

Manisa Merkezi Elektromanyetik Alan Haritasının Çıkartılması ve Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Raşit Ata^{1*}, Oğuzkaan Deligöz², Enes Arıkan³

¹Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Muradiye, Manisa,
+90 236 2012152,
rasit.ata@cbu.edu.tr

²İstanbul Tersanesi Komutanlığı, Pendik, İstanbul, oguzkaan.deligoz@gmail.com

³Yeniçün Mah. 271 Sok. No:78/24 Buca, İzmir, enarikan@gmail.com

*İletişimden sorumlu yazar / Corresponding author

Geliş / Received: 4 Aralık (December) 2015

Kabul / Accepted: 17 Mart (March) 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.18466/cbujos.28529>

Özet

Yerleşim alanlarında elektromanyetik alan seviyesi ve dağılımı çok önemlidir. Bu çalışmada, Manisa şehir merkezinde Drive Test Yöntemiyle 100 kHz -3 GHz frekans aralığında elektromanyetik alan ölçümleri yapılmıştır. Çevresel elektromanyetik kirlilik ölçümleri şehir merkezinde olası yüksek kirlilik oranına sahip belirli bölgelerde gerçekleştirildi. Bu ölçümler trafiğin izin verdiği oranda 30 km sabit hızda hareket eden mobil ölçüm aracıyla gerçekleştirilmiştir. Sonra ölçüm sonuçları renkli sayısal bir haritada gösterilmiştir. Şehir merkezinde yapılan ölçümlere göre elektrik alanın ortalama değeri 1.86 V/m olarak elde edilmiştir. Maksimum değer ise 4.56 V/m olarak ölçülmüştür. Elde edilen ölçüm değerleri Uluslararası İyonlaştırılmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) tarafından belirlenen sınır değerlerle karşılaştırıldı. Sonuçlar göstermektedir ki ölçülen elektromanyetik alan değerleri sınır değerlerin altında kalmaktadır.

Anahtar Kelimeler – Elektromanyetik alan, elektrik alan, elektromanyetik alan haritası, ICNIRP

Mapping of Electromagnetic Field for Across the Center of Manisa and Evaluation of Measurement Results

Abstract

The distribution and levels of electromagnetic field in the crowded residential areas are very important. In this study, electromagnetic field measurements were done with Drive Test Method in Manisa city centre for 100 kHz to 3 GHz frequency band. Environmental electromagnetic pollution measurements were carried out for certain regions with possible high pollution rates in city centre by means of the mobile measurement setup while the vehicle was moving at a fixed speed of 30 km as possible as the traffic allowed. Then the measurement results were shown in color on a digital map. The average value of electric field was recorded as 1.86 V/m according to the measurement results taken from various locations in the city centre. The maximum value of electric field was 4.56 V/m. The obtained measurement levels were compared with the limit values given by International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Results indicated that the electromagnetic field levels were below the limit values.

Keywords – Electromagnetic field, electric field, electromagnetic field map, ICNIRP

1 Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte dünyamızda elektromanyetik dalga yayan düzenek ve sistemlerin sayısının gün geçtikçe arttığı görülmektedir. Kullanmış olduğumuz elektronik cihazlar, yüksek gerilim hatları ve transformatörler ortamdaki elektromanyetik kirlilik seviyesini artırdığı bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla ortamdaki elektromanyetik kirlilik seviyesinin belirlenmesi insan sağlığı açısından çok büyük bir önem arz etmektedir. Yine son yıllarda yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar ile çalışan baz istasyonlarının artışıyla, elektromanyetik alan radyasyonunun artması ve canlılar üzerindeki etkisi sürekli olarak gündemde tutulmaktadır [1]. Özellikle yüksek frekansa sahip olan yeni nesil iletişim sistemlerin (3G ve 4G) yaydıkları elektromanyetik dalgalar yaşam alanlarında ciddi şekilde kaygılar oluşturmaktadır [2-3].

