

# Bilgisayarların Yarattığı Elektromanyetik Alanın Dışı Ratlarda Fertiliteye Etkisi

THE EFFECTS OF THE EXPOSITION OF FEMALE RATS TO ELECTROMAGNETIC FIELDS (EMF's) CREATED BY VIDEO DISPLAY TERMINALS (VDT's) ON FERTILITY

Hikmet HASSA\*, Attila YILDIRIM\*, Firdevs GÜNER\*\*,  
Nilgün BAŞMAK\*\*\*, Sinan ÖZALP\*, Ömer T. YALÇIN\*\*\*\*, Başar TEKİN\*\*\*\*\*

\* Prof.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD,

\*\* Prof.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Histoloji-Embriyoloji ABD,

\*\*\* Uz.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD,

\*\*\*\* Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD,

\*\*\*\*\* Yrd.Doç.Dr.Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum ABD, ESKİŞEHİR

## ÖZET

**Amaç:** Bilgisayar (Video display terminal=VDT) kullanan kadınların maruz kaldığı elektromanyetik alan (EMA) simüle edilerek VDT ortamının dışı albino ratlarda gebe kalana kadar geçen süreyi ve çiftleşme sayısını etkileyip etkilemediğini araştırmak.

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

**Yöntem ve Gereçler:** Çalışmada üç aylık erişkin Wistar-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 sarılı bobinler kullanıldı. Bobinler tahta kafesin üstüne ve her iki yanına yirmişer kez sarıldı. Bobin uçları iki ayrı fonksiyon jeneratörüne bağlandı. VDTlerde 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. Çalışma başlangıcında ratlara en az 15 gün süreyle siklus takibi yapıldı. Estrus ve proestrus fazındaki ratlar o gece 2 dişi 1 erkek olacak şekilde manyetik alan içermeyen ayrı bir kafese konuldu. Ertesi sabah vajenlerinde sperm saptanmaları olası gebe kabul edildi, 3.haftada abdominal palpasyonla gebelik saptanmamış ise yeniden siklus takibine alındı. Tüm ratlarda gebe kalana kadar geçen süre ve bu süre içindeki çiftleşme sayıları ve sperm saptanma sayıları kaydedildi.

Geliş Tarihi: 18.06.1996

Yazışma Adresi: Dr.Attila YILDIRIM  
Hasan Polatkan Blv.  
Haoer 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 female rats had any effects on time to conception and number of copulations before conception.

**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. Two female rats in oestrus or pro-oestrus phases were separated overnight with one male rat in single cages free from EMF. Those with positive spermatozoa in their vaginal smears the morning after were accepted as pregnant. If pregnancy was not confirmed by abdominal palpation in the third week, the rats were put on cycle follow-up. Time to conception and number of copulations before the attainment of conception were recorded for all rats.

**Results:** There was no difference between EMF and control groups of rats as to time elapse to the occurrence of conception. Number of copulations during the time to conception on the other hand was higher in the EMF group (p<0,001). Degeneration in follicles and ova were noted histologically in ovaries of two rats exposed to EMF and not conceived.

**Bulgular:** EMA'a tabi tutulan ve kontrol gruplarındaki ratlarda gebe kalana kadar geçen süreler açısından istatistiksel fark bulunmadı. Buna karşılık gebelik oluşana kadar geçen süre içinde çiftleşme sayıları EMA grubunda anlamlı olarak fazla bulundu ( $p < 0,001$ ). Gebelik oluşturulamayan iki ratın övöllerinin histopatolojik incelemesinde follikül ve ovum dejenerasyonu dikkati çekti.

**Sonuç:** VDT'lerin yarattığı elektromanyetik alanın dışı ratlarda gebeliği zorlaştırıcı bir etki oluşturduğunu söylemek için, konunun daha fazla denek kullanılan yeni çalışmalarla irdelenmesi gereklidir.

