



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Yüksek gerilim hattına yakın evlerde elektromanyetik alan düzeyleri ve semptom varlığı

Electromagnetic field levels in houses close to high power line and symptoms

Cavit Işık Yavuz¹, M. Müsenna Arslanyılmaz², Songül Acar Vaizoğlu³, Can Keskin¹,
Ramazan Öngöre⁴, Çağatay Güler¹

¹Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, Turkey

²Yozgat Toplum Sağlığı Merkezi, Yozgat, Turkey

³Yakın Doğu Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Lefkoşa, K.K.T.C

⁴Çayyolu Elektromanyetik Kirlilikten Korunma Derneği, Ankara, Turkey

Cukurova Medical Journal 2019;44(4):263-271.

Abstract

Purpose: The aim of this study was to determine the level of electromagnetic fields in houses and the symptoms of residents near high power lines.

Materials and Methods: For this purpose, in this descriptive study, electromagnetic fields levels were measured in 74 residences close to high power lines and some symptoms of 141 adults living in these houses were evaluated with a questionnaire.

Results: Electromagnetic field average in homes was $2,18 \pm 1,25$ mG and 41,9 of them were between first and third floor. The balconies of the houses had the highest electromagnetic field averages. 50,4% of the participants were male and 66,4% were over 50 years old. There was a statistically significant and negative correlation between the electromagnetic field level in the houses and the distance to the high voltage line. No significant difference was found between the frequency of the symptoms and total number of symptoms and the level of electromagnetic field measured at home.

Conclusion: Electromagnetic fields cause various health concerns and studies about health impacts should be increased. The results of this descriptive study show that different evaluation approaches will be useful.

Keywords: electromagnetic fields, high power line, health.

Öz

Amaç: Bu çalışmanın amacı yüksek gerilim hattı yakınında bulunan evlerde elektromanyetik alan düzeylerinin ve bu evlerde yaşayanlarda bazı semptomların varlığının belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Bu amaçla bu tanımlayıcı çalışmada Ankara'da, yakınında yüksek gerilim hattı bulunan 74 evde ve evin bulunduğu binanın çevresinde elektromanyetik alan ölçümü yapılmış ve bu evlerde yaşayan 18 yaş üstü 141 kişiye sağlık durumlarının ve semptomların değerlendirildiği bir anket uygulanmıştır.

Bulgular: Evlerde elektromanyetik alan ortalaması $2,18 \pm 1,25$ mG olarak saptanmıştır, %41,9'u 1-3. kattadır. Evlerin balkonları elektromanyetik alan ortalamalarının en fazla olduğu alanlar olmuştur. Katılımcıların %50,4'ü erkek, %66,4'ü 50 yaş üstündeydi. Evlerdeki elektromanyetik alan düzeyi ile yüksek gerilim hattına uzaklık arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir korelasyon belirlenmiştir. Sorgulanan semptom sıklığı ve toplam semptom sayısı ile evde ölçülen elektromanyetik alan düzeyleri arasında anlamlı farklılık bulunamadı.

Sonuç: Elektromanyetik alanlar sağlıkla ilgili çeşitli endişelere neden olmaktadır. Bu alanda sağlık etkileri ile ilgili çalışmalar artırılmalıdır. Bu tanımlayıcı çalışmanın sonuçları farklı değerlendirme yaklaşımlarının ortaya konulmasının yararlı olacağını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: elektromanyetik alan, yüksek gerilim hattı, sağlık

GİRİŞ

Sağlık etkileri ile ilgili endişe kaynağı olmasına ve bu endişe ile ilgili giderek artan kanıtlar ortaya çıkmasına karşılık elektromanyetik alanların (EMA) başta kanser olmak üzere sağlık etkilerini ortaya koyma çabası güçlüklerle doludur¹. Cep telefonlarının kullanımının artması ve kullanıcı yaşının düşmesi konuyu daha çok bu ekseninde gündeme getirmesine karşın elektromanyetik alanların geniş spektrumu farklı spektrumlarda farklı sağlık etkileri ile ilgili tartışmaları da beraberinde getirmektedir.

Elektromanyetik alan etki spektrumu içerisinde yer alan çok düşük frekanslı elektromanyetik alanlar (3–300 Hz) da günlük yaşamın bir parçası olarak gerek elektrik gerekse de manyetik etkileri nedeniyle sağlık açısından endişeye neden olabilen bir konudur. Özellikle çocuk sağlığı açısından potansiyel sağlık etkileri temel endişe kaynaklarıdır². Çok düşük frekanslı elektromanyetik alan grubunda yer alan yüksek gerilim hatları (YGH) da sağlık etkileri açısından birçok çalışmanın konusu olmuştur. Bunlar arasında çocukluk dönemi lösemileri, beyin tümörleri, Alzheimer ve non-spesifik sağlık yakınmaları (baş ağrısı gibi), depresyon gibi sağlık etkileri ile ilgili çalışmalar dikkati çekmektedir³. Buna karşılık Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), çok düşük frekanslı elektromanyetik alanların sağlık risk değerlendirmesindeki bilimsel bilgi düzeyinin geliştirilmesini ve sağlık etkilerini daha anlaşılır kılmayı öncelikli araştırma alanları arasında saymaktadır⁴.

