

1800 MHz ELEKTROMANYETİK ALANIN RATLARDA KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞUNA ETKİSİ

¹Ekrem Çiçek, ²Mustafa Yıldız, ³Gökhan Cesur, ³Ahmet Koyu

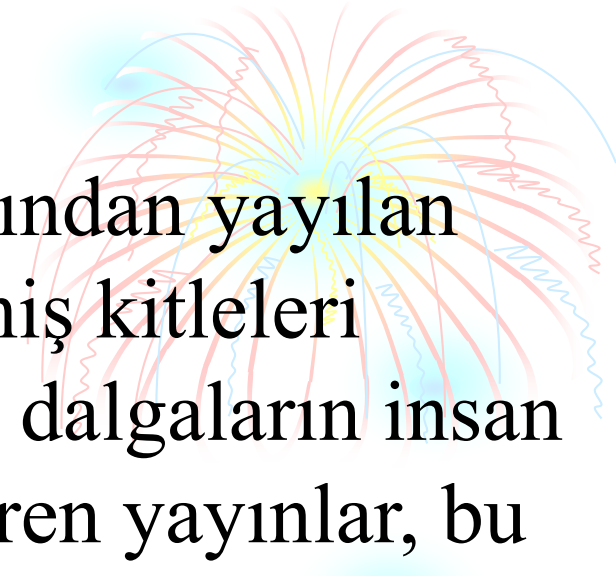
¹Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Isparta

³Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Isparta

Giriş

Elektromanyetik (EM) alanın insan sağlığı üzerinde etkili olabileceği fikri cep telefonlarının yaygınlaşmasına kadar kamuoyu oluşturmamıştı. Günümüzde; cep telefonu, kablosuz telefonlar ve halk bandı telsizi gibi elde taşınabilen haberleşme cihazları çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun sonucunda, kullanıcılar bazı durumlarda zararlı seviyede EM alanlara maruz kalırlar.



Cep telefonları ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar geniş kitleleri ilgilendirmektedir. Günümüzde bu dalgaların insan sağlığına zararları olduğunu bildiren yayınlar, bu konunun önemli bir sağlık problemi haline geldiğini göstermektedir.

Cep telefonların çođu 900 MHz veya 1800 MHz elektromanyetik radyasyon yayar.



Bu çalışmanın amacı cep telefonlarının kemik mineral yoğunluğu üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

Bu çalışmada 1800 MHz dalga frekanslı manyetik alana maruz bırakılan ratlarda kemik mineral yoğunluğu ölçülmüştür.

