, ilgili baz istasyonlarının ölçülen maksimum değerleri, BTK'da kayıtlı ölçülmüş değerlerle tek tek karşılaştırılmış ve kayıtlı ve ölçülen değerlerin uyumu tartışılmıştır.*

### Abstract

*In this study, the electromagnetic field strength distributions at GSM frequencies due to the base stations that are deployed in Karabas District of Kocaeli – İzmit, were measured street by street and visualized with graphs. 2-D and 3-D electric field strength distributions versus position were obtained. According to these measurements, the measured values of electric field strengths radiated the base stations were found lower than the limit values defined by BTK (Information and Communications Technologies Authority). Furthermore, in the study, the measured maximum values of the base stations were compared to the measured values registered in BTK, which are obtained from e-state web site. The consistency of the measured and registered values was discussed.*

### 1. Giriş

Türkiye'de neredeyse ülkedeki kişi sayısı kadar cep telefonu aboneliği ve bundan çok daha fazla cep telefonu sayısı bulunmaktadır. Tüm bunlara ek olarak da ülkemizde 50.000'e yakın baz istasyonu konuşludur. Bu ise, 900 MHz, 1800 MHz ve 2100 MHz (UMTS) mikrodalga frekanslarından oluşan GSM bandındaki baz istasyonu ve cep telefonları tarafından canlıların maruz kaldığı elektromanyetik ışımının boyutlarının her geçen gün daha da artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle

ışınan bu alanların ölçümü, ortamdaki GSM bandından kaynaklanan elektromanyetik kirliliğin tespitinde büyük önem kazanmaktadır.

Ortamda bulunan ve canlıların maruz kaldığı elektromanyetik (EM) alanlar frekans aralıkları açısından ikiye ayrılırlar. Bunlar, 0 – 3 kHz frekans aralığındaki ELF, yani son derece düşük frekanslı EM dalgaların bulunduğu kısım ve 3 kHz - 300 GHz frekans aralığındaki RFR yani, radyo frekans ışınması bölgeleridir [1]. ELF alanları düşük frekanslı ve etkileri, etki mekanizmaları, kaynakları ve ölçüm teknikleri açısından, yüksek frekanslı RFR alanlarına göre farklılıklar gösterir ve ayrıca incelenmelidir. GSM frekanslarının bulunduğu bölge ise RFR bölgesidir ve bir isotropik elektrik alan probu vasıtasıyla ölçülebilirler. Piyasada, ilgilenilen frekans aralığında ortamdaki elektrik alanların üç ekseninde, karelerinin

toplamının karekökü  $\left(\sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}\right)$  değerini V/m

cinsinden ekrana yansıtan cihazlar ve bir frekans aralığında elektrik alan şiddet değerlerini eğrisel olarak ekrana yansıtan spektrum analiz özelliğine sahip cihazlar olmak üzere iki tip ölçüm cihazı bulunmaktadır.

### 2. Ortamdaki Elektromanyetik Alan Sınır Değerleri ve Güvenlik Mesafesi

Ortamdaki GSM frekanslarındaki EM alan değerlerinin belirlenmesinde en önemli üç nicelik elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve güç yoğunluğudur. Eğer ölçümü uzak alanda gerçekleştiriyorsak sadece elektrik alan şiddetinin ölçülmesi yeterlidir. Diğer iki nicelik ölçülen bu değerden türetilir. Buna göre, A/m cinsinden ortamda bulunan manyetik alan şiddeti  $H$ 'nin elektrik alan şiddeti  $E$  ile uzak alandaki ilişkisi,

$$H = E/\eta_0 \quad (1)$$

ile verilir. Burada  $\eta_0$  ortamın dalga empedansıdır ve 120π veya 377 Ω değerindedir. W/m<sup>2</sup> cinsinden güç yoğunluğu ise yine ölçülen elektrik alan şiddetinden yararlanılarak uzak alanda hesaplanabilir.  $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$  formülünde (1) yerleştirerek,

$$S = E^2/\eta_0 \quad (2)$$

bulunur. İnsan sağlığı tehlikeye sokmayacak bir RFR kaynağına en yakın durulacak mesafe  $d$  “Güvenlik Mesafesi” olarak tanımlanır ve güç yoğunluğunun bir başka ifadesi olan