Çok düşük frekanslı elektromanyetik alanlar sağlık etkileri ile ilgili en önemli endişelerden biri çocukluk çağı lösemileridir. DSÖ çok düşük frekanslı elektromanyetik alanlar ve lösemi arasında güçlü nedensel kanıtlar bulunmadığını ancak bu endişelerin yersiz olmadığına dair de güçlü kanıtlar bulunduğunu belirterek konuya dikkat çekmiştir⁵. Bu süreçte önemli bir gelişme de 2002 yılında Uluslararası Kanser Ajansı'nın (International Agency for Research on Cancer/IARC) çocukluk çağı lösemileri için çok düşük frekanslı elektromanyetik alanları "olası karsinojen" (2B) olarak sınıflandırmasıdır².

Yüksek gerilim hatlarının dâhil olduğu çok düşük frekanslı elektromanyetik alanların genel sağlık etkileri ve etkiledikleri vücut sistemleri konusunda birçok başlık sayılmıştır. Bunlar arasında nörodavranışsal etkiler, nöroendokrin sistem, nörodegeneratif bozukluklar, kardiyovasküler

bozukluklar, immunolojik ve hematolojik sorunlar, üreme sistemi ve gelişim sorunları ve kanser sayılabilir⁶. Ek olarak özellikle non spesifik sağlık sorunları da sıklıkla rapor edilmekte ve genel popülasyonda %1,5-%13,4 arasında halsizlik/bitkinlik ve konsantrasyon problemleri görüldüğü bildirilmektedir³.

Bu çalışmada yüksek gerilim hattı yakınında bulunan evlerdeki elektromanyetik alan düzeyleri ve bu evlerde yaşayanların semptomları değerlendirilmiş ve evin yüksek gerilim hattına uzaklığına göre semptom sıklığını değişip değişmediği araştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma tanımlayıcı tipte bir araştırmadır. Araştırma verileri 15 Ağustos – 30 Kasım 2013 tarihleri arasında Ankara'nın bir semtinde YGH'nin 100 m çevresinde bulunan ve evinde ölçüm yapılmasını kabul eden toplam 74 evde toplanmıştır. Ölçümlerin yapıldığı evler bir sivil toplum kuruluşunun üyeleri arasında gönüllülüğe dayalı olarak belirlenmiştir. Araştırmada tümü apartman dairesi olan 74 evde EMA ölçümü yapılmış ve bu evlerde yaşayan tüm 18 yaş üstü bireylere (141 kişiye) sağlık durumlarının değerlendirildiği bir anket uygulanmıştır. Ölçümler için ölçüm sırasında evde bulunan hane üyesinden ve anket uygulanan kişilerden gerekli sözlü izin alınmıştır. Araştırmayla ilgili Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nda izin 26.06.2013 tarih ve GO 13/379-11 No'lu kararı ile alınmıştır.

Ölçümler EMA ölçümü için bileşke radyasyon ölçen Triaxial ELF Magnetic Field Meter Model 4090 cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ev dışı ölçümler, araştırmaya katılmayı kabul eden evlerin bulunduğu apartmanın dışında, apartmanın 4 köşesinden 1 m uzaklıkta ve yerden yaklaşık 90 cm yükseklikte yapılmıştır. Bu 4 ölçümün ortalaması alınarak o apartmanın EMA değeri saptanmıştır⁷. Evin YGH'na olan uzaklığı araştırmacılar tarafından YGH'nin eve en yakın olduğu yerden uzaklık olarak belirlenmiş ve metre olarak ifade edilmiştir. Evin YGH'ye uzaklığı, YGH'nin apartmana en yakın kısmının yer hizası alınarak ve aradaki mesafe parçalara bölünerek ölçülmüştür. Ev içinde yapılan ölçümlerin tamamı yerden 90 cm yükseklikten ve duvarın 30 cm uzağından yapılmıştır. Evde ölçümler, lambaların yanmadığı gündüz saatlerinde, her odada (banyo ve tuvalet hariç) ışıklar kapalı iken ve kapatılması mümkün olan elektrikli araç-gereçler kapalı durumda

iken yapılmıştır. Her bir bölümde bölümün giriş kapısının sağ tarafı izlenerek duvarlar boyunca kapının sağ tarafından başlayarak 1,5-2 m aralıklarla duvardan 30 cm içerden ve yerden 90 cm yükseklikten ve evin her bölümünün orta noktasından ölçüm yapılmıştır⁷. Her bir bölümün elektromanyetik alanı, ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Evde yapılan ölçümlerin tamamının aritmetik ortalaması alınarak, evin ortalama EMA düzeyi belirlenmiştir. Ölçümler çalışmaya katılan araştırmacılar tarafından yapılmış ve ölçümlerin kaydedildiği ve evle ilgili bazı bilgilerin sorulduğu bir veri toplama formu kullanılmıştır. Ölçüm yapılan evlerin tamamı apartman dairesidir. Araştırmada tanımlanan değişken semptom varlığı, tanımlayan değişkenler ise yaş, cins, sosyoekonomik durum, evin elektromanyetik alan ölçüm değeri, YGH'ye uzaklığıdır. Araştırmada semptomlar dörtlü Likert tipi (Hiç/hafif/orta/aşırı) sorular ile sorulmuş ve sonrasında var/yok biçiminde gruplanmıştır.

