

# ELEKTROMANYETİK ALANLARIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

## THE AFFECTS OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON HUMAN HEALTH

Cüneyt TAMAM, MD<sup>1</sup>, \*; Mustafa EVRENSEL, MD<sup>2</sup>, Yusuf TAMAM, MD<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Boston - USA

<sup>2</sup>Özel Muayenehane / Private Practice; İstanbul - Turkey

<sup>3</sup>Nöroloji Uzmanı, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır - Turkey

### Özet

Günümüzde teknolojik gelişmeler ile hayatımızın bir vazgeçilmezi olan elektrikli aletler, hayatımıza katkısı olduğu oranda hayatımızı tehdit eder hale gelmiştir. Bu derlemede elektromanyetik alanların bünyemiz üzerindeki etkilerini ve korunma mekanizmalarını hakkında bilgi vermeye çalıştık.

**Anahtar Sözcükler:** Elektromanyetik alan (EMA); elektromanyetik hassasiyet (EHS); fonksiyonel kayıp, manyetik, elektrik; elektromog.

### Abstract

Nowadays, with technological advances, electrical appliances has become an indispensable part of our lives as well as a threat to our lives as much as their contribution. In this review, we aimed to provide information about the effects of electromagnetic fields on human body and mechanisms of protection from electromagnetic fields.

**Key words:** electromagnetic field (EMF); electromagnetic hypersensitivity (EHS); functional impairment; magnetic; electric ; electrosmog.

Elektromanyetik alan; hareketli ve elektrik yüklü zerrelerin, güç etkisinde kaldığı boşluk olup atomların içindeki elektronların çekirdek etrafında ve kendi etraflarında dönmeleri sonucu oluşan, elektrik ve manyetik alan bileşenlerine sahip kuvvet alanıdır. (1)

Elektrik alanı, bir elektrik yükünün başka bir yük üzerinde yarattığı çekme veya itme etkisini ifade eder. Her elektrik yükü (şarj) bir elektrik alanı üretir. Böylece, elektrik alanını meydana getiren şey, elektrik yüklerinin birikmesidir (bu durum elektrik gerilimi olarak ifade edilir). Bundan dolayıdır ki, elektrik şebekesine bağlı bir lamba, yanıyor olmasa bile bir elektrik alanı yaratır. Bir cihazın beslenme gerilimi ne kadar yüksekse, bunun sonucu olarak ortaya çıkan elektrik alanı da artar. Elektrik alanının yoğunluğu metre başına volt (V/m) olarak ifade edilir. Bu yoğunluk, mesafe arttıkça hızla azalır.

Manyetik alan, elektrik yükleri (şarjları) yer değiştirdiğinde, yani bir elektrik akımı sirkülasyonu olduğunda ortaya

çıkır. Lamba yandığında, elektrik alanının yanı sıra, akımın besleme kablosundan ampule geçişinden kaynaklanan bir manyetik alan da söz konusudur. Yoğunluğu tesla (T), veya çoğunlukla mikrottesla (T) olarak ifade edilir. Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür. Yani herhangi bir noktada yönü ve şiddetiyle tanımlanır. Bütün manyetik alanlar 3 değişken içerir. Bunlar ;frekans, spinin yönü, spinin büyüklüğü veya gücüdür.