Bu sistemlerin oluşturduğu elektromanyetik kirliliğin ne düzeyde olduğu ve canlılar üzerine etkileri konusunda bazı bilimsel çalışmalar yapılmıştır [4-8]. Ayrıca iyonize etmeyen elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri ile ilgili de literatürde birçok bilimsel çalışma mevcuttur [9-14].

Çevredeki elektromanyetik alanların frekansı, büyüklüğü ve bu alanlar ile etkileşim süresi değişkendir. Bu elektromanyetik dalgaların etkileri yoğun yaşam alanlarında daha ciddi boyutlarda gündeme gelmektedir. Yoğun yaşam ve çalışma ortamlarını oluşturan şehir merkezleri [15-17], tıp merkezleri [18-24] ve üniversite kampüsleri [25-26] üzerinde yapılan bazı çalışmalar vardır.

Bu çalışmada Manisa il merkezinde, nüfusun yoğun olduğu şehir merkezi ve yakın bölgelerinde, Drive Test Yöntemi (DTY) (Drive Test Method) ile 100 kHz - 3 GHz frekans bandındaki elektromanyetik kirlilik seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Elektrik alan seviyelerinin zamana bağlı değişimleri dikkate alınarak gece ve gündüz yaklaşık 3200 farklı ölçüm yapılmıştır. DTY ile

geniş alanlardaki elektromanyetik kirlilik mobil olarak hızlı bir şekilde ölçülmüştür. Daha sonra ölçüm sonuçları değerlendirilerek elektromanyetik alan haritası çıkartılmıştır.

2 Materyal ve Metot

Yaptığımız çalışma 2014 yılı Nisan ayında Manisa ilini kapsayan ve elektromanyetik alan kirliliğinin tespitini amaçlayan çalışma ile başlamıştır. Öncelikle proje kapsamında Manisa il merkezinin detaylı haritası elde edilerek ölçüm yapılacak yerlerin konumlarının belirlenmesi için gerekli çalışmalar yapılmıştır. Özellikle manyetik alan oluşmasına neden olan yüksek gerilim hatları ve baz istasyonlarının konumlarını belirlemek için ilgili resmi kurumlarla irtibata geçilmiştir. Buradan elde edilen veriler ve gözlemlerimiz sonucunda ölçüm yapacağımız hatlar belirlenmiştir.

Bu çalışmada Manisa şehir merkezi sınırları içerisinde nüfusun yoğunluklu olduğu yaşam alanlarında ve yukarıda belirtilen hatlarda Lutron EMF-839 - 3 GHz 3 Eksen RF elektromanyetik alan ölçer cihazı (Şekil 1) ile 100 kHz - 3 GHz frekans aralığında ölçümler alınmıştır.

Elektromanyetik alan ölçmek için birkaç yöntem vardır. Elektromanyetik alanın manuel olarak ölçümü en yaygın yöntem olmasına rağmen bu yöntem birçok noktayı ölçmek için uzun zaman almaktadır. Drive test yöntemi ise bize mobil olarak hızlı bir şekilde geniş ve uzun alanlarda ölçme imkânı sağlamaktadır. Böylece DTY ile manuel ölçüm alma yöntemindeki zorlukların aşılarak hızlı ve pratik bir çözüm olanağı elde edileceği öngörülmüştür.



