

2.45 GHz Elektromanyetik Radyasyonun Ratların Kan Seviyelerinde Meydana Getirdiği Değişiklikler

Begüm Yoran

Süleyman Demirel Üniversitesi
Elek. ve Hab. Müh. Böl. Isparta
begumyoran@hotmail.com

Seval Türk

Süleyman Demirel Üniversitesi
Biyoloji Böl. Isparta
seval.k85@gmail.com

Özlem Coşkun

Süleyman Demirel Üniversitesi
Elek. ve Hab. Müh. Böl. Isparta
ozlemcoskun@sdu.edu.tr

Selçuk Çömlekçi

Süleyman Demirel Üniversitesi
Elek. ve Hab. Müh. Böl. Isparta
selcukcomlekci@sdu.edu.tr

Özet: 2450 MHz elektromanyetik alanlar; kablosuz internet ağları, mikrodalga fırınlar, bluetooth cihazları gibi aletlerde yaygın kullanılan frekans olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu frekansı kullanan ve yaşamı kolaylaştıran cihazların son yıllarda hayatımıza daha çok girmesi, beraberinde değişik etkileşimleri de getirmektedir. Bu çalışmada 18 adet Wistar Albino türü erkek rat kullanılmıştır. Ratlar; kafes kontrol, yalancı maruziyet, manyetik alan uygulanan deney grubu olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Manyetik alan grubundaki ratlar, 4 hafta boyunca günde 120 dakika 1 mW/cm^2 gücünde 2.45 GHz dalga frekansında EMA' a maruz bırakılmıştır. Yalancı maruziyet grubu da aynı deney ortamında tutulmuş fakat manyetik alan uygulanmamıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; 2.45 GHz grubunun ortalama lenfosit sayısı kontrol grubuna göre düşük, monosit sayısı ise 2.45 GHz grubunda, kontrol grubuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Ortalama platelet sayısı 2.45 GHz uygulanan deney grubunda, kontrol grubuna oranla daha yoğun gözlenmiştir. Diğer parametrelerin ise normal değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Kan hücre çaplarının çalışılan gruplar arasında önemli bir farklılık göstermediği saptanmıştır. 2.45 GHz uygulanan deney grubu ratlarda kan hücre şekillerinde bazı değişiklikler gözlenmiştir. Özellikle nötrofil hücrelerinde gözlenen bu değişiklikler metamyelocyte, hipersegmented neutrophil gibi nötrofil anormallikleri belirlenmiştir. Ayrıca deney grubu ratların periferik yaymalarında eritrosit anormallliği olarak bilinen akantositlerin varlığı belirlenmiştir. Yalancı maruziyet ve kontrol grubu ratların kan hücreleri ise normal şekilli olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak wireless cihazlarından yayılan EMA'nın 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.

Anahtar Kelimeler– 2450 MHz Elektromanyetik Alan, Kablosuz Ağ, Kan Seviyeleri

1.Giriş

Günümüzde elektromanyetik alan (EMA) oluşturan kaynaklar olarak; cep telefonları, radarlar, tv ve radyo vericileri, mikrodalga fırınlar, kablosuz internet ağları, bluetooth vb sayılabilmektedir. EMA kaynakları arasında, kablosuz ağlardan yayılan radyo frekans dalgaları giderek artan ölçüde geniş kitleleri etkilemektedir [1]. EM dalgaların dokular üzerinde iki temel etkisi bulunmaktadır. Bunlardan ilki termal etki, 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 [2].

EMA'lara maruz kalma ile ilgili pek çok çalışmada; EMA'nın vücut ağırlıkları, organların morfolojisi ve histolojisi, hematolojik parametreler, biyokimyasal parametreler, hormonlar, bağışıklık sistemi ve kan elektrolit düzeyleri üzerine etkileri incelenmiş ve farklı sonuçlar bulunmuştur [3, 4].

Periferik kan ve kemik iliği hücrelerine radyo frekans radyasyonunun etkilerinin gösterilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Vijayalaxmi ve ark. 24 saat süre ile 2450 MHz RF radyasyona maruz kalan ratların periferik kan ve kemik iliği hücrelerini incelediklerinde herhangi bir etki saptamamışlardır. Uzun süreli hayvan çalışmalarında ökaryot hücrelerde mikronükleus sıklığındaki artışın RF radyasyonun etkisini gösterme açısından önemli olabileceği bildirilmiştir [5]. Juutilainen ve ark. yaptıkları çalışmada 52 ve 78 haftalık RF radyasyona maruziyet sonrasında, transgenik farelerde eritrosit öncül hücrelerinde herhangi bir etki gösterememişlerdir [6].