**Anahtar Kelimeler:** Video display terminalleri,  
Elektro manyetik alan, Fertilité,  
Çiftleşme sayısı

T Klin Jinekoloj Obst 1997, 7:97-100

**Conclusion:** To conclude that EMFs created by VDTs make it more difficult for female rats to become pregnant, it is necessary to analyze further this topic with experiments using more subjects

**Key Words:** Video display terminals,  
Electromagnetic fields, Fertility,  
Number of copulations

T Klin J Gynecol Obst 1997, 7:97-100

Son yarım yüzyıl boyunca teknolojik ve endüstriyel gelişmeyle beraber doğal çevreye giren faktörlerle bazı biyolojik hasarlar arasındaki ilişki giderek artmaktadır (1), Genel olarak çevresel tehlikeler artarken endüstriyel çalışma yerlerini de kapsayan birçok alanda kadınlar da bulunmaktadır. Bu gelişme toplumun sosyal ve ekonomik yapısının değişiminin sonucudur (2).

Çalışma yerlerindeki potansiyel embriyopatik tehlikeleri tanıma, değerlendirme ve kontrol etme tıbbi ve hukuki sorunları içeren kompleks bir problemdir. Bu risklerle ilişkili çevrede çalışan üreme çağındaki kadın sayısı arttığından, bu bağlamda çevresel faktörlerin irdelenmesi daha acil bir önem taşımaktadır (3).

Bilgisayarların (Video display terminal-VDT) son yirmi yıldır kullanımının yaygınlaşması, bunların üreme sağlığını da içeren zararlı etkileri ile ilişkili soruları da beraberinde getirmiştir (4). VDT ile ilişkili üremedeki endişeler, daha çok VDT operatörleri ile ilgili magazin haberlerinden kaynaklanmaktadır (4-5). VDT'lerin gebeliğe olan etkileri konusunda endişeler 1980'li yılların başında başlamıştır. Örneğin, Kanada'da VDT kullanan her gebe VDT'nin fetüse potansiyel olarak zararlı olabileceğini düşünerek işinden ayrılmak istemiştir (6).

Çalışmamızda bilgisayarların yarattığı elektromanyetik ortamı simüle ederek, dışı albino ratlarda gebe kalana kadar geçen süreyi ve çiftleşme sayısını değerlendirmeyi planladık.

## YÖNTEM VE GEREÇLER

Çalışma Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı laboratuvarında yapıldı.

Çalışmada üç aylık erişkin Wistar soyundan dışı 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, tahtadan yapılmış kafeslerde muhafaza edildi. Ortalama çevre ısısı  $20 \pm 2$  °C idi.

Çalışmaya başlamadan önce ratların 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 vvatlık fluoressan 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 :

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

eşitliği ile tanımlıdır. Burada

B :Manyetik alan şiddetini,

a : Bobin yarıçapını,

N :Herbirakım makarasındaki sarım sayısını,

i :Akım şiddetini,

z :Akım makaraları arasındaki uzaklığı

göstermektedir.

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

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 alana tahta kafesin tam ortasına yerleştirilmiş tahtadan bir zemin üzerinde maruz bırakıldı. Uygulamada günde 8 saat fonksiyon jeneratörleri açık bırakılıp geri kalan zamanda kapatıldı. Oksiloskop ile dalga formları ve frekansları kontrol edildi.

Çalışmanın başlangıcında deney ve kontrol grubundaki ratlara en az 15 gün olmak üzere günlük siklus takibi yapıldı. Bunun için her gün saat 13:30-14:00'te ratların vajenlerine plastik pastör pipeti ile 0,1-0,2 cc serum fizyolojik verilerek aspire edildi. Aspire edilen sıvı lam üzerine yayılıp lamel kapatılarak direkt ışık mikroskobu ile değerlendirildi (8,9).

Onbeş günlük siklus takibinden sonra östrus veya proöstrus fazındaki ratlar o gece 2 dişi 1 erkek rat olacak şekilde manyetik alan içermeyen ayrı bir kafese konuldu. Ertesi sabah saat 09:00'da vajene plastik pastör pipeti ile 0,1-0,2 cc serum fizyolojik verilerek aspire edildi. Işık mikroskop değerlendirmesinde sperm saptananların gebeliği 0. gün olarak kabul edilip erkek raflardan ayrıldı.