İstatistiksel analiz

İstatistik analizler IBM SPSS ver. 23,0 istatistik paket programı ile yapılmış, analizlerde kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki kare, sürekli değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesinde normal dağılım analizi yapılarak Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Karşılaştırmalarda anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR

Ölçüm yapılan evler ile ilgili bazı özellikler Tablo 1'de sunulmuştur. Evlerin üçte birinde dört ve daha fazla kişi yaşamakta ve %47,5'i, 10 yıldan uzun süredir ölçüm yapılan evde yaşamaktadır. Evlerde EMA değerleri incelendiğinde evlerin ortalama EMA değerinin 2,18 mG olduğu izlenmektedir. Evin bulunduğu binanın YGH'ye olan uzaklığı 15-100 metre arasında değişmektedir ve bina dışı ortalama EMA değeri 2,8 mG'dir (Tablo 2).

Tablo 1. Ölçüm yapılan evler ve yaşayanlar ile ilgili bazı özellikler (Ankara, 2013)

Evin bulunduğu kat (n=74)	Sayı	%
Zemin kat	6	8.1
1-3 kat	31	41.9
4-6 kat	16	21.6
7.kat ve üstü	21	28.4
Evde yaşayan kişi sayısı (n=139)		
1-3 kişi	99	71.2
4 ve daha fazla	40	28.8
Evde yaşam süresi (yıl) (n=141)		
5 yıldan az	39	27.7
6-10 yıl	35	24.8
11 yıl ve üstü	67	47.5

Tablo 2. Ölçüm yapılan evlerle ilgili bazı EMF verileri (Ankara, 2013)

n=74	Ortalama (SS)	%95 Güven aralığı	Median	Minimum	Maksimum
Evin yüksek gerilim hattına uzaklığı (m)	38.62 (25.42)	32.83-44.41	32.50	15.00	100.00
Odalarda ölçülen maksimum EMA değeri (mG)	3.93 (2.57)	3.34-4.52	3.25	0.50	16.60
Odalarda ölçülen minimum EMA değeri (mG)	1.47 (0.86)	1.15-1.54	1.50	0.10	3.80
Evin ortalama EMA değeri (mG)	2.18 (1.25)	2.54-3.14	2.15	0.28	5.72
Evin bulunduğu binanın dış EMA değeri(mG)	2.84 (1.31)		3.02	0.30	4.52

SS: Standart sapma EMA: Elektromanyetik alan değeri mG: Mili Gauss

Evlerin bölümlerine göre EMA değerleri Tablo 3'te izlenmektedir. Evlerde ölçümlerin en yüksek olduğu bölüm balkonlar olmuştur. Evlerin yüksek gerilim hattına yakınlığına göre evdeki elektromanyetik alan değerleri sınır değere göre değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde artış göstermektedir. Buna göre YGH'ye 30 metre ve daha yakın olan evlerde 2 mG'nin (Ulusal Radyasyon Korunma ve Ölçüm Konseyi sınır değeri) üstünde bulunan ev EMA ölçüm değerine sahip ev yüzdesi

%83,8'dir ve daha uzak evlerden istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksektir (Tablo 4). Ayrıca ölçüm yapılan evin ortama EMA değeri ile YGH'ye uzaklık ($r = -0,60, p=0,001$) ve evin bulunduğu binanın dışındaki EMA değeri ile YGH'ye uzaklık arasında ($r = -0,70, p=0,001$) negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı korelasyon saptanmıştır, evin bulunduğu kat ile EMA değeri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı korelasyon yoktur (Tabloda gösterilmedi).

Tablo 3. Elektromanyetik alan ölçümü yapılan evlerin bölümlerine göre elektromanyetik alan değerlerinin bazı yaygınlık özellikleri (Ankara, 2013)

Evin bölümü	Ort±SS (mG)	1. Çeyrek 25% (mG)	3. Çeyrek 75% (mG)	Ortanca (mG)	Minimum-Maksimum değer (mG)
Giriş	2.1±1.8	1.2	2.7	1.9	0.3-14
Salon	2.1±1.5	1.0	2.7	2.0	0.3-7
Giriş hol	2.1±1.4	1.1	2.9	2.0	0.3-8.2
Mutfak	2.1±1.1	1.2	3.0	2.1	0.3-5.4
Koridor	2.0±1.1	1.0	2.6	2.0	0.2-5.8
Oda 1	2.2±1.4	1.2	2.9	2.1	0.2-7.3
Oda 2	2.3±1.5	1.0	2.8	2.1	0.2-7.7
Oda3	2.2±1.5	1.0	3.0	2.1	0.2-7
Oda4	1.8±0.7	1.4	2.1	2.0	0.3-2.8
Balkon	2.5±1.5	1.2	3.0	2.3	0.2-7
Ev dışında	2.8±1.3	1.5	4.2	3.0	0.3-4.5
Ev ortalama	2.2±1.3	1.1	2.8	2.2	0.3-5.7

