

BALIKESIR MEDICAL JOURNAL

Türkiye’de bir şehir merkezinde yaşayan süt çocuklarında ev içi elektromanyetik alan maruziyeti
Domestic Electromagnetic Field Exposure in Infants Living in a City Center of Turkey

Basak Yıldız Atikan¹, Mehmet Dinçer Bilgin², Sadık Akşit³

1-Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı

2-Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı

3-Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, Sosyal Pediatri Bilim Dalı

Özet

Amaç: Bu çalışmada çocukların yaşam alanlarında elektriksel ve manyetik alan ölçümlerinin yapılması amaçlandı.

Yöntem: Elektromanyetik radyasyonun gelişmekte olan organizma ve karsinogenez üzerindeki etkileri önemli bir araştırma konusudur. Ülkemizde çocukluk çağında maruziyetle ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Ocak-Nisan 2008 tarihleri arasında İzmir’de Özkanlar ve Bayraklı olmak üzere iki ayrı sağlık merkezi bölgesine kayıtlı, evde bakılan bir yaş altındaki tüm çocuklar çalışmaya alınarak ev ziyaretleriyle bebeğin yattığı odada ölçüm yapıldı.

Bulgular: Toplam 151 bebeğin alındığı çalışmada tüm evlerde ortalama elektrik alan düzeyi $6 \pm 0,29$ V/m, manyetik alan ölçümünün geometrik ortalaması ise 81 nT saptanmış olup, her iki bölgedeki ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Manyetik alan ölçüm sonuçları ile ölçüm yapılan evlerin trafoya olan uzaklığı arasında ters bir ilişki saptanmış olup, diğer bağımsız değişkenlerle anlamlı bir ilişki saptanmadı. Ölçüm sonuçlarından elektrik alan ortalaması Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) izin verdiği değerler içerisinde bulundu. Manyetik alan ölçümlerinin çoğunluğu da sınır değer olan 200 nT düzeyinin altında olmakla birlikte %11,3’ü riskli düzeylerin üzerinde bulundu.

Sonuç: Bu çalışmada elde edilen değerler çoğu gelişmiş ülkede saptanan değerlerin üst sıralarında gibi görünmektedir. Farkındalığın artırılması ve çocukluk çağında maruziyetin azaltılması için daha çok çalışma gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Çocukluk çağı, çok düşük frekanslı elektromanyetik alan, karsinogenezis

Abstract

Objective: In this study we aimed to make electrical and magnetic field measurements in the living spaces of children.

Method: The possible effects of exposure to electric and magnetic fields in developing organisms and carcinogenesis have been extensively discussed. There is no data about childrens exposure to electromagnetic fields in our country. Measurements in baby’s rooms, who are under one age and home cared; were performed between January and April 2008 in two different health districts (Ozkanlar and Bayrakli) in Izmir via home visits.

Results: A total of 151 babies were included to the study. Mean electrical field measurements were $6 \pm 0,29$ V/m and geometrical mean of magnetic field measurement was 81 nT, with no statistical significant difference between to districts. Electrical field measurements were below World Health Organization’ permission limits. Also, magnetic field values were under the permitted limit of 200 nT but 11.3 of the measurements were above the limits.

Conclusion: The electromagnetic field measurements obtained in this study seems to be higher than those obtained from most developed countries. Further studies are needed to enhance public awareness and decrease exposure in childhood.

Keywords: Childhood, extremely low frequency electromagnetic field, carcinogenesis

Gönderilme Tarihi: 22-6-2018

Kabul Tarihi: 11-7-2018

Sorumlu Yazar: Basak Yıldız Atikan
Adres: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Hastanesi,
Bornova/İzmir
Telefon: 05305458297
e-mail: basakyildiz@gmail.com

GİRİŞ

İyonlaştırıcı olmayan radyasyondan kaynaklanan elektromanyetik (EM) alana maruziyet son 30 yıldır giderek artmaktadır ve EM alanın olası olumsuz sağlık etkisi ile ilgili endişeler bulunmakla birlikte tartışmalar sürmektedir. 1979 yılında Wertheimer ve Leeper yüksek gerilim hattının yakınında yaşayan çocuklarda lösemi riskinin ikiye katlandığını göstermeleri üzerine araştırmalar artmıştır [1]. Yüksek gerilim hatlarının bulunduğu bölgelerde yapılan epidemiyolojik araştırmalar 0.4 μ T üzerindeki manyetik alan düzeylerinin çocukluk çağı lösemilerinin riskini bildirmesi üzerine Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) 2002 yılında düşük frekanslı elektromanyetik alanları insanlar için olası karsinojenik olarak sınıflandırmıştır fakat EM alan maruziyetiyle diğer sağlık etkileri arasındaki ilişki halen tartışılmaktadır [2,3].

