



HASTANE ORTAMLARINDA MANYETİK ALAN SEVİYELERİ VE MESLEKİ MARUZ KALMANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATIONS OF OCCUPATIONAL EXPOSURE AND MAGNETIC FIELD LEVELS AT HOSPITAL ENVIRONMENTS

Şükrü ÖZEN^{1*}, Selçuk HELHEL¹, Gizem KAHYA¹, Mehmet ÇAKIR¹, Samet YALÇIN¹

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye.

sukruozen@akdeniz.edu.tr, selcukhelhel@akdeniz.edu.tr, gizemkahya89@gmail.com, mehmetcakir@akdeniz.edu.tr, sametyalcin32@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 12.04.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 29.05.2014

doi: 10.5505/pajes.2014.82905

* Yazışılan yazar/Corresponding author

Özel Sayı Makalesi/Special Issue Article

Öz

Bu çalışma ile tipik bir hastane ortamındaki elektromanyetik alan seviyeleri incelenmiştir. Araştırma için tipik merkez laboratuvarı seçilmiştir. Bu merkezde çok sayıda Santrifüj, biyokimya oto-analizör, Hemogram ünitesi vb. cihazlar kullanılmaktadır. Laboratuvar ortamındaki elektromanyetik alanlar aşırı düşük frekanslı alanlardır. Bu nedenle çalışanların maruz kalabileceği elektromanyetik alan seviyeleri ölçülmüş, sonuçlar mesleki maruz kalma güvenlik limitleri ışığında değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Manyetik alan, Tıbbi cihazlar, Maruziyet.

Abstract

Electromagnetic field levels at the typical hospital environments analyzed with this study. Typical center laboratory has been selected for the research. There are a lot of devices at this center such as Centrifugal, biochemistry auto-analyzer, Hemogram units etc. Electromagnetic fields at the laboratory environment are the Extremely Low Frequency field. Therefore, occupants that they may be exposed to the electromagnetic field levels were measured, and the results are evaluated in the light of occupational exposure safety limits.

Keywords: Magnetic field, Medical devices, Exposure.

1 Giriş

Son yıllarda hızla kullanıma giren ve çok farklı frekanslarda elektromanyetik alan (EMA) yayan cihaz ve sistemlerin neden olduğu elektromanyetik kirlenmenin, insan sağlığına zararlı olabileceği ilk kez epidemiyolojik çalışmalarla gündeme gelmiştir[1],[2]. Bu konudaki ilk araştırmalarda yüksek gerilim hatlarından kaynaklanan EMA ya maruz kalma sonucunda çocukluk lösemisine yakalanma sıklığı arasında ilişki bulunmuştur. Erişkin dönemdeki kanserlerle EMA ya maruz kalma arasında ilişki olabileceği de ileri sürülmüştür [3],[4].

Günlük hayatımızda bizleri ilgilendiren Elektromanyetik ışınma (EMR) iki ayrı frekans bandından oluşur. Birincisi, çok çok düşük frekanslı elektromanyetik alanlar olarak isimlendirilen elektrikli cihazlardan, yüksek gerilim hatları ve trafolardan yayılan (Aşırı Düşük Frekans) ELF bandıdır. Diğeri ise baz istasyonları, cep telefonları ve radyo-TV vericilerinden yayılan radyo frekans (RF-MW) bandıdır. Bu iki bandın insan vücuduna etkisi farklı fiziksel mekanizma ile olur ve güvenlik sınır değerleri de farklıdır [5],[6].

Ülkemizde elektrik enerjisi iletim ve dağıtımı 50 Hz alternatif akım (AC) ile yapılmakta ve elektrikli cihaz ve sistemlerin çoğu bu frekansta çalışmaktadır. Evlerde kullanılan TV, fırın, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, saç kurutma makinesi ve elektrikli battaniye yanında, sanayide ve tıpta kullanılan pek çok cihazdan da farklı şiddetlerde ELF-EMA yayılmaktadır. Bu EMA kaynaklarına; mikrodalga fırınlar, cep telefonları, baz istasyonları, radyo ve televizyon vericileri ve bilgisayar monitörlerinden gelen çok farklı frekanslı EMA'lar da eklenince, durum daha karmaşık hale gelmekte ve günlük yaşamda maruz kalınan EMA'nın zararlı etkilerinin belirlenmesi zorlaşmaktadır. Bu nedenle, EMA'nın insan

sağlığına etkileri konusunda hala aydınlatılmayı bekleyen pek çok nokta vardır [7],[8].

