

# 50 HZ VE STATİK ELEKTRİK ALANIN CANLI ORGANİZMALAR ÜZERİNDEKİ MUHTEMEL ETKİLERİ

Özlem ULUKUT<sup>1</sup>    Ufuk ÖZKAYA<sup>2</sup>    Selçuk ÇÖMLEKÇİ<sup>3</sup>    M. Asım AYDIN<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü  
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260, Çünür, Isparta  
<sup>4</sup> Plastik Rekonstrüksiyon Cerrahisi Bölümü  
Tıp Fakültesi  
Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260, Çünür, Isparta

<sup>1</sup>e-posta: [oulukut@mmf.sdu.edu.tr](mailto:oulukut@mmf.sdu.edu.tr)

<sup>3</sup>e-posta: [scm@mmf.sdu.edu.tr](mailto:scm@mmf.sdu.edu.tr)

<sup>2</sup>e-posta: [ufuk@mmf.sdu.edu.tr](mailto:ufuk@mmf.sdu.edu.tr)

<sup>4</sup>e-posta: [maaydin@med.sdu.edu.tr](mailto:maaydin@med.sdu.edu.tr)

*Anahtar sözcükler: ELF, Statik Alan, Elektromanyetik Alan, Dozimetri*

## ÖZET

Bu çalışmada bazı frekanslarda, maruziyet sürelerinin ve elektrik alan seviyelerinin hangi değerlerinde etkilenmenin başladığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun için statik alanlar ve değişken elektrik alanlardan yararlanılmıştır. Sıçan kafeslerine uygulanan elektrik alan, paralel plakalı düzenekler kullanılarak yaratılmıştır. *Bu çalışmada; 150-200 gr ağırlığındaki 2 aylık 40 adet dişi Albino sıçanlara, 1 ay boyunca 24 saat süre ile 50 Hz frekanslı elektrik alan ve statik elektrik alan uygulanmıştır. Bunlardan üçü kontrol ve biri deneme olmak üzere, toplam dört adet grup oluşturulmuştur.*

## 1. GİRİŞ

Elektromanyetik dalgalar, insan organizmasında büyük ölçüde karışıklığa sebep olabilirler. Örneğin vücudun molekül ve atomları arasındaki denge kaybolabilir, biyokimyasal faaliyetler etkilenir. En önemlisi hücrenin, dolayısıyla dokuların işleyişinde önemli olan elektriksel yapı bozulabilir. Kalp dolaşım sistemi, bağışıklık sistemi ve sinir sisteminde buna bağlı bozukluklar ortaya çıkabilir. Statik alanlarla rutin maruz kalmalarının incelenmesinde, genellikle manyetik alanın incelenmesi kabul edilir. Oysa zararsız olduğu sanılan statik bir alanda; biyolojik doku hareketli ise, dokuda indükleme akımlarının oluşması muhtemeldir. Elektrik alanın etkileri arasında en önemlisi, beyin dokusunda bulunan kalsiyum iyonları üzerindeki olumsuz etkileridir. ELF alanları düşük enerjileri olmakla birlikte; bazı durumlarda hücre membranlarının dışarıdan uygulanan düşük frekanslı alanlara, oldukça duyarlı olduğu bilinmektedir. Çok düşük sinyal değişimleri, hücre fonksiyonunda önemli biokimyasal cevaplara yol açabilmektedir.

## Statik Alan Etkileşimleri

Statik alanlar, durgun ve hareketsiz elektrik yüklerinin meydana getirdiği alanlardır. Statik alanlar ve sağlık hasarları arasındaki bağlantı hakkında, çok az laboratuvar çalışması veya epidemiyolojik kanıt vardır. Statik alanlarla kanser arasındaki bağlantı aranırken, sadece manyetik alan bileşeni, sağlık için bir tehdit olarak görülmektedir. İş yerlerinde çalışan, statik alanlara maruz kalan insanlar ise; MR operatörleri, fizik ve biyomedikal kurumlarda çalışanlar (parçacık hızlandırıcılar ile çalışanlar), elektrolitik ortamlarda çalışanlardır.