Yüksek gerilim hatları, trafolar, ev ve ofislerdeki elektrikle çalışan cihazlar, tramvaylar ve hibrid araçlar düşük ve çok düşük frekanslı EM alanlar oluşturmaktadır [4]. Elektrik ve manyetik alanlar tek başına veya birlikte oluşabilirler ve güçleri sırasıyla Volt/metre (V/m) ve mikrottesla (mT) ile ölçülür. Elektrik alanlar, elektrik yüklerinin birbirini etkilemesiyle oluşmaktadır. Manyetik alanlar ise elektrik akımının akışı ile meydana gelirler. Elektrik alan etkisi bina yapımında kullanılan malzemelerle zayıflatılabilir ya da engellenebilirken, manyetik alanlar için böyle bir engel söz konusu değildir. EM alan yayan cihazdan uzaklaşılması ile bu alanların etkisi hızla azalır. Evlerdeki elektrikle çalışan cihazlar kullandıkları sürece elektrik alan ve manyetik alan oluştururken kapalı ve fişe takılı olduğu zaman sadece elektrik alan oluşturur [5].

Benzer şekilde insan vücudunda oluşan enerji de yayılım ve soğurma etkileşimini içerir. Vücuttaki kimyasal reaksiyonlar elektrik reaksiyonlarıdır ve bu elektrik alanlar, alternatif akımlı araçlardan ve yüksek gerilim hattı ve diğer elektrik kaynaklarından yayılan enerjiden etkilenebilir. Vücut elektrik aktiviteleri EEG, EKG ve EMG gibi bazı tetkikler ile değerlendirilebilmektedir. Fizik yasaları ışığında küçük bir elektrik akımının, büyük bir EMA yakınında değişikliğe uğradığı bilinmektedir. Bu değişikliğin EMA'nın insan vücudu üzerindeki etkilerinin nedeni olduğu düşünülmektedir [6]. Son dönemde sürdürülen çalışmalarda standart elektromanyetik alan (50-Hz) uygulaması ile fibroblast hücrelerinde stres ile aktive protein kinazların (SAPK) ve P38 mitojen aktive protein (MAP) kinazların aktive edilebildikleri gösterilmiştir. Bu çalışmalar; membran reseptörlerinin; çok düşük frekanslı manyetik alanlar için en önemli hedeflerden biri olduğunu düşündürmektedir [7]. Elektromanyetik alan gibi çevresel uyarıcılara çocukların gelişimlerinin farklı aşamalarını maruziyetin derecesine göre farklı düzeylerde etkilenebildiği bildirilmektedir [8].

İnsanların sürekli yaşam alanları olan şehirlerde elektrik kullanımı elektrikle çalışan cihazlar, iletişim kolaylığı, teknolojik gelişmeler sayesinde her gün daha da artmaktadır. Evlerde elektromanyetik alan kaynakları eve yakın bulunan yüksek gerilim hatları, evin elektrik tesisatı ve evde bulunan ve elektrikle çalışan cihazlar olarak sınıflandırılabilirler. Pillerle çalışan cihazlar doğru akımla çalışırlar, akımları tek yönlüdür ve durağan bir manyetik alan oluşturur. İletim hatlarından gelen elektrik akımı ise alternatif akım olup; canlıları etkilemektedir. Evlerimizde alternatif akımların oluşturdukları EM alanların çocukların sağlığına etkileri üzerine yapılan araştırmaların odak noktasını oluşturmaktadır [9].

Bu çalışmada hızlı büyüme döneminde çevresel koşullardan önemli ölçüde etkilendiği öngörülen süt çocuklarına İzmir ilinde iki farklı sosyoekonomik bölgede elektromanyetik maruziyetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca konutlardaki elektromanyetik alan değerlerinin literatür verileri ile karşılaştırılması da hedeflenmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

İzmir’de biri Bornova / Özkanlar Sağlık Ocağı, diğeri Bayraklı Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması merkezi olmak üzere iki ayrı sağlık merkezi bölgesine kayıtlı 1 yaş altındaki tüm çocuklar ve aileleri çalışmaya alınmıştır. Ocak 2008- Nisan 2008 tarihleri arasında olguların kayıtlı olduğu adreslere İl Sağlık Müdürlüğü’nden izin alınarak ev ziyaretleri yöntemi ile ölçümler yapılmış olup, ailelerden onay alınarak, olgu rapor formu

örnekleri doldurularak kayıtlar tutulmuştur. Ev içinde elektrik alan ölçümü için “ *EMDEX II Eneritech* ” ve manyetik alan ölçümleri amacıyla “ *SYPRIS Triaxial ELF Magnetic Field Meter Model 4090* ” adlı cihazlar kullanılmıştır. Ölçüm sırasında elde edilen 3 değerın ortalaması alınmıştır.

Elektromanyetik alan ölçümlerinde kullanılan yöntemlere bakıldığında 24 saatlik ya da anlık (spot) ölçümler yapılabildiği görülmüştür. Ancak her iki ölçüm yöntemi ile alınan sonuçlar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır [10,11]. Bu nedenle uygulama kolaylığı ve birden fazla ev ziyareti gerektirmemesi nedeniyle anlık ölçümler tercih edilmiştir.