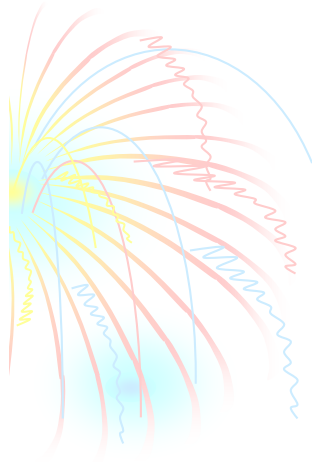
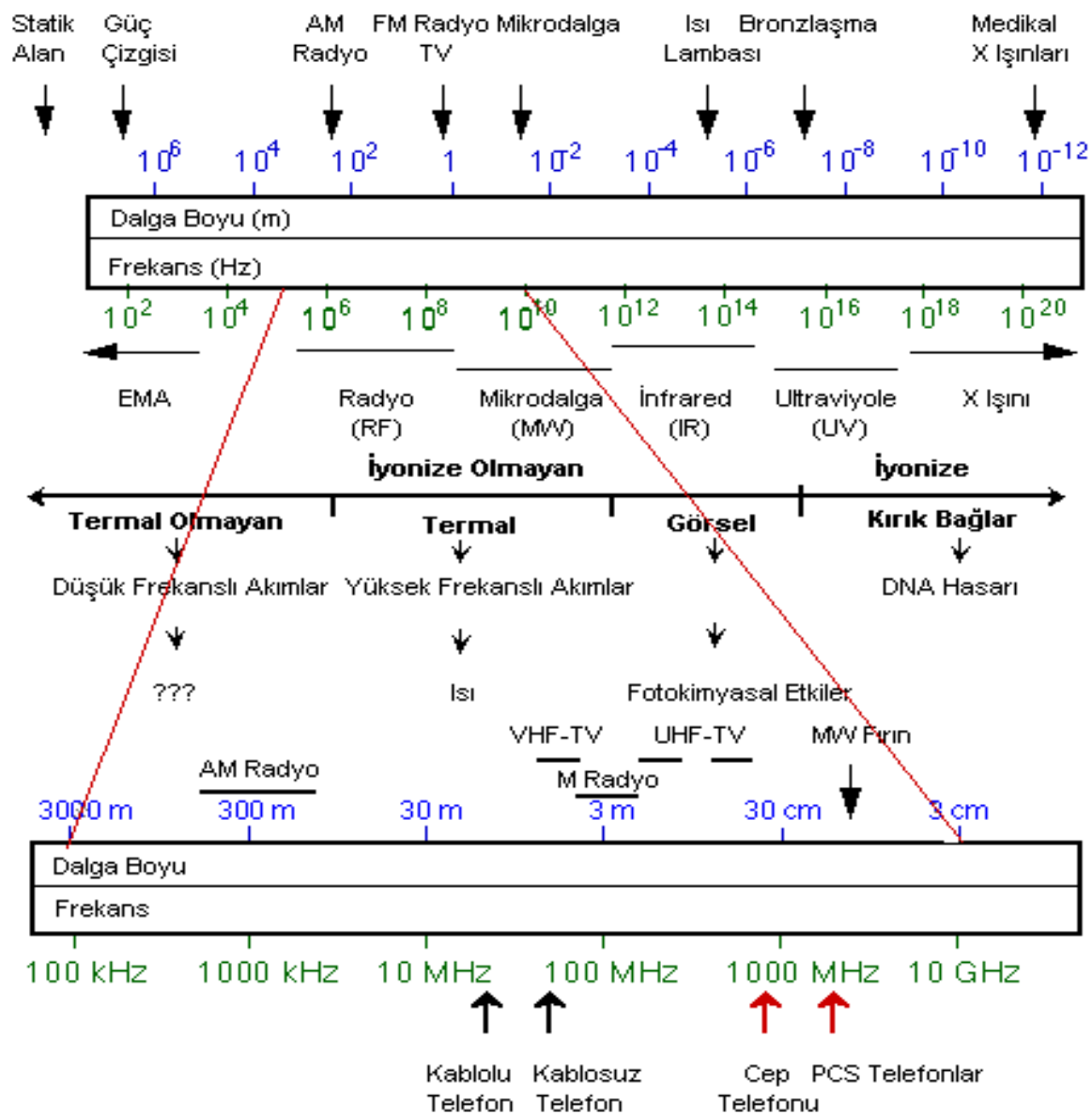
Radyasyonun Sınıflandırılması



- İyonlaştırmayan Radyasyon (Elektromanyetik Radyasyonlar)
- İyonlaştırıcı Radyasyon (nötron, proton, alfa, beta tanecikleri, x ve gamma ışınları)

İyonlaştırmayan Radyasyon (Elektromanyetik Radyasyon)

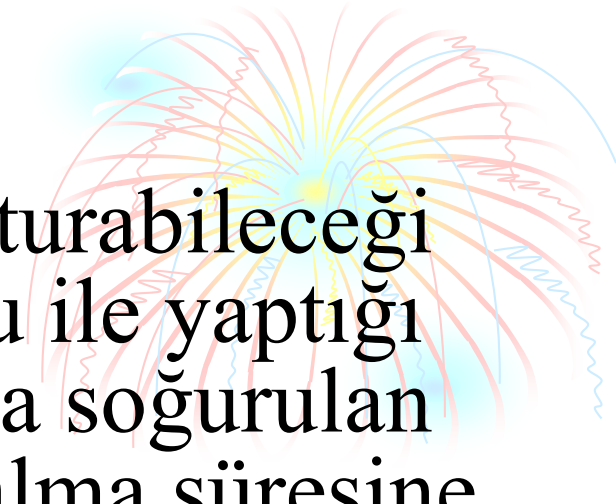
İyonlaştırmayan radyasyon olarak da tanımlanan elektromanyetik (EM) radyasyon, enerjinin boşlukta elektrik ve manyetik alanlar biçiminde yayılmasıdır. Bu grup içerisinde; radyo dalgaları, ısı, ışık, kızıl ve mor ötesi ışınlar sayılabilir.