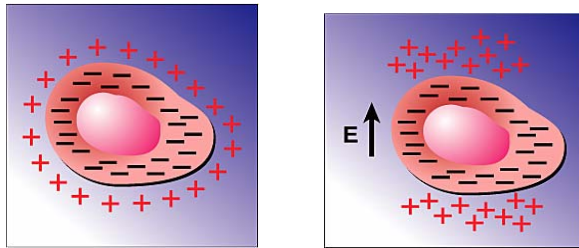
Nedensel epidemiyolojik kanıtların çok zayıf olmasıyla beraber; statik manyetik alanlarla kanser arasındaki ilişkide, carcinogenicity ile ilgili çok sağlam kanıtlar bulunmaktadır. Kanser ajanları carcinogenler, genotoksit veya epigenetik başlatıcılar ve destekleyicilerdir. Genotoksit ajanlar, doğrudan hücrenin genetik elemanlarına zarar verebilmektedir. Genotoksinler, birçok çeşit hücreyi etkileyebilirler ve birden çok kanser çeşidine neden olabilir. Böylece genotoksin dozu düşürüldüğünde risk azalır, ama hiç yok edilemezler. Geniş bir alanda; statik manyetik alanlar için tüm organizma ve hücre genotoksitlik çalışmaları yapılmıştır. Bütün bu çalışmalar sonunda statik manyetik alanların genotoksit olduğu hakkında şimdiye kadar hiçbir kanıt bulunamamıştır.

## 50 Hz Alan Etkileşimleri

Bu alanların esas kaynakları, enerji iletim hatları ve yüksek gerilim şalt tesisleridir. Ama bu etki mekanizması, ELF alanlarının zorunlu çevresel konsantrasyonları, çocuklardaki kanser hastalığının nedeni olarak görülmemelidir.

Bazı epidemiyolojik çalışmalar ELF alanları kanser ve özellikle çocuk kanserleri arasında bir bağlantı kursoru da bunu desteklemeyen çalışmalar da vardır. ELF radyasyon yaşam ortamlarında; motorlar, floresan lambalar ve televizyon ekipmanı gibi uygulamalar şeklinde ortaya çıkmaktadır.

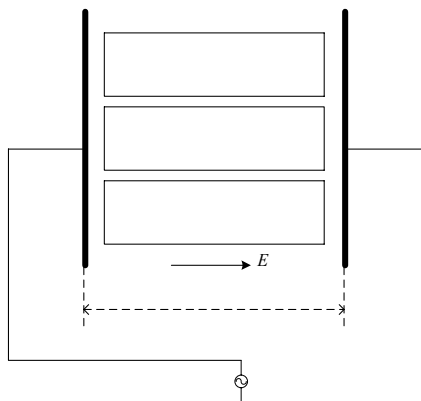
Biyolojik malzemelerin çoğu; aşırı homojen olmayan yapıda oldukları için, elektrik alanında önemli yerel değişiklikler görülmektedir. Bu durum; moleküllerin, iyonların ve membranların hareketine ayrıntılı biçimde baktığımızda açık bir şekilde ortaya çıkar. Düşük frekanslı ve düşük şiddeteki EM alanlar, hücrelerdeki  $Ca^{++}$  alınma ve salgılanma dengesini ve beyindeki  $Na^+$  ve  $K^+$  miktarlarını değiştirmektedir. Şekil 1.'de elektrik alanını; hücre zarında yarattığı, yük yer değiştirmesini göstermektedir.



Şekil 1. Hücre zarı etkileşimi

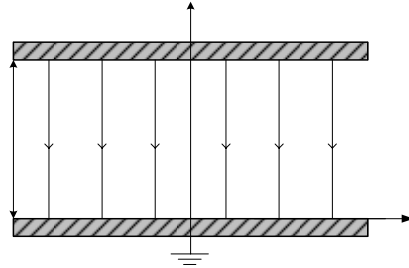
## 2. MATERYAL METOD

Bu çalışmada bazı frekanslarda, maruziyet sürelerinin ve elektrik alan seviyelerinin hangi değerlerinde etkilenmenin başladığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada sıçan deneyleri, SDÜ Tıp Fakültesinde görevli bilim adamları katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için statik alanlar ve değişken elektrik alanlardan yararlanılmıştır. Çalışmada kullanılan statik alanlar için; Barry ve Geim'in kullandıkları metodoloji, AC 50 Hz için Anderson ve arkadaşlarının kullandıkları metodoloji takip edilmiştir.