Ölçümler için 1 yaş altındaki çocukların bulunduğu evlerin seçilmesinin nedeni ise bu olguların çoğunlukla tüm gün evde bulunmaları ve olası etkilenimler ile ölçüm sonuçları arasında ilişkiyi yansıtılabileceğinin düşünülmüş olmasıdır. Özkanlar bölgesinde 74, Bayraklı bölgesinde ise 77 evde ailelerle görüşme gerçekleştirilmiş ve bu evlerde elektrik alan ve manyetik alan ölçümleri yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirme amacıyla SPSS.15 programı kullanıldı. Nominal verilerin karşılaştırması X^2 testi kullanılarak ve numerik verilerin değerlendirmesi ise Student's t test kullanılarak yapıldı. Sayısal verilerin aralarındaki ilişkinin saptanması için korelasyon analizi yapılarak, aritmetik ortalama \pm standart hata (SE) bildirilerek tüm sonuçlarda $p < 0,05$ bulunan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Yapılan her ölçüm üç kez tekrarlanmıştır.

BULGULAR

Çalışmaya alınan ve ölçüm yapılabilen evlerdeki olgular arasında yapılan değerlendirmede birinci bölgedeki 74 olgunun 40'ı kız (%45), 34'ü erkek (%54) erkek iken, ikinci bölgede 77 olgunun 47 kız (%61); 40 erkek (%39) olarak değişmektedir. Her iki bölgede ölçüm yapılan konutlardaki matür ve prematür doğum sayısı birbirine yakın olarak saptanmıştır. Yaş dağılımı açısından bakıldığında, çalışmaya alınma koşulları 12 aydan küçük olan bebeklerin yaş olarak benzer dağılım gösterdiği görülmüştür.

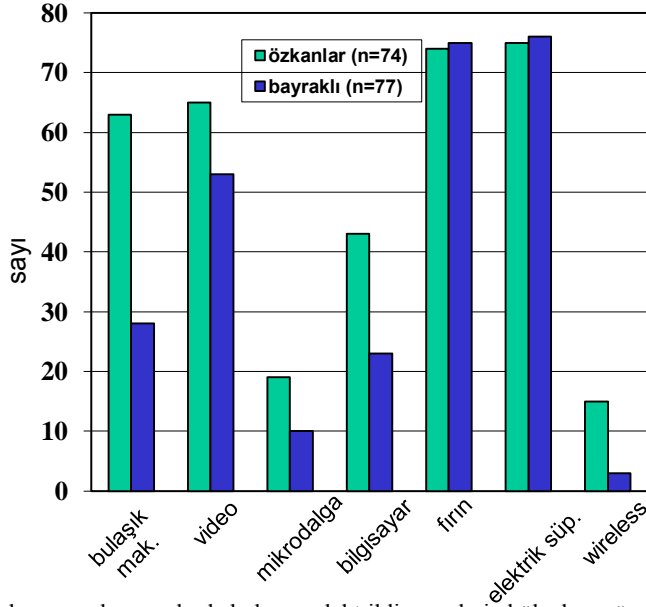
Çalışmaya katılan ailelerin sosyo-demografik özelliklerini değerlendirmek amacıyla anket formları ile öğrenilen, eğitim düzeyleri, gelir-gider durumu sorgulanmıştır (Tablo 1). Buna göre bölge seçiminde öngörüldüğü üzere her iki bölge arasında anne ve babaların eğitim düzeyi arasında fark vardır. Ancak anket yoluyla elde edilen bilgilere dayanarak ortaya konan gelir gider durumları arasında fark bulunmamıştır. Genellikle her iki bölgede de anne baba ve çocuklardan oluşan aile tipini tanımlayan çekirdek aile yapısının daha yaygın olduğu görülmüştür.

Yeryüzüne yakınlık ve sokak elektrik telleri, trafo, yüksek gerilim hattı bölgelerine göre konum farklılıkları açısından ölçüm sonuçlarını etkileyebileceği düşünüldüğünden kaydedilen ev tipi özellikleri arasında her iki bölge arasında fark saptanmış ve Bayraklı bölgesinde ölçüm yapılan evlerin daha çok tek katlı, bağımsız evler olduğu görülmüştür

Tablo 1 : Çalışmaya alınan ailelerin sosyo-demografik özellikleri ve ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

	Özkanlar (n=74)	Bayraklı (n=77)	Toplam (n=151)	p
	n (%)	n (%)	n	
Anne eğitim düzeyi				
≤ 5 yıllık eğitim	10(13)	25(32)	35	<0,001
ortaokul	7(10)	20(26)	27	
lise	29(40)	25(32)	54	
yüksekokul	28(37)	7(10)	35	
Baba eğitim düzeyi				
≤ 5 yıllık eğitim	3(4)	18(24)	20	<0,001
ortaokul	6(8)	18(24)	24	
lise	23(31)	28(36)	51	
yüksekokul	42(56)	13(16)	55	
Gelir-gider durumu				
gelir gidere eşit	60(82)	61(79)	121	0,18
gelir giderden az	7(9)	13(17)	20	
gelir giderden fazla	7(9)	3(4)	10	
Ev tipi				
apartman dairesi	70(94)	42(54)	112	<0,001
müstakil	4(5)	35(45)	39	
Aile tipi				
çekirdek	65(87)	63(81)	128	0,36
geniş	9(13)	14(19)	23	
Elektriksel alan (V/m)				
aritmetik ort. ± SE	6 ± 0,58	6 ± 0,22	6 ± 0,29	0,71
Manyetik alan (nT)				
aritmetik ort. ± SE	103 ± 0,86	112 ± 0,96	108 ± 0,76	0,53
geometrik ortalama	79	84	81	