EMA'nın iki bileşeninden biri olan manyetik alan, elektrik alanın aksine, çok zayıflamadan vücudun içerisine nüfuz eder ve bu yüzden vücudun derinlerindeki EMA şiddeti dışarıdaki alan şiddetiyle hemen hemen aynıdır. Bu nedenle, ELF-EMA'nın manyetik alan bileşeninin etkileri üzerinde daha çok durulmaktadır [9].

İyonize olmayan ışınma, atomik düzeyde etkilere sebep olamayacak enerjiye sahip olan frekans tayfının daha alt kısmında bulunan elektromanyetik ışınmadır. İyonize olmayan ışınmaya; statik elektromanyetik alanlar, düşük frekans, radyo frekansları, mikrodalga, kızılötesi ışınlar, görünür ışınlar ve UV ışınlar örnek olarak verilebilir. Bazı araştırmalar, EM dalgalarına aşırı maruz kalınmasının tehlike oluşturabilecek etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Bu tehlikeler halsizlik, baş ağrısı, işitme zorluğu, kanser, tümör, Alzheimer, Parkinson gibi rahatsızlıklar olarak sıralanmaktadır [10],[11].

2 Elektromanyetik Güvenlik Limitleri ve Gelişmeler

EMA'ların dokular içindeki iyonlara olan etkileri neticesinde onların hareketlerini arttırmaları neticesinde şiddetlerine bağlı olarak bir ısı enerjisi de ortaya çıkar. Bunun sonucunda da dokular içerisinde sıcaklık artışı görülür. İnsan vücudunda herhangi bir dokunun kendi iç sıcaklığının 0.5 °C'den daha fazla artması o dokunun tolere edemeyeceği bir değer olarak alınmıştır. Bu değeri temel olarak geliştirilen bir sınır değer tüm vücut ortalama özgül soğurma değeri olarak kabul edilmiştir. 4W/kg olarak verilen bu limitin 10 kat düşük değeri (0.4W/kg) ihtiyat ilkesi ışığında Dünya Sağlık Örgütü, Elektrik-Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE), Milletlerarası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi (ICNIRP)

tarafından insan vücudunun RF ve mikrodalga etkilerinin hissedilmeyeceği sınır termal etkilerin başladığı değer olarak kabul edilmiştir [12].

Yapılan araştırma sonuçlarına göre, 0.4 μT 'nin üzerindeki manyetik alan değerinin 6 yaş altındaki çocuklarda kansere yakalanma riskinde artış olduğu rapor edilmektedir. Bu nedenle İtalya, Hollanda ve bazı Avrupa ülkelerinde yeni tesis edilecek hatlar için bu limitler duyarlı bölgelerde, yeni yerleşim bölgelerinde ve 0.4 μT ve 0.2 μT seviyelerinde belirlenmektedir. Ülkemizde ise sınır değer 100 μT 'dir [8],[12],[13],[16].

