

Bilgisayarların Yarattığı Elektromanyetik Alanın Gebe Ratlarda Hormonal ve Hematolojik Parametrelere Etkisi

THE EFFECTS OF THE EXPOSITION OF PREGNANT RATS TO ELECTROMAGNETIC FIELDS (EMF's) CREATED BY VIDEO DISPLAY TERMINALS (VDT's) ON HORMONAL AND HEMATOLOGIC PARAMETERS

Attila YILDIRIM*, Hikmet HASSA*, Hamza ESEN**, Nilgün BAŞMAK***, Sinan ÖZALP*, Başar TEKİN****, Ömer T. YALÇIN*****

* Prof.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD,
** Prof.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biofizik ABD,
*** Uzm.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD,
**** Yrd.Doç.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD,
***** Öğr.Gör.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD, ESKİŞEHİR

ÖZET

Amaç: Bilgisayar (Video display terminal=VDT) kullanan gebe kadınların maruz kaldığı elektromanyetik alan (EMA) simüle edilerek VDT ortamının hipotalamo - hipofizer - ovarian eksen ve hematolojik parametrelere etkisinin gebe ratlar üzerinde araştırılması.

Çalışmanın yapıldığı yer: Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi,Fizyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarları, Eskişehir

Yöntem ve Gereçler: Çalışmada üç aylık erişkin Wistar soyundan dişi albino ratlar tahta kafeslerde ortalama 20 ± 2 °C lik laboratuvar sıcaklığında muhafaza edildiler. Çalışma süresince denekler 10 saat aydınlık - 14 saat karanlık periyodlarına tabi tutuldular.

EMA oluşturmak için dış yüzü yalıtılmış 0,5 cm. kalınlığında iletken bakır tel sarı bobinler kullanıldı. Bobinler tahta kafesin üstüne ve her iki yanına yirmişer kez sarıldı. Bobin uçları iki ayrı fonksiyon jeneratörüne bağlandı. VDT'lerde ekrandan 30 cm uzaklıkta alan şiddeti ortalama olarak 1-7 milliGauss (mG) tur. Deney ortamımızdaki alan şiddeti maksimum 10 mG olacak şekilde seçildi.

Yirmibeş rat zamanla değişen horizontal ve vertikal manyetik alan etkisinde bırakılırken, 15 rat kontrol grubu olarak alındı. Dikey doğrultuda 50 Hz, yatay doğrultuda ise 20 kHz seçildi. Fonksiyon jeneratörleri günde 8 saat açık, 16 saat kapalı tutuldu. Ratlar gebeliklerinin 20.gününe kadar aynı dozda EMA'a tabi tutuldu. Gebeliğin 20.gününde ratlar sakrifiye edildi. Intrakardiyak kan örneklerinde tam kan ve hormon analizleri çalışıldı.

Bulgular: EMA'a tabi tutulan ve kontrol gebe ratlarda follikül stimüle edici hormon (FSH), estradiol (E.), tiroid stimüle edici hormon (TSH), serbest triiodotironin (sT3) ve insülin değerlerinde fark saptanmadı ($P>0.05$).

Geliş Tarihi: 18.06.1996

Yazışma Adresi: Dr.Attila YILDIRIM
Hasan Polatkan Blv.
Hacer Hn. Apt. K:3 D:7
26120 ESKİŞEHİR

SUMMARY

Objective: In this study, by simulating the EMF created by VDT's, we tried to find out if EMF exposure of pregnant rats had any effects on hypothalamic-pituitary-ovarian axis and hematologic parameters.

Institution: Osmangazi University School of Medicine, Physiology Laboratories, Eskişehir.

Materials and Methods: Three-month-old female Wistar-Albino rats were kept in wooden cages under the average laboratory temperature of 20 ± 2 °C and were exposed during the study to light and dark periods of 10 and 14 hours.To create EMF's, rectangular coils were used, with 0.5 cm thick copper wire wound round them. Ends of coils were connected to two different function generators. Intensity of EMF, 30 cm away from the screen in VDT's is 1-7 milliGauss(mG). In our experimental environment the intensity of EMF was established to be 10 mG at the maximum. While 25 rats were exposed to time varying horizontal and vertical magnetic effects, 15 were used as controls. Vertical and horizontal EMF's of 50 Hz and 20 kHz were chosen. Rats were exposed to EMF through a wooden floor of their cages, with function generators on for 8 hours daily. Pregnant rats were exposed to the same intensity of EMF all through pregnancy. After sacrificing on day 20, blood samples were taken for complete blood counts, blood smears and hormonal analyses.