Ev içinde sürekli kullanımda olan ya da aralıklı kullanım ile oluşan elektromanyetik alan ile maruziyet nedeni olduğu düşünülen elektrikli gereçlerin bölgelere göre dağılımı grafik olarak yansıtılmıştır (Şekil 1)



Şekil 1: Çalışmaya alınan evlerde bulunan elektrikli gereçlerin bölgelere göre dağılımı

Ölçüm sonuçları ile ilişkili bulgular

Çalışmada öncelikle ev içi elektrik ve manyetik alan etkilenimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle ev ziyaretleri yoluyla, insanların yaşadıkları odada yapılan ölçümlerde her iki bölge arasında ölçüm sonuçları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 1). Bununla birlikte ölçüm sonuçlarını etkileyebileceği düşünülen değişkenler arasında yer alan ev tipi, bina yılı, ölçüm yerine elektrik hattından olan uzaklık, en yakın trafo uzaklığı ile ilişki bulunmazken, baz istasyon varlığı ile elektrik alan sonuçları arasında ilişki olabileceğini düşündüren sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Bölgelerde elektriksel ve manyetik alan şiddetini etkileyebileceği düşünülen değişkenlerle ölçüm sonuçlarının ilişkisi

	Elektriksel Alan (V/m)	<i>p</i>	Manyetik Alan (nT)	<i>p</i>
Ev tipi				
apartman dairesi	7 ± 4	0,16	122 ± 8,5	0,11
müstakil ev	6 ± 2		98 ± 5,9	
Bina yılı				
≤ 15 yıl	6 ± 4	0,28	102 ± 7,9	0,34
> 15 yıl	7 ± 2		115 ± 8,0	
Elektrik hattı uzaklığı				
≤ 2 metre	7 ± 3	0,71	113 ± 7,6	0,41
> 2 metre	6 ± 3		131 ± 10,1	
Baz istasyonu varlığı				
var	8 ± 7	0,01	120 ± 8,2	0,26
yok	6 ± 2		102 ± 7,0	
En yakın trafo uzaklığı				
≤ 100 metre	7 ± 3	0,40	117 ± 6,8	0,93
> 100 metre	6 ± 4		115 ± 8,2	

Çocukluk dönemi kanserlerinde EM alan maruziyeti ile sigara kullanımının birlikteliğinin hastalığın insidansını daha çok arttırmakta olduğunu ileri süren görüşler nedeniyle sigara içiminin de değişken olabileceği düşünülerek ailelerin sigara alışkanlıkları da sorgulanmıştır. Tüm bölgelerde annelerin %21 (32 anne) sigara içerken, %79'u (120 anne) içmediği, babaların ise %49 'u (74 baba) sigara içerken, %51'inin (77 baba) ise sigara içmediği görülmüştür. Ebeveynlerden herhangi birinin sigara içtiği evlerde elektrik ve manyetik alan ölçümleri arasında fark bulunmamıştır (Elektrik alan için, p : 0,54; Manyetik alan için, p : 0,34). Elektrik ve manyetik alan ölçüm sonuçları yanı sıra ölçüm düzeyini etkileyebileceği bilinen bazı sayısal değişkenler korelasyon analizi ile karşılaştırılmış ve bu ilişki Tablo 3' te belirtildiği gibi sonuçlanmıştır.

Tablo 3. EM Alan düzeyini etkileyebilecek sayısal değişkenlerin ölçüm sonuçları ile ilişkisi

	Elektrikli alet sayısı	Sokak elektrik hattına uzaklık	Bina Yılı	Trafo uzaklığı
Elektriksel alan				
<i>r</i> değeri	-0,007	-0,097	0,151	-0,080
<i>p</i> değeri	0,933	0,238	0,064	0,490
Manyetik alan				
<i>r</i> değeri	-0,070	-0,079	0,087	-0,292
<i>p</i> değeri	0,392	0,335	0,288	0,010

TARTIŞMA

Çok düşük frekanslı EM radyasyon 1 ile 300 Hz aralığında olup çoğunlukla insan yapımı kaynaklardan ortama yayılmaktadır ve elektrik alan ile manyetik alan oluşturmaktadır. Elektromanyetik alan oluşturan alternatif akımın frekansı ülkemizde ve Avrupa kıtasındaki ülkelerde 50 Hz iken ABD ve diğer bazı ülkelerde 60 Hz dir. Çevresel kaynaklı çok düşük frekanslı alanlar çok düşüktür. Dünya sağlık örgütü verilerine göre genel toplumun maruz kalacağı çok düşük frekanslı elektrik alan değerleri 5 ile 50 V/m aralığında ve manyetik alan değeri ise 10 ile 200 nT aralığındadır [12]. Galletegi ve ark gerçekleştirdikleri konut içi ölçümlerde ortalama elektrik alan değerini 1 ile 15 V/m arasında belirlerken 24 saat ağırlıklı çok düşük frekanslı manyetik alan değeri bir ev için 150 nT ölçülmüştür [9]. Grellier ve ark evdeki çok düşük frekanslı manyetik alanın Avrupa'da çeşitli ülkelerde değişmekle birlikte geometrik ortalamasının 25 ile 70 nT aralığında iken bu değer ABD'de ise 55 ile 110 nT aralığında olduğunu belirtmişlerdir. [13]. Bu çalışmada Ocak 2008- Nisan 2008 tarihleri arasında İzmir' de Bornova / Özkanlar Sağlık Ocağı ve Bayraklı Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması merkezi bölgesine kayıtlı 1 yaş altı çocuklar çoğunlukla yaşadıkları odada anlık olarak gerçekleştirilen ortalama elektrik alan değeri $6 \pm 0,29$ V/m ve ortalama manyetik alan değeri ise $108 \pm 0,76$ nT (geometrik ortalama 81 nT) olarak belirlenmiştir. Ölçüm değerlerimiz dünya sağlık örgütünün sınırları içinde olup literatürle de uyum içindedir.