SS: Standart sapma EMA: Elektromanyetik alan değeri mG: Mili Gauss

Tablo 4. Elektromanyetik alan ölçümü yapılan evlerin yüksek gerilim hatlarına göre uzaklıklarına göre ölçüm değerlerinin sınır değere göre karşılaştırılması (Ankara, 2013)

YGH'ya uzaklık (m)	≤2 mG		>2 mG		Toplam		p
	Sayı	Yüzde*	Sayı	Yüzde*	Sayı	Yüzde*	
≤30	6	16.2	31	83.8	37	100.0	<0.001
>30	26	74.3	9	25.7	35	100.0	

*Sütun yüzdesi

Tablo 5. Ölçüm yapılan evlerde yaşayanların bazı sosyodemografik özellikleri (Ankara, 2013)

Özellik	Sayı	%
Cinsiyet (n=141)		
Erkek	71	50.4
Kadın	70	49.6
Yaş grubu (n=137)		
25 yaş altı	4	2.9
26-49 yaş	42	30.7
50-64 yaş	56	40.9
65 yaş üstü	35	25.5
Eğitim (n=140)		
Ortaokul ve altı	16	11.4
Lise	26	18.6
Üniversite	98	70.0
Çocuk (n=141) (var)	119	84.4
Çalışma durumu (n=141)		
Çalışıyor	50	35.5
Çalışmıyor	91	64.5
Algılanan sağlık (Son onbeş günde sağlığını algılama) (n=141)		
Mükemmel	7	5.0
İyi	60	42.6
Orta	57	40.4
Kötü	16	11.3
Çok kötü	1	0.7
Sağlıkla ilgili sorunu (n=130) (var)	81	57.4
Doktor tanımlı hastalık (n=133) (var)	86	61.0

Ölçüm yapılan evlerde yaşayan bazı sosyodemografik özellikleri Tablo 5’de izlenmektedir. Ölçüm yapılan evlerde yaşayanların semptom/yakınma varlığına

göre ev EMA ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 6’de sunulmaktadır. Semptom sorularına verilen yanıt oranının düşük olduğu izlenmektedir.

Tablo 6. Evinde EMA ölçümü yapılanların seçilmiş yakınmalarına göre ölçülen elektromanyetik alan düzeyinin sınır değerle karşılaştırılması (Ankara, 2013)

Yakınma**	≤2 mG		>2 mG		Ki kare testi
	Sayı	Yüzde*	Sayı	Yüzde*	p değeri
Doktor tarafından tanısı konmuş hastalık varlığı (n:70)	20	44.4	25	55.6	0.78
Ciltte Lekelenme (n:67)	16	55.2	13	44.8	0.20
His kaybı (n:62)	3	21.4	11	78.6	0.06
Ciltte Yanma(n:59)	6	54.5	5	45.5	0.60
Ciltte Kuruluk (n:64)	21	45.7	25	54.3	0.93
Ciltte karıncalanma(n:62)	15	50.0	15	50.0	0.62
Ciltte kaşıntı(n:63)	17	53.1	15	46.9	0.25
Baş ağrısı(n:69)	27	50.0	27	50.0	0.11
Başta ağırlık hissi(n:64)	18	45.0	22	55.0	0.48
Başta sıcaklık hissi(n:61)	10	50.0	10	50.0	0.79
Baş dönmesi(n:62)	12	41.4	17	58.6	0.30
Uyku bozukluğu(n:67)	19	41.3	27	58.7	0.63
Gerginlik, sinirlilik(n:63)	24	43.6	31	56.4	-
Depresif hissetme(n:67)	18	38.3	29	61.7	0.21
Kendini işe vermekte zorlanma(n:67)	16	42.1	22	57.9	0.43
Çarpıntı(n:66)	14	42.4	19	57.6	0.62
Kulak çınlaması(n:66)	15	44.1	19	55.9	0.46
İşitme kaybı(n:65)	8	32.0	17	68.0	0.07
Kulakta ağrı(n:64)	6	37.5	10	62.5	0.31
Kulakta basınç hissi(n:64)	12	44.4	15	55.6	0.59
Tat alma problemi (n:66)	4	40.0	6	60.0	-
Koku alma problemi(n:66)	6	37.5	10	62.5	0.46
Gözlerde yanma-ağrı(n:66)	18	45.0	22	55.0	0.69
İshal-kabızlık(n:65)	14	45.2	17	54.8	0.69
Bulantı-kusma(n:64)	5	35.7	9	64.3	0.34
Kuru öksürük(n:67)	15	44.1	19	55.9	0.72
Nefes darlığı(n:68)	9	37.5	15	62.5	0.32
Boğazda kuruluk(n:67)	20	45.5	24	54.5	0.85
Alerji(n:62)	9	52.9	8	47.1	0.66
Sırt ağrısı(n:68)	22	44.0	28	56.0	0.66
Eklemler ağrısı(n:66)	21	42.0	29	58.0	0.32
Mide yanması(n:67)	16	42.1	22	57.9	0.43

* Yüzde değerler, evinde ölçüm yapılan ve soruya cevap veren toplam kişi sayısı üzerinden hesaplanmıştır.