Vajenden alınan sıvıda sperm saptanmayanların ise tekrar uygun faza gelinceye kadar siklus takibine devam edildi.

Erkek rat yanına konulup ertesi sabah sperm bulunanlardan olası gebeliklerinin üçüncü haftasında abdominal palpasyon ile gebelik saptanmamış ise gebelik oluşuncaya kadar tekrar siklus takibi yapıldı.

Tüm ratların gebe kalana kadar geçen süreleri ve bu süre içerisindeki çiftleşme sayıları ile sperm saptanma sayıları kaydedildi.

Bulguların istatistiksel analizi Osmangazi Üniversitesi Tıp fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda Student-t testinden yararlanarak yapıldı(10).

## BULGULAR

Çalışmamızda, elektromanyetik alan uygulanan grup ile kontrol grubundaki ratlara günlük vajinal smear ile siklus takibi yapılarak gebe kalma süreleri ile çiftleşme sayıları karşılaştırıldılar (Tablo 1).

Elektromanyetik alanda gebelik oluşturulamayan iki ratın över ve uterusu histolojik olarak incelendi. Buna göre iki olguda da uteruslar eskimiş kanama ile uyumlu görünümde olup dejenerasyon ve hemosiderin gözlendi. Överlerde ise follikül ve ovum dejenerasyonu, karyoreksis ve polimorf nüveli lökosit infiltrasyonu saptandı.

## TARTIŞMA

VDT'lerin üremeye muhtemel etkilerini araştırmak amacı ile, çalışmalar daha çok spontan abortus ve konjenital malformasyonlar üzerinde yoğunlaşmıştır (5,11-

**Tablo 1.** Elektromanyetik alan uygulanan ve kontrol grubundaki ratların gebeliğe kadar geçen süreleri ve gebe kalana kadar olan çiftleşme sayıları

Grup Adı	Denek Sayısı	Süre (Gün) ± St. Hata	Ç. Sayısı + St hata
Elektromanyetik alan	23	36.3±4.33	2.38±0.261
Kontrol	15	27.57±4.86	1.35±0.132

(p = 0.191 t = -1.33) (p = 0.00161 t = -3.479)

16). Spontan abortus ve konjenital malformasyonların dışında üremenin diğer görünümleri de risk altında olabilir. VDT kullanımı ile azalmış doğurganlık arasındaki ilişkiyi araştıran fazla sayıda çalışma yapılmamıştır. Azalmış doğurganlık, konsepsiyon veya implantasyon kaybı; gametogenezden erken saptanmamış spontan abortusa kadar herhangi bir evrede erken gebelik kayıplarını gösterebilir. Gebe kalmadan önce herhangi bir kontrasepsiyon uygulamaksızın geçen menstruel siklusların sayısı, düzenli seksüel ilişki sonrası gebe kalabilme tahmin etmemizde kullanılabilir (5).

Ratların günlük vajinal smear ile siklus takibi değerlendirilip takiben gebe kalana kadar geçen süreleri ve erkek yanına çiftleşme için bırakılma sayıları değerlendirilmiştir. Kontrol grubunda gebe kalana kadar geçen süre 27,57 gün olup çiftleşme sayısı da 1,35'dir. Bu değerler elektromanyetik alana maruz bırakılan grupta sırasıyla 36,3 gün ve 2,38'dir. istatistiksel olarak gebe kalana kadar geçen sürede fark bulunmazken, gebelik oluşana kadar olan çiftleşme sayısı elektromanyetik alana maruz bırakılan grupta ileri derecede anlamlı olarak daha fazla bulunmuştur (p<0.001).