Elektromanyetik radyasyon konusunda her ülke kendi standartlarına göre limit değerler belirlemiştir. Bununla birlikte Avrupa Birliği'ne üye ülkeler ve ABD dâhil olmak üzere birçok ülkede ortak kabul gören sınır değerler bulunmaktadır. Bu sınır değerler Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından da tanınan ve uluslararası bir komisyon olan İyonize Olmayan Radyasyondan Koruma Komisyonu (ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) tarafından günde 24 saat maruz kalındığı kabulüyle belirlenmiştir [12]. Sınır değerler; vücut sıcaklığını ortalama olarak 1 °C arttıran elektromanyetik enerjinin zararlı ve 0.1 °C artışın zararsız olduğu kabulünden yola çıkılarak belirlenmiştir [14],[15]. Sınır değerler, termal etkiye dayalı belirlendiğinden, kimyasal, biyolojik, genetik ve psikolojik etkileri değerlendirmekten uzaktır. EMA maruziyetleri, uluslararası kabul görmüş sınır değerler dikkate alınarak yapılmaktadır. ABD'de kişisel maruz kalınan EMA seviyesini saptamak için 1000 kişide 24 saat boyunca yapılan ölçümlerde; maruziyet ortalaması 0.089 μT bulunmuştur. Toplumun % 14.3'ünün 24 saatlik ortalama maruziyeti 0.2 μT , % 6.3'ünün 0.3 μT , % 2.42'sinin 0.5 μT ve % 0.46'sının 1 μT değerinde manyetik alan şiddetlerine maruz kaldığı saptanmıştır. Toplumun % 25'i bir saatini 0.4 μT 'dan, % 9'u ise 0.8 μT 'dan yüksek alanlarda geçirmektedir. En yüksek elektromanyetik etkileşim, elektrik işlerinde çalışanlarda olup ortalama 0.161 μT 'dir. Servis çalışanlarında 0.159 μT , teknik, satış ve idari işlerde ise 0.109 μT 'dir. Doğal ortamlarda çalışan çiftçi, ormancı ve balıkçılarda ise daha düşük olup 0.045 μT olarak bulunmuştur. Bu değerler etkileşimin yapılan işle ilgili ilişkisine dikkat çekmektedir. En fazla etkileşim ortalaması (0.97 mG) çalışma hayatındaki yaş grubundadır. Bunu okul öncesi yaş grubu (0.80 mG) ve okul çağı çocukları (0.76 mG) izlemektedir. EMA düzeyi konut tipine, büyüklüğüne ve elektrik hatlarına bağlı olarak da değişmektedir. Dupleks evler, apartman daireleri ve küçük evlerde düzey daha fazladır [10],[11],[16]. Belirli yaş gruplarındaki daha fazla etkileniminin yaşam koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. ABD'de 992 evde ve odaların ortasında yapılan ölçümlerde evlerin % 50'sinde manyetik alanın 0.06 μT ve altı, % 15'inde ise 0.21 μT olduğu ve tüm ölçümlerin ortalamasının 0.9 mG (0.09 μT) olduğu bildirilmiştir [10]. Kısa süreli ve ani yüksek düzeyler, yerüstü ve yer altı elektrik hatları yakınında yürümek ve elektrikli aletlere fazla yaklaşmakla oluşmaktadır [15],[16].

İtalya günde 4 saatten daha fazla maruz kalınması durumunda güvenlik limit değerini 10 μT olarak belirlemiş olup, yeni yapılan hatlar ve evler için bu değeri 3 μT olarak kabul etmiştir. İtalya'nın Veneto, Emilia-Romagna ve Toscana gibi bazı bölgelerinde, hastane, bakım evleri, okul ve konutlar için 4 saatten fazla zaman geçirilen bölgelerde yeni enerji hatları

için 0.2 μT manyetik alan değeri güvenlik limiti olarak kabul edilmiştir.

Tablo 1: Bazı ülkelerin kabul ettiği manyetik ve elektrik alan güvenlik limitleri.

EM Radyasyon Kaynağı	Manyetik Alan	Elektrik Alan
Türkiye	100 μT	5 kV/m
İsviçre	1 μT	5 kV/m
İtalya	3 μT	5 kV/m
Slovenya*	10 μT	500 V/m
Yunanistan	80 μT	4 kV/m
Fransa, Almanya, Avustralya	100 μT	5 kV/m

*Hassas bölgeler.

3 Manyetik Alan Seviyeleri ve Mesleki Maruziyetin Değerlendirilmesi

Yaygın cihaz kullanılan sağlık laboratuvarlarındaki elektromanyetik alan seviyelerinin ölçülerek belirlenmesi, EM kirliliğinin araştırılması, çalışanların sağlıklı bir ortamda faaliyet göstermeleri açısından çok önemlidir. Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi merkez laboratuvarlarında, 16 farklı tıbbi cihazın hemen yanında sağlık çalışanlarının maruz kalabilecekleri manyetik alan değerlerinin belirlenmesi amacı ile manyetik alan ölçümü yapılmıştır. Ölçümlerde, HIOKI 3470 Magnetic Field Hitester cihazları ve Narda Broadband Field Meter NBM-550 marka elektrik alan cihazı kullanılmıştır.