Results: There were no differences between EMF and control groups of rats as to their serum levels of follicle stimulating hormone (FSH), estradiol (E.), thyroid stimulating hormone (TSH), free tri-iodo-thyronin (fT3) and insulin ($p>0,05$).

Levels of hemoglobin (Hb), hematocrit (Hct), leukocyte and platelet counts and mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration did not differ between EMF and control groups of rats. In the blood smears, only monocytes were found to be decreased in the EMF group ($p<0,05$).

EMA'a tabi tutulan ve kontrol gebe raflarda hemoglobin (Hb), hematokrit (Htc), lökosit ve trombosit değerleri ile ortalama eritrosit hemoglobini (MCH), ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)'nunda değişiklik göstermediği görüldü.

Periferik kan yaymalarında ise lenfosit nötrofil ve eozinofil serisinde fark saptanmazken monositlerin EMA grubunda azaldığı ($P < 0.05$) dikkati çekmektedir.

Sonuç: Bilgisayarların yarattığı EMA'ların hormonal ve hematolojik parametreleri olası etkisini araştırmak için daha geniş çalılara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Video display terminalleri, Hormonal etkiler, Hematolojik etkiler, Elektro manyetik alan

T Klin Jinekolo Obst 1997, 7:92-96

Conclusions: Further studies are needed to elucidate the effects of EMF's on hormonal and hematologic parameters in pregnant rats.

Key Words: Video display terminals, Hormonal effects, Hematologic effects, Electromagnetic field

T Klin J Gynecol Obst 1997, 7:92-96

Günümüzde gerek doğal gerekse insan eliyle oluşturulmuş birçok elektrik ve manyetik alanlar günlük yaşamımızın içine girmiştir. Değişik kaynaklardan üretilen elektromanyetik alanların frekansları da geniş varyasyonlar göstermektedir(1). Elektrik hatlarındaki frekans 50 veya 60 Hz, bilgisayarlar (Video Display Terminal -VDT) ve televizyon alıcılarında üretilen zamanla değişen (time-varying -alternating) elektrik ve manyetik alan ise 60 Hz ile 15000 Hz arasındadır. Radyo frekansları ise AM radyo için 1000000 Hz civarında iken bu FM radyo için yaklaşık 100 kez daha fazladır(1,2). Elektrik hatları ve VDT frekanslarından elektrik ve manyetik alanlar ayrı olarak değerlendirilebilir³.

Zamanla değişen manyetik alanlar, biyolojik sistemlerde biyolojik etkilere neden olabilirler. Elektromanyetik alanların insanlarla etkileşiminde deneysel ve teorik olarak bilgi sahibi olunmasına rağmen vücuttaki moleküler ve hücre yapısındaki etkileri konusunda çok az bilgi vardır. Elektromanyetik alanların frekansı 100Hz'in altında olduğunda hücre yüzeyinden $C a^{++}$ salınımını değiştirdiği gösterilmiştir. Hücre yüzeyine etki ederek insan lenfosit aktivasyonunu inhibe ettiği, kemik yüzeyindeki hücre reseptörlerine parathormon bağlanmasını ve pankreatik hücrelerden insülin salınımını değiştirdiğine dair çalışmalar bildirilmiştir(2,4). Genel olarak elektromanyetik alanların hücre yüzey membranındaki yüzey proteinlerinde (glikozaminoglikan) elektrokimyasal değişiklikler yaptığı kabul edilir (2,4,5). Hücre yüzey glikoproteinleri, embriyonik germ hücrelerinin migrasyonunda rol oynamaktadır. Sonuçta, zayıf manyetik alanlar santral sinir sistemi gelişiminde glikozaminoglikan yapısını bozabilmektedir(5,6).

Çalışmamızda VDT kullanan gebe kadınların maruz kaldığı elektromanyetik ortamı simüle ederek VDT ortamının hipotalamo-hipofizer-ovarian eksen ve hematolojik parametrelere olan etkisini gebe ratlar üzerinde araştırmayı planladık.