$$S = P.G/(4\pi d^2) \quad (3)$$

denkleminin (2) nolu denkleme eşitlenmesiyle bulunabilir. Buradan güvenlik mesafesi  $d$

$$d = \sqrt{30.P.G/E_{lim}} \quad (4)$$

olarak yazılır. Burada  $G$  antenin lineer skalada kazancı,  $P$  verici çıkış gücü,  $E_{lim}$  ise ortamdaki elektrik alanın tanımlanmış sınır değeridir. Bu mesafe ölçüm yapan kişinin vericiye yaklaşabileceği minimum mesafedir. Elektrik alanın bu sınır değerleri frekansa göre değişmekte ve dünyada birçok kuruluş ve ülke çeşitli standartları kullanmaktadır. Tanımlanmış bu sınır değerlerin yer aldığı en çok bilinenler, ICNRP’nin yayınladığı [2] nolu kaynak ve IEEE [3] ve FCC [1] standartlarıdır.

Türkiye’de baz istasyonlarının yerleşimi, ışıdığı alanların belirlenen sınır değerleri geçip geçmediğini denetleyerek bunlara onay ve sertifika veren devlet kuruluşu kuruluş BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurulu)’dır. Kurum bu yetkisini, 10.11.2008 tarih 5809 sayılı “Elektronik Haberleşme Kanunu” ve 21.04.2011 tarih ve 27912 sayılı “Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslar Arası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü Ve Denetimi Hakkında Yönetmelik” e [4] dayanarak yapmaktadır. Kurum ortamın toplam sınır değerlerini ICNRP’nin belirlediği değerlerden yararlanarak belirlemiş, buna ek olarak ortamda en fazla 4 verici veya operatöre ait baz istasyonu olabileceğini varsayarak tek cihaz için bu değerlerin yaklaşık dörtte birini kabul etmiştir. Bu sınır değerler çeşitli frekanslar için Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1: Ortamın toplam ve tek bir cihaz için BTK tarafından belirlenen sınır değerleri [4].

Frekans Aralığı (MHz)	E- Alan şiddeti (V/m)		H – Alan şiddeti (A/m)		B – Manyetik Akı Yoğunluğu (µT)		Eşdeğer Düzlem Dalgı Güç Yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> )	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamın 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	-	-
1-10	22f <sup>0.5</sup>	87f <sup>0.5</sup>	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
400-2 000	0.341 f <sup>0.5</sup>	1.375 f <sup>0.5</sup>	0.0009 f <sup>0.5</sup>	0.0037 f <sup>0.5</sup>	0.001 f <sup>0.5</sup>	0.0046 f <sup>0.5</sup>	f/3 200	f/200
2 000-80 000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.2	0.625	10

f= frekans (MHz)

Bu çizelgeden 900, 1800 ve 2100 MHz GSM frekansları için uygulanacak elektrik alan sınır değerleri hesaplanarak Çizelge 2’de gösterilmiştir ve ölçümlerimizde bu değerler baz alınmıştır.

Çizelge 2: BTK’ tarafından belirlenen 900, 1800 ve 2100 MHz GSM frekansları için belirlenen ortamın toplam ve tek cihaz için elektrik alan sınır değerleri [4].

Frekans (MHz)	900	1800	2100
E- Alan Sınır Değeri (V/m): Toplam	41,25	58,34	61
E- Alan Sınır Değeri (V/m): Tek Cihaz	10,23	14,47	15

### 3. Kocaeli İzmit İlçesi Karabaş Mahallesi Elektromanyetik Alan Ölçümleri ve Konumsal Dağılımlarının Elde Edilmesi

#### 3.1. Ölçüm Cihazı

Elektrik alan şiddeti ölçümlerinde kullanılan cihaz, EXTECH 480836 Elektromanyetik Alan Ölçüm cihazıdır (Şekil 1).



Şekil 1: Elektrik alan şiddeti ölçümlerinde kullanılan EXTECH 480836 Elektromanyetik Alan Ölçüm cihazının görüntüsü.