Rommereim ve arkadaşları (17), ratlara 60 Hz elektrik alanını uyguladıkları çalışmada ratların üreme ve gelişmesine olan etkilerini araştırmışlardır. Günde 19 saat elektriksel alan uygulanan ratlar dört hafta sonra elektriksel alan uygulanmayan erkek raflarla çiftleştirilmişler ve tüm gebelikleri boyunca aynı alana maruz bırakılmışlardır. Bir sonraki aşamada buradan elde edilen fetüslerin üç ay sonra gebe kalabilmeleri değerlendirilmiştir, ilk denemedeki ratlarda fertilitate azalırken bunlardan elde edilen ratlarda fertilitate bir değişme saptanmamıştır.

Sikov ve arkadaşlarının (18), domuzlarda yaptığı çalışmada 60 Hz elektrik alanının potansiyel olarak üremeye olan etkileri araştırılmıştır. Burada domuzlar günde 20 saat olmak üzere dört ay boyunca elektriksel alana maruz bırakıldığında fertilitate yönünden anlamlı bir etki saptanmamıştır.

VViley ve arkadaşları (19), farelere 20 kHz'de 40, 170, 2000mG'luk manyetik alanı uyguladıkları çalışmada gebelik oranlarını değerlendirmişlerdir. Burada kontrol grubunu da içine alan çalışmada gruplar arasında oluşan gebelik yüzdeleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Brandt ve arkadaşlarının (5), 1992'de doğurganlık ve VDT kullanımı adıyla yayınlanan çalışmalarında gebelik oluşana kadar geçen süre için relatif riskin istatistiki olarak arttığı bulunmuştur. Burada Danimarka'daki 1983-1985 yılları arasında kayıtlı 24352 gebelik değerlendirilmiş olup, VDT kullanım süresi haftada 1-10,11-20 ve 21 saat ve üzeri olarak alt gruplara ayrılmıştır. Haftada en az 21 saat VDT kullananlarda, gebelik oluşana kadar geçen süre diğer gruplara göre istatistiki olarak uzun bulunmuştur. Analiz sadece nulliparlar için veya haftada 35 saat ve üzerinde çalışanlarda yapıldığında benzer ilişkiler bulunmuştur.

Bununla beraber Bramwell ve arkadaşlarının (4), 1993'te yayınlanan prospektif çalışmasında gebelik sonuçları ve infertilite üzerinde VDT kullanımı ile ilişkili ergonomik ve stress faktörleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada VDT kullanımının gebelik ve infertilite üzerine herhangi bir ters etkisi saptanmamıştır.

Çalışmamızda Brandt ve arkadaşlarının (5), bulgularına benzer olarak gebe kalma süresi daha uzun bulunmasına rağmen istatistiksel olarak bir fark saptamadık. Rommereim'in ve arkadaşlarının (17), elektriksel alan uyguladıkları çalışmada ise kontrol grubuna oranla fertilitede azalma saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da gebe kalana kadar yapılan çiftleşme sayısı elektromanyetik alana maruz kalanlarda daha fazla olarak bulundu ( $p < 0,001$ ).

Çalışmamızda gebelik oluşturulamayan iki ratın överleri histolojik yönden değerlendirilmiştir. Burada her iki ratın överlerinde de follikül ve ovum dejenerasyonu saptanmıştır. İnsanlarda follikulogenezden sonra gebeliğin 20. haftasından sonra maksimum oosit sayısı belirlenmektedir. Embriyogenez sırasında veya sonrasında ovumun toksinlere maruz kalımı ile ovarian disgenezis veya prematür ovarian yetmezlik oluşabilmektedir. Çevresel faktörler sıklıkla ovotoksinler arasında yer almaktadır. Bunlar arasında x ışını, kemoterapötik ajanlar, sigara, enfeksiyöz ajanlar, alkol ve elektromanyetik alan yer almaktadır. Burada birçok faktör etken olabileceği için kesin olarak nedeni söylenememektedir (20). Follikülün gelişim evresine bağlı olarak çeşitli tipte over problemleri ile karşılaşabilmekteyiz. Gelişen folliküllerdeki yıkım, överde fonksiyon kayıplarına ve belki de kalıcı over hasarına neden olabilmektedir. Elektromanyetik alanın gerek ovum ve follikül üzerine gerekse gebelik fizyolojisine olan etkisi tam bilinmemektedir. EMA'nın diőı raflarda gebe kalmayı zorlaştırıcı bir etkisi olup olmadığı hükümüne varmak bu çalışmanın verilerine göre mümkün değildir. Konun daha fazla denek kullanılan yeni çalışmalarla irdelenmesi gereklidir.