Şekil 1. Lutron EMF-839 - 3 GHz 3 eksen RF elektromanyetik alan ölçer cihazı

Elektromanyetik alan ölçmek üzere araca yerleştirilen ölçüm düzeneği Şekil 2'de gösterilmiştir. Ölçümler sırasında aracın radyosu, kliması vb. elektronik cihazlar ve araştırmacıların cep telefonları sürekli olarak kapalı tutulmuştur. Böylece elektromanyetik alan kaynağı olabilecek tüm cihazlar ölçüm boyunca çalıştırılmamıştır. Ölçümler sırasında aracın ortalama hızı önemlidir. Daha önce yapılan benzer çalışmalarda örneğin [15] nolu kaynakta Cansız ve Kurt, ölçümler sırasında aracın ortalama hızını 40 ile 50 km/saat arasında belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise ölçümler sırasında aracın ortalama hızı 30 km/saat olarak sabit tutulmuştur. Dolayısıyla 30 km/saatlik hız ölçümlerinde herhangi bir probleme yol açmamıştır. Ölçümden önce Şekil 3'de görülen GPS cihazına takip edilecek noktalar kaydedilmiştir. Ayrıca ölçüm cihazı istenilen aralıklardaki elektrik alan değerlerini ölçtüğünde uyarı verecek şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2. Ölçüm düzeneğinin araç içinde görünümü

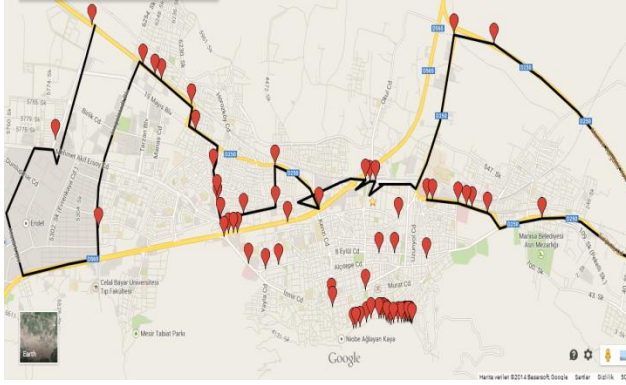
3 Sayısal Haritanın Oluşturulması

Ölçüm düzeneği yardımıyla ölçüm yaparken limit değerlerinin aşıldığı zamanlarda cihazın alarm vermesi sonucunda o noktada araçtan inilerek 6 dakikalık bekleme süresince manuel ölçümler yapılmıştır. Alarmın uyarı verdiği noktalar harita üzerinde pin eklenerek gösterilmiştir. Ölçüm esnasında limit değerlerin aşıldığı noktalar Şekil 4'te harita üzerinde gösterilmektedir.

DTY ile alınan bütün ölçüm sonuçları birer daire şeklinde sayısal harita üzerinde gösterilmiştir. Sayısal harita üzerine yerleştirilen dairelerin koordinat bilgileri bulunmaktadır. Bu daireler üzerinde elektrik alan değerleri sayısal olarak yer almaktadır.



Şekil 3. Magellan el tipi GPS cihazı



Şekil 4. Ölçüm esnasında limit değerlerin aşıldığı noktaların harita üzerinde gösterilmesi

Ölçüm boyunca alınan elektrik alan değerleri 0,5 V/m ile 5 V/m arasında 5 farklı dizi ve renklere



Şekil 5. Alınan ölçüm sonuçlarının harita üzerinde gösterilmesi

sonuçlarının daha çok mavi ve sarı renklere oluştuğu görülmektedir. Sayısal haritada elektrik alan değeri 0.5 V/m 'nin altındaki değerler mavi renkte gösterilmiştir. En çok ölçülen değer, sarı renkte gösterilen 1-2 V/m değeridir. Ölçüm sonuçlarından elde edilen ortalama değer 1.86 V/m'dir. Şekil 6'da yapılan ölçümlere ilişkin istatistiki dağılım verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi yapılan ölçümlerin %68'i 1-2 V/m değerleri arasında iken, en büyük ölçüm değeri olan 4-5 V/m yapılan ölçümlerin

ayrılmıştır. Elektrik alan değerleri Şekil 5'teki sayısal haritaların gösterge kısmında

- $0,5 \leq E \text{ (V/m)} < 1$ arası yeşil renkte
- $1 \leq E \text{ (V/m)} < 2$ arası sarı renkte
- $2 \leq E \text{ (V/m)} < 3$ arası kahverengi renkte
- $3 \leq E \text{ (V/m)} < 4$ arası kırmızı renkte
- $4 \leq E \text{ (V/m)} < 5$ arası siyah renkte verilmiştir.