Tablo 7. Evinde EMA ölçümü yapılanların semptom sayılarına göre ölçülen elektromanyetik alan düzeyi ve evin uzaklığının karşılaştırılması (Ankara, 2013)

Semptom sayısı	≤2 mG	>2 mG	Toplam	Chi-square	p
	Sayı(%)	Sayı(%)	Sayı(%)	2.73	0.099
≤5	7(21.9)	25(78.1)	32(100.0)		
≥6	41(37.6)	68(62.4)	109(100.0)		
Toplam	48(34.0)	93(66.0)	141(100.0)		
	≤30 m	> 30m			
≤5	21(65.6)	11(34.4)	32(100)	3.51	0.061
≥6	51(46.8)	58(53.2)	109(100)		
Toplam	72(51.1)	69(48.9)	141(100)		

Araştırma kapsamında sorulan semptom/yakınmaların toplam sayısı karşılaştırıldığında da ortalama semptom sayısı ve evin uzaklığı açısından EMA değerlerinin 2 mG üstü ve altında olan evler arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık (Tablo 7) ve korelasyon bulunmamıştır.

TARTIŞMA

Bu araştırmada yüksek gerilim hattı yakınında bulunan evlerde elektromanyetik alan ölçümü yapılmış ve bu evlerde yaşayanlar bazı semptomların varlığı açısından değerlendirilmiştir. Ölçüm yapılan evler YGH'ye en fazla 100 metre uzaklıktadır. Ölçüm yapılan evlerde elektromanyetik alan ortalaması evlerde izin verilen sınır değer olan 2 mG'un üzerinde bulunmuştur (2,2±1,3). Ankara'da bir başka semtte yapılan araştırmada YGH'na yakın olan evlerde ortalama EMA 9,1 mG olarak bulunmuştur. Ölçüm değerleri 1,0-34,4 mG arasında değişmektedir⁷. Bu farklılık diğer semtte bulunan evlerin yaklaşık üçte ikisinin hatta 20 metreden yakın olmasına bağlanmıştır. Bizim araştırmamızda bu uzaklıktaki evler daha azdır ve araştırmaya katılanların yaklaşık %32'si yüksek gerilim hattına 20 metre ve daha yakında oturmaktadır. Uzaklık evdeki alan ölçüm değerlerini de etkileyen önemli bir parametredir ve çalışmamızdaki evlerin yüksek gerilim hattına uzaklığı ölçüm ortalamalarını etkileyen bir faktör olarak değerlendirilebilir. Gerek yakın mesafe olarak tanımlanabilecek uzaklıkta ve gerekse de toplamda ölçüm yapılan ev sayısının az olması çalışma sonuçlarının çıkarımlarını etkilemektedir. Tanımlayıcı olan bu çalışma, durum saptama anlamında yararlı veriler ortaya koymaya çalışmaktadır.

Çalışmamızda ölçüm yapılan evdeki ölçüm değerleri ve bina dışındaki ölçüm değerleri ve yüksek gerilim hattına uzaklık arasında orta kuvvette ve negatif bir korelasyon saptanmıştır ve bu korelasyon istatistiksel olarak anlamlıdır (Sırasıyla $r = -0,60$ ve $r = -0,70$). Mesafenin geniş bir aralıkta dağılması korelasyonun orta düzeyde gerçekleşmesine neden olan bir faktör olarak dikkati çekmektedir. Bursa'nın Nilüfer İlçesi'nde yapılan ölçümlerde de yüksek gerilim hattı çevresindeki konutların birçoğunda limit değerlerin aşıldığı ya da değerlerin limit değere çok yakın olduğu tespit edilmiştir⁸. Diyarbakır'da yapılan bir çalışmada da yüksek gerilim hattının yakınındaki yaşam alanlarında yüksek elektrik alan değerleri tespit edilmiş ve bu alanların "ivedi olarak" düzeltilmesi önerilmiştir⁹. Manisa'da yapılan ve şehrin genel elektromanyetik alan kirliliğinin belirlenmesini

amaçlayan bir çalışmada ise sınır değerlerin aşılmadığı belirlenmiş ve sürekli ölçüm ve denetim sistemlerinden yararlanılması ve sonuçların kamuoyu ile paylaşılması gereği üzerinde durulmuştur¹⁰. Bu çalışmalarda dikkati çeken ölçüm ve değerlendirmelerin farklı elektromanyetik alan frekanslarını kapsayabilmeleridir. Elektromanyetik alan değerlendirmeleri ile araştırmaları içeren ilgili halk sağlığı tezleri de bulunmaktadır. Bunlardan Vaizoglu YGH'ye yakın ve uzak evlerde ölçümler yaparak bu evlerde yaşayanlarda sağlık sorunlarını değerlendirmiş, Balcı ilkokullarda EMA kirliliğini araştırmış, Boylubay çocuklarda lösemi, lenfoma ve primer santral sinir sistemi tümörleri ile bu tanıyı alan çocukların yaşadıkları evlerdeki EMA düzeyi ilişkisini incelemiş, benzer bir çerçevede Aysin de çocukluk lösemileriyle EMA arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye çalışmıştır^{11,12,13,14}. Bu çalışmalar neden sonuç ilişkisini ortaya koymayan, tanımlayıcı özellikte çalışmalar olarak dikkati çekmekte ve bu alana ilişkin bilgi sunmaktadır.

