

The Effects of Electromagnetic Field on Pregnancy

Süleyman GÜVEN¹, Cavit KART², Emine Seda GÜVENDAĞ GÜVEN³

¹Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey

²Ardahan Military Hospital, Ardahan, Turkey

³Etlik Women's Health Training and Research Hospital, IVF Unit, Ankara, Turkey

Received 12 February 2007; received in revised form 14 April 2007; accepted 14 April 2007;
published online 30 November 2007

Abstract

The aim of this study was to discuss the impact of electromagnetic field (EMF) on pregnancy under the light of current literature findings. Magnetic fields are ubiquitous in the modern society, and concerns have been expressed regarding possible adverse effects on pregnancy of these exposures. Although research on EMF fields has been performed for more than two decades, and the methodology and quality of studies have improved over time, there are still inadequate data for reproductive outcomes of affected mothers. Human data reviewed concern the potential pregnancy effects (mainly spontaneous abortions, low birthweight, preterm delivery, intrauterine growth restriction and congenital malformations) of exposure to sources of EMFs; maternal residence, electrically heated beds, occupational exposure (mainly video display terminals), and medical exposures. The available epidemiologic studies all have limitations that prevent to draw clearcut conclusions on the effects of EMFs on human reproduction. Although there are few case control studies reporting the association of adverse pregnancy outcomes and EMF exposure, most cohort and case-control studies have failed to show such risks. In conclusion, pregnant women should be aware of EMF sources, be informed about such harmful effects on pregnancy and keep her away of such sources as possible, although the risk is low and under debate.

Keywords: electromagnetic field, pregnancy, abortion, congenital anomaly, intrauterine growth restriction

Özet

Elektromanyetik Alanın Gebelik Üzerine Etkileri

Bu yazıdaki temel amaç, yaşadığımız çevredeki düşük frekanslı elektromanyetik alanın (0-300Hz) (EMF: electromagnetic field) gebelik üzerine olan etkilerini güncel literatür bilgileri ışığında özetlemektir. Modern yaşamda manyetik alan maruziyeti kaçınılmaz olup, gebelikte maruziyet ile olası zararlı etkiler konusunda birçok çalışma sonucu yayımlanmıştır. EMF maruziyetinin gebelikte olası zararlı etkileri ile ilgili araştırmalarda son 20 yılda artış olması ve araştırmalarda yöntem ve kalitenin giderek düzelme kaydetmesine karşın, etkilenen gebelerdeki olası zararlar ile ilgili güncel bilgiler hâlâ yetersizdir. İnsan çalışmalarından elde edilen verilere göre; yaşadığı çevre, elektrikle ısıtılan yatak, çalıştığı işyeri (özellikle bilgisayar monitörleri) veya tıbbi tedavi cihazı kaynaklı EMF'nin gebelik üzerine olası zararlı etkileri (özellikle spontan abortus, düşük doğum ağırlığı, preterm doğum, intrauterin büyüme kısıtlılığı ve konjenital anomaliler olmak üzere) vardır. Var olan epidemiyolojik araştırmalar, EMF'nin insan üreme sistemine zararlı etkileri konusunda kesin sonuca varmak için yeterli bilgi birikimi düzeyinde değildir. EMF maruziyeti ve kötü gebelik sonuçları ile ilgili pozitif ilişki bildiren az sayıda vaka-kontrol çalışmasına karşın, birçok vaka-kontrol ve kohort çalışmasında bu tür pozitif ilişki gösterilememiştir. Sonuç olarak, olası zararlı etki, riski düşük ve tartışmalı olmasına karşın, gebe kadın olası elektromanyetik alan kaynakları ve bunların gebelikteki zararlı etkileri konusunda bilgilendirilmeli ve gebelikte mümkün olduğunca bu kaynaklardan uzak durmalıdır.

