



## FARKLI ELEKTRİK ALANLARIN (0.9 – 1.9 – 10 Kv/m) KAN, KARACİĞER, BÖBREK ve DALAK DOKULARI ÜZERİNE ETKİLERİ

\* Nurgül ŞENOL , Kenan ÇINAR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta,  
TÜRKİYE, [nsenol@fef.sdu.edu.tr](mailto:nsenol@fef.sdu.edu.tr)

*Geliş tarihi: 15.01.2007 Kabul tarihi: 07.03.2008*

### ÖZET

Bu çalışmada farklı elektrik alanın kan, karaciğer, dalak ve böbrek dokuları üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Deney hayvanları kontrol ve 3 grup olmak üzere dört gruba ayrıldı. Birinci deney grubuna 10 kV/m, ikinci gruba 1.9 kV/m, üçüncü gruba ise 0.9 kV/m lik elektrik alan paralel plate kafeslerinde uygulandı. Deney hayvanlarına günde 20-22 saat olmak üzere 8 gün boyunca elektrik alana maruz bırakıldı. Elektrik alana maruz bırakılan farelerden 3. ve 8. gün olmak üzere kan, böbrek, dalak ve karaciğer dokularından örnek alındı. Alınan örnekler rutin histolojik doku takibi işlemleri uygulanıp parafinde bloklandı. Parafine gömülen dokulardan 5-6 m kalınlığında kesitler alındı. Kesitler genel histolojik incelemeler için hematoksilin&eosin ile boyandı. Daha sonra kesitler ışık mikroskopunda incelendi. Bu çalışmada kan hücrelerinde kontrol grubu ile elektrik alana maruz bırakılan gruplar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Böbrek dokusunda kontrolden farklı olarak diğer elektrik alana maruz bırakılan gruplarda vasküler dilatasyon olduğu gözlemlendi. Dalak dokusunda elektrik alana maruz bırakılan gruplarda kırmızı pulpada sinuzoidlerde genişlemeler tespit edilmiştir. Karaciğer dokusunun histolojik incelenmesi sonucu grup 3 de hepatositler arasında zonal olmayan dağınık yerleşimli lenfosit toplulukları (lenfoid agregat) gözlemlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik alan, Kan, Karaciğer, Böbrek, Dalak, Fare

### 1. GİRİŞ

Vücudun bazı hücrelerinde, dışarıdan elektrik stimülasyonu ile membran aksiyon potansiyeli elde edilebilir. Bu fizyolojik temele dayanarak, elektrik stimülasyonu bir fizik tedavi aracı olarak kullanılmaktadır (2).

Biyolojik iletken bir ortamda elektrik akımının üç temel etkisi vardır: Elektrotermal, elektrokimyasal, ve elektrofizik etki (4, 7). Elektrik akımının bu üç temel etkisinin toplamı ile elektrofizyolojik etki ortaya çıkar. Elektrofizyolojik etki ile oluşan direkt reaksiyonlar bazı indirekt reaksiyonları tetikleyebilir. Aslında elde edilen elektrofizyolojik etki direkt ve indirekt reaksiyonların kombinasyonudur.

Elektrik akımının periferik sinirlerin uyarılması, membran permeabilitesinde değişiklik, fibroblastların etkilenmesi ve fibroblastik oluşum, osteoblastların etkilenmesi ve osteoblastik oluşum, arteriyel, venöz ve lenfatik mikrosirkülasyonun değiştirilmesi, proteinin kan-hücre konstrasyon değişikliği, SDH ve ATPaz gibi enzimatik aktivite değişikliği, protein sentezinin değişmesi gibi hücresel seviyede fizyolojik etkileri bulunmaktadır (1, 3).

Bu çalışmada 0.9 Kv/m, 1.9 Kv/m ve 10 Kv/m'lik elektrik alanın kan, karaciğer, dalak ve böbrek dokuları üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu konuda çalışmanın oldukça az olması ve farklı dozlarda elektrik alanın uygulanması çalışmanın önemini artırmaktadır. Bu çalışmada kullanılan dozların yara iyileşmesi üzerine etkileri çeşitli literatürlerde çalışılmıştır. Ancak uygulanan elektrik alanın (0.9 Kv/m, 1.9 Kv/m ve 10 Kv/m) kan, karaciğer, böbrek ve dalak dokuları üzerine etkileri çalışılmamıştır. Bu dozlarda çalışma olmaması bizi bu çalışmaya yöneltmiştir.