Şekil 2. 50 Hz ve statik alanlar için deney düzeneği

Sıçan kafeslerine uygulanan elektrik alan, paralel plakalı düzenekler kullanılarak yaratılmıştır. 0 Hz-50 Hz için maruziyet deney düzenekleri önce tasarlanmış, sonra imal edilmiştir. Burada oluşan elektrik alanlar; homojen, statik elektrik alanlar şeklinde üretilmiştir.



Şekil 3. Düzenlenen paralel plakalı deney düzeneği

Şekil 3.'de, ölçüm düzeneğinin geometrisi görülmektedir. Temel elektronik teorilerden; elektrik alan çizgileri, bir levhadan diğerine doğrudur. Köşe etkileri ihmal edildiği takdirde, plakalar arasındaki bu alan oldukça düzgündür. Ancak paralel plakalar dikey konumda değil, yatay konumdadır.

Bu çalışmada; 150-200 gr ağırlığındaki 2 aylık 40 adet dişi Albino sıçanlara, 1 ay boyunca 24 saat süre ile 50 Hz frekanslı elektrik alan ve statik elektrik alan uygulanmıştır. Bunlardan üçü kontrol ve biri deneme olmak üzere, toplam dört adet grup oluşturulmuştur. Her grupta 10 adet sıçan bulunmaktadır. Bu sıçanlar aynı özellikleri taşıyan dört ayrı kafeste tutulmuştur. Sıçanlar çalışmaya başlamadan önce; ortama alışmaları için, 15 gün süreyle beslenmiştir. Çalışmanın yapıldığı ortamın sıcaklığı, 20-21°C derece arasındadır. Kontrol grubuna ek olarak, deneme grupları da oluşturulmuştur. Genişliği 0.5 m olan, plastik kafesler seçilmiştir.

Plakalar arasında oluşan  $E$  alanı için;

$$E = \left( \frac{V}{d} \right) y \quad (3.1)$$

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 (3.1)'den görüldüğü üzere, plakalar arasındaki elektrik alan yoğunluğu, 5000 Volt/0.5 metre ya da  $E_{rms}=10000 \text{ V/m}=10 \text{ kV/m}$ 'dir.

Böylece;

$$E_{loc} = \frac{E}{\epsilon_r} \quad (3.2)$$

Burada  $E$  dış ve  $E_{loc}$  içerideki alandır.

Güç frekanslarında; sıçanlar için kabul edilen dielektrik sabiti  $\epsilon_r$ ,  $10^6$ 'dır.

Eşitlik (3.2)'den,

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

$\epsilon_r$ ; frekansa bağımlı olduğundan, sinüs dalga tarafından belirlenir.  $\epsilon_r$  bu alandaki kuvvetleri belirleyen önemli bir parametredir. Güç frekanslarında (50 Hz) dielektrik sabiti,  $10^6$  civarındadır. Sıçanlar için lineer dielektrik sabiti, yüz milyonlar seviyesindedir (Poly, 1995). Canlı hücrenin sonlu membran potansiyelinin; yüksek polarize olabilirliği özelliğinden dolayı, zar üzerine anlamlı kuvvetler etki eder. İlaveten dielektrik tepkiler nonlineer olmaktadır ve hücrenin metabolik durumlarına etkilemektedir.

### 3. BULGULAR

Sıçanlar kullanılarak yapılan DC ve 50 Hz etkileşim deneyleri sonucunda, uzun süreli maruziyetin hangi biyolojik dokuda ne tür etkileri olduğu konusu araştırılmıştır. Çalışmanın hücre ve doku analizleri, konu ile ilgili bilim adamlarınca yapılmış ve yorumlanmıştır. 1 ay sonunda, sıçanlardan alınan sinir hücreleri incelenmiştir. 50 Hz ve statik elektrik alan ezilme tipi periferik sinir yaralanması modelinde; fonksiyonel iyileşme hızı 50 Hz grubunda, daha belirgin olarak yavaşlamıştır. Ancak nihai iyileşme düzeyinde belirgin bir fark görülmemiştir. Statik ve 50 Hz'e maruz kalan hayvanlar; anlamlı derecede kilo almalarına rağmen, kilo almaları kontrol grubuna göre daha azdır. Periferik sinirlerin erken iyileşme döneminde histomofetrik incelenmesinde; valleryan dejenerasyonun bulgusu olarak miyelin artık temizliğini, 50 Hz'in azalttığı gözlemlenmiştir.