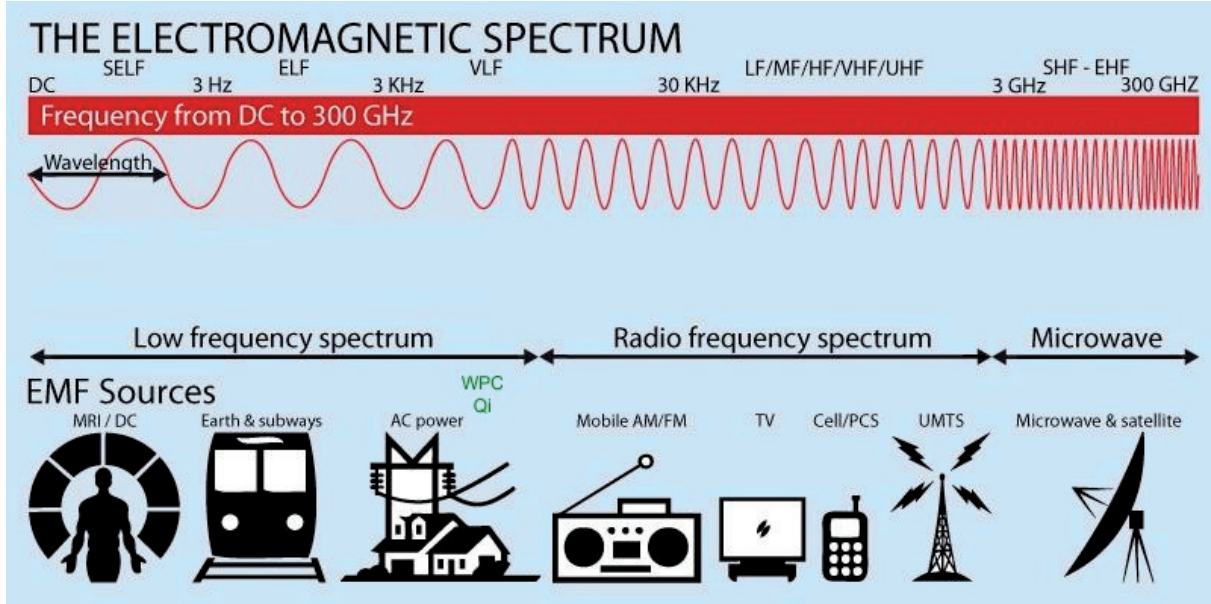
Tüm elektromanyetik dalgaları bir arada gösteren elektromanyetik spektrumun (Şekil 1) bir ucunda yüksek enerjili ve nanometre düzeyinde dalga boyu olan gama ışınları yer alırken diğer ucunda düşük enerjili ve kilometreler düzeyinde dalga boyu olan çok düşük frekanslı alanlar yer alır. Elektromanyetik radyasyon 3-3000 Hz aralığında olup çoğunlukla insan yapımı kaynaklardan oluşmaktadır.

Doğal elektromanyetik alanların çoğunun frekansı 0 Hz'dir: Bunlar statik alanlar olarak adlandırılır. En kayda değer örnekleri şunlardır: - Yerkürenin -pusuladaki mıknatıslı iğneyi yönlendiren- manyetik alanı, - Fırtına bulutlarının altında çok yüksek değerlere ulaşabilen atmosferik elektrik alanı.

Çok Düşük Frekanslı Manyetik Alanın (50/60 Hz manye-

\* Yazışma Adresi (Adress for Correspondance):

Cüneyt TAMAM, MD  
1530 Beacon Street Unit 902 Brookline MA 02446 Boston/USA  
Tel: +1(857) 352-8928  
ctamam@yahoo.com



**Şekil 1 |** Elektromanyetik Spektrum. (i) Static Fields, Statik, (ii) Extremely Low Frequency Fields (ELF fields), Çok Düşük Frekans, (iii) Intermediate Frequency Fields (IF fields), Orta seviye Frekans, (iv) Radio Frequency Fields (RF fields), Radyo Frekans.

tik alan) kaynaklarını iki ana başlık altında sınıflandırabiliriz (Tablo 1):

- Elektrik şebekeleri. Bu şebekelerin manyetik alanı, kablolardan geçen akımla orantılıdır. Alan, kablolara olan mesafenin karesi oranında azalır ( $1/d^2$ ).
- Elektrikli Cihazlar İkinci kategori daha sınırlı ve lokal kaynaklara sahiptir ve bütün elektrikli ev aletlerini içerir. Bunların manyetik alanı cihazın teknolojisine bağlı olarak değişir ve genellikle tüketilen akımla orantılı değildir. Alan, mesafenin küpü oranında azalır ( $1/d^3$ ) ki bu durum, genellikle iki metreden sonra, alanı hızla göz ardı edilebilecek bir seviyeye çeker.

Öte yandan, zaman içinde değişen ve bazıları çok yüksek frekanslı olan elektromanyetik alanlar yaratan başka doğal kaynaklar da vardır. Şu örnekleri sayabiliriz: - Statik elektrik, - Bulutlarda biriken elektriği deşarj eden bir elektrik akımı olan şimşek, - Güneş ışığı ve kozmik ışınım gibi çok yüksek frekanslı elektromanyetik ışınım.