Anahtar sözcükler: elektromanyetik alan, gebelik, abortus, konjenital anomali, intrauterin gelişme kısıtlılığı

Giriş

Hayatımızın her alanına giren elektrik, beraberinde getirdiği birçok faydasının yanında etrafında oluşturduğu elektroman-

yetik alanlar (EMF: electromagnetic field) nedeni ile organizmaya gizli zararlar da vermektedir. On dokuzuncu yüzyıl sonlarında fizikçi Maxwell (elektrik teorisinin kurucusu), akımın geçişi için gerekli olan elektrik alanının yanında bu geçiş esnasında yaratılan manyetik bir alan bulunduğunu gösterdiğinde elektromanyetizm kavramı ortaya atılmış oldu.

Doğal ve birçok yapay kaynak elektromanyetik enerjiyi elektromanyetik dalgalar halinde yayar. Bu dalgalar elektiriksel ve manyetik titreşim (frekans) alanlarından oluşur.

Corresponding Author: Dr. Süleyman Güven
Tunalı Hilmi Cad, 7/3, 06660 Ankara, Türkiye
Phone : +90 312 419 49 16
GSM : +90 505 681 74 28
Fax : +90 312 432 24 15
E-mail : drsuleymanguven@yahoo.com

Bu titreşim alanları; bitki, hayvan ve insan hücreleri gibi biyolojik sistemleri çeşitli şekillerde etkilemektedir. Elektromanyetik dalganın biyolojik sistemlere olan etkisinin bir kısmını alanın gücü ve bir kısmını da fotonun enerjisi belirler. Düşük frekanslı elektromanyetik dalgalar “Elektromanyetik Alanlar” ve yüksek frekanslı dalgalar ise “Elektromanyetik Radyasyon” olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca, elektromanyetik dalgalar frekans ve enerjilerine göre “İyonlaştıran Radyasyon” (Nükleer Radyasyon) veya “İyonlaştırmayan Radyasyon” (Elektromanyetik Radyasyon) diye ikiye ayrılır.

İyonlaştıran radyasyon, yüksek frekanslı enerjisi oldukça yüksek olan ve iyonizasyon (pozitif veya negatif elektrik yüklü atom veya molekül parçacıklarının oluşturulması) meydana getiren nükleer radyasyondur (röntgen-gama ışınması). Bunlar atom bağlarını kopararak hücrelerdeki moleküllerin parçalanmasına neden olur. İyonlaştıran radyasyona karşı, iyonlaştırmayan radyasyonun biyolojik sistemlere olan etkisi belirsizdir. İyonlaştırmayan radyasyon 0-300 GHz frekansında statik ve zamansal değişimli elektrik ve manyetik alanları içerir. Bu alanlar; statik (0 Hz), ekstrem alçak frekans (EMF, 0-300 Hz) ve yüksek frekans alanları (HF, 300 Hz-300 GHz) olmak üzere üç grupta incelenebilir.

İyonlaştırmayan radyasyonun biyolojik etki mekanizması temelde iki tiptir. 1) Termal olmayan etki; gelen dalganın alan şiddeti yeterince küçükse ısı oluşmaz. 2) Termal etki; cismin elektromanyetik dalgayla etkileşmesinde, artan molekül hareket ve sürtünmeden dolayı sistemde ısı artışından “termal etki” ortaya çıkar (1).

Bu yazıdaki temel amaç, yaşadığımız çevredeki düşük frekanslı elektromanyetik alanın (0-300 Hz) gebelik üzerine olan etkilerini güncel literatür bilgileri ışığında özetlemektir.

Elektromanyetik alan kaynakları

Elektrik güç iletim hatları, elektrik güç dağıtım hatları ve ev aletleri (klimalar mikserler, saatler, elektrikli battaniyeler, elektrikli karıştırıcılar, elektrikli traş makineleri floresan lambalar, saç kurutma makineleri, ısıtma sistemleri, mikrodalga fırınlar, portatif elektrikli ısıtıcılar, güç aletleri, buzdolapları, televizyonlar, tost makineleri, vakumlu temizleyiciler, ev içerisinde bulunan elektrik tertibatı ve elektrik devresi kutuları vb.), televizyon vericileri, tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda kaynaklar arasında radarlar, mobil telefonlar, radyo, kapı-el tipi metal dedektör vb. kaynaklar, elektronik alan kaynaklarıdır. Bunun yanında hemen hemen her evde bulunan bilgisayar monitörleri önemli EMF kaynağıdır (1).

