



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 1A0111

ENGINEERING SCIENCES

Received: August 2009
Accepted: October 2010
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Özlem Coşkun
Selçuk Çömlekçi
Suleyman Demirel University
oulukut@mmf.sdu.edu.tr
scom@mmf.sdu.edu.tr
Isparta-Turkey

**ÇOK ÇOK DÜŞÜK ELEKTRİK ALANA (ELF) MARUZ KALAN SIÇANLARIN GELİŞİMLERİNİN
İNCELENMESİ**

ÖZET

Elektrik alanlar insanlar tarafından hissedilmemesine karşın, bu tür alanların etkisinde kaldıklarında biyolojik değişimlerin oluşabileceği bildirilmektedir. Elektrik alanların hangi şiddette biyolojik sistemler üzerine etkili olabileceği, sağlık üzerindeki etkilerinin hangi parametrelerle orantılı olduğu ve bunların eşik değerlerinin ne olması gerektiği tartışma konusudur. Bu çalışmada standartların önerdiği limit değerinde olan bir elektrik alanın prenatal ve postnatal dönemlerde, yavru gelişimine olan etkisi araştırılmaktadır. Deneylerin gerçekleştirilebilmesi için laboratuvar ortamında elektrik alana maruziyet düzeneği ve hesaplamada kullanılacak gerekli formüller geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çok Çok Düşük Frekans (ELF), Elektrik Alan,
Pubertal Gelişim, Rat, Biyolojik Etki

**TO EXPOSURE EXTREMELY LOW FREQUENCY (ELF) ELECTRIC FIELD ON INVESTIGATION OF
DEVELOPMENT IN RATS**

ABSTRACT

Although people do not feel, but usually exposed to the electromagnetic fields; its biological effects of have been commonly reported. Effect of biological systems by magnetic fields are still under discussion and which markers are direct proportional for health and what threshold for these markers. In this study, the aim of the research is to investigate the effect of limit valued electric field according to the standards in prenatal and postnatal young growth. We developed formulas for calculation and exposure set-up in laboratory environment.

Keywords: Extremely Low Frequency (ELF), Electric Field,
Puberty, Rat, Biological Effect

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Teknolojinin gelişimi ile elektromanyetik enerjinin kullanımının giderek yaygınlaşmıştır. Bu sebeple sürekli olarak değişik şiddet, süre ve doğrultularda elektrik ve manyetik alanlara daha çok maruz kalınmaktadır. Elektrik ve manyetik alanların sağlık üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla çok sayıda çalışmalar yapılmakta ve bu araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu tür çalışmalar sıçanlar, kediler, köpekler ve tavşanlar üzerinde yapılmaktadır [1 ve 2].

Elektromanyetik alanların iki bileşeni vardır. Elektrik alan ve manyetik alan. Manyetik alan; hareketli ve yüklü parçacıkların güç etkisinde kaldığı boşluk olup, atomların içindeki elektronların çekirdek etrafında ve kendi ekseninde dönmeleri sonucu oluşur. Manyetik alan doğrudan gözle görülemeyen fakat sonuçları görülebilen veya hissedilebilen bir olgudur. Tüm maddelerin zayıf ya da güçlü manyetik alanları vardır. Her madde gibi insanında bir manyetik alanı bulunmaktadır. İnsanlar kendi manyetik alanları yanında, doğal olarak yaşadıkları çevrenin de manyetik alanları etkisi altındadırlar. Bu manyetik alanın faydaları yanında, dengenin bozulması sonucunda zararları da olabilmektedir [3].

Biyolojik malzemelerin çoğu; aşırı homojen olmayan yapıda oldukları için, elektrik alanında önemli yerel değişiklikler görülmektedir. Bu durum; moleküllerin, iyonların ve hücre zarlarının hareketine ayrıntılı biçimde baktığımızda açık bir şekilde ortaya çıkar. Düşük frekanslı ve düşük şiddetteki elektrik alanlar, hücrelerdeki Ca^{++} alınma ve salgılanma dengesini ve beyindeki Na^{+} ve K^{+} miktarlarını değiştirmektedir. Bu alan etkisiyle oluşan ve deneyle kanıtlanan LH, FSH gibi hormon değişikliklerinin, bu iyon değişikliklerine bağlı olabileceği düşünülmektedir [4].