YÖNTEM VE GEREÇLER

Çalışma Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı laboratuvarında 16 Kasım 1994-31 Mart 1995 tarihleri arasında yapıldı.

T Klin J Gynecol Obst 1997, 7

Çalışmada üç aylık erişkin Wistar soyundan dişi albino ratlar kullanıldı. Çalışma süresince ratlar, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi fizyoloji laboratuvarında 75x75x75 cm. ebadında, üst kısmı havalandırma ve beslenmeye müsait tahta ızgara ile örtülü, tah-tadan yapılmış kafeslerde muhafaza edildi. Ortalama çevre ısı 20 ± 2 °C idi.

Çalışmaya başlamadan önce rafların yeni ortama adaptasyonunu sağlamak için yedi gün herhangi bir işlem yapılmadan beklenildi. Çalışma süresince ratlar, 3x5 metre karelik odada, 10 saat artifisyonel olarak yaklaşık 3 metre yukarıdan 4x40 wattlık floresan ışıkla aydınlatmaya maruz bırakılırken, 14 saat karanlık ortamda bırakıldılar.

Bir grup rat (25 adet) zamanla değişen horizontal ve vertikal manyetik alan etkisinde bırakılırken diğer bir grup rat (15 adet) kontrol grubu olarak değerlendirildi. Manyetik alanı oluşturmak için dış yüzü yalıtılmış 0,5 cm. kalınlığında iletken bakır tel (Helmholtz bobinler) kullanıldı. Bobinler tahta kafesin üstüne ve her iki yanına yirmişer kez sarıldı. Üstteki ve yanlardaki bobinlerin ucu arada bir yükseltici yardımıyla üst ve yanlar ayrı olmak üzere iki ayrı fonksiyon jeneratörüne bağlandı. Bobinler arasındaki bölgede oluşan alan şiddeti :

$$B = 4 \pi I \cdot 10^{-7} l a^2 N / (a^2 + z^2)^{3/2}$$

eşitliği ile tanımlıdır. Burada

B : Manyetik alan şiddetini,

a : Bobin yarıçapını,

N : Herbir akım makarasındaki sarım sayısını,

I : Akım şiddetini,

z : Akım makaraları arasındaki uzaklığı, göstermektedir.

Bu parametrelerin deney sistemimizdeki değerleri, ortamdaki alan şiddetinin maksimum değeri 10 miliGaus(mG) olacak şekilde seçildi. Bunun nedeni çoğu VDT'lerde ekrandan 30 cm uzaklıkta alan şiddetinin ortalama olarak 1-7 mG arasında olmasından dolayıdır (3).

Manyetik alanın zaman değişim biçimi VDT sistemlerinde kullanılanlarla uyumlu olacak şekilde testere dişli gerilim olarak seçildi. Burada dikey olarak şehir elektrik

şebekesi ile aynı olan 50 Hz seçilirken, yatay doğrultuda da VDT'lerdeki çok düşük frekanslardan (15-31 kHz) 20 kHz seçildi.

Ratlar bu manyetik alan tahta kafesinin tam ortasına yerleştirilmiş tahtadan bir zemin üzerinde maruz bırakıldı. Uygulamada günde 8 saat fonksiyon jeneratörleri açık bırakılıp geri kalan zamanda kapatıldı. Oskiloskop ile dalga formları ve frekansları kontrol edildi.

Ratlar, gebelik öncesi 15 gün ve tüm gebelikleri boyunca aynı dozda elektromanyetik alana maruz bırakıldı.

Ratlara gebeliklerinin 20. gününde servikal dislokasyon uygulandı. Hemen göğüs boşluğu açılarak intrakardiyak kan alındı. Yaklaşık 1-1,5 cc'si tam kan analizi için EDTA'lı (etilen diamin tetra asetik asit) tübe alınırken, geriye kalan kan hormon analizi için alındı. Bu kan hemen santrifüj edilip serumu alındı. Ayrılan bu serumlar -20°C derecede saklandı.