Elektromanyetik alan limitleri

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda birçok ülkede oluşturulan standart ve sınır değerlerin yanı sıra uluslararası standartlar ve sınır değerler de vardır. Uluslararası alanda ICNIRP (International Commission on Non-

Ionizing Radiation Protection: Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi) tarafından belirlenen sınır değerler birçok Avrupa ülkesinde ve dünyanın farklı ülkelerinde en yaygın kabul gören değerler arasındadır. ICNIRP, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından resmen tanınan bağımsız bir araştırma kuruluşudur (3).

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda oluşturulmuş sınır değerler frekansa göre değişiklik gösterir. Manyetik alanlar (B) T (Tesla) ($1 \mu T = 10 \text{ mG}$) olarak ölçülür ve ifade edilir. ICNIRP kılavuzunda 0.82-65 kHz frekans aralığında manyetik alanlara mesleki maruziyet limiti için referans değer 307 mG olarak önerilmiştir. Genel halk sağlığı açısından 0.8-150 kHz frekans aralığında manyetik alanlara maruziyet limiti için referans değer 62.5 mG olarak önerilmiştir (3).

Gebelik üzerine etkileri

1980’lerde yapılan laboratuvar çalışmalarında düşük manyetik alanların (yaklaşık $1 \mu T$ [10 mG]) civiv embriyogenezi üzerine kötü etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (4). Ek olarak, video görüntü terminali (monitör, TV ekranı vb.) kullananlar arasında kötü gebelik sonuçlarının rapor edilmesi ve yayımlanmış epidemiyolojik verilerde annenin elektrikli battaniye veya su yatakları kullanmasının fetal gelişimi etkilediği gösterilmiştir. Daha sonra üreme sağlığı üzerine EMF maruziyetinin etkilerini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır (5). Yaşadığımız çevredeki düşük frekanslı elektromanyetik alanın (0-300 Hz) temel olarak spontan abortus, konjenital anomaliler, düşük doğum ağırlığı ve preterm doğum ile ilişkili olduğuna dair tartışmalı yayınlar mevcuttur (1). Spontan abortus, konjenital anomaliler, düşük doğum ağırlığı, preterm doğum, intrauterin gelişme kısıtlılığı, konjenital anomali risklerini araştıran seçilmiş bazı yayınların sonuçları Tablo 1-4’te özetlenmiştir.

Üreme sağlığı ile ilgili olarak, elektromanyetik alanlara ev ortamında maruziyeti inceleyen çalışmalarda, ya genel ev ortamındaki manyetik alanlar ya da ısıtılan su yatakları, elektrikli battaniyeler ve tavandan ısıtmalı sistemler gibi manyetik alanlar oluşturan spesifik kaynaklar incelenmiştir (5).

Genel ev ortamındaki maruziyetle ilgili olarak, üreme sağlığında değişik son noktaları değerlendiren birçok çalışma yapılmıştır. Spontan abortusla ilgili olarak gönüllülerin evlerinin ön kapısındaki yüksek yoğunluklu manyetik alanın ölçüldüğü Finlandiya “work and fertility” kohort çalışmasında 5 kat artış saptanmıştır (≤ 10 vakaya ve sadece sigara içme durumuna göre eşleştirilmiş gruplara dayanarak) (6). Bununla beraber, daha sonra Savitz ve Anath (7) ile Belanger ve arkadaşlarının (8) yaptığı çalışmalarda, spontan abortusta risk artışı saptanmamıştır. Ancak Belanger ve arkadaşlarının (8) yaptığı çalışmada, erken gebelik döneminde elektrikli battaniye kullanımının spontan abortus oranını bir miktar artırabileceği de bildirilmiştir.