Elektrik alan seviyelerinin zamana bağlı değişimleri dikkate alınarak gece ve gündüz farklı ölçümler yapılmıştır. Ölçüm boyunca birçok örnek alınmıştır. Şekil 5'te görüldüğü gibi yapılan ölçümler sonucunda 4 adet kırmızı 6 adet siyah nokta tespit edilmiştir. Ölçüm

%9'unu oluşturmaktadır.

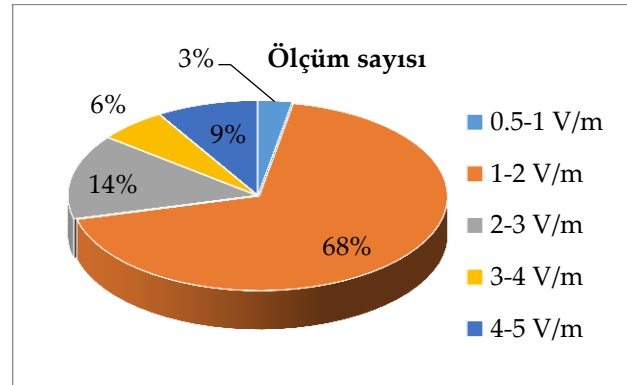
Çizelge 1. Yapılan ölçümlerde en yüksek değere sahip 10 noktanın elektrik alan değerleri

Yer	Elektrik Alan Değeri (V/m)
Nokta 1 (Siyah)	4.56
Nokta 2 (Siyah)	4.06
Nokta 3 (Siyah)	4.00
Nokta 4 (Siyah)	4.02
Nokta 5 (Siyah)	4.00
Nokta 6 (Siyah)	4.48
Nokta 7 (Kırmızı)	3.69
Nokta 8 (Kırmızı)	3.50
Nokta 9 (Kırmızı)	3.36
Nokta 10 (Kırmızı)	3.59

Ölçülen elektrik alan değerleri genel olarak birbirlerine yakın değerlerde çıkmaktadır. Fakat bazı noktalarda (Çizelge 1' de belirtilen noktalarda) diğer noktalara göre daha büyük farklar meydana gelmiştir. Bu farklılık, ortamdaki elektromanyetik alan seviyesinin dinamik olarak sürekli değişmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, mobil abonelerin baz istasyonlarına olan mesafeleri ile baz istasyonlarının konuşma ve veri kanallarının yoğunluğu ortamdaki elektromanyetik alan seviyesini etkilemektedir. Abonelerin konuşma yaptığı baz istasyonlarına olan mesafesi arttıkça hem baz istasyonu hem de mobil cep telefonu güçlerini belli bir limite kadar artırmaktadır. Ayrıca birçok elektromanyetik dalga yayan cihazların (TV, telsiz, radyo vericileri gibi) antenlerinden yayılan elektromanyetik güç dinamik olarak zamanla değişmektedir [15].

ICNIRP (Uluslararası İyonlaştırmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu) yüksek ve düşük frekanslı elektrik, manyetik ve elektromanyetik alan sınır değerlerini belirleyen bağımsız kuruluşlardan biridir. ICNIRP tarafından belirlenen sınır değerler temelinde elektrik alan, manyetik alan, manyetik akı yoğunluğu halk maru-

ziyet sınırları 1999/519/EC sayılı AB direktifine uygun olarak (Çizelge.2), 12.7.2001 tarihinde 24460 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Yönetmelik ile yürürlüğe konulmuştur.