Maternal kanda Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biokimya Anabilim Dalı hormon laboratuvarında radio immüno assay (RIA) yöntemi ile folikül stimulan hormon (FSH), estradiol (E₂), serbest tri-iodotironin (sT₃), tiroid stimulan hormon (TSH) ve insülin seviyeleri ölçüldü.

Maternal kanda tam kan incelenmesinde: Hemoglobin (Hb) ve hematokrit (Htc) tayini yapılırken; sayma kamaralarında uygun solüsyonlarla hazırlanarak

eritrosit, trombosit ve lökosit sayımları yapıldı. Ortalama eritrosit hacmi (MCV- mean corpuscular volume), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH-mean corpuscular hemoglobin) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC- mean corpuscular hemoglobin concentration) olmak üzere eritrosit mutlak değerleri hesaplandı. Takiben Wright boyası ile boyanarak periferik yaymaları hazırlandı. Herbir periferik yaymada ortalama olarak 200 hücre sayılarak yüzde olarak nötrofil, lenfosit, eozinofil ve monosit değerleri saptandı. Elektromanyetik alanda gebelik oluşturulamayan 2 ratın over ve uterusu histolojik olarak incelendi. Bu nedenle deney grubunda hormonal ve hematolojik parametreler 23 ratta incelendi. Yine kontrol grubundaki ratlardan yeterli intrakardiyak kan alınmadığı için hormon ve hematolojik parametrelerin hepsinin çalışılmadığı olgular değerlendirmeye alınmadı.

Bulguların istatistiksel analizi Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalında Student-t testinden yararlanarak yapıldı (7).

BULGULAR

Çalışmamızda maternal rattan alınan kanda çalışılan serum FSH, E₂, TSH, sT₃, insülin değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Çalışmamızdaki elektromanyetik alan uygulanan ve kontrol grubundaki ratların tam kan sayımı, eritrosit MCV, MCH, MCHC değerleri ile periferik yaymalarının karşılaştırılması Tablo 2,3,4'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Gebe ratların ortalama serum folikül stimulan hormon (FSH), östradiol (E₂), serbest tiroid hormon (ST₃), tiroid stimulan hormon (TSH) ve insülin düzeylerinin gruplara göre dağılımı

Grup Adı	Denek Sayısı	FSH mIU/ml	E ₂ pg/ml	TSH uIU/ml	sT ₃ pg/ml	insülin uIU/ml
Elektromanyetik alan	23	0.166±0.01	24,425.67±1728	0.299±0.005	0.698±0.10	42.030±5.93
Kontrol	9	0.205±0.02	30,411.78±1682	0.298±0.007	0.703±0.13	29.03±7.41
t		-1.72	-1.27	0.08	-0.03	1.36
P		0.114	0.229	0.930	0.974	0.20

Tablo 2. Elektromanyetik alan uygulanan ve kontrol grubundaki ratların tam kan sayımı bakımından karşılaştırılması

Grup Adı	Denek Sayısı	Hb	Htc	Beyaz Küre	Trombosit	Eritrosit
Elektromanyetik alan	23	10.82±0.23	42.70±12.08	5456.52±476.97	788,782±4896.21	5,776,087±36,510
Kontrol	14	10.93±0.28	32.71±0.74	6621.42±868.88	909,928±5002.35	5,973,571±3,842
t		0.298	-0.825	0.253	1.755	0.652
P		0.767	0.418	0.253	0.087	0.520

Tablo 3. Elektromanyetik alan uygulanan ve kontrol grubundaki ratların eritrosit MCV, MCHC.MCH değerlerinin karşılaştırılması

Grup Adı	Denek Sayısı	MCV	MCHC	MCH
Elektromanyetik alan	23	53.15±0.53	35.67±0.84	19.00±0.45
Kontrol	14	55.66±1.97	33.66±0.90	18.59±0.70
t		1.23	-1.64	-0.49
P		0.237	0.110	0.626

Tablo 4. Elektromanyetik alan uygulanan ve kontrol grubundaki ratların periferik yaymaları bakımından karşılaştırılması

Grup Adı	Denek Sayısı	Lenfosit	Nötrofil	Monosit	Eozinofil
Elektromanyetik alan	23	73.61±1.86	24.23±1.92	1.05±0.32	1.37±0.32
Kontrol	15	69.81±2.48	26.07±2.88	2.80±0.81	1.28±0.30
t		0.531	-1.24	2.024	-0.197
P		0.599	0.232	0.05	0.844

TARTIŞMA

Manyetik alanlar, manyetik güç veya manyetik alan şiddeti ile ifade edilirler. Manyetik alanlardaki güç standart ünite tesla ile ifade edilse de genelde milligauss(mG) veya mTesla (mT) terimlerinin her ikisi de kullanılmaktadır. 1 mG=10⁻³ T veya 1 mT=10mG'a eşittir (3).