Hayvan hücre ve dokusu üzerinde laboratuvar çalışmalarında; çok çok düşük alanların (ELF) bazı etkilerinden şüphe edilmektedir. Hücreler arası aktiviteyi, hormon salgısını ve vücudun koruma sistemini etkilediği, genç insanların gözünde zamansız katarakt oluşturduğu, yüz derisinde döküntüler meydana getirdiği, embriyolarda anormal gelişmeler oluşturduğu ve bağışıklık sistemini bozduğu bilgileri mevcuttur [5].

Margonato ve arkadaşları sıçanları ömürlerinin % 18'ine denk gelen 440 saat süreyle 50 Hz'lik, 25 ve 100 kV/m şiddetindeki iki farklı elektriksel alana maruz bıraktıkları bir çalışmada, kontrol ve deney grupları arasındaki serum lüteinizan hormon (LH) ve folikül uyarıcı hormon (FSH) farklarını önemsiz olduğu halde, 25 ve 100 kV/m deney grupları değerleri arasındaki farkları önemli bulmuşlardır [6].

ELF elektrik alanların karsinojenik ve genetik etkiler oluşturabildiği, serbest radikaller, protein sentezi, bağışıklık, üreme, büyüme ve gelişme sistemlerini etkilediği gösterilmiştir [7 ve 8].

Seyhan ve arkadaşları farklı yönde ve farklı sürelerle uygulanan 0.3-1.9 kV/m aralığındaki statik ve ELF elektrik alan maruziyetlerinin kobayların beyin, karaciğer, akciğer, böbrek, dalak, testis ve plazma dokularında serbest radikal oluşumu, antioksidan enzim seviyesi ve kollajen sentezine etkilerini incelemişlerdir. Dokulardaki elektrik alan etkisinin, elektrik alanın türüne, büyüklüğüne ve maruziyet süresine önemli ölçüde bağlı olduğu rapor edilmiştir [9 ve 10].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada prenatal ve postnatal olarak sürekli düşük frekanslı (50 Hz) elektrik alana maruz bırakılan dişi sıçanlarda, elektrik alanın gelişim ve büyüme üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneylerin gerçekleştirilebilmesi için laboratuvar ortamında, elektrik alana maruziyet düzeneği ve hesaplamada

kullanılacak gerekli formüller geliştirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, 50 Hz elektrik alanının olası etkileri değerlendirilmiştir. Elektrik alanlarının da manyetik alanlar kadar hücre mekanizmasını etkileyebileceğini ve kümülatif dejenerasyonlar yaratabileceği kanısına varılmıştır. Bu konuda yapılacak araştırmaların devam etmesi, bilimsel ve toplum sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Deney, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi hayvan araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Sıçanlar çalışmaya başlamadan önce, ortama alışmaları için 15 gün süreyle beslenmiştir. Çalışmanın yapıldığı ortam sıcaklığı 20-25 °C ve nispi nem % 45-60 arasındadır.

Hamile bırakılan dişi Wistar sıçanın yavruları 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup; intrauterin dönemden puberteye kadar olan dönem 'prenatal grup', ikinci grup ise; doğumdan puberteye kadar olan dönem 'postnatal grup' olarak isimlendirilmiştir. Birinci grup (prenatal grup; n=8) ve ikinci grup (postnatal grup; n=8) 50 Hz elektrik alanına maruz bırakılırken; üçüncü grup kontrol grubu olarak alınmıştır. Plastik kafeslerde izlenen kontrol grubu hariç, diğer sıçanlar 24 saat boyunca düzgün ve homojen elektrik alanına maruz bırakılmışlardır.



Şekil 1. Sıçanlara uygulanan maruziyet düzeneği [11]
(Figure 1. Mechanism applied to the exposure of rats [11])

Düzenli ve homojen elektrik alan; 1x0.5 m boyutlarında birbirlerine bakan yüzleri tamamen düzleştirilmiş; yana yatık yerleştirilmiş mükemmel iletken plakalar ve alanın yeterince düzgün olması için uçları plakaların tam ortasında, plakalar delinmeden kaynatılmış, paslanmaz civatalarla irtibatlandırılmış AC 50 Hz, 5000 V'luk güç transformatörü yardımıyla oluşturulmuştur. Plakaların boyutları yeterli düzgün elektrik alanı verebilecek kadar büyük seçilmiştir. Paralel plakalar 50 cm aralığında, 2 mm kalınlığında, 50x100 cm boyutundadır. Seçilen plakalar; çalıştığımız konu itibarıyla, kullandığımız ve araştırdığımız materyale göre oldukça büyüktür. Bu büyüklükteki plakalar, yeterli düzgünlükteki elektrik alan çizgilerini verebilmektedir. Köşe etkilerini de ihmal ettiğimiz takdirde plakalar arasındaki bu alan oldukça düzdür.