• Şekil 1: Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik Radyasyonun Canlılarla Etkileşimi

EM dalgaların dokular üzerinde iki temel etkisi bulunmaktadır. Bunlardan ilki termal etkisi, ikincisi ise termal olmayan ya da diğer adıyla kimyasal etkilerdir. Isı etkisi resmen kabul edilen dozlarda veya daha yüksek değerlerde meydana gelirken, kimyasal etki tehlike sınırlarının altındaki düşük dozlarda meydana gelmektedir. Uzun süreli düşük doza maruz kalmak kısa süreli yüksek dozdan daha riskli olarak kabul edilmektedir.



EM dalgaların dokuda oluşturabileceği zarar, onun enerjisine, doku ile yaptığı etkileşmenin türüne, dokuda soğurulan enerji miktarına ve maruz kalma süresine bağlıdır. Bu şekilde dokunun birim kütleğinde soğurulan enerji “doz” olarak tanımlanır. Özellikle canlı dokularda soğurulan enerji miktarından çok, enerjinin soğurulma hızı önemlidir.

EM dalgalarının bilinen potansiyel biyolojik etkileri şu başlıklarda toplanabilir

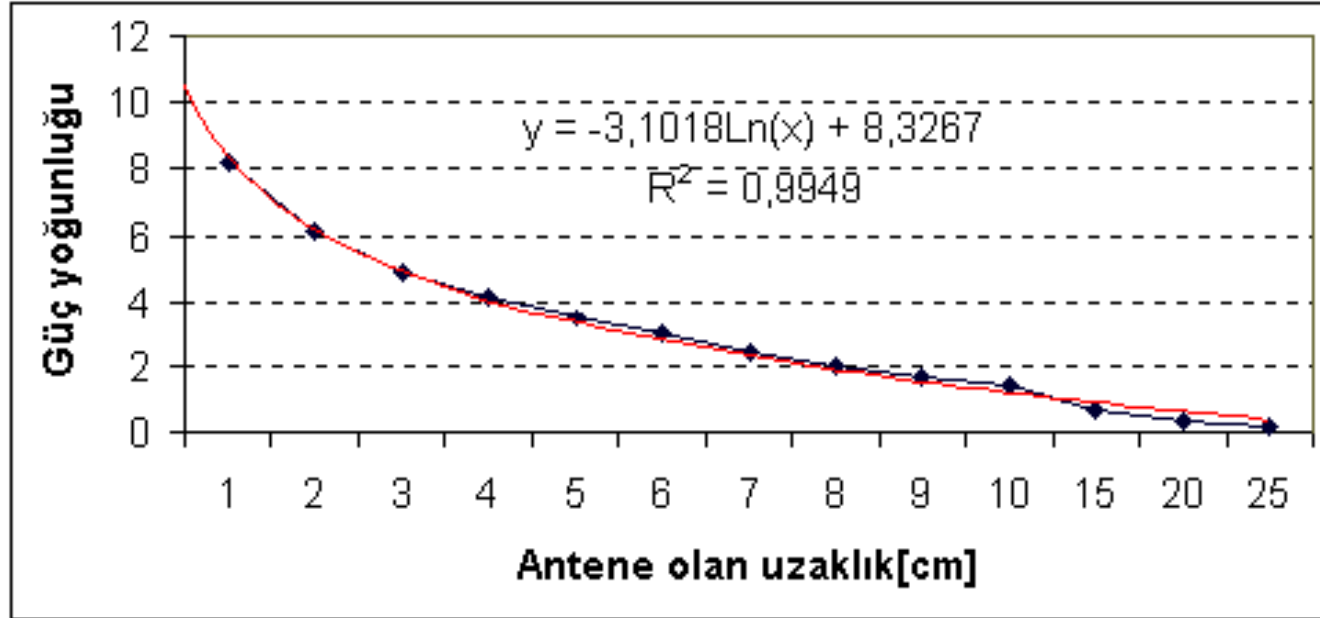


- **Tek bir hücre veya hücre sistemlerine etkiler**
 - Moleküler etkiler
 - Hücre içi sistemler üzerine etkiler
 - Tek bir hücreye etkiler
- **Genetik düzen ve gelişme üzerine etkiler**
 - Genetik ve mutajenik etkiler
 - Teratolojik etkiler
 - Büyüme ve gelişme etkileri
- **Gelişmiş organ, doku veya hücre sistemleri üzerine etkiler**
 - Testisler üzerine etkiler
 - Kardiyak fonksiyona etkiler
 - Sinir sistemi ve davranış tepkileri üzerine etkiler
 - Hematolojik etkiler
 - İmmünolojik etkiler
- **Metabolizma ve düzenleme sistemleri üzerine etkiler**
 - Klinik biyokimya ve metabolizma üzerine etkiler
 - Nöroendokrinolojik tepkiler

Deney Düzenegi

EM kaynağı olarak 1800 MHz 'de çalışan ve 0-4 Watt çıkış verebilen (CW=Continues Wave) EM jeneratörü kullanılmıştır. 1800 MHz yarım dalga dipol anten ile ratlara elektromanyetik radyasyon uygulanmıştır.