**Şekil 6.** Yapılan ölçümlerin istatistiksel dağılımı

Tek cihaz için halk maruziyet sınırları Çizelge 2'deki değerlerin %25'i alınarak belirlenmektedir[27]. Yine Ülkemizde Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu ICNIRP limitlerinin en üst seviyesine göre belirlediği limitleri 21.04.2011 Tarih ve 27312 Sayılı Resmi Gazetede "Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik" te yayınlamıştır. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu yönetmeliğinde ortamın toplamı için olan sınır değerler ile tek bir cihaz için olan sınır değerler birbirinden ayrılmıştır ve ortamın toplamı için olan sınır değerinin %25'i alınarak tek bir cihaz için olan sınır değeri belirlenmiştir [28]. Buna göre baz istasyonlarının çalıştığı frekanslar için ülkemizde geçerli sınır değerler Çizelge 3'deki gibidir.

Bu çalışmada 100 kHz 3 GHz frekans bandında yapılan elektrik alan ölçümlerinin Çizelge 2'teki halk maruziyet sınırlarını ve Çizelge 3'teki haberleşme cihazlarından kaynaklanan maruziyet limit değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Elektrik ve manyetik alanlarda halk maruziyeti için limit değerler [27].

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)	Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu (µT)	Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu (W/m ²)
0-1 Hz	-	3.2×10^{-4}	4×10^4	-
1 - 8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8 - 25 Hz	10000	$4000 / f$	$5000 / f$	-
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 - 2000 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

Çizelge 3. Türkiye’de baz istasyonları için geçerli elektromanyetik radyasyon sınır değerleri [28].

GSM Operatörü	Frekans	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)		Manyetik Alan Şiddeti (A/m)	
		Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için	Tek bir cihaz için	Ortamın toplamı için
VODAFONE	900 MHz	10,23	41,25	0,027	0,111
TURKCELL	900 MHz	10,23	41,25	0,027	0,111
AVEA	1800MHz	14,47	58,34	0,038	0,157
3G (Her Üç Operatör)	2100 MHz	15	61	0,04	0,16

4 Sonuçlar

Ülkemizde elektromanyetik kirliliğin araştırılması konusunda son on yılda birçok araştırma yapılmıştır. İnsan sağlığı açısından oldukça önemli olan elektromanyetik radyasyonu tespit etmek amacıyla farklı bölgelerde oluşturulan elektromanyetik alan haritaları ile araştırması yapılan bölgelerin ne kadar risk altında olduklarının belirlenmesi açısından bu çalışmalar önem arz etmektedir.

Bu çalışmada 100 kHz 3 GHz frekans bandında Manisa il merkezinde özellikle nüfusun yoğun olduğu ana yollarda ve önceden belirlenen hatlarda gündüz ve gece olmak üzere iki farklı zaman aralığında DTY ile ölçümler yapılmıştır. DTY sayesinde uzun ve geniş alanlardaki elektromanyetik kirlilik seviyesi mobil olarak hızlı bir şekilde ölçülmüştür. Daha sonra elektrik alan ölçüm sonuçları sayısal haritaya aktarılarak elektromanyetik alan seviyesi renkli olarak sayısal harita üzerinde

gösterilmiştir. Böylece geniş alanlardaki elektromanyetik alan seviyesi hakkında hızlı bir şekilde genel olarak bir fikir edinilmiştir.

Ölçümler sonucunda Manisa il merkezinde en yüksek elektrik alan değerine sahip 10 farklı nokta tespit edilmiştir. Bu noktalarda elektrik alanın yüksek olmasının nedenleri gözlemsel olarak tespit edildiğinde buraların baz istasyonlarına ve Radyo/TV vericilerine yakın noktalar olduğu görülmektedir. Ölçümlerde en yüksek elektrik alan değeri 4.56 V/m olarak elde edilmiştir. Diğer yandan ölçülen elektrik alan değerlerinin %82’lik kısmı 1-3 V/m aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmayla elde edilen elektrik alan ölçüm sonuçları ICNIRP’nin belirlemiş olduğu farklı frekanslardaki halk maruziyet sınırları ve haberleşme cihazlarından kaynaklanan maruziyet limit değerleri ile karşılaştırılmış ve ölçüm sonuçlarının bu maruziyet sınırlarının altında olduğu tespit edilmiştir. Fakat son yıllarda