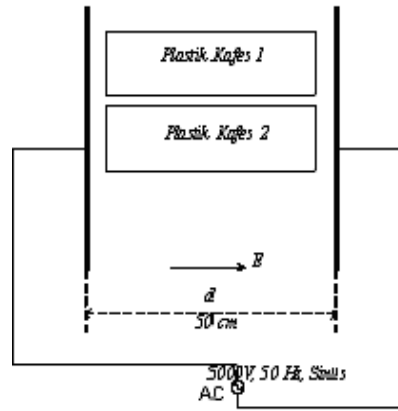
Kafes boyutları hayvanların sağlıklı ve uzun süreli yaşamları için hesaplanmıştır. Kafeslerin eni 50 cm olup, sulama aparatları da homojen elektrik alan çizgilerini bozmayacak şekilde plastik veya cam seçilmiştir. Uygulanan elektrik alanının homojenliğinin bozulmaması için, kafeslerin temizliği her gün yapılarak ortamın sıcaklık ve nem değerleri kaydedilmiştir.

Maruziyet grubu ile kontrol grubu hayvanlarının yaşam ortamları paslanmaz çelik levhalar ile ayrılmıştır (Şekil 2). Deneyin yapılacağı oda

uzunlamasına ortadan yaklaşık 2x5 m boyutunda 2 adet ekran ile bölünmüştür. Ortamda sadece elektrik alan olacağından, ek bir önlem almadan izolasyon sağlanmıştır. Ancak deney öncesi olası arka plan gürültülerin gözlenmesi için spektrum araştırması yapılmıştır.



Şekil 2. Maruziyet grubu ile kontrol grubunu ayıran çelik levhalar
(Figure 2. Exposure group and control group, separating the steel plates)



Şekil 3. 50 Hz elektrik alanı deney düzeneği
(Figure 3. 50 Hz electric field of the experimental apparatus)

Plakalar arasında oluşan E alanı için;

$$E = \left(\frac{V}{d} \right) y \quad (1)$$

Burada V plakalar arasında oluşan elektrik gerilimi, d aradaki uzaklık, E elektrik alan yoğunluğu ve y de yatay vektördür (Plakadan plakaya eksen, maksimum indüklenen eksen). Eşitlik (1)'den görüldüğü üzere, plakalar arasındaki elektrik alan yoğunluğu, 5000 Volt/0.5 metre ya da $E_{rms}=10000$ V/m=10 kV/m'dır.

Böylece;

$$E_{loc} = \frac{E}{\epsilon_r} \quad (2)$$

Burada E dış ve E_{loc} içerideki alandır. Güç frekanslarında; sıçanlar için kabul edilen dielektrik sabiti ϵ_r , 10^6 'dır. Eşitlik (2)'den,

$$E_{loc} = 10 \times 10^{-3} (V/m) = 10 \text{ mV/m} \quad (3)$$

ϵ_r ; frekansa bağımlı olduğundan, sinüs dalga tarafından belirlenir. ϵ_r bu alandaki kuvvetleri belirleyen önemli bir parametredir. Güç frekanslarında (50 Hz) dielektrik sabiti, 10^6 civarındadır [12].

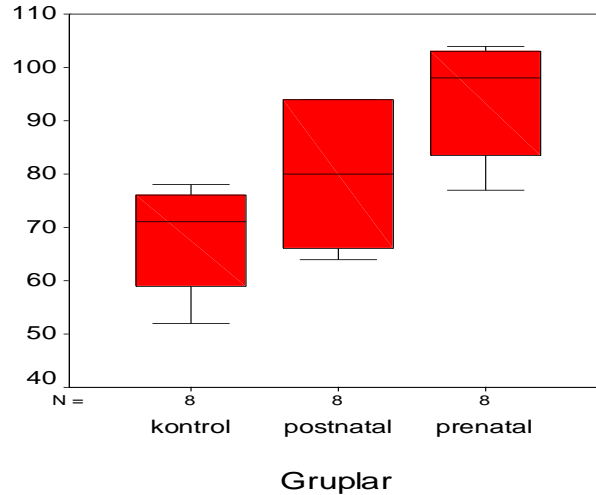
Plastik kafeslerde izlenen kontrol grubu için, elektrik alan ölçümleri yapılmış ve elektrik alan değeri sıfır bulunmuştur. Çelik levha ile diğer sıçanlardan ayrılmış olan odanın diğer bölümünde gelişmeler takip edilmiştir.