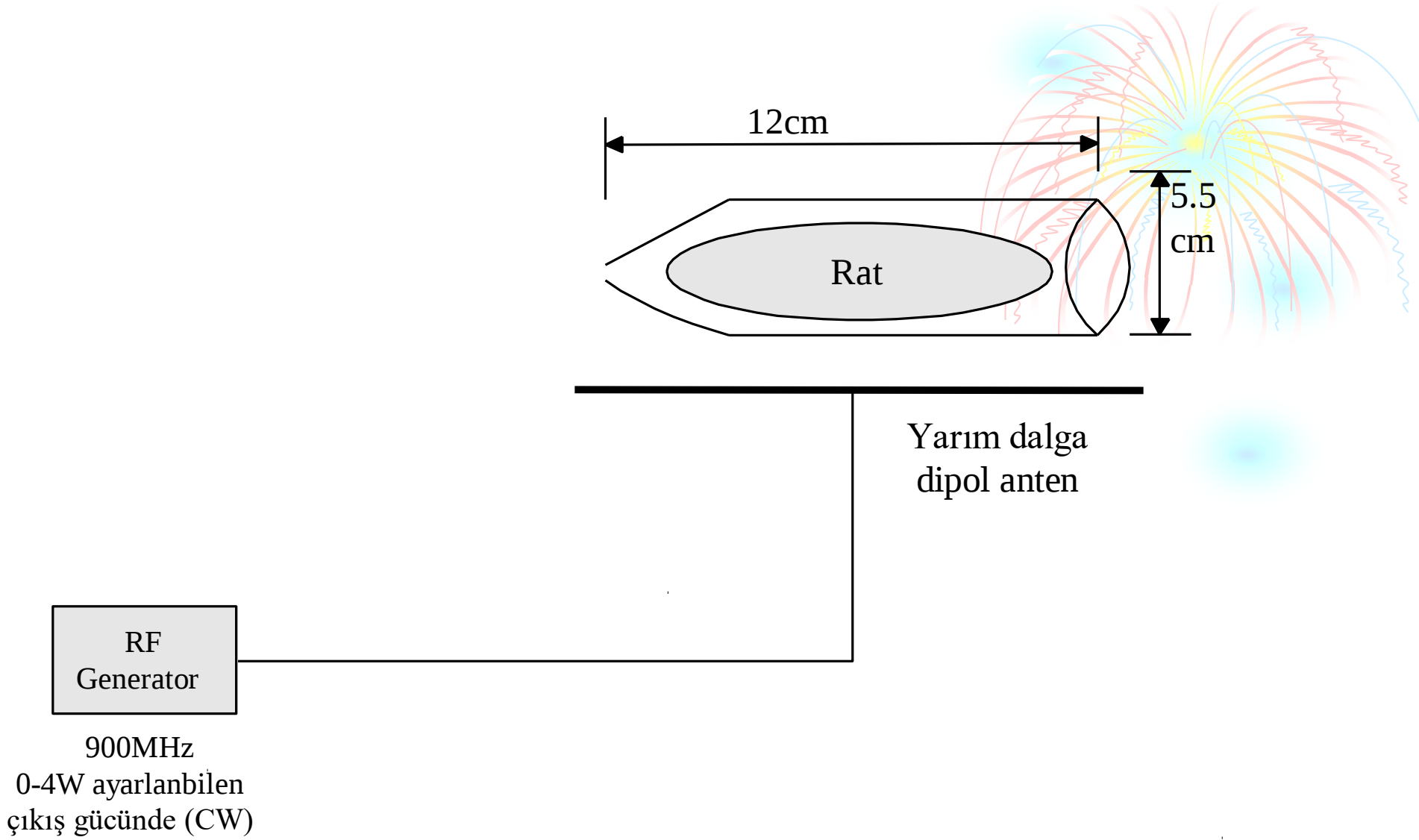
Dipol anten yakın alanına maruz kalan ratlar ortalama 1.04 mW/cm² güç yoğunluklu radyasyona maruz bırakılmışlardır.