yeni nesil haberleşme sistemlerinin abone sayısı ve görüşme sürelerinin gittikçe artması ve yeni baz istasyonları, TV ve radyo vericileri, yüksek gerilim hatları v.b. elektromanyetik dalga yayan tüm cihazlar yaşadığımız ortamdaki elektromanyetik alan seviyesini artırmaktadır. Bu nedenle, elektromanyetik kirliliğin şehir merkezleri ve yakın bölgelerinde sürekli artışını denetleyebilmek için sürekli ölçüm ve paylaşım sistemlerinden faydalanmak gerekmektedir. Ayrıca, bu verilerin kamuoyu ile paylaşılması sonucunda halkın bu konudaki endişelerinin giderilmesine katkı sağlayacağı mütalaa edilmektedir.

5 Teşekkür

Bu çalışma Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP Proje No: 2014-004) tarafından desteklenmiştir.

6 Referanslar

- [1] Miclausi, S.; Bechet, P. Estimated and Measured Values of The RF Radiation Power Density Around Cellular Base Stations. *Environment Physics, Bucharest* 2007; 52(3), 429-440.
- [2] Lindbohm, M.L.; Hiatanen, M.; Kyyrönen, P. et al. Magnetic Fields of Video Display Terminals and Spontaneous Abortion. *American Journal of Epidemiology* 1992; 136(9), 1041-1051.
- [3] Feychting, M.; Ahlbom, A. Magnetic Field, Leukemia and Central Nervous System Tumor in Swedish Adults Residing Near High Voltage Power Lines. *Epidemiology* 1994; 5(5), 501-509.
- [4] Rothman, K.J.; Loughlin, J.E.; Funch, D.P. et al. Overall Mortality of Cellular Telephone Customers. *Epidemiology* 1996; 7(3), 303-305.
- [5] Bornkessel, C.; Wuschek, M.; Schmidt, P. Measurement and Calculation of General Public Electromagnetic Exposure Around GSM and UMTS Cellular Base Stations. *INICA '07. 2nd International ITG Conf.* 2007; 225-229.
- [6] Henderson, S.I.; Bangay, M.J. Survey of RF Exposure Levels from Mobile Telephone Base Stations in Australia Survey of RF Exposure Levels from Mobile Telephone Base Stations in Australia. *Bio Electro Magnetism* 2005; 27(1), 73-76.
- [7] European Commission Report. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, Possible Effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health. 2009.
- [8] Joseph, D.B.; Robert, K.; David, L.M.; Charles, P.; Lewis, B.S.; Thomas, J.S.; Peter, A.V.; Van Etten R.A.; Weaver, J.C. Childhood Leukemia: Electric and Magnetic Fields as Possible Risk Factors. *Environment Health Perspect* 2003; 111(7), 962-970.
- [9] Klæboe, L.; Blaasaas, K.G.; Haldorsen, T. et al. Residential and Occupational Exposure to 50 Hz Magnetic Fields and Brain Tumors in Norway: A Population-based Study. *International Journal of Cancer* 2005; 115(1), 137- 141.