Gajsek ve ark Avrupa'da 50 Hz ile 100 kHz aralığında düşük frekanslı elektromanyetik alan maruziyeti ile ilgili çalışmalarında ev içi ortamlarda bulunan bilgisayar, buzdolabı, televizyon, video, bulaşık makinesi gibi cihazlara yaklaşıldığında veya saç kurutma makinesi, elektrikli duş gibi cihazlar vücuda yaklaştırılınca maruz kalınan elektromanyetik alan değerlerinin mT mertebesine yükseldiğini belirtmişlerdir [14]. Bizim çalışmamızda ev içindeki elektrikle çalışan cihazlar olarak bu cihazların çoğu bulunmaktadır ve bebeklerin genellikle televizyonun olduğu oturma odalarında ya da birçok elektrikli cihazın aynı anda çalışabildiği odalarda gün boyunca bulundurulduğu gözlenmiştir.

Çok düşük frekanslı EM alanların kanser oluşumu ile ilgili istemeyen etkilerinin yanında diğer sistemleri tutan etkileri olduğunda bildirilmektedir. Özellikle erişkinlerde çok düşük frekanslı EM alan maruziyet değerinin 1600 nT (yani 1,6 µT) üzerine çıktığı durumlarda spontan düşük riskini arttırdığını gösteren araştırmaların yanısıra kış aylarında sıklıkla kullanılan ve elektrik akımının oluşturduğu ısı enerjisi ile çalışan elektrikli battaniye kullanımı ile spontan düşüklüklerin arasında da herhangi bir ilişki olmadığını bildiren araştırmalar da mevcuttur [15,16]. Özellikle erken yaştan itibaren çok düşük frekanslı elektromanyetik alana maruz kalan çocukların bilişsel fonksiyonları [17], alzheimer [18, 19] ve diabetes mellitus [20] gibi hastalıklar açısından risk altında oldukları kesin olarak bilimsel olarak kanıtlanmasa da birçok çalışmacı ısrarla elektromanyetik kirliliğin önlenmesi ve çocuk sağlığının uzun dönem sonuçlarının düşünülmesi gerektiği düşünerek çok merkezli çalışmalar yürütmektedir. Fakat ülkemizde çok düşük frekanslı EM alan maruziyet düzeylerinin bebek ve çocuk sağlığına etkileriyle ilgili yeterli araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile çocukluk yaş grubunda ev içi maruziyetin belirlenmesi ve dünyada benzer şekilde yapılan ölçümlerle karşılaştırma öngörülmüş olup ölçümler sonucu çok düşük frekanslı elektrik alan ve manyetik alan değerlerinin Avrupa değerlerine benzer olduğu saptanmıştır.

Ölçüm yapılan bölgelerin seçiminde sosyoekonomik farklılıklar ve bunun ölçüm sonuçları üzerinde olası etkisi öngörülmüştür. Elektromanyetik kirliliğin önemli bir kaynağı olduğu bilinen yüksek gerilim hattı, seçilen bölgelerde de mevcuttur. Ancak olguların seçimi bu kaynaklardan uzaklığa göre değil de öncelikle çocukluk yaş grubuna ait olması nedeniyle dağılım bu etkene yönelik yapılmamıştır. Aile hekimliğine geçiş sürecinde ulaşılabilen bu iki sağlık merkezi bölgesinde alınan sonuçlar değerlendirildiğinde çalışmanın başında da öngörüldüğü gibi anne ve baba eğitim düzeylerinin farklı olduğu saptanmıştır. Ancak sosyoekonomik düzeyin bir göstergesi olabilecek gelir-gider durumu, katılımcıların verdikleri bilgi doğrultusunda değerlendirilmiş olup herhangi bir fark görülmemiştir. Literatüre bakıldığında sosyoekonomik düzeyin yüksek ve dolayısı ile evlerin büyük olması sonucu elektromanyetik alan düzeylerinin daha düşük bulunduğunu gösteren çalışmalar karşımıza çıkmaktadır [21,22].