Tablo 1. Gebelikte manyetik alan maruziyeti ve spontan abortus riski ilişkisini araştıran seçilmiş kohort/vaka-kontrol çalışmaları sonuçları

Yazar	Toplam vaka-kontrol sayısı	Düşük haftası	Olasılık oranı (OO)	%95 Güven aralığı
Wertheimer 1989 ^[11]	-	<20 hafta	1.0	0.7-1.4
Schnorr 1991 ^[21]	882	<25 hafta	0.93	0.63-1.38
Roman 1992 ^[30]	150/297	<21 hafta	0.9	0.6-1.5
Juutilainen 1993 ^[6]	89/102	Erken gebelik dönemi	5.1	1.0-25
Savitz 1994 ^[7]	-	-	0.7	0.3-1.8
Belangar 1998 ^[8]	2 967	<16 hafta	1.8	1.1-3.1
Lee 2000 ^[16]	524	<20 hafta	0.5	0.3-1.0
Lee 2002 ^[28]	177/550	<20 hafta	1.0	0.5-2.1

Tablo 2. Gebelikte manyetik alan maruziyeti ve konjenital anomali ilişkisini araştıran seçilmiş kohort/vaka-kontrol çalışmaları sonuçları

Yazar	Toplam vaka-kontrol sayısı	Olasılık oranı (OO)	%95 Güven aralığı
Kurppa 1985 ^[31]	490	0.9	0.6-1.2
Goldhaber 1988 ^[32]	1 583	1.4	2.7-1.7
Tikkanen 1990 ^[33]	500/1055	1.4	0.5-3.8
Milunsky 1992 ^[34]	23 491	1.6	0.9-2.9
Li 1995 ^[13]	-	4.4	0.9-22.7
Robert 1996 ^[9]	-	0.95	0.45-2.3
Tornqvist 1998 ^[35]	-	1.59	0.43-1.48
Blaasaas 2004 ^[24]	-	1.73*	0.26-11.64
		1.54**	0.89-268

*Hidrosefali, **Konjenital kalp hastalıkları için ayrı OO verilmiştir.

Tablo 3. Gebelikte manyetik alan maruziyeti ve düşük doğum ağırlıklı bebek riski ilişkisini araştıran seçilmiş kohort/vaka-kontrol çalışmaları sonuçları

Yazar	Doğum ağırlığı (gr)	Olasılık oranı (OO)	%95 Güven aralığı
Ericson 1986 ^[36]	<1500	1.3	0.8-2.0
Ericson 1986 ^[36]	<2500	1.0	0.8-1.2
Wertheimer 1986 ^[10]	<2500	1.1	-
Nurminen 1988 ^[37]	<2500	1.1	0.5-2.3
Windham 1990 ^[38]	<1500	1.4	0.8-2.5
Savitz 1994 ^[7]	<2500	2.6	1.2-6.5
Bracken 1995 ^[15]	<2500	0.6	0.3-1.1
Grajewski 1997 ^[22]	<2800	1.4	0.7-2.6
Tornqvist 1998 ^[35]	<2500	0.8	0.5-1.1

Tablo 4. Gebelikte manyetik alan maruziyeti ve intrauterin gelişme kısıtlılığı/preterm doğum ilişkisini araştıran seçilmiş kohort/vaka-kontrol çalışmaları sonuçları

Yazar	Toplam vaka-kontrol sayısı	Olasılık oranı (OO)	%95 Güven aralığı
Preterm doğum			
Nurminen 1988 ^[37]	1 475	1.2	0.5-2.7
Grajewski 1997 ^[22]	2 340	0.7	0.3-1.4
Savitz 1994 ^[7]	-	1.5	0.7-3.0
Intrauterin gelişme kısıtlılığı			
Windham 1990 ^[38]	-	1.6	0.9-2.9
Bracken 1995 ^[15]	2 967	1.2	0.8-1.8