Çalışmamızda evlerde en yüksek EMA değerlerinin bulunduğu alanlar balkonlar olmuştur. Balkon alanları elektromanyetik dalgaların evlere sızdığı alanlar olarak belirtilmektedir. Elektromanyetik dalgalar beton vb inşaat malzemeleri gibi çeşitli materyaller tarafından belirli oranlarda absorbe edilebilmekte, yansıtılabilmekte ya da bu malzemeler bir tür kalkan işlevi görebilmektedir. Balkonlar ve pencereler ise evin içine doğrudan elektromanyetik alanların sızabildiği alanlardır¹⁵. Bu açıdan çalışmamızda balkonlarda daha yüksek çıkan değerler bu durumla ilişkilidir ve doğrudan elektromanyetik alanların etkilenimini göstermektedir. Bu açıdan evlerde balkon ve pencerelerin bulunduğu odalar ve bireylerin bu odalardaki geçirdiği süre maruz kalım açısından daha ayrıntılı değerlendirmeler gerektiren bir başlık olabilir.

Evlerdeki elektromanyetik alan kaynakları arasında gündelik hayatta sıkça kullanılan birçok elektrikli cihazlar da bulunmaktadır. Yüksek gerilim hattı ile farklı frekanslarda yer alan bu elektromanyetik alan kaynakları ile ilgili olarak da çeşitli çalışmalar vardır ve bu çalışmalardan bazıları hem evin içindeki hem de dışındaki elektromanyetik alan kaynaklarının birlikte etki gösterebileceğine ve etkinin yoğunluğunu arttırabileceğine işaret etmektedirler⁸. Bu çalışmada ev içi kaynaklar değerlendirilmemiş ancak materyal metot bölümünde açıklandığı gibi ölçümler sırasında elektrikli cihazların ve kabloların etkilerini minimize etmek için uygun bir ölçüm yöntemi belirlenmiştir.

EMA'ların sağlık etkileri konusunda giderek yoğunlaşan endişeler, bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç doğurmaktadır. Buna karşılık az sayıda çalışma sağlık sorunlarına odaklanmaktadır. Yapılan bir çalışmada başağrısı gibi semptomların YGH'ye yakınlıkla arttığına işaret edilirken bazı çalışmalarda ilişki bulunamamıştır³. EMA'larla ilgili araştırmalarda semptomlar çeşitli başlıklarda sorgulanmaktadır. Bunlar arasında somatik yakınmalar, kognitif yakınmalara, psikososyal durum, genel sağlık algısı yer almaktadır. Çalışmaların dikkat çekici bir özelliği, çevresel etkenler ve EMA'lar ile ilgili algıların da değerlendirilmesidir³. Nörodejeneratif bozuklukları YGH'ye yakınlıkları irdeleyen bir başka çalışmada ise anlamlı bir risk artışı bulunmamıştır¹⁶. Bu çalışma YGH'ye yakın yerleşimli evlerde yaşayanlarda bazı semptomların varlığını araştırmakta ve bu konudaki az sayıda araştırmaya katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Çalışmamızda YGH'ya uzaklıkla evdeki ölçülen EMA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir korelasyon olmasına karşılık semptom varlığı ile anlamlı ilişkiler saptanamamıştır. Buna göre EMA ölçüm ortalaması 2 mG'un üzerinde olan evlerde yaşayanlarla 2 mG'un altında yaşayanlar arasında sorgulanan semptomların varlığı farklılık göstermemektedir. Çalışmada benzeri bir biçimde son 15 gündeki sağlık algısı arasında da farklılık yoktur. Bu bulgular semptom varlığının evin YGH'ye yakınlığı ile değişmediğini düşündürmekle birlikte etkili diğer faktörleri de göz ardı etmemek gerekmektedir. Ölçüm yapılan evlerin tamamı apartman dairesi ve yarıya yakını dördüncü kat ve üzerinde, yaklaşık üçte biri ise 7.kat ve üstündedir. Çalışmaya alınan evlerin %71,2'sinde üç ve daha az kişi yaşamaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde evin konumu ve YGH'ye bakan oda sayısı, evdeki yaşayan kişi sayısı, bu kişilerin evde geçirdikleri süre ve bu sürelerde daha çok bulunan odaların konumu çalışma sonuçlarına etki eden faktörler olarak sıralanabilir.