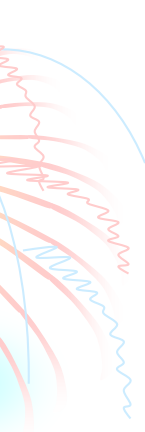
Şekil 2. Dipol anten yakın alanındaki güç yoğunluğunun değişimi



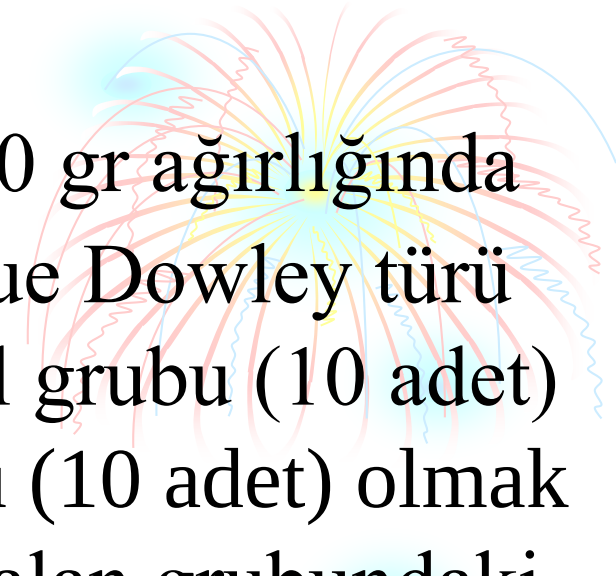
Ratlar 5.5 cm çapındaki plastik tüplere konulmuştur. Plastik tüpün uzunluğu ortalama rat boyu ile orantılı yaklaşık 12 cm olarak seçilmiştir. Tp içerisine konan ratlar dipol antene yaklaşık 5 mm mesafede tutulmuşlardır.



Şekil 3. Deney düzeneği



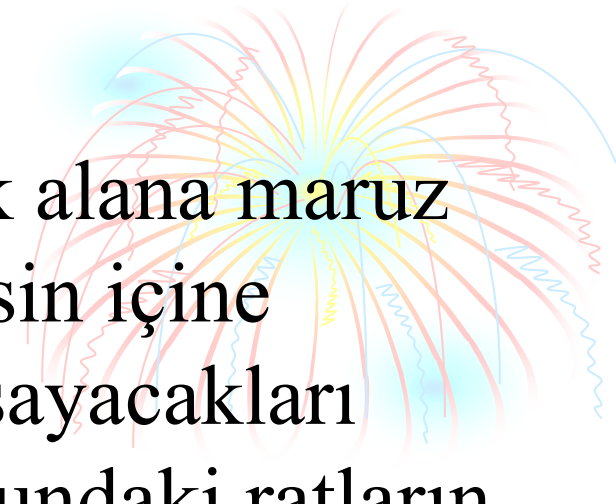
Resim 1 : Manyetik Alanın Uygulanması



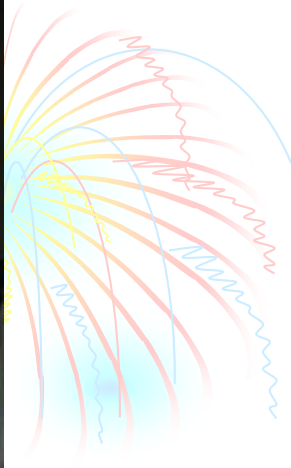
Çalışmamızda 20 haftalık 260-360 gr ağırlığında (ortalama 310 gr), 20 adet Sprague Dowley türü erkek rat kullanıldı. Ratlar, kontrol grubu (10 adet) ve 1800 MHz manyetik alan grubu (10 adet) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Manyetik alan grubundaki ratlar, $1,04 \text{ mW/cm}^2$ gücündeki 1800 MHz frekanslı manyetik alana yaklaşık 5 mm uzaklıktan günde 30 dakika, haftada 5 gün olmak üzere 4 hafta boyunca maruz bırakılmışlardır.

Birbirini takip eden 5 gün boyunca manyetik alana maruz bıraktıktan sonra 2 günlük bir ara verilmiş ve 4 hafta boyunca bu işlem aynen tekrar edilmiştir.