Robert ve arkadaşları 2.45 GHz RFEMF'e 4W/kg a 2 saat süreyle maruz kalan insan mononuclear lökosit kültürleri grupları arasında kayda değer bir fark bulamamışlardır. 0.5 W/kg ve orta SAR'da benzer sonuçlar elde edilmiştir. DNA, RNA ve protein sentezi de toplam gruplar arasında kayda değer farklar bulunmuştur [7]. Olcest 2.45 GHz frekansı ve SAR'ın mantıksal etkileri olan hemoglobin seviyesi ve kırmızı kan hücreleri sayısı ile tavşan kanı üzerinde yaptığı testler sonucu hemoglobinin eksilmediği Na^+ ve Rb^+ nın yükseldiği gözlemlenmiştir [8]. Galvin'de benzer bir test yapmış Hb seviyesinin ve kırmızı kan hücreleri sayısının sekiz saat süreyle 2.45 GHz devamlı dalgayı kullanarak 2 mW/cm² den 10.00 mW/cm² ye yükselterek farklı hemotolojik değerler gözlemlenmiştir [9].

Bu çalışmada 2.45 GHz dalga frekanslı EMA maruz bırakılan ratların hematolojik parametreleri, kan hücre çapları ve şekilleri incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneyler Süleyman Demirel Üniversitesi Etik Kurulu yönergesine uygundur. Çalışmada, ağırlıkları 200-250 gram arasında değişen 10-12 haftalık sağlıklı 18 adet erkek Wistar Albino türü sıçanlar denek olarak kullanılmıştır. Tüm denekler, standart laboratuvar koşulları altında üretim yapan Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan laboratuvarından temin edilmiştir. Denekler araştırma süresince (2 gün) plastik kafeslerde, her kafeste en fazla 5 adet olacak şekilde tutulmuşlardır. Bu süre içerisinde istedikleri kadar su içip yem yiyebilmişlerdir (ad libitum). Barındıkları oda, 12 saat aydınlık 12 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca deney ortam sıcaklığı çalışma süresince 22-23°C aralığında tutulmuştur. Deneklerin tamamı kafes kontrol grubu (n=6), yalancı maruziyet grubu (n=6) ve 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakılan grup (n=6) olarak üçe ayrılmıştır.

I. Grup: Kafes kontrol grubu (n=6):

Bu grup ratlar standart diyet (pellet yem) ile 4 hafta süresince beslenmiştir. Diyet kısıtlaması yapılmamıştır. İçme suyu olarak, 4 hafta süresince musluk suyu verilmiştir. Kafesin içinde manyetik alandan uzak bir ortamda bekletilmişlerdir.

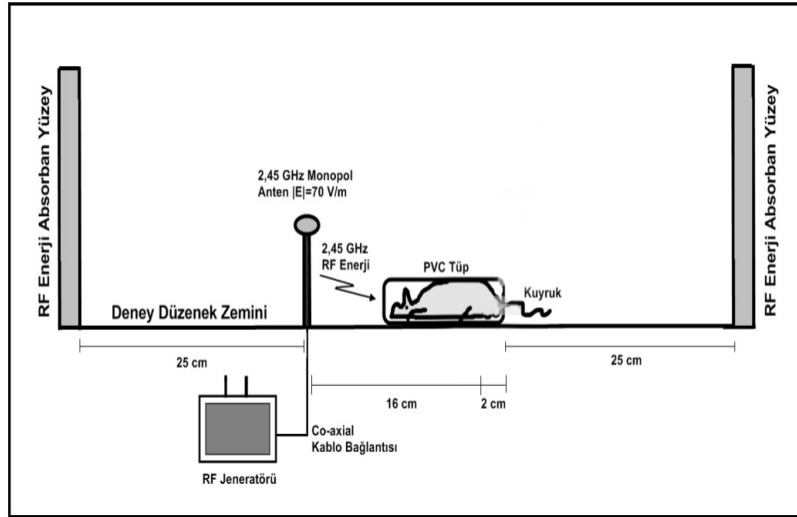
II. Grup: Yalancı maruziyet grubu (n=6):

Bu grup ratlar standart diyet (pellet yem) ile 4 hafta süresince beslenmiştir. Diyet kısıtlaması yapılmamıştır. İçme suyu olarak, 4 hafta süresince musluk suyu verilmiştir. Diğer gruptaki ratların manyetik alana maruz bırakılması sırasında dar kafesin içine sokulmalarından dolayı stres yaşayacakları düşünülerek, kontrol grubundaki ratlara da aynı saat ve süreyle düzeneğin içine sokularak manyetik alandan uzak bir ortamda bekletilmiştir.