Tüm sıçanların doğumdan puberteye kadar haftalık ağırlık ölçümleri kaydedilmiştir. 15 günlükten itibaren tüm sıçanlara günlük vajinal muayene yapılmış ve vajinal açıklık saptananlardan vajinal smear alınarak östrus durumları değerlendirilmiştir. Vajinal açıklık ve östrus süreleri kaydedilirken, östrusa giren sıçanlar dekapite edilerek ve kan numuneleri alınmıştır. Her iki over ve hipofizler ayrılarak tartılmıştır. Hipotalamus, hipofiz ve overlerden alınan 5 μm 'luk kesitler boyanarak incelenmiştir. Alınan kanlardan FSH, LH ve E2 çalışılmıştır.

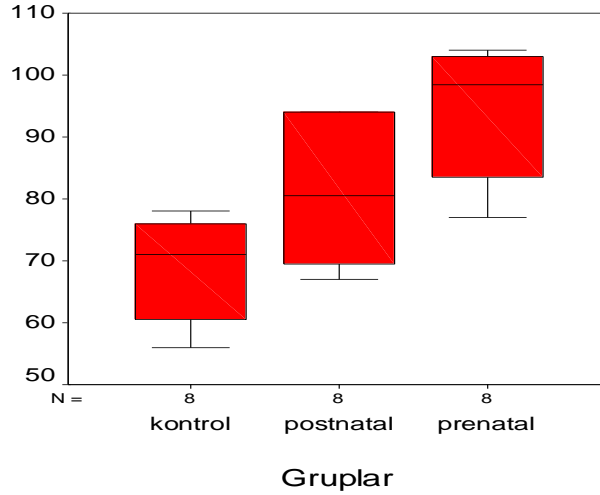
3. BULGULAR (FINDINGS)

Prenatal dönemden itibaren 50 Hz elektrik alan uygulanan grubun ortalama vajinal açılma ve östrus zamanı, kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek saptanmıştır (sırasıyla 93.7 ± 3.9 ve 93.8 ± 3.9 ; 67.7 ± 3.52 ve 68.6 ± 3.1 gün, $p=0.0001$).

Postnatal dönemden itibaren 50 Hz elektrik alan uygulanan grupta ise her iki parametre, kontrol grubuna göre yüksek olsa da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (sırasıyla 71.7 ± 4.79 ve 81.2 ± 4.2 gün, $p>0.05$). Her 3 grubun pubertedeki FSH, LH ve E2 düzeyleri arasında ve puberteye girişteki vücut ağırlıkları, hipofiz ve over ağırlıkları arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Şekil 4'te üç grubun vajinal açılma zamanları ve Şekil 5'te de üç grubun östrus zamanları görülmektedir.



Şekil 4. 3 grubun vajinal açılma zamanları
 67.7 ± 3.52 , 71.7 ± 4.79 , 93.7 ± 3.9 gün ($P < 0.05$)
(Figure 4. 3 groups of vaginal time
 67.7 ± 3.52 , 71.7 ± 4.79 , 93.7 ± 3.9 day { $P < 0.05$ })



Şekil 5. 3 grubun östrus zamanları
68.6 ± 3.1, 81.2 ± 4.2, 93.8 ± 3.9 (P < 0.05)
(Figure 5. 3 groups of oestrus time
68.6 ± 3.1, 81.2 ± 4.2, 93.8 ± 3.9 {P < 0.05})

Değerler ortalama gruplar arası farkların karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Farkın anlamlı bulunması halinde kontrol grubuyla karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi yapılarak Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. P < 0.05 olduğunda, farklar anlamlı kabul edilmiştir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Çalışmada dokulardan alınan histolojik kesitlerin değerlendirilmesinde; prenatal ve postnatal elektrik alan uygulanan gruplarda; kontrol grubuna göre hipotalamusta ödem, hücreyel organizasyonda bozulma, bazofilik/asidofilik hücre oranında azalma tespit edilmiştir. Bu çalışma insanların günlük hayatında sıkça maruz kaldıkları elektrik alanın benzer dozlarda özellikle prenatal elektrik alan uygulanan dişi sıçanlarda belirgin olarak gecikmiş puberteye neden olduğu ve bunun özellikle doku düzeyindeki toksik etkileri nedeniyle olabileceğini göstermiştir.