VDT operatörünün pozisyonunda manyetik alanlar yaklaşık 1-7 mG arasındadır(8). Çalışmamızda uygulanan manyetik alan değeri 10 mG olarak seçilmiştir. Burada raflara uygulanan manyetik alan dozu, vücut kitlesinin maksimum yarıçapına göre hesaplanmıştır. Ortalama 70 kilogramlık bir kişiye göre hesaplandığında raflarda benzer manyetik alanı uygulamak için insana göre yaklaşık beş ile yedi kez daha fazla alanın uygulanması gerekmektedir (8).

Çalışmamızda laparotomi sırasında maternal raflardan alınan kan örneklerinden bazı hormon profilleri değerlendirilmiştir. Bulgularımıza göre gebe rafların folikül stimüle eden hormon (FSH), östradiol (E₂), tiroid stimüle eden hormon (TSH), serbest triiodotironin (sT3) ve insülin değerleri gruplar arasında farklılık göstermedi (p>0.05).

Kaynak taramalarında elektromanyetik alanın hormon parametrelerine olan etkisi konusunda çok az bilgi edinebildik.Bu çalışmaların birinde gebe raflara 15 Hz puis manyetik alan uygulandıktan sonra doğan fetüsler değerlendirilmiştir(5). Burada postpartum 120. günde erkek ratlardaki serum testosteron, luteinize edici hormon (LH), FSH ölçümleri yapılmıştır.Hormon seviyelerinde herhangi bir farklılık saptanmamıştır(5). Hormon parametreleri ile ilgili bir diğer çalışmada 60 Hz elektrik alan uygulanan ratlardaki testosteron, FSH, LH, kortikosteron, prolaktin, TSH ve tiroksin ölçümleri yapılmıştır.Sonuçlarda elektrik alanı ile ilgili bir etki bildirilmemiştir (1,9). Bu konuda yapılan çalışmaların ışığı altında elektromanyetik alanın FSH, östradiol, TSH, sT3 ve insülin düzeylerini etkilemediğini söyleyebiliriz.

Çalışmamızda hematolojik parametreler olarak; hemoglobin (Hb), hematokrit (Hct), eritrosit, lökosit ve trombosit değerleri ile ortalama eritrosit Hb'i (MCH:mean corpuscular Hb), ortalama eritrosit hacmi (MCV: mean corpuscular volume) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration) açısından elektromanyetik alan uygulanan grup ile kontrol grubu arasında istatistiki fark bulunmadı.Elektromanyetik alan uygulanan grupta lökosit sayısında 1165/mm³ ve trombosit sayısında 121.146/mm³ azalma saptanmasına rağmen bu istatisti-

ki açıdan anlamsızdı.Rafların periferik yaymaları değerlendirildiğinde ise lenfosit, nötrofil ve eozinofil serisinde elektromanyetik alan uygulanan grupta kontrol grubuna göre fark saptanmazken monositler daha az olarak bulunmuştur ve istatistiki olarak anlamlıdır (p<0.05).

Literatürde elektromanyetik alan uygulananlardaki hematolojik parametrelere baktığımızda az sayıda çalışma ile karşılaşmaktayız. Elektromanyetik alan ile hücre arasındaki primer etkileşim alanının plazma membranı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (4). Membran geçirgenliğinden değişiklikler sonucu, eritrosit fonksiyonlarının hücre içindeki değişimleri gösteren duyarlı bir belirleyici olabileceği düşünülmüştür (10). Buradan hareket ederek Dacha ve arkadaşları (10) eritrosit fonksiyonlarını gösteren bazı glikolitik enzimleri, enerji ve oksidoredüktif parametreleri in vitro olarak insan eritrositlerinde çalışmıştır. Eritrosit fonksiyonlarında kontrol grubuna oranla önemli bir etkilene gösterilmemiş olup, elektromanyetik alanın memelilerde kırmızı kan hücrelerini etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Vvolpav ve arkadaşları (11) gebe olmayan maymunlara manyetik alan uyguladıkları çalışmalarında eritrosit, lökosit, lenfosit ve nötrofil sayılarında kontrol grubuna göre anlamlı bir değişiklik saptamamıştır.