Çocukluk çağı kanserleri ile ilgili yapılan vaka-kontrol çalışmalarının sonuçlarında, manyetik alan yoğunluğu 2 mG'den daha fazla olan evlerde yaşayan gebelerin diğerlerinden daha fazla spontan abortusa maruz kaldığı da bulunmuştur. Bu araştırmada da, az vaka sayısı ve tasarım kısıtlılıkları sonuçların güvenilirliğini zayıflatmaktadır (7). New Haven, Connecticut'ta yaklaşık 3000 kadının incelendiği benzer bir prospektif çalışmada, intrauterin büyüme kısıtlılığı ve spontan abortus, maternal yaşam alanlarında bulunan yüksek ve düşük gerilim hattı içeren elektrik kablo hatları ile ilişkili bulunmamıştır (8). Bu çalışmada ayrıca, yüksek ev ortamındaki EMF maruziyeti ile ilişkili olarak düşük doğum ağırlığı veya erken doğum riskinde de artış bulunmamıştır. Bu arada güneybatı Fransa'da sonuç olarak doğum defektlerini inceleme amacı olan, yüksek voltaj hatlarının 100 m yakınında yaşayan kadınların çocuklarında konjenital anomali riskinin artıp artmadığının incelendiği bir çalışma yapılmıştır ve bu çalışmada böyle bir risk artışı saptanmamıştır (9). Bunun temel nedenini de, oldukça az sayıda hastanın yüksek gerilim hatlarının 25 m yakınında (gerçekte daha fazla EMF maruziyeti olan) yaşamakta olmasına bağlamışlardır.

Wertheimer ve Leeper (10), maternal elektrikle ısıtılan yatak kullanımı ile kötü gebelik sonuçları arasındaki ilişkiyi daha spesifik bir şekilde ilk kez ortaya koymuştur. Denver'da yapılan bir araştırmada, ısıtmalı yatak kullanan ve kullanmayan vakalarda mevsimsel abortus ve fetal büyüme paternleri incelenmiştir ve daha çok sayıda düşük doğum ağırlıklı bebeğe yaz aylarına oranla kış aylarında gebe kaldığı saptanmıştır. Bununla beraber, bu araştırmada tartışılan temel konu, ısı etkisinin EMF etkisinden ayırt edilemeyeceğidir. Ayrıca, tavandan ısıtmalı sistemlerle spontan abortusların mevsimsel olarak meydana gelmesi arasında benzer bir ilişki bulunmuştur (11). Bu veriler, doğum ve abortusların yanlı olarak sınıflandırılması ve maruziyet olmayan grupta konjenital malformasyon oranının oldukça düşük olması sebebiyle eleştirilmiştir.

Daha sonra, elektrikle ısıtılan yatakların etkilerini inceleyen 4 vaka-kontrol çalışması sonuçları rapor edilmiştir. New York State konjenital malformasyon kayıtlarında tanımlanan nöral tüp ve yarı damak-dudak defektleri ile prekonsepsiyonel elektrikli battaniye veya ısıtmalı yataklar arasında bir ilişki saptanmamıştır (12). Benzer bir çalışmada, kromozomal anormalliği olmayan konjenital üriner sistem anormalliği olan vakalar, Washington doğum defektleri kayıtları yoluyla tanımlandı ve prenatal elektrikli battaniye veya ısıtmalı yatak kullanımı ile ilişkili risk hesaplandı. Vaka grubu ile kontrol grubu arasında risk artışı saptanmaz iken, infertilite olgularının olduğu altgrubta risk artış saptandı. Kontroller ve vakalar arasında düşük yanıt oranlarının olması ve altgrup analizinde az sayıda (beş) maruziyeti olan olgunun olması bu verilerin de güvenilirliğine gölge düşürmüştür (13). Yakın zamanda yapılan iki vaka-kontrol çalışmasında, perikonsepsiyonel elektrikli battaniye, yatak ısıtıcıları ve ısıtmalı su yatakları kullanımı ile nöral tüp defekti ve orofasiyal yarık

meydana gelme riski analiz edilmiştir. California'nın değişik kentsel alanlarındaki kliniklerin otopsi ve ultrasonografi dahil medikal kayıtlarını baz alan çalışmada, elektrikle ısıtılan yatakların kullanım süresi ve yüksek frekansı ile ilişkili olarak artmış defekt riski saptanmamıştır (14).