Cihaz 50 MHz – 3.5 GHz ölçüm aralığında çalışan geniş bantlı bir ölçüm cihazıdır ve özellikle GSM frekanslarına optimize edilmiştir. Bu haliyle cihaz, GSM frekanslarında çalışan cep telefonları ve baz istasyonlarından yayılan EM dalgaların ölçümünde kullanılır. Bunun haricinde Wi-Fi, bluetooth, DECT telsiz telefonları gibi haberleşme cihazları ve FM, UHF, VHF vericileri veya mikrodalgı fırınlarından sızan ve yayılan EM dalgaları da ölçme kapasitesine sahiptir. Ölçümler ekranda anlık, ortalama veya maksimum değer olarak görüntülenebilmektedir ve hafızaya alınabilmektedir.

#### 3.2. Ölçümler

Elektromanyetik alan şiddeti ölçümleri için sokakların birbirine paralel olmasından dolayı 3-B elektrik alan şiddeti haritasının kolay çıkartılabileceği düşünülerek Kocaeli İzmit İlçesi Karabaş Mahallesi uygun bulunmuştur. Bu mahallenin Google Maps® uydu görüntüsü Şekil 2’te verilmiştir. Burada beyaz düz çizgilerle işaretli hatlar ölçüm yapılan sokakları göstermektedir. Şekilde ayrıca ölçümlerde gözükten üç baz istasyonunun konumları (Saadet apt., Dolphin AVM ve N-City AVM) da gösterilmiştir.



Şekil 2. Ölçüm yapılan bölgenin uydur görüntüsü. Beyaz düz çizgilerle işaretli hatlar ölçüm yapılan sokak ve yolları göstermektedir. Şekilde ölçümlerde gözükten üç baz istasyonunun konumları (Saadet apt., Dolphin AVM ve N-City AVM) da gösterilmiştir.

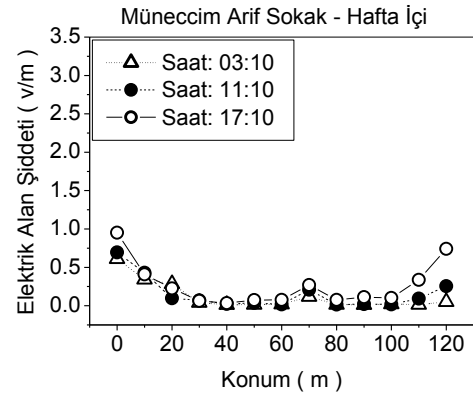
Mahallede bulunan ve Şekil 2'de dikey olarak görülen birbirine paralel sokaklardan, sırasıyla soldan sağa doğru Mimar Sinan Sok., Cebeşoy Sok., Rauf Orbay Sok., Köseoğlu Sok., Leyla Atakan Cad., Süleyman Paşa Sok., Asım Efendi Sok., Meneccim Arif Sok., Şehit Musa Sok., Hafız Binbaşı Cad.'nde, ayrıca Şekil 2'de yatay olarak görünen ve taranan bu paralel sokakları üstten yatay olarak birleştiren, Yürüyüş Yolu ve E-5 karayolu'nun altında ve ona paralel olarak kalan en alttaki yatay cadde, Salim Dervişoğlu Caddesi'nin N-City alışveriş merkezi, Büyükşehir Belediye binası, Sabancı Kültür Merkezi ve Kocaeli Fuarı önünde, iki üstgeçit arasında kalan kısmında ölçümler yapılmıştır. Ölçümler, Şekil 2'deki haritaya göre birbirine paralel dikey sokak ve caddeler boyunca yukarıdan aşağı doğru 10 m aralıklarla, yatay olan Yürüyüş Yolu ve Salim Dervişoğlu Caddesi boyunca da soldan sağa doğru 30 m aralıklarla, ani elektrik alan şiddeti değerlerinin V/m cinsinden Şekil 1'deki cihaza kaydedilmesi suretiyle gerçekleştirilmiştir. Bu haliyle sekiz sokak, üç cadde ve bir yürüyüş yolu olmak üzere toplam 12 yolda ölçüm alınmıştır.

Ölçümler Mayıs ayında alınmıştır. Bu ayda gün yaklaşık olarak saat sabah 5'de ağarıyor, saat 7'de da sona eriyordu [5]. Ayrıca zaman diliminin etkisini anlayabilmek için ölçümler sokağın konumuna göre, gece 2:00 - 4:00 arası, sabah 10:00-12:00 saatleri arası ve akşamüstü 16:00-18:00 arası ve olmak üzere üç farklı zaman diliminde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca hafta içindeki farkların anlaşılabilmesi için de hafta içi ve hafta sonu olmak üzere aynı saatlerde ölçümler tekrar edilmiştir. Yalnız gece ölçümünün hafta içi ve hafta sonu çok büyük bir farklılık göstermeyeceği düşünülerek gece için değerler yalnızca hafta içinde alınmıştır.