Ratlara gebelik öncesi iki hafta ve tüm gebelik boyunca 5.7, 23, 66 mT dozlarında, günde yedi saat manyetik alan uygulayan Stuchly ve arkadaşları (8) hematolojik parametreleri değerlendirmiştir. İlave olarak da femurdan kemik iliği aspirasyonu yapılarak hücreler değerlendirilmiştir.Lökosit, eritrosit, lenfosit sayıları 66 mT ve MCH değeri 23 mT uygulanan grupta azalmış olarak bulunmuştur. Diğer hematolojik parametreler etkilenebilmiştir. Kemik iliğinin sitolojik değerlendirmesinde myeloid ve eritroid hücre popülasyonunda anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Bizim çalışmamızın hematolojik parametreleri Stuchly ve arkadaşlarının bulduğu değerlere benzemektedir.Onlardaki yüksek doz uygulanan grupta lökosit ve eritrosit sayısındaki azalma histolojik yönden herhangi bir şekilde açıklanamamaktadır ama manyetik alana toksik bir cevap olarak değerlendirilebilir. Çalışmamızda sayısal olarak baktığımızda lökosit ve eritrosit sayıları benzer değerlerde azalmasına rağmen denek sayımızın azlığı nedeniyle istatistiki olarak anlamlı çıkmamıştır.

Sonuçta, bilgisayarların yarattığı elektromanyetik alanların hormon ve hematolojik parametrelerdeki etkisini değerlendirebilmek için daha fazla denek üzerinde yapılmış çalışmalar gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Brent RL, Gordon WE, Bennett WR, Beckman DA. Reproductive and teratologic effects of electromagnetic fields. *Reproductive Toxicology* 1993; 7: 535-580.
2. Adey WR. Tissue interactions with nonionizing electromagnetic fields. *Physiological Reviews* 1981; 61: 435-510.
3. Kavet R, Tell RA. VDT' s : Field levels, epidemiology, and laboratory studies. *Health Physics* 1991; 61: 47-57.
4. Tenforde TS, Kaune WT. Interaction of extremely low frequency electric and magnetic fields with humans. *Health Physics* 1987; 53: 585-606.
5. McGivern RF, Sokol RZ, Adey WR. Prenatal exposure to a low- frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats. *Teratology* 1990; 41: 1-8.
6. Delgado J M R, Leal J, Monteagudo J L, Gracia G. Embryological changes induced by weak, extremely low frequency electromagnetic fields. *J Anat* 1982; 134: 533-51.
7. Özdamar K, Dinçer S. Bilgisayarla İstatistik Değerlendirme ve Veri Analizi. Bilim Teknik Yayınevi. İstanbul, 1987.
8. Stuchly MA, Ruddick J, Villeneuve D, Robinson K, Reed B, Lecuyer DW, Tan K, Wong J. Teratological assessment of exposure to time-varying magnetic field. *Teratology* 1988; 38: 461-466.
9. Chernoff N, Rogers JM, Kavet R. A review of the literature on potential reproductive and developmental toxicity of electric and magnetic fields. *Toxicology* 1992; 74: 91-126.
10. Dacha M, Accorsi A, Pierotti C, Vetrano F, Mantovani R, Guidi G, Conti R, Nicolini P. Studies on the possible biological effects of 50 Hz electric and/or magnetic fields: evaluation of some glycolytic enzymes, glycolytic flux, energy and oxidoreductive potentials in human erythrocytes exposed in vitro to power frequency fields. *Bioelectromagnetics* 1993; 14:383-391.
11. Wolpaw JR, Seegal RF, Dowman R. Chronic exposure of primates to 60-Hz electric and magnetic fields : I. Exposure system and measurement of general health and performance. *Bioelectromagnetics* 1989; 10:277-288.