### 2. MATERYAL VE METOT

Deney hayvanı olarak 35-40 g. ağırlığında 32 adet beyaz erkek fare kullanıldı. Deney hayvanları 15-18 °C

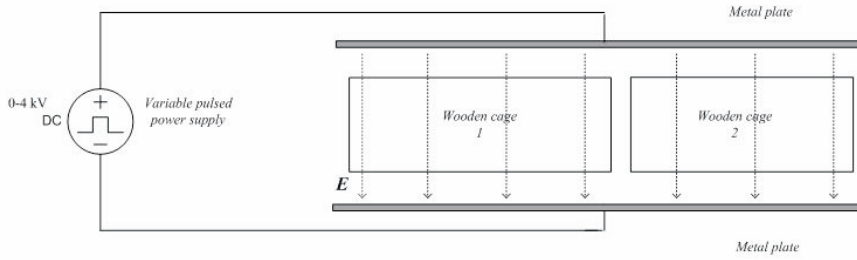
sıcaklığındaki odada, 12 saatlik ışık periyodunda, standart gıda ve su ile tahta kafeslerde tutuldu. Deney hayvanları dört gruba ayrıldı. Her bir grupta 8 adet fare kullanıldı.

Grup 1: 10 kV/m elektrik alan  
Grup 2: 1.9 kV/m elektrik alan  
Grup 3: 0.9 kV/m elektrik alana maruz bırakılırken,  
Kontrol grubuna elektrik alan uygulanmamıştır.

Kullanılan dozlara yakın dozlar literatürlerde rastlanmış olup (8) bu çalışmadaki dozlar literatürlere uygun olarak seçilmiştir.

Dikey elektrik alan oluşturmak için tahta kafeslerin yan taraflarına 51 cm. X 50 cm. X 0.1 mm. olan bakır levhalar monte edildi. Bakır levhaların arasına ayrı ayrı bölmeleri olan tahta kafeslerde yerleştirilip her bir gruba uygun dozlarda elektrik alana 20-22 saat süre maruz bırakıldı (Şekil 1).

Şekil 1 Paralel plate ve tahta kafesler



Dokuları alınacak farelere çalışmaya başlamadan 10 dk. önce anestezi (haloten) verildi. Elektrik alan uygulamasından sonra gruplardan 3. ve 8. gün olmak üzere karaciğer, dalak, böbrekten materyal alındı. Ayrıca kan hücrelerini sayımı için kalbe girilerek kan alındı. Alınan kan örnekleri ile hemen kan yayma preparatı yapılarak giemsa ile boyandı. Diğer dokularda % 10 luk formalin ile fikse edilerek rutin histolojik doku takibinden geçirildi. Parafine gömülen dokulardan 5-6 m kalınlığında kesitler alındı. Kesitler genel histolojik incelemeler için hematoksilin&eosin ile boyandı. Daha sonra kesitler ışık mikroskobunda incelendi.

### 3. BULGULAR

#### Kan hücreleri Bulguları

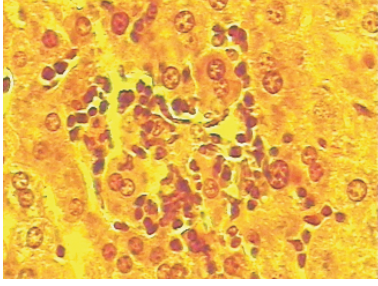
Kan hücrelerinde kontrol grubu ile elektrik alana maruz bırakılan gruplar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 1).