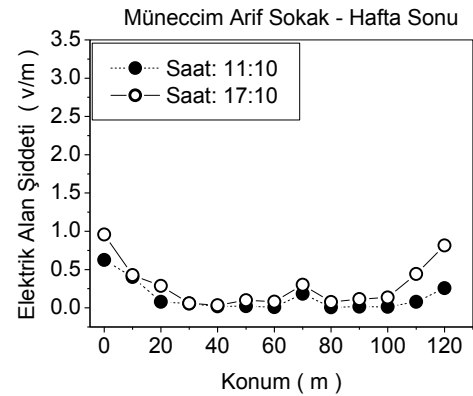
Ölçümler sonunda her sokak (veya cadde) için konuma göre elektrik alan şiddeti grafikleri oluşturulmuştur. Ancak burada yer kısıtından dolayı grafiklerin tamamı verilmek yerine ancak bilgi verici birkaç grafik burada sunulacaktır. Ölçümlerde GSM kaynaklı elektromanyetik kirliliği en düşük sokak olarak tespit edilen (Şekil 2'deki gösterilen soldan 8. sokak) Meneccim Arif Sokak'a ait hafta içi gece, sabah ve akşamüstü ile hafta sonu sabah ve akşamüstü saatlerindeki ölçülen elektrik alan şiddeti değerleri Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 2 'den görüldüğü gibi, bu sokakta ölçülen maksimum değerler 0.95 V/m ile sokağın giriş ve çıkış kısımlarıdır ve

Çizelge 2'de verilmiş olan BTK'nın sınır değerlerinin oldukça altındadır. Elektrik alanının bu noktalarda yükselmesi, bu noktalarda apartmanların biterek Hürriyet caddesi ve E-5 karayoluna bakmasından kaynaklanmaktadır. Bunun dışındaki sokak içi bölgelerde yalnızca apartmanlar yer almakta ve bu bölgelerde herhangi bir baz istasyonu veya etkisi gözlenmemektedir. Bu haliyle Meneccim Arif Sokak, ölçüm yapılan Karabaş mahallesiindeki en sakin sokak olarak belirlenmiştir. Ölçülen değerler küçük olduğu için gece ile gündüz arasında büyük bir fark gözlenmemiştir bununla birlikte hem hafta içi hem de hafta sonunda insanların ya işten çıktığı ya da sokağa çıktığı saatler olmasından dolayı akşamüstü saatleri (saat 17:10), cep telefonu görüşmelerinin arttığı, dolayısıyla GSM frekanslarındaki elektromanyetik kirliliğin de buna bağlı olarak arttığı saatler olmasından kaynaklanmaktadır.



(a)

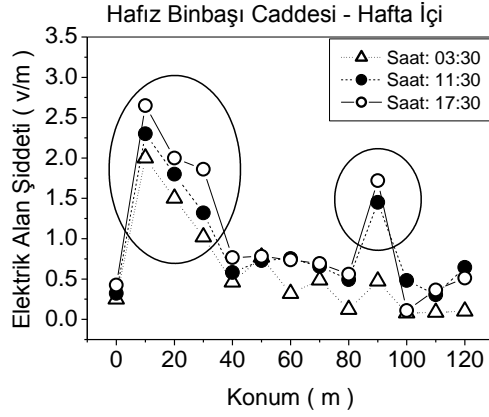


(b)

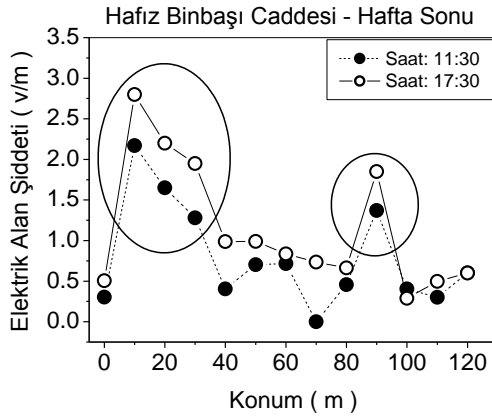
Şekil 3. En düşük GSM kaynaklı elektromanyetik kirliliğe sahip Meneccim Arif Sokak'a ait (a) hafta içi gece, sabah ve akşamüstü ile (b) hafta sonu sabah ve akşamüstü saatlerindeki ölçülen elektrik alan şiddeti değerleri.