Bu bulgularla; statik grubunda elde edilen bulguların, yüzey yükünün neden olduğu yeme ve yürüme davranışları üzerindeki etkisine bağlanabileceği düşünülmüştür. Ancak hismol sinir rejenerasyonu, 50 Hz'in etkisini destekleyici niteliktedir. Hem 0 hem de 50 Hz uygulan sıçanlarda, strese bağlı terleme meydana gelmiştir.

Çalışmanın bir bölümünde; sıçan sırtında 3x3x3 boyutunda deri fleplerinin kesilmesiyle, 72 saat boyunca, flep yaşamının nasıl etkilendiği incelenmiştir. Kontrol grubunda fleplerin tamamı yaşarken, 50 Hz'de fleplerde total nekroz (ölüm) meydana gelmiştir. Bu bulgularla; 50 Hz elektrik alanın, neovaskülarizasyon (damar oluşumu) süresini olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Birinci deneyde valleryan dejenerasyonunun etkilenmesi; ikinci deneyde de neovaskülarizasyonun etkilenmesi, her iki patolojik süreçte de önemli rol oynayan inflamasyon (iltihap) elemanlarının özellikle makrofaj infiltrasyon (bakterileri fagosite etmesi) ve aktivitesinin olumsuz etkilediğini düşündürmektedir.

Bunun doğrulanabilmesi için daha ileri çalışmalara gerek duyulmaktadır.

### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada yaratılan doku içi 10 mV/m seviyesindeki AC (50 Hz) ve DC alanın sinir rejenerasyonunu azalttığı ve bazı diğer negatif etkiler ispatlanmıştır. DC'ye yakın ELF ya da statik elektrik alanlar ile ilgili yapılan deneysel çalışma sonucunda; insana yakın metabolizmaya sahip memeli bir hayvan üzerinde, bu sınır değerinin hiç masum olmadığı gösterilmiştir. Artık elektrik alanların da manyetik alanlar kadar hücre mekanizmasını etkileyebileceğini ve kümülatif dejenerasyonlar yaratabileceği bilimsel çevrelerce kabul edilmektedir. Konunun mühendislik açısından önemi, doğru hücre modelleri yaratmaktır. Geleceğin önemli araştırma konuları bunlar olacaktır. Sonuç olarak tüm alanlarda EM maruz kalma şartları incelenmeli ve bunlara göre gerekli düzeltmeler yapılarak, ulusal standartlar belirlenmelidir. Bu konuda yapılacak araştırmaların devam etmesi, bilimsel ve toplum sağlığı açısından önemlidir.

### 5. KAYNAKLAR

- [1] Anderson, L.E., Morris, J. E., 2001. Large Granular Lymphocytic Leukemia in Rats Exposed to Intermittent 60 Hz Magnetic Fields, *Bioelectromagnetics* 22:185-193
- [2] Beniashvili, DSh., Beniashvili, VG., Menabde, MZ., 1991. The Effect of Low-Frequency Electromagnetic Fields on the Development of Experimental Mammary Tumors, *Vopr Onkol* 37: 937-941.
- [3] Davis, J. G., Mills W. A., 1993. Health Effect of Low Frequency Electric and Magnetic Fields, *Science and Technology*, Vol. 27, No.1, pp. 44-48.
- [4] Dinç, H., 2003. Elektromanyetik Işınlamaların İnsan Sağlığına Etkisi, *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi*, sayı 406.
- [5] Savitz, D. A., Health Effects of Low Frequency Electric and Magnetic Fields, *Environ, Science Technology*, Vol.27, No.1, pp.52-54.
- [6] Ulukut, Ö., Çömlekçi, S., 2004. Bazı Endüstriyel Elektrik ve Manyetik Alanlara Maruz Kalmada, Etkilenme Seviyelerinin Belirlenmesi, *URSI İkinci Ulusal Kongresi, Bilkent Üniversitesi, ANKARA.*
- [7] Ulukut, Ö., Çömlekçi, S., 2004. Exposing to Industrial EM Fields, Standards, Developing Measurement Procedures and Simulation of Measurements, *BEMS 26th Annual Meeting Abstract Book*, pp.319, Washington DC.