|  | Kontrol | Grup I | Grup 2 | Grup 3 |
|--|---------|--------|--------|--------|
| <b>Tablo 1 Kan Hücrelerinin oranları</b> |         |        |        |        |
| Lenfosit                                 | % 17    | % 19   | % 19   | % 20.5 |
|  | % 18    | % 18.5 | % 18   | % 19.5 |
|  | % 15    | % 18   | % 18   | % 17.5 |
| Monosit                                  | % 2     | % 2.5  | % 3    | % 1    |
|  | % 4.5   | % 4    | % 4    | % 1.5  |
|  | % 5     | % 4    | % 4.5  | % 1.5  |
| Nötrofil                                 | % 2     | % 1.5  | % 1    | -----  |
|  | % 1.5   | % 1    | % 0.5  | % 1.5  |
|  | % 1     | % 0.5  | % 1.5  | % 1    |
| Eosinofil                                | % 2     | % 2    | % 1.5  | % 0.5  |
|  | % 0.5   | % 2.5  | % 1.5  | % 1    |
|  | % 2     | % 1.5  | % 0.5  | % 0.5  |
| Bazofil                                  | % 2     | -----  | % 0.5  | % 0.5  |
|  | % 0.5   | -----  | % 1    | % 1    |
|  | % 2     | % 1    | % 0.5  | % 0.5  |

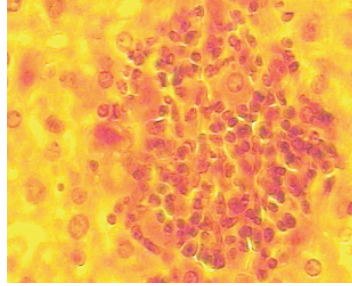
### Böbrek, Dalak, Karaciğer Dokularına Ait Bulgular:

Karaciğer dokusunun histolojik incelenmesi sonucu grup 3 de hepatositler arasında zonal olmayan dağınık yerleşimli lenfosit toplulukları (lenfoid agregat) gözlemlendi. Karaciğer dokusunda bu lenfosit toplulukları odaklar şeklinde olup en büyük odakta yaklaşık olarak 60 adet lenfosit yer almaktadır. Bu lenfosit yoğunluğu çevre çevredeki hepatositlere zarar vermemektedir. Bu lenfositler arasında birkaç adet nötrofilinde yer aldığı tespit edildi. Lenfosit yoğunluğu hücresel iltihabi bir cevaptır. Buna iltihabi infiltrasyon adı verilir. Aralarda birkaç adet nötrofilin bulunması mikst infiltrasyonun olduğunu ispatıdır (Şekil 2, 3, 4, 5). Bu bulgular grup 1 ve 2 de gözlenmemiştir.

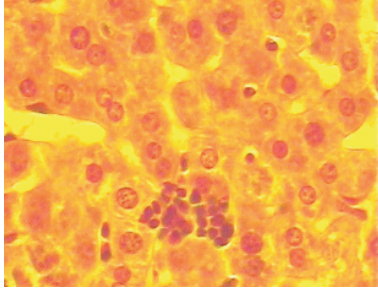
Şekil 2 Grup 3 Karaciğer, X200



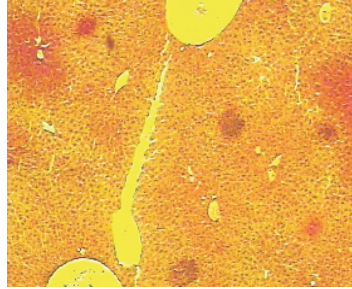
Şekil 3 Grup 3 Karaciğer, X200



Şekil 4 Grup 3 Karaciğer, X200

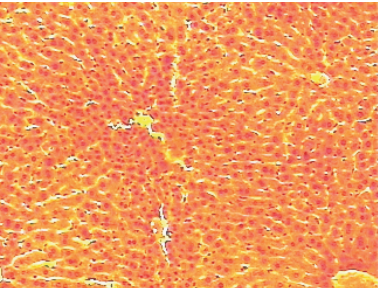


Şekil 5 Grup 3 Karaciğer, X200

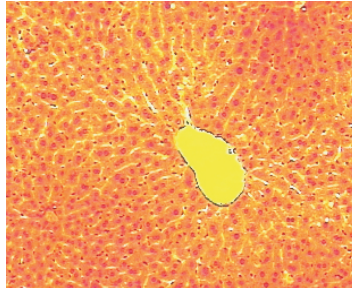


Grup 3, 2 ve 1 de ortak olan sinuzoidlerde genişleme ve kupffer hücre sayısındaki artıştır (Şekil 6, 7, 8, 9). Bu bulgular 3. günde alınan örneklerde gözlenmezken 8. günde alınan karaciğer örneklerinde tespit edilmiştir. 3. gündeki karaciğer dokularında kontrolden farklı bir bulguya rastlanmamıştır.