Konu ile ilgili iki prospektif çalışma sonuçları da yayımlanmıştır. Birinde, elektrikle ısıtılan yatak kullanan New Haven bölgesindeki merkezlerde tedavi alan yaklaşık 3000 kadın değerlendirildi. Elektrikle ısıtılan yatak kullanımı ile düşük doğum ağırlığı ve intrauterin büyüme kısıtlılığı arasında ilişki saptanmamıştır. Konsepsiyonda elektrikli battaniye kullanımı spontan abortusla hafif ilişkili olmasına rağmen, ısıtmalı yataklar ile ilişki saptanmamıştır. Hiçbir doz-yanıt ölçümü abortus riski artışı ile ilişkili bulunmamıştır (15). Beş binden daha fazla kadını içeren diğer çalışmada, elektrikli yatak ısıtıcıları kullananlarda kullanmayanlara oranla spontan abortus oranı daha az bulunmuştur ve kullanım sıklığının artmasıyla risk artışı saptanmamıştır (16).

Üreme sistemi etkilerini değerlendirmek için maternal manyetik alan maruziyeti ile ilgili olarak video görüntü terminallerinde (VDT: video display terminal) çalışan gebe kadınlar incelenmiştir (17,18). Bununla beraber, birçok VDT operatörünün maruz kaldığı manyetik alan (özellikle modern VDT) genel çevrede maruz kalımdan daha fazla değildir. Bu yüzden, artmış EMF maruziyetinin artmış üreme sağlığı sonuçları ile ilişkili olduğu hipotezi, mantıken EMF maruziyetinin kaynağı VDT'lerin olduğu çalışmalarla test edilemez. Bununla beraber, bugüne kadar olan çalışmalarda stres ve diğer işle ilişkili faktörler gibi muhtemel eşlik eden faktörler genel olarak incelenmemiştir. Bu problemlere rağmen, VDT operatörlerinin manyetik alan maruziyeti terminalde çalışmaları sürenin değerlendirilmesi ile hesaplanır (18) ve VDT kullanımının gebe kadınlar üzerine muhtemelen zararlı olduğu sorusuna cevap arayan bir düzineden fazla çalışmada etkinin tutarlı kanıtları mevcut değildir (17-20). Bu tür çalışmaların çok azında VDT'lerden yayılan manyetik alan; sırasıyla ABD'de ve Finlandiya'da yapılan çalışmalarda direkt olarak ölçülmüştür. İlk çalışmalarda, gebeliğin ilk trimesterinde olan ve VDT kullanan telefon operatörlerinde spontan abortus (21), düşük doğum ağırlığı ve prematür doğum riskinde (22) artış gösterilememiştir. Diğer bir çalışmada; 1975 ile 1985 yılları arasında Finlandiya'da sekreter olarak çalışan, ulusal gebelik veritabanından seçilen kadınlarda VDT'lerin kullanımı ile ilişkili olarak spontan abortus riskinde artış saptanmamıştır; ancak, oldukça fazla maruziyeti olan altgrupta ergonomik faktörler ve mental stres gibi faktör etkileri dışlandıktan sonra abortusta 3 kat risk artışı olduğu da gösterilmiştir (23). Bu çalışmada, hem VDT kullanımında hem de mental stres için muhtemel hafıza biasları bulunmaktadır, vakaların ve kontrollerin cevap oranları oldukça düşüktür. Ayrıca, bu çalışmada VDT kullananların %5-10'u yüksek maruziyet grubunda idi.

Blaasaas ve arkadaşlarının çalışmalarına göre EMF maruziyeti; tüm merkezi sinir sistemi anomalileri, hidrosefali, anensefali, spina bifida, kalp anomalileri, solunum sistemi anomalileri, özofageal defektler ve *pes equinovarus* ilişkili olabilir. Anomalilerde istatistiksel anlamlı risk artışı gösterilemezken, sadece hidrosefali ve kalp anomalilerinin olası risk artışı oluşturabileceği rapor edilmiştir (24,25). Bir başka güncel deneysel araştırma sonuçlarına göre de, EMF maruziyeti, minör iskelet sistemi anomalilerinde artış yapabilir (26).