Semptom varlığı 1 mG sınır değeri alınarak da incelenmiş ve yukarıda belirtilen çerçevede anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Semptom varlığı ve elektromanyetik alan ilişkisini etkileyen birçok karıştırıcı faktör sıralanabilir. Gerek semptomların özgül olmaması gerekse kişilerin ev dışı alanlarda, işyerinde farklı etkenlerle karşılaşmaları, psikososyal durum, mevsimsel özellikler gibi birçok faktör etkili olabilir. Elektromanyetik alan etkileniminde doz yanıt ilişkisini etkileyen çok faktör bulunmaktadır¹⁶.

Katılımcıların yarıya yakını ölçüm yapılan evlerde 11 yıldan uzun süredir yaşadığını belirtmiştir. Bu süre maruz kalım süresi açısından uzun bir süre olarak değerlendirilebilir. Katılımcıların yaş dağılımı incelendiğinde %66,4'ünün 50 yaş üstü olduğu ve %65'inin çalışmadığı görülmektedir. Çalışmanın semptom sorgulaması ve bu semptomlarla ilgili standart ölçekler kullanılmaması özellikle bu yaş grubunda bir diğer kısıtlılık olarak ifade edilebilir. Bunun yanında YGH'ye yakınlık kriterinin EMA'ya maruz kalmanın kaba bir göstergesi olduğu, YGH'nin faz özellikleri gibi teknik bazı özelliklerinin maruz kalımı etkileyebileceği de unutulmamalıdır¹⁶. Bu çalışmada ölçüm yapılan evlerin yakınından geçen hatların teknik özellikleri saptanamamıştır. Maruz kalınan doz açısından önemli olan bu durum çalışma sonuçlarına farklı başlıklarda etkiler gösterebilir.

Bilindiği gibi elektromanyetik alanlarla tetiklenen bazı semptomlara dayalı olarak "elektromanyetik hipersensitivite" terimi kullanılmakta ve bu semptomlar bir grup non-spesifik belirti grubu olarak belirtilmektedir. Bu belirtilerin elektromanyetik alan varlığı ve bu elektromanyetik alanlara yol açan nedenlerle (mobil telefonlar, baz istasyonları, yüksek gerilim hatları vb) ilişkisinin gösterilmesi yöntemsel güçlükler içermekte ve sistematik derlemelerin bazılarında bu konuda güçlü kanıtlar elde edilemediği vurgulanmaktadır¹⁷. Son yıllarda "elektromanyetik hipersensitivite" terimi yerine "idiyopatik çevresel intolerans" teriminin kullanıldığı izlenmektedir. Bu yeni terim bireylerin daha çok EMA ile ilişkilendirdikleri belirtilerdir¹⁸. Sorgulanan belirtilerin non-spesifik olması ve başka birçok farklı durum ve sorunla ilişkili ortaya çıkabilmesi, hafıza faktörü, kişinin psikososyal durumu ve koşulları gibi birçok faktör etkili olabilir.

Bu çalışmada da evdeki ortalama elektromanyetik alan değerleriyle hem sorgulanan semptom varlığı hem de toplam semptom sayısı ilişkili çıkmamıştır. Ayrıntılı maruz kalım değerlendirmeleriyle farklı sonuçlar elde edilebileceği ve çoklu maruz kalımların karıştırıcı etkileri unutulmamalıdır. Çalışmamızın önemli bir kısıtlılığı ölçüm yapılan ev sayısının azlığıdır. Olanaklar ölçüsünde ancak 74 evde ölçüm gerçekleştirilebilmiş ve bu evlerde yaşayan 141 kişiye ulaşılabilmıştır. Semptom sayısı ile YGH'ye uzaklıkla ilgili istatistik testler örnek hacmini artırılması ile arada istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanabileceğini düşündürmektedir. Evlerde yapılan ölçümlerle ilgili kısıtlılıklar olduğu da göz önüne alınmalıdır. Evin ortalama ölçüm değerinin tüm

ölçümlerin ortalaması olarak alınması, odaların YGH'ye farklı yönlerden yakınlığı ya da uzaklığı ölçüm sonuçlarını etkileyen bir unsur olabilir. Semptom varlığını sorgulayan sorulara yanıt oranının düşük oluşu çalışmanın önemli bir sınırlılığını oluşturmaktadır. Bu semptomların farklı yakınmalar nedeniyle olabilmesi, standart bir değerlendirme çerçevesi içermemesi, genel belirtiler olması ve subjektif oluşu da diğer sınırlılıklar olarak sayılabilir. Ayrıca semptom sorgulama sırasında kişinin bu semptomu kendisinde olup olmadığını ayırt edememesi, ard arda sıralanan semptom sorularına yanıt vermektan kaçınılmasının yanıt oranını düşürmesi gibi faktörler de söz konusu olmuş olabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada YGH'ye mesafe ile evde ölçülen ortalama EMA anlamlı olarak pozitif yönde bir korelasyon gösterirken araştırılan semptomların varlığı konusunda evde ölçülen EMA ortalamalarıyla anlamlı bir ilişki saptanamamıştır. Tanımlayıcı bir araştırma olması kısıtlılığına rağmen bu çalışmada semptom sorgulama dışında farklı değerlendirme çerçevelerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yazar Katkıları: Çalışma konsepti/Tasarımı: SAV, MMA, CIY, CK, ÇÇ; Veri toplama: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Veri analizi ve yorumlama: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Yazı taslağı: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; İçerğin eleştirel incelenmesi: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Son onay ve sorumluluk: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Teknik ve malzeme desteği: -; Süpervizyon: SAV; Fon sağlama (mevcut ise): yok.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Teşekkür: Çalışmanın yürütülmesi sırasında organizasyonel katkılan ve destekleri nedeniyle Prof. Dr. Celal Bayrak'a teşekkür ederiz.