#### KAYNAKLAR

- Cohen MM, Kunska A, Astemborski JA, McCulloch D, Paskewitz DA. Effect of low-level, 60-Hz electromagnetic fields on human lymphoid cells: I. Mitotic rate and chromosome breakage in human peripheral lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 1986; 7: 415-23.
- Strassner HT, Arnolds CW. Environment and pregnancy. In Gleicher N, eds. *Medical Therapy in Pregnancy*. Appleton & Lange. East Norwalk, 1992: 89.
- Persaud TVN. The pregnant woman in the work place: Potential embryopathic risks. *Anat Anz Jena* 1990; 170: 295-300.
- Bramwell RS, Davidson MJ. Visual display units and pregnancy outcome: a prospective study. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 1993; 14:197-210.
- Brandt LPA, Nielsen C. Fecundity and the use of video display terminals. *Scand J Work Environ Health* 1992; 18: 298-301.
- Abenhaim L, Lert F. Methodological issues for the assesment of clusters of adverse pregnancy outcomes in the workplace: the case of video display terminal users. *Journal of Occupational Medicine* 1991; 33: 1091-96.
- Kavet R, Tell RA. VDT's: Field levels, epidemiology, and laboratory studies. *Health Physics* 1991; 61: 47-57.
- Baker DE. Reproduction and breeding. In: *The Laboratory Rat*. Academic Press, California, 1979: 1.
- Aydın Y. Estrus siklusu ve mast hücreleri :Olası fizyolojik rolleri, ovaryum, uterus ve beyin dokusu histamin düzeylerine katkıları. *Uzmanlık Tezi* 1995, Eskişehir.
- Özdamar K, Dinçer S. Bilgisayarla istatistik Değerlendirme ve Veri Analizi. *Bilim Teknik Yayınevi*. İstanbul, 1987.
- Nielsen CV, Brandt LP. Spontaneous abortion among women using video display terminals. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16: 323-8,
- Kurppa K, Holmberg P C, Rantala K, Nurminen T, Saxen L: Birth defects and exposure to video display terminals during pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1985; 11: 353-6.
- Parazzini F, Luchini L, Vecchia CL, Crosignani P G. Video display terminal use during pregnancy and reproductive outcome- a meta analysis. *Journal of Epidemiology and Community Health* 1993; 47: 265-8.
- Nurminen T, Kurppa K. Office employment, work video display terminals, and course of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1988; 14: 293-8.
- Ericson A, Kallen B. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome. *J.A Registry study*. *American Journal of Industrial Medicine* 1986; 9: 459-75.
- Ericson A, Kallen B. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome. *J.A Registry study*. *American Journal of Industrial Medicine* 1986; 9: 447-57.
- Rommereim DN, Kaune WT, Buschbom RL, Phillips RD, Sikov MR. Reproduction and development in rats chronologically exposed to 60-Hz electric fields. *Bioelectromagnetics* 1987; 8:243-58.
- Sikov MR, Rommereim DN, Beamer JL, Buschbom RL, Kaune WT, Phillips RD. Developmental studies of Hanford miniature swine exposed to 60-Hz electric fields. *Bioelectromagnetics* 1987; 8:229-42.
- Wiley MJ, Corey P, Kavet R, Charry J, Agnew D, Harvey S, Walsh M. The effects of continuous exposure to pulsed 20 kHz sawtoothed magnetic fields on the litters of CD 1 mice. *Teratology* 1992; 46:391-8.
- Verp MS. Environmental factors causing ovarian failure in humans In: Sciarra J, ed. *Gynecology and Obstetrics*, J B Lippincott Company. Philadelphia, 1992: 88.