- [10] Schüz, J.; Grigat, J.P.; Brinkmann, K. et al. Residential Magnetic Fields as a Risk Factor for Childhood Acute Leukaemia Results from a German Population-based Case-Control Study. *International Journal of Cancer* 2001; 91(5), 728-735.
- [11] Villeneuve, P.J.; Agnew, D.A.; Johnson, K.C. et al. Brain Cancer and Occupational Exposure to Magnetic Fields Among Men: Result From Canadian Population-based case-control Study. *International Journal of Epidemiology* 2002; 31(1), 210-217.
- [12] Tynes, T.; Haldorsen, T. Residential and Occupational Exposure to 50 Hz Magnetic Fields and Hematological Cancers in Norway. *Cancer Causes & Control* 2003; 14(8), 715-720.
- [13] Franco, G.; Perduri, R.; Murolo, A. Health Effects of Occupational Exposure to Static Magnetic Fields Used in Magnetic Resonance Imaging: A Review. *Med Lav.* 2008; 99, 16-28.
- [14] Kheifets, L.; Ahlbom, A.; Johansen, C.; Feychting, M.; Sahl, J.; Savitz, D. Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Heart Disease. *Scand J Work Environ Health* 2007; 33, 5-12.
- [15] Cansız, M.; Kurt, M.B. Drive Test Yöntemi ile Elektromanyetik Kirlilik Haritasının Çıkarılması ve Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* 2012; 3, 3-9.
- [16] Karadağ, T.; Özdemir, A.R.; Abbasov T. Malatya Şehir Merkezi ve Yakın Bölgelerinde Uzun Süreli Elektromanyetik Kirlilik Ölçüm Çalışmaları ve Haritaları. *EMANET* 2013; 2.
- [17] Karadağ, T.; Özdemir, A.R.; Abbasov T. Metropol Bir Şehirde GSM & UMTS Frekanslarındaki Elektrik Alanların Uzun Süreli Ölçümü, Sonuçların Ortam Sıcaklığı ve Nem Değişimi ile İlişkinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. *URSI TÜRKİYE' 2014 VII. Bilimsel Kongresi, Elazığ.*
- [18] Foster, K.R.; Soltys, M.; Arnofsky, S.; Doshi, P.; Hanover, D.; Mercado, R.; Schleck, D. Radio Frequency Field Surveys in Hospitals. *Biomed Instrum Technol.* 1996; 30, 155-159.
- [19] Hanada, E. The Electromagnetic Environment of Hospitals: How it is affected by The Strength of Electromagnetic Fields Generated Both Inside and Outside the Hospital. *Ann Ist Super Sanita.* 2007; 43, 208-217.
- [20] HEALTH CANADA Clinical and Consumer Radiation Hazards. Radiation Protection Bureau 1997, Ottawa, Canada.
- [21] İlhan, M.N.; Bir Tıp Fakültesi Hastanesinde Elektromanyetik Alan Haritası Çıkarılması ve Sağlık Çalışanlarında Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.*
- [22]. Karadağ, T.; Abbasov, T.; Karadağ, M.O. Measuring, Evaluating, and Mapping the Electromagnetic Field Levels in Turgut Ozal Medical Center Building and Environment. *J Turgut Özal Med Cent* 2014; 21(3), 186-95.
- [23] Kılıç, M.A.; Çerezci, O.; Çevik O.; Kalkan, T. Cerrahpaşa Tıp Fakültesinin Elektromanyetik Alan Haritası, *EMANET* 2011 ; 1, 247-250.
- [24] Karadağ, T.; Abbasov, T.; Bir Üniversite Hastanesi Binası ve Çevresinde Elektromanyetik Alan Ölçümleri. *EMANET* 2013; 2.
- [25] Sorgucu, U.; Develi, I.; Measurements and Analysis of Electromagnetic Pollution Generated by GSM-900 Mobile Phone Networks in Erciyes University, Turkey. *Electromagnetic Biology and Medicine* 2012; 31(4), 404-415.

- [26] Karadağ, T.; Özdemir, A.R.; Abbasov, T. İnönü Üniversitesi Yerleşkesinde Dönemsel Elektromanyetik Kirlilik Ölçüm Değerleri ve Haritaları. EMANET 2013; 2.
- [27] Güler, İ.; Çetin, T.; Özdemir A.R.; Uçar, N. Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu. Aralık 2010, http://www.tk.gov.tr/tuketici/emd/ Turkiye_EMF_Raporu.pdf , (29.11.2014).
- [28] Çerezci, O.; Kartal, Z.; Pala, K.; Türkan, A. Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri. ISBN : 978-605-62172-6-5, Nilüfer, Bursa, Mayıs 2012.