Author Contributions: Concept/Design : SAV, MMA, CIY, CK, ÇÇ; Data acquisition: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Data analysis and interpretation: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Drafting manuscript: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Critical revision of manuscript: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Final approval and accountability: CIY, MMA, SAV, CK, RÖ, ÇÇ; Technical or material support: -; Supervision: SAV; Securing funding (if available): n/a.

Informed Consent: Written consent was obtained from the participants.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support

Acknowledgement: We would like to thank Prof. Celal Bayrak for his organizational contributions and support during study.

KAYNAKLAR

- Miah T, Kamat D. Current understanding of the health effects of electromagnetic fields. *Pediatr Ann.* 2017;46:e172-4.
- Migault L, Piel C, Carles C, Delva F, Lacourt A, Cardis E et al. Maternal cumulative exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and pregnancy outcomes in the Elfe cohort. *Environ Int.* 2018;112:165-73.
- Porsius JT, Claassen L, Smid T, Woudenberg F, Petric KJ, Timmermans DRM. Symptom reporting after the introduction of a new high-voltage power line: Aprospective field study. *Environ Res.* 2015;138:112-7.
- World Health Organization. Extremely Low Frequency Fields, Spain, World Health Organization, 2007.
- Porsius JT, Claassen L, Smid T, Woudenberg F, Timmermans DRM. Health responses to a new high-voltage power line route: design of a quasi-experimental prospective field study in the Netherlands. *BMC Public Health.* 2014;14:237
- World Health Organization. Extremely low frequency fields. http://www.who.int/peh-emf/publications/Comple DEC_2007.pdf?ua=1 (accessed Dec 2018).
- Vaizoğlu SA, Güler Ç, Akın L, Tekbas ÖF. Measurement of power frequency magnetic fields due to a high voltage power-line in apartments in Ankara. *J of Environ Protect and Ecology.* 2005;6:305-13.
- Kartal Z. Nilüfer'de Elektromanyetik Alan Kirliliği Ölleme Çalışmaları. In: *Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri.* (Ed A Türkkan): 44-48. Bursa, Nilüfer Belediyesi, 2012.
- Cansız M, Kurt MB, Çelik AR. Diyarbakır il merkezinde düşük frekanslı elektrik ve manyetik alan ölçümleri ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi. EMANET 2013 Elektromanyetik Alanlar ve Etkileri Sempozyumu Kitabı. 8-9 Kasım 2013, İstanbul: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, 2013;419-21.
- Ata R, Deligöz O, Arkan E. Manisa merkezi elektromanyetik alan haritasının çıkartılması ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi. *CBÜ Fen Bil Dergi.* 2016;12:67-74.
- Vaizoğlu SA. Yüksek gerilim hatlarına ve diğer faktörlere bağlı düşük frekanslı elektromanyetik kirlilik durumunun belirlenmesi ve bazı sağlık etkilerinin belirlenmesi (Doktora tezi). Ankara, Hacettepe Üniversitesi, 2001.
- Balcı K. Edirne merkez ilçede bulunan ilkokullarda elektromanyetik kirlilik (Uzmanlık tezi). Edirne, Trakya Üniversitesi, 2017.
- Boylubay Ö. Antalya'da lösemi, lenfoma ve primer santral sinir sistemi tümörü tanısı alan çocukların yaşadıkları konutlardaki elektromanyetik alan düzeyi ile bu kanserlerin ilişkisi (Uzmanlık tezi). Antalya, Akdeniz Üniversitesi, 2016.
- Aysin M. Çocukluk çağı lösemileri ile elektromanyetik alan arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi (Uzmanlık tezi). İzmir, Ege Üniversitesi, 2014.
- Fu T, Chen Y, Han L, Qin Q. Preliminary report on the indoor electromagnetic radiation in a municipality of western P.R. China: Up-to-now still within the range. *J Electromagnetic Anal App.* 2012;4:199-205.
- Frei P, Poulsen AH, Mezei G, Pedersen C, Salem LC, Johansen C et al. Residential distance to high-voltage

- power lines and risk of neurodegenerative diseases: a Danish population-based case-control study. *Am J Epidemiol.* 2013;177:970–8.
17. Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S. Electromagnetic hypersensitivity: a systematic review of provocation studies. *Psychosom Med.* 2005;67:224-32.
 18. Eltiti S, Wallace D, Russo R, Fox E. Symptom presentation in idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields: evidence for a nocebo effect based on data re-analyzed from two previous provocation studies. *Front Psychol.* 2018;9:1563.