Elektromanyetik dalgaya tekabül eden “ışınım” ile parçacık yayılımı (partikül emisyonu) anlamına gelen “radyasyon” arasındaki farkın ortaya konulmasında fayda vardır. Elektrik şebekelerinden kaynaklanan çok alçak frekanslı (50 Hz) elektrik ve manyetik alanlar iyonize olmayan ışınımlardır; tanecik yayılımı söz konusu değildir. Ancak radyasyonlar ve çok yüksek frekanslı ışınımlar iyonizedir (iyonlaştırıcıdır): Yayıdıkları

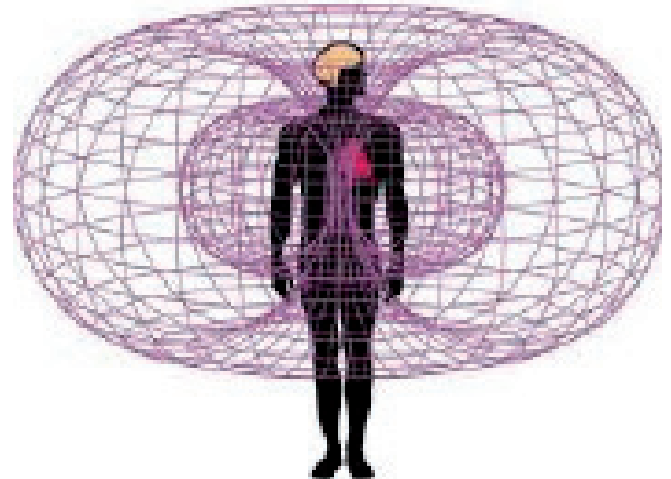
Seviye	Frekans Aralığı	Radyasyon Kaynağı
Statik	0 Hz	Dünya (Doğal EMF)
Çok Düşük Frekans	0 - 300 Hz	Elektrik iletim hatları Ev içi aletler Elektrikli trenler
Orta Seviye Frekans	300 Hz - 100 kHz	TV ekranı, MRI, Metal Dedektörü
Radyo Frekans	100 kHz - 300 GHz	Radyo, TV, Cep telefonu, Mikrodalga fırın, Wi-fi Radar, Baz İstasyonları

çok kuvvetli enerji, moleküllerin ve atomların içindeki bağların kopmasına neden olabilecek güçtedir ve bu da canlı hücreler üzerinde kimi etkiler yapabilir. Elektromanyetik tayfta (spektrumda), parçacık yayımları kısa dalgali mor-ötesi ışınım (UV-B) ile başlar ve özellikle X ışınları ve gama ışınları ile ilişkilidir.

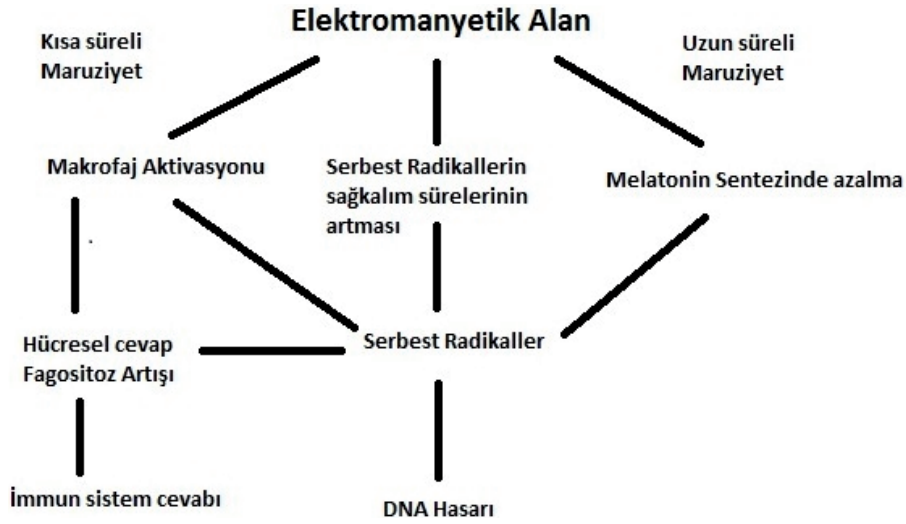
Enerji nüfuz etme derinliği frekanstaki yükselmeye bağlı olarak azalır. Bu nedenle elektromanyetik alanlardan kaynaklanan enerjinin çoğunluğu yüzeye yakın soğurur. Düşük frekanslar yüksek frekanslara göre çok daha derinlere ulaşabilmektedir.