Bu çalışmada, Akdeniz Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan cihazların yakın çevresindeki, çalışanların maruz kalabilecekleri, manyetik alan seviyeleri ölçülerek kaydedilmiştir. Laboratuvarında yoğun olarak yerleştirilmiş cihazların ara bölgesi ve cihazlara yakın bölgelerde ölçümler alınmıştır. Tıbbi cihaz yakınında ve personel çalışma masalarında yapılan ölçümler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Tıbbi cihazlar ve çalışma masalarında Manyetik alan ölçümü.

Cihazlara yakın ve bazen de bitişik çalışma masaları bulunmakta olup bu noktalarda da manyetik alan ölçümleri yapılmıştır. Yapılan bu çalışma ile benzer birimlerde çalışan sağlık personeli açısından elektromanyetik alanlara mesleki maruz kalma hakkında bir veri elde edilmiş olup, temel güvenlik önlemleri incelenmiştir.

Laboratuvarında yapılan manyetik alan ölçümlerine ilişkin sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Tıbbi cihazların yakınında oluşan manyetik alan seviyeleri.

Cihaz	Ölçüm Aralığı
İmmune kompanze (cobas e 602)	0.6-1.1 μT
Hormon 2 çalışma alanı	0.3-0.4 μT
PSM	1-0.5 μT
Bilgisayar önleri	0.2-0.3 μT
Cobas 8000 biyokimya oto analizör yanı	1-0.5 μT
Pano odası duvarından	3-5 μT
Çalışma ortamı	0.2-0.4 μT
Cobas 8000 yanı	0.4-0.5 μT
Cobas 8000 acil biyokimya	0.5-0.7 μT
Acil oto analizör	1.3-0.6 μT
Hemogram ünitesi	0.4-0.6 μT
Metabolizma laboratuvarı	0.25 μT
Santrifüj NF 8000	1-1.5 μT
Cobas ampliprep (moleküler lab 2)	0.4-0.6 μT
Moleküler lab 1 (ortam)	0.2 μT
Santrifüj efendor	1 μT

Ölçülen manyetik alan değerleri bazı cihazların yakınında 1 μT değerinin üzerine çıkmaktadır. Örneğin NF 800 santrifüj yanında 1.486 μT değeri ölçülmüştür. Tıbbi tahlil cihazları ile çalışan sağlık personeli, cihazlar ile temas halinde ve genellikle ayakta çalışmaktadırlar. Laboratuvar ortamında çalışanların buldukları bölgelerde manyetik alan değerleri ortalama olarak 0.4 μT değeri ve üzerinde tespit edilmiştir. Laboratuvarında bulunan cihazlara hemen bitişik nizamda personel çalışma masaları (bilgisayarlı) bulunmaktadır. Sağlık personeli bu masalarda tahlil sonuçlarını bilgisayar ortamına aktarmakta veya sistem otomasyon programlarını kullanmaktadırlar. Sağlık personelinin yaklaşık 8 saat mesai yaptığı bu masada oturma pozisyonunda ölçülen manyetik alan değeri 0.4 μT 'den daha büyük olarak ölçülmüştür. Bu çalışma masalarının cihazlardan en az 1m uzak mesafeye konması çalışanlar açısından önemli bir güvenlik unsuru olarak değerlendirilebilir.

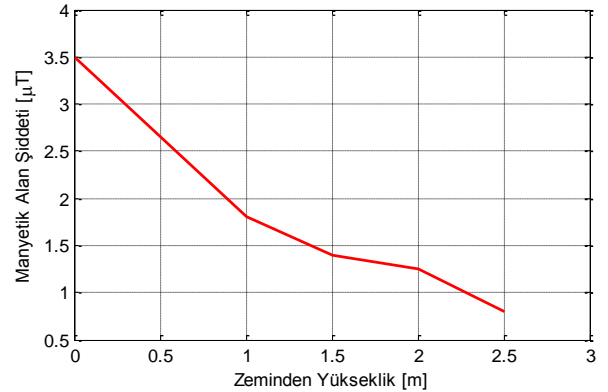
Merkez Laboratuvar içi koridor bölgesine yerleşmiş olan acil birimindeki manyetik alan şiddetinin zeminden yüksekliğe göre değişimi Şekil 2'de grafik olarak gösterilmiştir.