Deney, Süleyman Demirel Üniversitesi Fizyoloji Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür. Her çalışma grubundaki ratlar standart mevsimsel ışık ve ısı koşullarında (22 °C) bulunduruldu. Ratlara yeteri kadar çeşme suyu ve standart rat pellet yemi verildi.



Diğer gruplardaki ratların manyetik alana maruz bırakılması sırasında dar kafesin içine sokulmalarından dolayı stres yaşayacakları düşünüülerek aynı stresi kontrol grubundaki ratların da yaşaması amacıyla bu gruptaki ratlar da plastik tüplere konulmuş, aynı saatte ve aynı süreyle kafesin içinde manyetik alandan uzak bir ortamda bekletilmişlerdir.



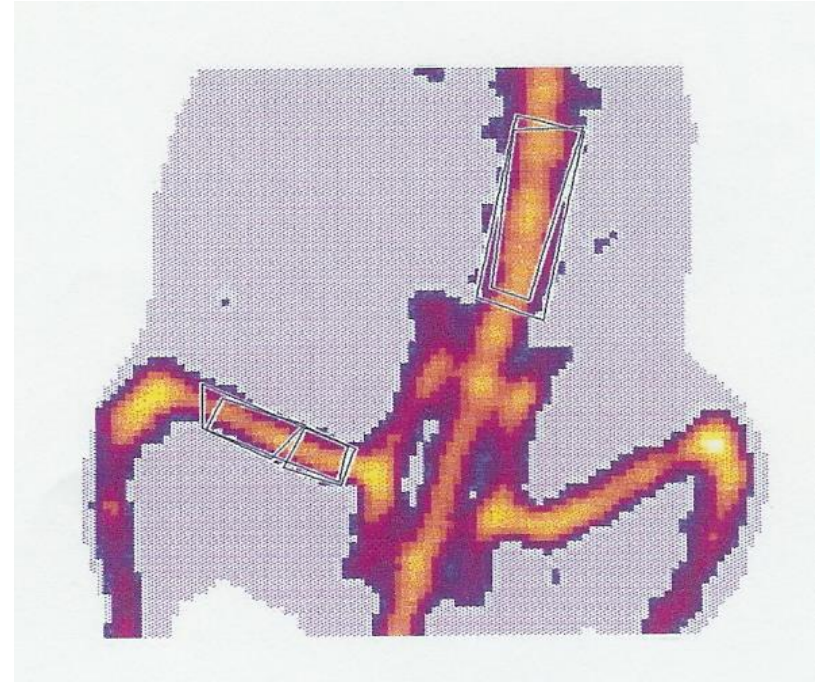
4. haftanın sonunda ratların tüm vücut kemik mineral yoğunlukları DEXA (Norland XR-46 bone densitometer, Norland Corp, Fort Atkinson, USA) ile small animal scan programı ile ölçüldü.

Her bir rat için lumbar spine ve femur değerleri hesaplandı.

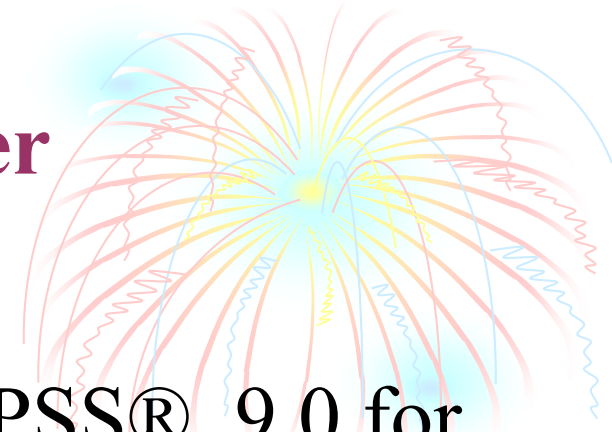
Görüntü üzerinde ROI (using a region of interest) çizilerek lumbar spine ve femur kemik mineral yoğunluğu g/cm^2 olarak hesaplandı.

Varyasyon katsayısı (cv), lumbar spine için % 1.4, femur için % 1 dir.

Ratların DEXA cihazındaki görüntüleri



İstatistiksel Değerlendirmeler



İstatistiksel değerlendirmeler, “SPSS® 9.0 for Windows” istatistik paket programı kullanılarak yapıldı. Bağımsız farklı iki grubun karşılaştırılması Mann-Whitney U testi ile yapıldı. $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi. Sonuçlar aritmetik ortalama $\pm$ SD olarak verildi.