## İNSAN BEDENİNİN MANYETİK ALANI

İnsan vücudundaki her hücrenin kendine özgü bir elektrik devresinin olduğunu ve buna ek olarak sinir sistemini ve özellikle vejetatif sinir sistemini düşünecek olursak bedenimiz aslında devasa bir elektromanyetik cihazdır. (Şekil 2) İnsan vücudundaki manyetik alan, biyoelektrik yüklerin hareketinden meydana gelir. Bedenimizde biyoelektrik akım olusan herhangi bir bölgede mutlaka manyetik alan vardır. (2, 3)



**Şekil 2 |** İnsan bedenindeki biyoelektrik akım hareketinden meydana gelen manyetik alan.



Şekil 3 | Çok düşük frekanslı manyetik alanların hücresel düzeyde in vitro olarak immün sistem aktivasyonu ve DNA hasarı mekanizması şeması.

Kalp, adale, sinir ve beyin gibi organlar tamamen kendine has belli bir manyetik alana sahiptir.

İnsanlar kendi manyetik alanları yanı sıra yaşadıkları çevrenin manyetik alanlarının da etkisi altındadır. (2) İnsan yapımı ve teknolojik gelişmenin sonucu olan EMA sağlığını sürekli bir tehdit haline gelmiştir. EMA nedeniyle ortaya çıkan rahatsızlıklar çoğu zaman elektrosensitivite veya Elektromanyetik aşırı duyarlılık Sendromu (Electromagnetic Hypersensitivity Syndrome; EHS) olarak ifade edilir.

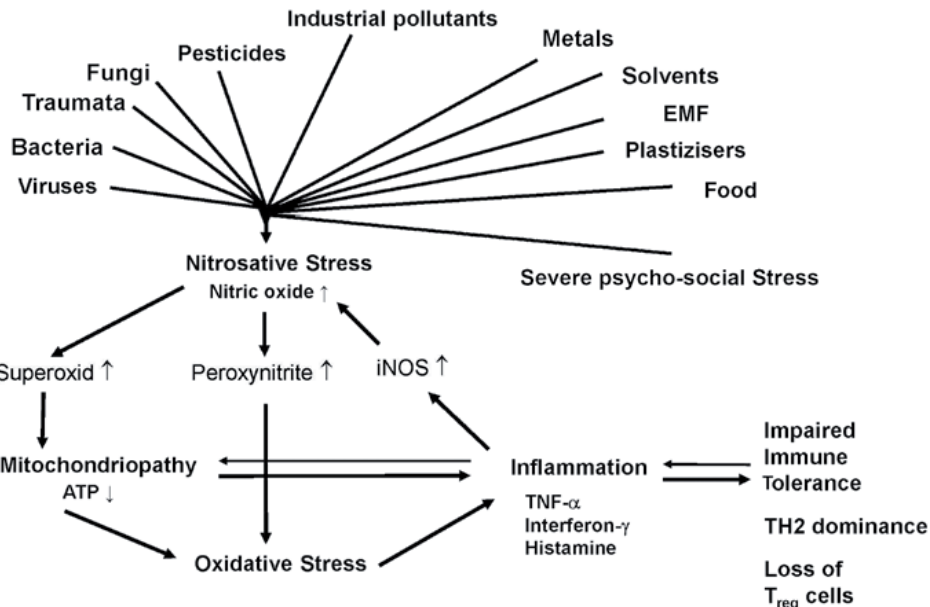
## ELEKTROMANYETİK ALAN ETKİ MEKANİZMASI

EMA'nın canlı doku üzerinde zararlı etkisi; *frekansına*, *alan yoğunluğuna* (kuvvetine) ve *maruz kalma süresine* bağlıdır. (4) EMA'nın etki mekanizması ile ilgili farklı mekanizmalar ortaya konmuştur. Hücresel seviyeden hormonal seviyeye değişik mekanizmalar ile etkilemektedir.