Şekil 3'te ise aynı hacimde bulunan biyokimya bölgesindeki manyetik alan şiddetinin (μT) zeminden yüksekliğe göre değişimi verilmiştir. Şekil 2'de görülen manyetik alan değişimi, koridor bölgesinin altında tesis edilmiş olan enerji kablolarının etkisi ile daha yüksek olarak gözlenmiştir.

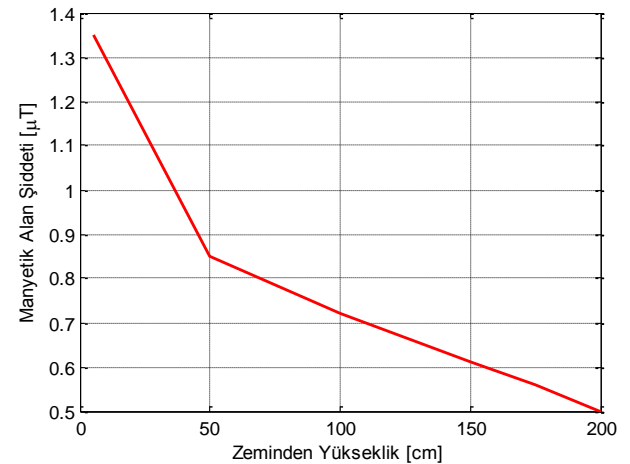
4 Sonuçlar

Yapılan çalışma ile tüm sağlık tesislerinde görülen tipik merkezi laboratuvar cihazları etrafındaki manyetik alan seviyeleri araştırılmıştır. Cihazların elektriksel güç ve özelliklerine göre çevrelerindeki manyetik alan seviyeleri farklı değerlerde olmakla birlikte, 1.5 μT 'ya kadar manyetik alan şiddetleri ölçülebilmektedir. İncelenen laboratuvar

ortamında genel olarak manyetik alan dağılımı 0.4 μT değeri ve üzerinde olduğu gözlenmiştir. Laboratuvarındaki cihazlar yoğun ve çok yakın olarak yerleştirilmiştir. Bu tip tesislerde, Fiziki imkânlar ölçüsünde cihaz yoğunluğunun azaltılması ve ara koridorların genişletilmesi de manyetik alan yoğunluğunu azaltacak temel önlemdir. Laboratuvar ortamında ölçülen manyetik alanlar, düşük frekanslı manyetik alanlardır. Ölçüm sonuçları yukarıda verilen düşük frekanslı manyetik alanların, çalışanlar açısından risk oluşturup oluşturmayacağı, Sağlık Bilimleri Alanında Biyo-elektromanyetik konusunda çalışan bilim insanlarının değerlendirebileceği bir konudur. Bu nedenle bu sonuçlara ilişkin sağlık-risk değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir. Güvenlik limitleri açısından, ulaşılan manyetik alan değerlerinin mesleki maruz kalma açısından araştırılması önemli görülmüştür. Sağlık tesislerinin projelendirme aşamasında manyetik alan güvenliğinin göz önünde bulundurulması ve cihazların çevrelerinde oluşturdukları manyetik alan seviyelerinin cihazın test ve üretimi aşamasında belirlenmesi, bu değerlerin cihazlar üzerinde tanımlanması sağlanmalıdır. Sağlık tesislerinde güç dağıtım kablolarının oluşturacakları manyetik alan seviyeleri proje aşamasında simüle edilmeli ve manyetik alan kontrolü için ekranlama çözümleri uygulanmalıdır. Sağlık çalışanlarına manyetik alan güvenliği konusunda eğitim verilmelidir.



Şekil 2: Merkez laboratuvarı acil bölgesindeki (koridor) manyetik alan şiddetinin (μT) zeminden yüksekliğe göre değişimi.