Güncel bir çalışma sonucuna göre, tek seferlik manyetik alan maruziyetinin gebelik kaybı ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Manyetik alan maruziyeti ve gebelik kayıpları ile ilgili toplum bazlı prospektif kohort çalışmada, ortalama manyetik alan seviyesi ile düşük riski arasında ilişki gözlenmezken, 16 mG limiti ve üzerindeki maksimum manyetik alan maruziyeti ile artmış düşük riski arasında ilişki saptanmış olup, bu oran 1.8 (%95 GA: 1.2-2.7) olarak bulunmuştur. Erken gebeliklerde ve daha önce gebelik kaybı olan yatkın gebelerde ilişki daha güçlü bulunmuştur (27). Li ve arkadaşlarının (27) çalışmasında sınır 16 mG alınmış, Lee ve arkadaşlarının (28) çalışmasında ise sınır 14 mG alınmış olup; her iki çalışmada bu değerlerin üzerindeki manyetik alana tek seferde maruziyet ile erken gebelik kaybı arasında ilişki saptanmıştır.

Sonuç

Düşük düzey EMF maruziyetinin gebelik üzerine etkilerini araştıran çalışmalarda temel metodolojik sınırlamalara bağlı olarak üreme sağlığı ile ilgili net sonuçlar çıkartılmamaktadır. Maruziyetin ve sonuçların doğru hesaplanıldığı çalışmalarda, bugüne kadar yapılan çalışmalardan farklı sonuçlar elde edilmiştir (29). Mevcut kanıtlar elektromanyetik alanlara ev ortamındaki veya işyerindeki maternal maruziyetin kötü gebelik sonuçlarıyla ilişkili olduğunu desteklemektedir. Yine de EMF'nin spontan abortus, düşük doğum ağırlığı, preterm doğum, intrauterin büyüme kısıtlılığı ve konjenital anomaliler ile ilişkili olduğunu bildiren az sayıda yayından dolayı gebelik süresince, özellikle erken gebelik döneminde gebelerin manyetik alan kaynaklarından (şehir elektrik kabloları, bilgisayar monitörleri, metal tarayıcıları vb.) uzak durmaları önerilir.