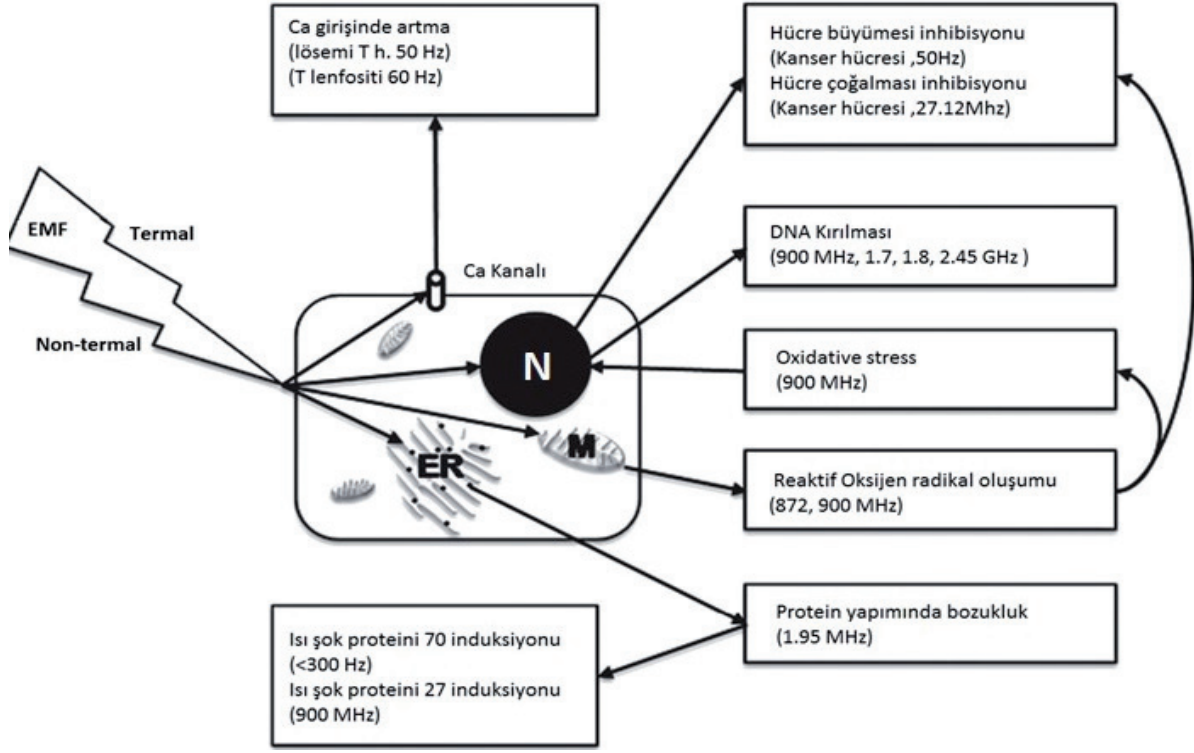
Elektromanyetik alan kısa süreli maruziyette makrofaj ve

diğer hücreleri etkileyerek immün cevabı tetiklemektedir. (5) Hücresel seviyede makrofajların uzun süre aktivasyonu serbest oksijen radikal üretimini ve yarı ömürlerini uzatarak etki mekanizmalarını arttırmaktadır. Artmış nitrik oksit düzeyleri ve süperoksit ile reaksiyon her zaman yüksek peroksinitrit yol açar, bu da (NO/ONOO- döngü) indükleyerek serbest oksijen radikallerini artırır. Nükleer faktör kB (NF-kB) aktive olarak, inflamatuvar sitokinleri (tümör nekroz faktörü a (TNF- $\alpha$ ), interlökin-1 b (IL-1B), interlökin-6 (IL-6), interlökin-8 (IL-8) ve interferon gama (IFNy) uyarır. Bunlar da kısır döngüye katkıda bulunarak NO sentetazları aktive ederek serbest radikal ve nitrozlerin artışına yol açar. (Şekil 3). Serbest radikal ve nitrozlerin artışı melatonin hormonunun salınımını da azaltır. Serbest radikaller ve nitrozler DNA kırılmalarına ve DNA hasarına yol açar. (Şekil 3, 4)

EMA'nın hücre bazında bir başka etki mekanizması da voltaja bağlı kalsiyum kanallarını etkileyerek hücre içi  $Ca^{2+}$  artmasına neden olmasıdır. (6) Bu da nitrik oksit sentazı etkile-



Şekil 4 | EMA'nın ve diğer etkenlerin inflamasyon oluşturma şeması.