Anket formları ile ev özelliklerine ait bilgilerin toplanmasında literatürde sözü geçen bilgiler etkili olmuştur. Örneğin ölçümlerin yapıldığı merkezin duvardaki elektrik hattına uzaklığı, bina yapım yılı gibi özellikler elektrik tesisatının çok düşük frekanslı elektromanyetik alanı etkilediği yönündeki yayınlara dayanarak sorgulanmıştır. Japonya’ da yapılan bir çalışmada 124 odalı bir apartmanda, her odada 696 noktadan ölçüm yapılmış ve sonuçta zeminde ve oda köşelerinde sonuçlar yüksek bulunmuştur [19]. Bu nedenle yapılan sorgulama sonucu elde edilen bilgiler ışığında ölçüm noktasından elektrik hattına olan uzaklık ile anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Çocukluk dönemi kanserlerinde EMA maruziyeti ile sigara kullanımının birlikteliğinin hastalığın insidansını daha çok arttığı yönünde görüşler nedeniyle evde sigara içiminin de değişken olabileceği düşünülerek ailelerin sigara alışkanlıkları da sorgulanmıştır. Bu çalışmada ebeveynlerden herhangi birinin sigara içtiği evlerde çok düşük frekanslı elektrik ve manyetik alan ölçümleri arasında fark bulunmamıştır (elektrik alan için, p : 0,54; manyetik alan için p : 0,34).

Ev içinde elektromanyetik radyasyonun miktarının en önemli belirleyicileri olduğu düşünülen elektrikli ev aletleri, bina yılı, çevrede baz istasyonu ve trafo varlığı gibi değişkenlerle ilişkisi olarak ulaşılan sonuçlara bakıldığında (Tablo 3), ölçüm yapılan odanın sokakta bulunan en yakın trafo ünitesine mesafesi ile manyetik alan düzeyi arasında ters bir ilişki bulunmuştur. Ölçüm yapılan evlerin hiçbirinde bina içerisinde trafo bulunmadığı belirtilmiştir. Çalışma alanında sayıları fazla olmamakla birlikte Özkanlar bölgesinde kablosuz internet bağlantı cihazları 15 evde kullanılmaktayken, sosyoekonomik düzeyi daha düşük olması nedeniyle karşılaştırılan Bayraklı bölgesinde sadece 3 evde kullanıldığı görülmüştür. Bu teknolojinin çalışmada ölçümü yapılan düşük frekanslı elektromanyetik alan üzerine etkisi olmadığı bilinmekle birlikte genel elektromanyetik kirliliğe yol açtığı bilinen bir gerçektir. Bhatt ve ark 2,4-2,5 gigahertz ile çalışan kablosuz internet maruziyetinin çocuklara uzakta bir ortamdan geldiğinde bir sağlık problemi oluşturmayacağını belirtmişlerdir fakat kablosuz internet ünitelerinin yakınındaki çocukların etkilenimlerinin izlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir [23].

Draper ve ark [24] İngiltere’de gerçekleştirdikleri olgu-kontrol çalışmasında, yaklaşık 29000 kanserli çocuğun (9700 ü lösemi olgusu) arasında yapılan değerlendirmeler sonucu yüksel gerilim hattına 200 m yakınlıkta oturan olguların, 600 m den uzakta yaşayanlara göre artmış riske sahip olduğu (relatif risk 1,7) olduğu gösterilmiştir. Japonya’da yapılan bir olgu-kontrol çalışmasında ise çocukların yatak odalarında manyetik alan

düzeyleri akut myeloid lösemi tanılı olgularda 2600 nT ve akut lenfoblastik lösemi tanılı olgularda 4700 nT düzeyinde bulunmuştur ve bu değerler dünya sağlık örgütünün izin verdiği sınır değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı olarak yüksek olduğu belirlenmiştir [25, 12]. Kheifets ve ark. [26] yaptığı analizlerde birçok ülkede median etkilenimin düzeylerinin % 0,5-6,6 oranında 300 nT üzerinde ve % 0,5-3,3 oranında ise 400 nT üzerinde olduğu belirlenmişlerdir.. Çalışmaları sonucu ülkeler arasında kişisel ya da ev içi ölçüm çalışmalarının sonuçlarında farklılık belirlemedikleri için ölçüm biçiminin sonuçlara etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır. Kanıtlanan etkilenim düzeyi ile hastalık ilişkisi ve nedensel ilişkinin gösterilmesi için attributable fraction (AF) kavramı geliştirilmiştir. Kheifets ve ark göre AF oranı 100 nT 3,95 iken 400 nT ise 1,67 değerine düşmüştür. En düşük ve en yüksek değerleri kullanılarak etkilenimin % 50 oranında azaltıldığı hipotezinden yola çıkarak lösemi tanılı olgu sayısının ne kadar azaltılabileceği hesaplanmıştır.. Manyetik alan etkilenim ortalamaları % 80-90 oranında < 100 nT düzeyinde bulunmakla birlikte literatürde lösemi riskinde artış ile ilişkisi olduğu bilinen \geq 400 nT düzeylerinin ise ortalama %1-4 arasında saptandığı gösterilmiştir [26].