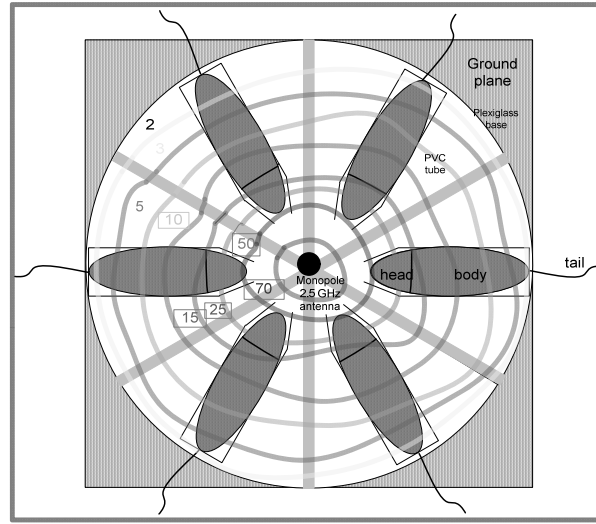
III. Grup: 2.45 GHz'e maruz bırakılan grup (n=6):

Standart rat pellet yem ile 4 hafta süresince beslenmiştir. İçme suyu olarak, 4 hafta süresince musluk suyu verilmiştir. Manyetik alan maruziyetini sağlamak için monopol anten ve içine ancak bir ratın sığabileceği aynı anda 6 adet rat için aynı maruziyeti sağlayacak düzenek kurulmuştur. Bu grup ratlar, ayarlanabilecek en düşük seviyedeki ışınım maruz bırakılmıştır (max. 1 W). Bunun için 2.45 GHz frekanslı manyetik alana eşit uzaklıkta günde 120 dakika, olmak üzere 4 hafta boyunca her gün maruz bırakılmıştır.

Ratlar 5,5 cm çapındaki ve 12 cm uzunluğundaki plastik tüplere konulmuştur. Tüp içerisine konan ratlar monopol antene eşit mesafede olacak şekilde sistem düzenlenmiştir. EMA kaynağı olarak kullanılan 2.45 GHz yarım dalga monopol anten ile ratlar max 1 W/kg güç yoğunluklu radyasyona maruz bırakılmıştır. Monopol anten yakın alanındaki güç yoğunluğunun değişimi Süleyman Demirel Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Elektromanyetik Kirlilik Araştırma Laboratuvarında ölçülmüştür. Şekil 1 ve Şekil 2'de ratların 2.45 GHz elektromanyetik alana maruz kalmaları gösterilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneği



Şekil 2. 2.45 GHz elektromanyetik alana maruz kalma deney düzeneği

DeneySEL periyodun sonunda hayvanlara ketamin (50 mg/kg) ve xylazine (5 mg/kg) kombinasyonunun intraperitoneal enjeksiyonu yoluyla anestezi uygulanmıştır. Her bir ratın sefanous veninden alınan kan ile hemen periferik yaymaları yapılmıştır. Örnekler MayGrünwald ve Giemsa boyaları ile boyanmıştır. Hazırlanan preparatlardan Olympus CX 41 tipi ışık mikroskopunda fotoğraf çekilmiştir.

3. Bulgular

Çalışmada yer alan üç gruptaki (kontrol, yalancı maruziyet ve deney) her bir ratın hematolojik parametreleri Tablo 1’de ve kan hücre çapları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Kan hücrelerinin oranları

	Kontrol grubu (%)	Yalancı maruziyet grubu (%)	2.45 GHz uygulanan deney grubu (%)	p değeri
Lenfosit	83.75	74.25	73	p<0.05
Monosit	6.5	6.75	9	p<0.05
Nötrofil	17.75	19	15.75	p<0.05
Eozinofil	0.25	1	2.25	p<0.05
Bazofil	0.25	0	0	p<0.05

Tablo 2. Kan hücrelerinin çapları

	Kontrol grubu (%)	Yalancı maruziyet grubu (%)	2.45 GHz uygulanan deney grubu (%)	p değeri
Lenfosit	7.891	7.079	7.949	p<0.05
Monosit	10.25	9.67	10.583	p<0.05
Nötrofil	10.33	10.563	10.34	p<0.05
Eritrosit	5.656	5.3125	5.437	p<0.05