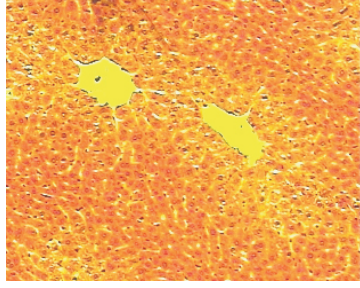
Şekil 6 Grup 1 Karaciğer, X200



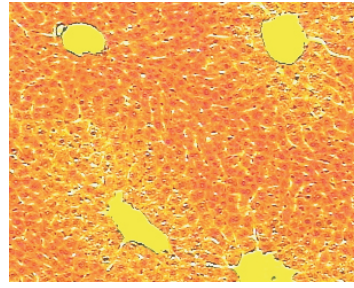
Şekil 7 Grup 1 Karaciğer, X200



**Şekil 8** Grup 2 Karaciğer, X200

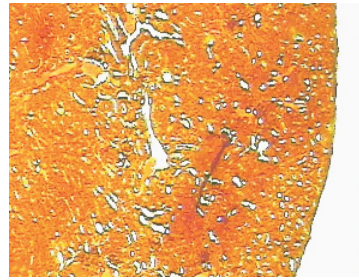


**Şekil 9** Grup 2 Karaciğer, X200

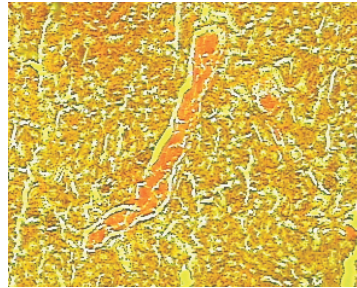


Böbrek dokusunda kontrolden farklı olarak diğer elektrik alana maruz bırakılan gruplarda vasküler dilatasyon olduğu gözlemlendi. Damar çaplarındaki genişleme yani kanlanmanın artışı zarara karşı dokuda oluşturulan bir cevaptır (Şekil 10, 11).

**Şekil 10** Grup 2 Böbrek, X200

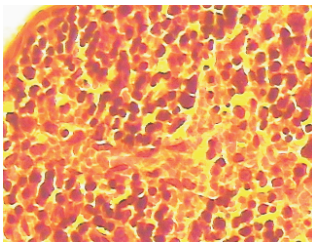


**Şekil 11** Grup 3 Böbrek, X200

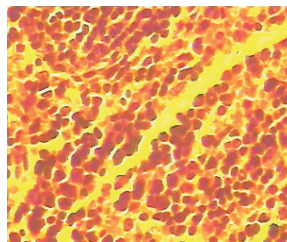


Dalak dokusunda elektrik alana maruz bırakılan gruplarda kırmızı pulpda sinuzoidlerde genişleme gözlemlendi (Şekil 12, 13). Bu olaya hiperemi adı verilmektedir. Beyaz pulpda patolojik yönden kontrolden farklı olarak bir bulguya rastlanmamıştır. Ayrıca elektrik alana maruz bırakılan gruplarda lenfosit infiltrasyonu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 14). Diğer karaciğer, böbrek dokularında olduğu gibi bu bulgular 8. günde gözlenirken 3. günde patolojik bir bulguya rastlanmamıştır.

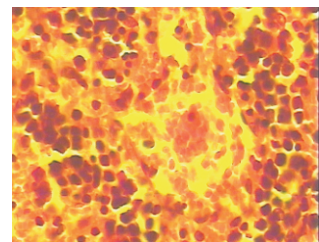
**Şekil 12** Grup 1 Dalak, X200



**Şekil 13** Grup 3 Dalak, X200



**Şekil 14** Grup 1 Dalak, X200



#### 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Ratlarda 50 Hz' lik elektrik alan uygulamalarında lenfosit proliferasyonunu etkilediği ve bu proliferasyon hızının azaldığı bildirilmektedir (6). 2.5 MV/m' lik elektrik alan uygulamasında ise T lenfositlerin membran yapısında bulunan fosfolipid yapısının bozulduğu Vernier ve ark. (8) tarafından bildirilmiştir.