Tablo 1. Kemik mineral yoğunluğu, aritmetik ortalama değerleri $\pm$ SD

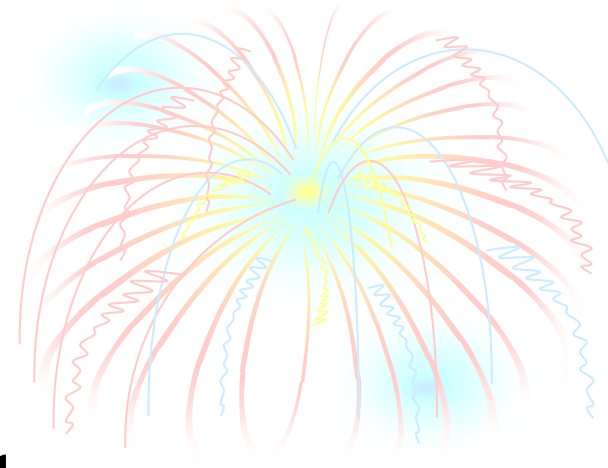
	Kontrol grubu (N=10)	1800 MHz alana maruz kalan grup (N=10)
Spine BMD (g/cm ²)	0,189 $\pm$ 0,023	0,182 $\pm$ 0,016
Femur BMD (g/cm ²)	0,187 $\pm$ 0,040	0,180 $\pm$ 0,044

Sonuç

Manyetik alana maruz bırakılan ratlarda lumbar spine ve femur kemik mineral yoğunluğu değerleri, kontrol grubuna göre daha düşük bulundu.

Ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($P > 0.05$). Kemik mineral yoğunluğundaki bu azalma Elektromanyetik dalganın termal ve kimyasal etkilerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

- 1) Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, *et al.* 1996. Overall mortality of cellular telephone customers. *Epidemiology* 7: 303-305
- 2) Tabrah FL, Ross P, Hoffmeier M, *et al.* 1998. Clinical report on long-term bone density after short-term EMF application. *Bioelectromagnetics* 19: 75–78
- 3) Sert C, Deniz M, Düz MZ, Aksen F, *et al.* 2002. The preventive effect on bone loss of 50-Hz, 1-mT electromagnetic field in ovariectomized rats. *J Bone Miner Metab* 20: 345-349
- 4) Yamada S, Guenther HL, Fleisch H. 1985. The effect of pulsed electromagnetic fields on bone cell metabolism and calvaria resorption in vitro, and on calcium metabolism in the live rat. *Int Orthop* 9: 129–134
- 5) Giavaresi G, Fini M, Gnudi S, *et al.* 1999. Effect of pulsed electromagnetic fields on ovariectomized rats. *Electro-Magnetobiol* 18: 119–131
- 6) McElhaney JH, Stalnaker R, Bullard R. 1968. Electric fields and bone loss of disuse. *J Biomech* 1: 47–52
- 7) Savitz AD and Loomis P. 1995. Magnetic Fields exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among Electric utility workers. *Am J Epidemiol* 141(2): 123–134
- 8) Barnothy JM. 1964. Development of young mice. In: Barnothy MF (Ed) *Biological effects of magnetic fields*, pp 93-99. Plenum Press, New York.
- 9) Coelho AM, Roger WRJr, Smith HD. 1995. Effects of current exposure to 60 Hz electric and magnetic fields on the social behavior of baboons. *Bioelectromagnetics Supplement* 3: 71–92
- 10) Heikkinen P, Kosma VM, Alhonen L, *et al.* 2003. J. Effects of mobile phone radiation on UV-induced skin tumourigenesis in ornithine decarboxylase transgenic and non-transgenic mice. *Int J Radiat Biol* 79(4): 221-33
- 11) Kanikkannan N, Locke BR, Singh M. 2002. Effect of jet fuels on the skin morphology and irritation in hairless rats. *Toxicology* 175: 35-47
- 12) Aday WR and Lawrence AF. 1984. *Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems*. Plenum, New York.
- 13) Riggs BL and Melton LJ. 1986. III Involutional osteoporosis. *N Engl J Med* 314: 1676-1686
- 14) Glazer PA, Heilman MR, Lotz JC, *et al.* 1997. Use of electromagnetic fields in a spinal fusion. *Spine*. 20: 2351–2356



Dinlediğiniz için teşekkürler.