Şekil 3: Merkez laboratuvarı biyokimya bölgesindeki manyetik alan şiddetinin (μT) zeminden yüksekliğe göre değişimi.

5 Teşekkür

Bu makale daha önce EMANET 2013 Elektromanyetik Alanlar ve Etkileri Sempozyumu'nda sunulmuş olan "Bir Araştırma Hastanesi Merkez Laboratuvarında Elektromanyetik Alan Seviyeleri ve Mesleki Maruz Kalmanın Değerlendirilmesi" adlı bildirinin genişletilmiş halidir.

6 Kaynaklar

- [1] Ozen Ş. "Evaluation and Measurement of Magnetic Field Exposure at a Typical High Voltage Substation and Its Power Lines". *Radiation Protection Dosimetry*, 128(2), 198-205, 2008.
- [2] Wertheimer N, Leeper E. "Exposure assessment for epidemiological studys electrical wiring configurations and childhood cancer". *American Journal of Epidemiology*, 109(3), 273-284. 1979.
- [3] Wertheimer N, Leeper E. "Adult Cancer Related to Electrical Wire Near the Home". *International Journal of Epidemiology*, 11(4), 345-355, 1982.
- [4] Feychting M, Ahlbom A. "Magnetic Fields and Cancer in Children Residing near Swedish High Voltage Power Lines". *American Journal of Epidemiology*, 138(7), 467-81, 1993.
- [5] Ozen Ş, Helhel S, Colak OH, "Electromagnetic Field Measurements of Radio Transmitters in Urban Area and Exposure Analysis". *Microwave and Optical Technology Letters*, 49(7), 1572-1578, 2007.
- [6] Helhel S, Ozen Ş, Basyigit IB, Kurnaz O, Yoruk YE, Bitirgan M, Colak Z. "Radiated Susceptibility of Medical Equipments in Health Care Units: 2G and 3G Mobile Phones as an Interferer". *Microwave and Optical Technology Letters*, 53(11), 2657-2661, 2011.
- [7] Ozen Ş, Helhel S, Bilgin S. "Temperature and Burn Injury Prediction of Human Skin Exposed to Microwaves: a Model Analysis". *Radiation and Environmental Biophysics*, 50(3), 483-489, 2011.
- [8] Özen Ş, Tosun PD, Helhel S. "Acil Çağrı Merkezlerinde Elektromanyetik Alan Seviyeleri ve Mesleki Maruz Kalmanın Değerlendirilmesi". *Elektromanyetik Alanlar ve Etkileri Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 7-8 Ekim 2011.
- [9] Barnes FS. *Typical Electric and Magnetic Field Exposures at Power-Line Frequencies and Their Coupling to Biological Systems*. Editors: Blank M. Electromagnetic Fields, Biological Interactions and Mechanisms *American Chemical Society*, 37-55, Washington, DC, 1995.
- [10] Zaffanella L. "Survey of Residential Magnetic Field Sources, Vol 1: Goals, Results and Conclusions". EPRI, Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute, 1-224, TR-102759, 1993.
- [11] Zaffanella LE, Kalton GW. "Survey of Personal Magnetic Field Exposure Phase II: 1000-Person Survey" EMF Rapid Program, Oak Ridge, TN: Lockheed Martin Energy Systems, Engineering Project 61998.
- [12] ICNIRP-International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. "Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". *Health Physics*, 74(4), 494-522, 1998.
- [13] Özen Ş. "Yüksek Gerilim Trafo Merkezlerinde Manyetik Alan Seviyeleri ve Mesleki Maruz Kalmanın Değerlendirilmesi". *12. Ulusal Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, Eskişehir, Türkiye, 14-18 Kasım 2007.
- [14] Sabuncu H. "Elektromanyetik Radyasyonlarla veya Elektromanyetik Alanlarda Çalışanların Sağlık Riskleri". *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 3, 15-18, 2000.
- [15] National Institute of Environmental Health Sciences. "Electric and Magnetic Fields Associated with the Use of Electric Power". <http://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/emf/docs/emf2002> (07.03.2008)
- [16] Türkkkan A, Çerezci O, Kartal Z, Pala K. *Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri*, Nilüfer Belediyesi, Bursa, Türkiye, 2012.