Kaynaklar

1. NRPB. Health effects from radiofrequency electromagnetic fields. DocNRPB 2003;14:1177.
2. NRPB. Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0-300 GHz). DocNRPB 2004;15:1-224.
3. NRPB. Advise on limiting exposure to electromagnetic fields (0-300 GHz). DocNRPB 2004;15:1-35.
4. Ubeda A, Trillo MA, Chacon L et al. Chick embryo development can be irreversibly altered by early exposure to weak extremely-low-frequency magnetic fields. Bioelectromagnetics 1994;15:385-98.
5. Shaw GM. Adverse human reproductive outcomes and electromagnetic fields: A brief summary of the epidemiologic literature. Bioelectromagnetics 2001;Suppl 5:S5-18.
6. Juutilainen J, Matilainen P, Saarikoski S et al. Early pregnancy loss and exposure to 50-Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics 1993;14:229-36.
7. Savitz DA, Ananth CV. Residential magnetic fields, wire codes, and pregnancy outcome. Bioelectromagnetics 1994;15:271-3.
8. Belanger K, Leaderer B, Hellenbrand K et al. Spontaneous abortion and exposure to electric blankets and heated water beds. Epidemiology 1998;9:36-42.
9. Robert E, Harris JA, Robert O, Selvin S. Case-control study on maternal residential proximity to high voltage power lines and congenital anomalies in France. Paediatr Perinat Epidemiol 1996;10:32-8.
10. Wertheimer N, Leeper E. Possible effects of electric blankets and heated waterbeds on fetal development. Bioelectromagnetics 1986;7:13-22.
11. Wertheimer N, Leeper E. Fetal loss associated with two seasonal sources of electromagnetic field exposure. Am J Epidemiol 1989;129:220-4.
12. Dlugosz L, Vena J, Byers T et al. Congenital defects and electric bed heating in New York State: A register-based case-control study. Am J Epidemiol 1992;135:1000-11.
13. Li DK, Checkoway H, Mueller BA. Electric blanket use during pregnancy in relation to the risk of congenital urinary tract anomalies among women with a history of subfertility. Epidemiology 1995;6:485-9.
14. Shaw GM, Nelson V, Todoroff K et al. Maternal periconceptional use of electric bed-heating devices and risk for neural tube defects and orofacial clefts. Teratology 1999;60:124-9.
15. Bracken MB, Belanger K, Hellenbrand K et al. Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds: association with birthweight and intrauterine growth retardation. Epidemiology 1995;6:263-70.
16. Lee GM, Neutra RR, Hristova L et al. The use of electric bed heaters and the risk of clinically recognized spontaneous abortion. Epidemiology 2000;11:406-15.
17. Delpizzo V. Epidemiological studies of work with video display terminals and adverse pregnancy outcomes (1984-1992). Am J Ind Med 1994;26:465-80.
18. Huuskonen H, Lindbohm ML, Juutilainen J. Teratogenic and reproductive effects of low-frequency magnetic fields. Mutat Res 1998;410:167-83.
19. Robert E. Intrauterine effects of electromagnetic fields (low frequency, mid-frequency RF, and microwave): Review of epidemiologic studies. Teratology 1999;59:292-8.
20. Shaw GM, Croen LA. Human adverse reproductive outcomes and electromagnetic field exposures: review of epidemiologic studies. Environ Health Perspect 1993;101 Suppl 4:107-19.
21. Schnorr TM, Grajewski BA, Hornung RW et al. Video display terminals and the risk of spontaneous abortion. N Engl J Med 1991;324:727-33.
22. Grajewski B, Schnorr TM, Reefhuis J et al. Work with video display terminals and the risk of reduced birthweight and preterm birth. Am J Ind Med 1997;32:681-8.
23. Lindbohm ML, Hietanen M, Kyyronen P et al. Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion. Am J Epidemiol 1992;136:1041-51.
24. Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Risk of selected birth defects by maternal residence close to power lines during pregnancy. Occup Environ Med 2004;61:174-6.
25. Blaasaas KG, Tynes T, Lie RT. Residence near power lines and the risk of birth defects. Epidemiology 2003;14:95-8.
26. Juutilainen J. Developmental effects of electromagnetic fields. Bioelectromagnetics 2005;Suppl 7:S107-15.
27. Li DK, Odouli R, Wi S et al. A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. Epidemiology 2002;13:9-20.
28. Lee GM, Neutra RR, Hristova L et al. A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. Epidemiology 2002;13:21-31.
29. Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and health. Annu Rev Public Health 2005;26:165-89.
30. Roman E, Beral V, Pelerin M, Hermon C. Spontaneous abortion and work with visual display units. Br J Ind Med 1992;49:507-12.
31. Kurppa K, Holmberg PC, Rantala K et al. Birth defects and exposure to video display terminals during pregnancy. A Finnish case-referent study.

- Scand J Work Environ Health 1985;11:353-6.
32. Goldhaber MK, Polen MR, Hiatt RA. The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy. *Am J Ind Med* 1988;13:695-706.
 33. Tikkanen J, Heinonen OP, Kurppa K, Rantala K. Cardiovascular malformations and maternal exposure to video display terminals during pregnancy. *Eur J Epidemiol* 1990;6:61-6.
 34. Milunsky A, Ulcickas M, Rothman KJ *et al.* Maternal heat exposure and neural tube defects. *Jama* 1992;268:882-5.
 35. Tornqvist S. Paternal work in the power industry: Effects on children at delivery. *J Occup Environ Med* 1998;40:111-7.
 36. Ericson A, Kallen B. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome: I. A registry study. *Am J Ind Med* 1986;9:447-57.
 37. Nurminen T, Kurppa K. Office employment, work with video display terminals, and course of pregnancy. Reference mothers' experience from a Finnish case-referent study of birth defects. *Scand J Work Environ Health* 1988;14:293-8.
 38. Windham GC, Fenster L, Swan SH, Neutra RR. Use of video display terminals during pregnancy and the risk of spontaneous abortion, low birth-weight, or intrauterine growth retardation. *Am J Ind Med* 1990;18:675-88.



**Online manuscript
submissions and
peer review
(JournalAgent)**

Available at
J Turkish German Gynecol Assoc
www.jtgga.org

www.journalagent.com