Yer darlığından burada grafikleri verilmemiş olmasına rağmen aynı saatteki hafta içi ve hafta sonu değerleri karşılaştırıldığı grafiklere bakıldığında da şu durum gözlenmektedir: sabah saatinde hafta içi değerleri hafta sonunkilerden biraz daha yüksek, akşamüstü saatinde ise bu kez hafta sonu değerleri hafta içinden biraz daha yüksek olarak ölçülmüştür. Bu durumun nedeni araştırıldığında karşımıza şu çıkmaktadır.

Sabah saatleri hafta sonunda (pazar günü) uyku saatleri olmasından dolayı, ölçülen değerler hafta içine göre biraz daha düşük çıkmıştır. Akşamüstü saatinde ise tersine bir durum gözlenmektedir. Yani akşam saatlerinde haftasonları aktivite artmakta ve insanlar daha fazla cep telefonu görüşmesi yapmaktadırlar.



(a)

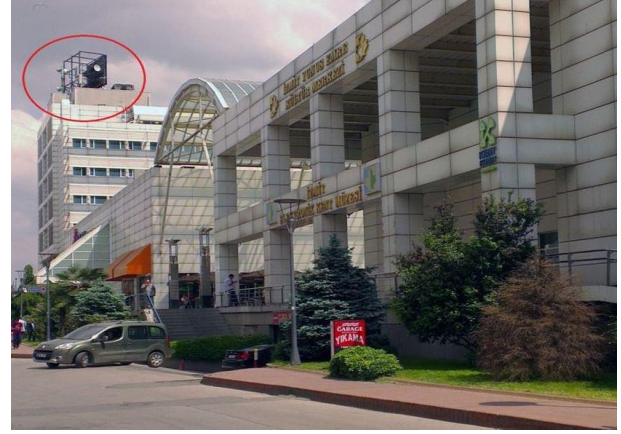


(b)

Şekil 3. N-City AVM'nin çatısında bulunan baz istasyonu anteninden etkilenen Hafız Binbaşı Caddesi'ne ait (a) hafta içi ve gece, sabah ve akşamüstü ile (b) hafta sonu sabah ve akşamüstü saatlerindeki ölçülen elektrik alan şiddeti değerleri.

Şimdi de yakınında bulunan bir baz istasyondan etkilenen caddelerden biri olan Hafız Binbaşı Caddesi'ni (Şekil 2'de gösterilen sağdan 1. cadde) inceleyelim. hafta içi ve hafta sonunda ölçülen farklı saatlerdeki GSM kaynaklı elektrik alan şiddetlerinin konuma bağlı grafikleri Şekil 3'te verilmiştir. Şekle bakıldığında, caddenin onuncu metresinden kırkıncı metresine kadar ölçülen elektrik alan şiddetinde bir yükselme görülmektedir. Elektrik alan şiddeti değeri hafta sonu akşamüstü maksimum değerine 2.8 V/m ile ulaşmaktadır. Hafız Binbaşı Caddesi'ndeki bu şiddet yükselmesinin sebebi sokağın bu bölgesinin Şekil 4'te görülen Dolpin AVM'nin çatısında bulunan baz istasyonunu direk olarak görmesidir. Benzer bir etkileşim caddenin 90. metresinde de gözlemlenmektedir. Bu noktada baz istasyonu tekrar görünür