Yukarıda sonuçları verilmiş olan bu çalışma ile, günlük hayatta rastgele bir zamanda ve rastgele bir mekanda özellikle dişi canlıların maruz kalacağı alan 50 Hz'de sadece elektrik alan bile olsa üzerinde durulması gereken derecede etkili olabilecektir. İnsanların sıkça karşılaştıkları akımdan değil; gerilimden kaynaklanan elektrik alanın, dişi sıçanlarda düşük doğum ağırlığı ve doğum sonrasında büyüme bozukluğu yarattığına ve bazı temel enzimleri de değiştirebildiğine göre, insanlarda da kümülatif etkilenmeye neden olacaktır.

İnsanların elektromanyetik alanlardan tamamen korunabilmeleri günümüz koşullarında belki de çok kolay olmayacaktır. Fakat bu alanların insan sağlığı üzerine etkilerinin bilinmesi, toplumun bu etkiler hakkında aydınlatılması gerekmektedir. Elektromanyetik alanların sağlık üzerine etkilerinin daha kesin olarak belirlenebilmesi için daha çok çalışmalar yapılmalı ve belirlenen zararlı etkilerinden sakınılmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Barriviera, M.L., Louro, S.R.W., Wajnberg, E., and Hasson-Voloch, A., (2001). Denervation alters protein-lipid interactions in membrane fractions from electrocytes of *Electrophorus electricus* (L.), *Biophysics Chem*, 91: 93-104.
2. Dinçer, S., Koz, M., Öz, E., Gönül, B., Güler, G. ve Atalay, N.S., (1995). Dikey ve yatay doğrultularda elektrik alan uygulamasının kobaylarda adrenal bez askorbik asit ve malondialdehit düzeylerine etkisi, *Optimal Tıp Dergisi* 8:135-138.
3. Bold, A., Toros, H., Şen, O., (2003). Manyetik alanın insan sağlığı üzerindeki etkisi, III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart, İTÜ, İstanbul. ISBN. 975-561-236-X.
4. Schwan, H.P., (1985). Biophysical principles of the interaction of elf fields with living matter. biological effects and dosimetry of static and elf electromagnetics fields, 243-271, Plenum Pres, Newyork.
5. Şeker. S. ve Çerezci O., (1997). Çevremizdeki radyasyon ve korunma yöntemleri, Boğaziçi Yayınları.
6. Margonato, V., Veicsteinas, A., Conti, R., Nicolini, P., and Cerretelli, P., (1993). Biologic effects of prolonged exposure to elf electromagnetic fields in rats, *Bioelectromagnetics* 14:479-93.
7. Foster, K.R., D'Andrea J, A., Chalfin, S., and Hatcher, D. J., (2003). Thermal modeling of millimeter wave damage to the primate cornea at 35 ghz and 94 ghz. *Health Physics*; 84 (6): 764-769.
8. Güler, G. and Seyhan, N., (1999). Extremely low frequency (elf) electric field with different application times inhibits protein synthesis. *Med&Biol Eng&Comput.* 37, Suppl. 2: 1338-1339.
9. Seyhan, N. and Güler, G., (2006). Review of in vivo static and elf electric fields studies performed at gazi biophysics department. *Electromagnetic Biology and Medicine*; 25(4): 307-323.
10. Seyhan, N., Canseven, A.G., and Güler, G., (2006). Animal studies on the effect of SMF and ELF EMF. In: Ayrapetyan S., Markov M. editors. *Bioelectromagnetics: Current Concepts*. Netherlands: Springer Press; pp 195-212.
11. Ulukut, Ö., (2005). Endüstriyel em alanlara maruz kalma, standartlar, ölçüm prosedürlerinin geliştirilmesi ve ölçümlerin simülasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 102, Isparta.
12. Susman, S., (1995). Exposure assessment at extremely low frequencies: issues, instrumentation, modeling, and data, *Radio Science*, 30: 151-159.