İstatistiksel analizler SPSS 11.0 version for Windows (SPSS Inc., Chicago, II, USA) programı kullanılarak elde edilmiştir. Kan hücre oranları ve kan hücre çaplarının değişimlerin incelenmesinde student t-testi uygulanmıştır. Bulunan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

4.Sonuçlar

Tablo 1’de görüldüğü gibi 2.45 GHz grubunun ortalama lenfosit sayısı, kontrol grubuna göre düşük saptanmıştır. Ortalama monosit sayısı 2.45 GHz grubunda kontrol grubuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Ortalama platelet sayısı 2.45 GHz uygulanan deney grubunda kontrol grubuna oranla daha yoğun gözlemlenmiştir. Diğer parametrelerin ise normal değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 2’de elde edilen sonuçlarda ise, kan hücre çaplarının çalışılan gruplar arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. 2.45 GHz uygulanan deney grubu ratlarda kan hücre şekillerinde bazı değişiklikler gözlenmiştir. Özellikle nötrofil hücrelerinde gözlenen bu değişiklikler metamyelocyte hipersegmented neutrophil gibi nötrofil anormallikleri belirlenmiştir. Ayrıca deney grubu ratların periferik yaymalarında eritrosit anormallığı olarak bilinen akantositlerin varlığı belirlenmiştir. Yalancı maruziyet ve kontrol grubu ratların kan hücreleri ise normal şekilli olduğu tespit edilmiştir.

Elektromanyetik alanların kemik iliğine ve periferik yaymaya etkilerinin daha detaylı ve daha sağlıklı değerlendirilebilmesi açısından elektromanyetik alana daha uzun süre maruz bırakılan ve daha geniş sayıda ratları kapsayan çalışmaların yapılması uygun olacaktır. Sonuç olarak wireless cihazlarından yayılan EMA’nın sıçanların hematolojik parametrelerine etkileri termal ve stres yoluyla olabilmektedir. Ancak, bu konudaki fizyolojik ve morfolojik çalışmaların daha ileri düzeylerde yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1].Saygın M., Çalışkan S., Gümrall N., Soydan M., Vural H., “2450 MHz elektromanyetik radyasyonun sıçanların FSH, LH ve total testosteron seviyelerinde meydana getirdiği değişiklikler”. S.D.Ü. Tıp Fak. Derg. 2009;16(4)/10-14.
- [2].Şeker S., Çerezci O., “Elektromanyetik alanların biyolojik etkileri güvenlik standartları ve korunma yöntemleri”. Boğaziçi Üniv. Yayınları, 1991.
- [3].Ozguner M., Koyu A., Cesur G., Ural M., Ozguner F., Gokcimen A., Delibas N., “Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field”. Saudi Med J 2005; 26(3).
- [4].Yasser M., Randa M. M., Belacy S. H., Abou-El-Ela Fadel M. A., “Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidase activities in human erythrocytes”. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 2001; 26:605.608.
- [5].Vijayalaxmi, Pickard W. F., Bisht K. S., Prihoda T. J., Meltz M. L., LaRegina M. C., Roti Roti J. L., Straube W. L., Moros E. G., “Micronuclei in The Peripheral Blood and Bone Marrow Cells of Rats Exposed to 2450 MHz Radiofrequency Radiation”. International Journal of Radiation Biology. 2001; 77(11): 1109-1115.
- [6].Juutilainen J., Heikkinen P., Soikkeli H., Mki-Paakanen J., “Micronucleus Frequency in Erythrocytes of Mice After Long-Term Exposure to Radiofrequency Radiation”. International Journal of Radiation Biology. 2007; 83(4): 213-220.
- [7]. Roberts NJ Jr, Lu ST, Michaelson SM. 1983. Human leukocyte functions and the U.S. safety standard for exposure to radio frequency radiation. Science 220:318-320.
- [8]. Olcest, R.B., Belman, S., Eisenbund, M., Mumford,W. W., and Rabinowitz, J. R.: The icreased passive efflux of sodium and rubidium from rabbit erythrocytes by microwave radiation, Radiat. Res. 82, 244-256, 1980
- [9]. Galvin MJ, Ortner MJ, McRee DI. 1982. Studies on acute in vivo exposure of rats to 2450-MHz microwave radiation. III. Biochemical and hematologic effects. Radiat Res 90:558-563.