Ankara'da yüksek gerilim hattı çevresinde bulunan evlerde yapılan bir çalışmada yüksek gerilim hattı altında ölçülen ortalama EM alan değeri 1200 nT düzeyinde bulunmuştur [27]. Bu çalışmada yüksek gerilim hatlarına yakın evlerde EM alan ortalaması 910 ± 98 nT, en düşük değer 10 nT, en yüksek değer ise 3440 nT olarak saptanırken uzaktaki evlerde ise ortalama 150 ± 99 nT, en düşük değer 10 nT, en yüksek değer ise 430 nT olarak belirlenmiştir [27]. Ayrıca EM alan düzeyinin 400 nT ve üzerinde ölçüldüğü evlerde yaşayan erişkinlere uygulanan ankette, depresyon, sersemlik hali ve yorgunluk gibi belirtilerin yüksek gerilim hattından yakın bölgelerde yaşayanlardan anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur [27].

Sırav ve ark ise İstanbul / Avcılar'da zemin katında 1000 kVA'lık trafo bulunan apartmanın birinci katındaki dairede oluşturduğu EM alan değerini ölçmüşler ve ölçümler sonucu çok düşük frekanslı manyetik alan değerini mutfakta 6293 nT çocuk odasında 4206 nT, holde 2425 nT, yatak odasında 2202 nT, banyoda 1791 nT, oturma odasında 809 nT ve misafir odasında 634 nT olarak belirlenmişler iken çok düşük frekanslı elektrik alan değerlerinin ise 4-7 V/m aralığında değiştiği gözlenmiştir [28]. Sonuçta Sırav ve ark tarafından ölçüm yapılan dairede çok düşük frekanslı manyetik alan değerleri Dünya Sağlık Örgütü'nce açıklanan ve IARC tarafından lösemi eşiği olarak tanımlanan değerlerin çok üzerinde bulunmuştur [12]. Bizim çalışmamızda evlerin bodrum katında veya çok yakınında trafo bulunmadığı için benzer sonuçlar gözlenmemiştir.

Ülkemizde Bursa'da Nilüfer Belediye'sinin yürüttüğü bir araştırmada ise 154 kV ve 380 kV gerilimli yüksek gerilim hatlarının çevresindeki EM alan seviyesi genel olarak limitlerin altında kalsa da birçok noktada limitleri aşmakta veya limitlere yakın seviyelerde saptanmıştır [29]. Bizim çalışmamızda ölçüm yaptığımız konutlar yüksek gerilim hatlarına gerekli güvenlik sınırı uzağında bulunmakta olduğundan elektromanyetik alan ölçümlerinde farklılığa rastlanmamıştır.

Evcı ve ark is kuaför salonlarında saç kurutma makinelerinin gibi elektrikli cihazların kullanıldığı ortamda gereçlerden 90 cm uzaklıkta elektrik alan ortalamasının $98,8$ V/m, manyetik alan ortalamasının ise 500 nT düzeylere ulaştığını göstermiştir [30]. Bu sonuçlar, Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği düzeylerin üstünde olup, özellikle işyeri çalışanları ve kullanıcılar üzerindeki kümülatif etkileri ciddiye alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da ev içindeki elektrikli cihazlardan kaynaklanan kümülatif etki oluşabileceği düşünülmelidir.

SONUÇ

Çalışmamızda İzmir'de iki farklı gelişmişlik düzeyi bulunan sağlık merkezi bölgesinde evde bakılan, bir yaş altındaki çocukların yaşam alanlarında çok düşük frekanslı elektrik ve manyetik alan düzeyleri saptanmıştır ($6 \pm 0,29$ V/m ve 81 nT). Bu oranlardan elektrik alan ortalaması Dünya Sağlık Örgütü'nün öngördüğü 5 V/m ve 200 nT değerlerinin altında olduğu saptanmıştır fakat ölçülen anlık manyetik alan değerlerinin dağılımda farklılıklar göze çarpmakta olup 400 nT kadar çıkan ölçüm sonuçlarına rastlanmıştır Bu çalışma Türkiye'de çocuk yaş grubunun etkilenimini araştıran ilk epidemiyolojik çalışmadır ve bu yönden önem taşımaktadır. Ölçüm sonuçlarını değerlendirdiğimizde birçok çalışmada özellikle çocukluk çağında lösemi riskini arttırdığı belirtilen değerlerin altında olsa da gelişmiş ülkelerde bulunan düzeylerin üst sınırındadır. Ülkemizde bu konudaki yasal düzenlemeler yetersiz ve denetimlerin sınırlı olması nedeniyle elektromanyetik alan etkilenimin düzeyi net olarak bilinmemektedir ve kontrol altında tutulmamaktadır. Bu durum, yasa yapıcıların ve sağlık