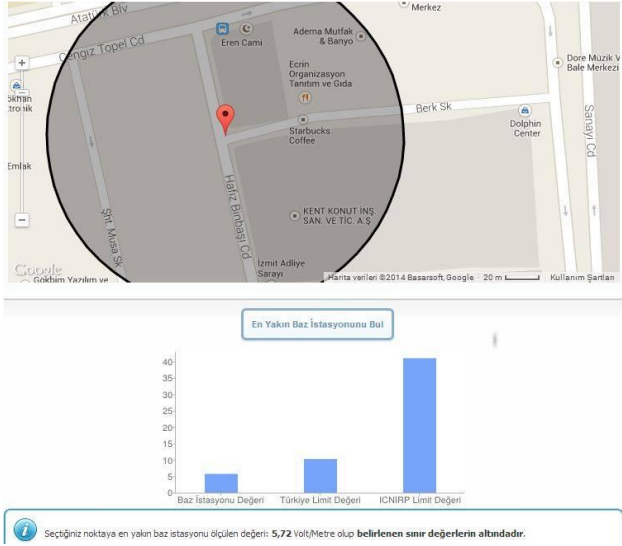
olmaktadır. Tabii ki mesafe arttığından, bu noktada ölçülen şiddet ilk metrelerdeki göre daha az çıkmıştır. Ölçülen bu 2.8 V/m maksimum elektrik alan şiddeti değerinin Çizelge 2'deki BTK tarafından tanımlanmış olan sınır değerlerinden büyük olmadığı gözlemlenmektedir.



Şekil 4. Dolphin Alışveriş Merkezi üzerinde bulunan ve Hafız Binbaşı caddesini etkileyen baz istasyonu antenlerinin, Hafız Binbaşı caddesi girişinden görüntüsü.

Yine yer darlığından burada grafikleri verilmemiş olan Hafız Binbaşı Caddesi'ne ait sabah ve akşam saatindeki hafta içi ve hafta sonu değerlerinin karşılaştırıldığı grafiklere bakıldığında Müneccim Arif Sokak için gözlemlenen durumun aynısı bu cadde için de gözlemlenmiştir. Yani sabah saatlerinin hafta sonunda (pazar günü) uyku saatleridir ve akşam saatlerinde haftasonu aktivite artmakta ve insanlar daha fazla cep telefonu görüşmesi yapmaktadırlar.

Caddenin 10. metresinde ölçülen maksimum elektrik alan şiddeti değeri, Dolphin AVM'nin çatısında bulunan bu baz istasyonu için, BTK'nın e-devlet sayfasında adres girilerek elde edilen ölçüm değeriyle (Şekil 5) de karşılaştırılmış ve bu karşılaştırma Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgeye göre bizim tarafımızdan ölçülen değer BTK'nın verdiği değere göre düşüktür (yaklaşık yarısı). Bunun sebebi de açıktır. Her ne kadar Dolphin AVM'nin çatısındaki antenler Hafız Binbaşı caddesinin girişini direk olarak görmekte ve caddenin o kısmını etkilemekte ise de antenler Hafız Binbaşı Caddesine biraz uzakta kalmaktadır bu nedenle de BTK'nın ölçtüğü değer, bizim ölçtüğümüz değerden daha yüksektir. Büyük ihtimalle BTK ana hüzmeye daha yakın bir konumda ölçüm almıştır. Aynı çizelgede ikinci satırda ise yine yer darlığından ölçüm grafikleri verilmemiş olan Yürüyüş Yolu ölçümlerinden elde edilmiş Cengiz Topel Cad. No: 6 Saadet Apt. adresinde bulunan baz istasyonunun ölçülmüş maksimum elektrik alan şiddeti değeri ile BTK'nın e-devlet sayfasından elde edilmiş değeri de karşılaştırılmaktadır. Burada bizim ölçümlerimiz ana loba yakın yapıldığı için BTK'nın ölçtüğü değere yakın çıkmıştır. Çizelgedeki son satırda ise Salim Dervişoğlu Caddesi'nde bulunan N-City AVM'deki baz istasyonunun bizim ölçtüğümüz ve BTK'da kayıtlı değerlerine bakarsak bu kez ölçtüğümüz değer BTK'nın değerinden daha büyük olduğu görülmektedir.

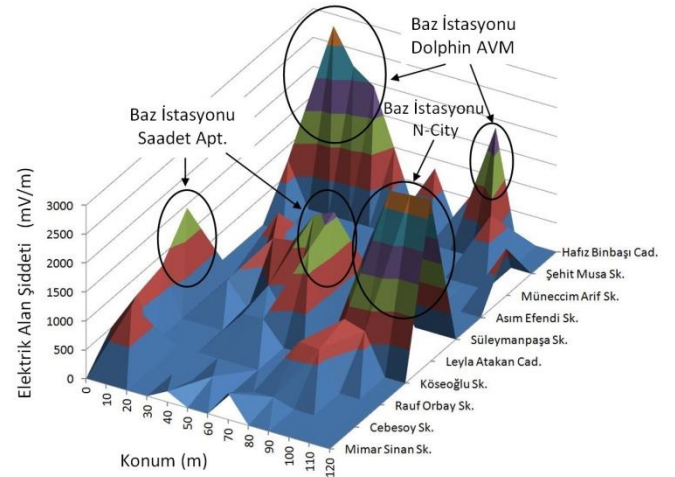


Şekil 5. Dolphin AVM'nin çatısında bulunan baz istasyonu için BTK'nın verdiği ölçüm değeri.