Milgram ve ark., (7) yüksek dozda elektrik ve elektromanyetik uygulamalarının hücre apoptozisine ve tümörlere neden olduğunu bildirmektedirler. Bu çalışmada karaciğer, böbrek ve dalak dokularında patolojik incelemelerde bu bulgulara rastlanmamıştır. 1.5 GHz lik elektromanyetik alan uygulamasında karaciğer, böbrek ve dalak da ağırlık açısından bir azalmanın olduğu bildirilmektedir. Katsumi ve ark., (5)' nin bulguları ile uyumlu olarak karaciğer dokusunda hepato-cellular odakların oluştuğu ancak dalak ve böbrekte histopatolojik olarak bir değişiklik gözlenmedi.

Yang (9), karaciğer dokusunda elektrik alan uygulamalarında boşlukların oluştuğunu tespit ettiğini bildirmesine karşın bu çalışmada belirtilen boşluklara rastlanmadı. Karaciğer, böbrek ve dalak da patolojik olarak vasküler dilatasyon, lenfosit infiltrasyonu ve sinozoidlerde genişlemeler olduğu bu çalışmada gözlenmiştir. Ancak bu çalışmada kullanılan elektrik alanının (0.9 – 1.9 – 10 Kv/m) incelenen dokularda tümörlere ve hücre apoptozisine neden olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda kullanılan dozlarda elektrik alana maruz kalmanın herhangi bir zararının olmadığı kanısına varılmıştır. Çeşitli çalışmalarda elektrik ve elektromanyetik alanın yara iyileşmelerinde, kemik kırılmalarında tedavi amaçlı olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Uygun dozlarda elektrik alan da tedavi amaçlı kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Cho, M.R, Thatte, H.S., Lee, R.C., Golon, D.E., “Integrin-dependent human macrophage migration induced by oscillatory electrical stimulation” *Ann Biomed Eng.*, 28: 234-243 (2000).
- [2] Eraslan, G., Akdoğan, M., Bilgili, A., Kanbur, M., Şahindokuyucu, F., “Elektromanyetik alanın (60-90 Hz ve 5 mT) diurnal ritimde kan elektrolit düzeyleri üzerine etkileri”, *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 26: 1243-1247 (2002).
- [3] Gardner, S.E, Frantz, R.A, Schimid, T.F.L., “Effect of electrical stimulation on chronic wound healing: a meta-analysis”, *Wound Rep Reg.*, 7: 495-503 (1999).
- [4] Irmak, M.K., Öztaş, E., Yağmurca, M., Fadıllıoğlu, E, and Bakır, B., “Effects of electromagnetic radiation from cellular telephone on epidermal Merkel cells”, *Journal of Cutaneous Pathology* , 30: 135-138 (2003).
- [5] Katsumi, I. Masao, T., Kamimura, Y., “The 1.5 GHz electromagnetic Near-field used for cellular phones does not promote rat liver carcinogenesis in a medium-term liver bioassay”, *Jpn. J. Cancer Res.*, 89, 995-1002 (1998).
- [6] Lankford, K.V., Mosunjac, M., and Hillyer, C.D., “Effects of UVB radiation on cytokine generation, cell adhesion molecules, and cell activation markers in T-lymphocytes and peripheral blood HPCs”, *Transfusion*, 40: 361-367 (2000).
- [7] Milgram, J., Shahar, R., Levin-harus, T., and Kass, P., “The effect of short, high intensity magnetic field pulses on the healing of skin wounds in rats”, *Bioelectromagnetics*, 25: 271-277 (2004).
- [8] Nisser, N. N., Polverini, P. J., Koch A. E., “Vascular endothelial growth factor mediates angiogenic activity during the proliferative phase of wound healing. *Am J Pathol* 152: 1445-1452 (1998).
- [9] Vernier, P.T., Suny, Marcu, L., Craft C.M., Gundersen M.A., “Nanosecond pulsed electric fields perturb membrane phospholipids in t lymphoblasts”, *FEBS Lett.* , 13: 572: 103-8 (2004).
- [10] Yang, X. A., “Qualitative study of in vivo pulsed electric field distribution model in rabbit liver tissues”, *Article in Chinese*, 22: 497-500 (2005).