otoritelerinin bu riski azaltmak için elektromanyetik kirlilik ve bu çerçevede çevre sağlığı konusuna daha fazla önem vermesi gerektiğini düşündürmektedir. Ayrıca sağlık çalışanlarının da bu konuda bilgi edinmesi ve dolayısı ile çocukların maruz kaldığı elektromanyetik radyasyon riskini azaltmak için onların yaşam alanını oluşturan aileleri bilgilendirmesi ve eğitim vermesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1) Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol.* 1979 Mar;109(3):273-84.
- 2) Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Childhood Leukemia-EMF Study Group. Epidemiology* 2000; 11 624–634.
- 3) Repacholi M. Concern that “EMF” magnetic fields from power lines cause cancer. *Science of the Total Environment* 2012; 426:454-458.
- 4) Grellier J, Ravazzani P, Cardis E. Potential health impacts of residential exposures to extremely low frequency magnetic fields in Europe. *Environment International* 2014; 62: 55-63.
- 5) Polk C, Postow E (Ed.) *Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields.* Boca Raton: CRC. 1998.
- 6) Ke X Q, Sun W J, Lu D Q, Y.T.Fu, H.Chiang. 50-Hz magnetic field induces EGF-receptor clustering and activates RAS. *Int J Radiat.Biol* 2008;84(5):413-420
- 7) Frank A.L, Stein L. *Nonionising radiation, Maxcy Rosenau-Last, Public Health and Preventive Medicine,* Wallace R B. Ed 14, Stamford, 1998;526-535
- 8) Bearer CF. *Environmental health hazards: How children are different from adults. The future of children* 1995; 5 (2) 11-26.
- 9) Gallastegi M, Jimenez-Zabala A, Santa-Marina L, Aurrekoetxea JJ, Ayerdi M, Ibarluzea J, Kromhout H, Gonzalez J, Huss A. Exposure to extremely low and intermediate frequency magnetic and electric fields among children from INMA-Gipuzkoa cohort. *Environmental Research* 2017; 157: 190-197.
- 10) Eskelinen T, Keinaenen J, Salonen H, Juutilainen J. Use of Spot Measurements for Assessing Residential ELF Magnetic Field Exposure: A Validity Study. *Bioelectromagnetics,* 2002;23:173-176.
- 11) Kaune W.T. Assessing Human Exposure to Power-Frequency Electric and Magnetic Fields. *Environmental Health Perspectives Supplement* 1993;101:121-133.
- 12) WHO World Health Organization. *Environmental health criteria 238. Extremely low frequency fields.* 2007, Geneva, Switzerland.
- 13) Grellier J, Ravazzani P, Cardis E. Potential health impacts of residential exposures to extremely low frequency magnetic fields in Europe. *Environmental international,* 2014; 62: 55-63.
- 14) Gajšek P, Ravazzani P, Grellier J, Samaras T, Bakos J, Thuróczy G. Review of Studies Concerning Electromagnetic Field (EMF) Exposure Assessment in Europe:Low Frequency Fields (50 Hz–100 kHz). *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2016**; 13: 875-888.
- 15) Lee GM, Neutra RR, Hristoval L, Yost M, Hiatt RA. A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. *Epidemiology* 2002; 13: 21-31.
- 16) Lee GM, Neutra RR, Hristova L The use of electric bed heaters and the risk of clinically recognized spontaneous abortion. *Epidemiology* 2000; 11(4):406-415.
- 17) Maria F. Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden. Review Non-Cancer EMF Effects Related to Children *Bioelectromagnetics Supplement* 2005;7:69-74.
- 18) Sobel E, Davabipour Z. Electromagnetic field exposure may cause increased production of amyloid beta and eventually lead to Alzheimer’s disease. *Neurology* 1996; 47:1594-1600.
- 19) Moriyama K, Yoshitomi K. Apartment Electrical Wiring: A Cause of Extremely Low Frequency Magnetic Field Exposure in Residential Areas. *Bioelectromagnetics* 2005;26:238-241
- 20) Havas M, Dirty Electricity Elevates Blood Sugar Among Electrically Sensitive Diabetics and May Explain Brittle Diabetes, *Electromagnetic Biology and Medicine* 2008;27:135- 146.

- 21) Jones TL, Shih CH, Thurston DH. Residential wire code associations and implications for case-control study bias. In: Blank M, editor. Electricity and magnetism in biology and medicine. San Francisco Press. San Francisco:1993.
- 22) Gurney JG, Davis S, Schwarz SM. Childhood cancer occurrence in relation to power line configurations: a study of potential selection bias in case-control studies *Epidemiology* 1995;6:31-35.
- 23) Bhatt CR, Abramson MJ, Benke G. Wi-Fi radiation exposures to children in kindergartens and schools – results should lessen parental concerns. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 2017; 41(6): 647-648.
- 24) Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *BMJ* 2005;330;1-5
- 25) Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y ve ark. Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan, *International Journal of Cancer*, 2006;119:643-650
- 26) Kheifets L, Afifi A, Shimkhada R. Public Health Impact of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields. *Environmental Health Perspectives* 2006; 114:1532-1536
- 27) Vaizoğlu SA, Yüksek Gerilim Hatlarına ve Diğer faktörlere bağlı düşük frekanslı elektromanyetik kirlilik durumu ve bazı sağlık etkilerinin belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Halk Sağlığı Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara 2001
- 28) Sırav B, Sezgin G, Seyhan N. Extremely low frequency magnetic fields of transformers & possible biological and health effects. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2014; 33(4):302-306.
- 29) Nilüfer Belediyesi (http://cevre.nilufer.bel.tr/pdf_doc/EMKRaporu2.pdf- 10.04.2009)
- 30) Evcı E.D, Bilgi M.D, Akgör S, Zencirci SG, Ergin F, Beser E. Measurement of selected indoor physical environmental factors in hairdresser salons in a Turkish City; *Environ Monit Assess* 2007; 134:471–477.