Çizelge 3. Baz istasyonları için BTK verilerinin ve ölçüm değerlerinin karşılaştırılması

Baz İstasyonunun Adresi	BTK'nın verdiği değer (V/m)	Ölçülen Yaklaşık Max. Değeri
Dolphin AVM Sanayi Cad. - Berk Sok.	5.72	2.75
Cengiz Topel Cad. No:6 Saadet Apt.	4.62	3.25
N-City AVM - Salim Dervişoğlu Cad.	1.23	2.86

Şimdi de GSM Frekanslarındaki kirliliğinin anlaşılması için elektrik alan şiddetleri sokak sokak ölçülen Karabaş Mahallesi'nin ölçüm değerlerinin 3-B grafiğine bakalım. Burada yer darlığından dolayı, tüm saatlerde hafta içi ve hafta sonu için toplam 5 grafikten sadece hafta sonu akşamüstüne ait 3-B grafik verilecektir. Şekil 6' da, Yürüyüş yolu ve Salim Dervişoğlu Caddeleri hariç tüm bölgenin hafta içi akşamüstü ölçülen elektrik alan değerlerinin yüzeyel grafiği verilmiştir. Bu grafikte Karabaş Mahallesi'nin elektromanyetik kirliliğinin bir haritası elde edilmiştir ve yakındaki Dolphin ve N-City AVM'i ile Saadet Apartmanı'ndaki baz istasyonlarının GSM frekanslarında bölgede oluşturduğu elektromanyetik kirlilik daha açık görülmektedir. Bölgedeki maksimum değerlerin hiçbirisinin Çizelge 2'deki BTK'ca tanımlanmış sınır değerlerinden büyük olmadığı gözlemlenmektedir. Siyah dairelerle işaretli şiddet yükselmeleri haricindeki diğer sokakların sağında veya solundaki otopark benzeri düz alanlar arasından, civardaki baz istasyonlarından gelen ışımalarıdır.



Şekil 6. Yürüyüş yolu ve Salim Dervişoğlu Caddeleri hariç Karabaş Mahallesi'ndeki tüm bölgenin hafta içi akşamüstü ölçülen elektrik alan değerlerinin 3-B grafiği.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada Kocaeli İzmit Karabaş Mahallesi'nde GSM frekanslarında baz istasyonlarından kaynaklanan elektromanyetik kirliliğin dağılımı elde edilmiştir. Bu amaçla sokak sokak elektrik alan şiddeti değerleri ölçülmüş ve her sokağın ve bölgenin 2-B ve 3-B haritaları çıkarılmıştır. Sokak sokak yapılan ölçümlerde hiçbir noktada BTK'nın ülkemiz için belirlediği değerlerin üzerinde bir değere rastlanmamıştır. Ayrıca baz istasyonunun etkisindeki sokaklarda elde edilen maksimum elektrik alan şiddetleri BTK'da kayıtlı değerlerle karşılaştırılarak irdelenmiştir.

#### 5. Kaynaklar

- [1] Habash, R.W.Y., *Electromagnetic Fields and Radiation*, Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, 2002.
- [2] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, "ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up To 300 GHz)", *Health Phys.*, vol. 74, no. 4, pp. 494-522, 1998.
- [3] IEEE Std C95.1, "IEEE Standard for Safety Levels 3 kHz to 300 GHz", 2005.
- [4] 21.04.2011 tarih ve 27912 sayılı "Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslar Arası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü Ve Denetimi Hakkında Yönetmelik", <http://www.mevzuat.gov.tr/>.
- [5] Kocaeli İli İçin Yıllık Güneş Doğuş Ve Batış Zamanları Çizelgesi, UYAP (Ulusal Yargı Ağı Projesi), <http://www.uyap.gov.tr/destek/zaman/zaman.html>.