Şekil 5 | EMA'nın etki mekanizmasının özeti inflamatyon patogenezi, mitokondropati ve nitroz stres mekanizması.

Yerek nitrik oksidi, superoksit, peroksinitriti artırır. Oksidatif stresi artırarak kronik inflamasyona yol açarak, hücrenin temel enerji mekanizmalarını bozar. (Şekil 5) Mitokondriyal fonksiyon iki şekilde bozulabilir. Birincisi; Yüksek miktarda serbest radikallerin adenosin trifosfat (ATP) üretimini engelleyebilir. Bu da kas ağrısı ve yorgunluğa yol açar. İkincisi; sessiz inflamasyon durumunda enerji ihtiyacı %25 artar bu da artmış ATP tüketimi neden olur. Bu durumda, NADH L-karnitin ve CoQ10 ATP sentezi için gereklidir. ATP eksikliği nedeniyle, katekolaminlerden özellikle norepinefrin (NE) azalır. Bunun nedeni Katekolamin katabolizmasının ATP bağımlılığıdır. Ayrıca, stres halinde düzenleme folat, B6 vitamini metilkobalamin için yüksek bir talep vardır. (4, 7)

Yine hücre bazında tanımlanan bu mekanizmalar; genotoksisite, hücre çoğalmasının inhibisyonu veya kontrolsüz büyümesi, apoptoz mekanizmasının ve gen ifadesinin bozulmasına yol açar. (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14)

EMA'nın vücudumuzun etkileme yollarından biri bağışıklık sistemi fonksiyonumuzu, sirkadiyen ritimleri ve genel sağlık için gerekli hormonların üretimini değiştirmesidir. Epifiz bezinden sadece geceleri üretilen melatonin lipofilik olduğu için tüm dokulara kolaylıkla geçebilmektedir. Melatonin tam rahatlama ve uykudan sorumludur. Bağışıklık sistemini güçlendirir ve serbest radikallerin hücrelere zarar veren etkilerinden bizi korur. (15, 16, 17) Melatonin onkostatiktir ve belirli kanser hücrelerinin çoğalmasını önleyen bir humoral bir faktördür. Melatonin'in bir başka özelliği de hipotalamik-hipofiz-gonadal ekseninin bir inhibitörü olarak çalışmasıdır. Bu nedenle, belirli hormonlara bağlı göğüs, yumurtalık ve prostat kanserlerinin büyümesi için gerekli hormon seviyesini azaltarak regüle edebilir. Çalış-

malar EMA'nın melatoninde % 50'lik bir azalmaya yol açtığını göstermiştir.

EHS da en sık karşılaşılan semptomlar; uyku bozuklukları, kronik yorgunluk, bitkinlik, halsizlik, dinlenememe, çarpıntı, tansiyon değişimleri, non spesifik kas ve eklem ağrıları, baş ağrıları, enfeksiyon sıklığında artma, anksiyete, depresyon, unutkanlık, anomia (konuşurken kelime bulamama), üriner urgensi, kulak çınlaması, elde ve kulaklarda basınç hissi. Semptomlar her hastada çok değişken, non-spesifik ve şiddetinin kişiye göre değişkenlik gösterdiği gözlenmektedir. Mevcut semptomların. EMF etkisinden uzaklaştığında mevcut semptomların azaldığı gözlenir.

Yapılan çalışmalarda EMA'nın insanda kansere, nörodejenerasyona, davranış bozukluklarına, üreme bozukluklarına, termal yanıklara ve Elektromanyetik Hipersensitivite Sendromuna (EHS) yol açabildiği gösterilmiştir.(4)

## EMA- KANSER İLİŞKİSİ

2011 yılında, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) kablosuz telefon kullanımına bağlı "Glioma" riskinin artmasına dayanarak "(WHO / IARC Basın Açıklaması 208 31 Mayıs, 2011) elektromanyetik alanları "muhtemel kanserojen" (Grup 2B) olarak sınıflandırmıştır.

Yapılan çalışmalarda EMA'nın lösemi, lenfoma, glioma, testiküler kanser, meme kanseri, uveal melanoma, göz tümörlerine yol açabileceği gösterilmiştir. (18, 19, 20)

## EMA ve NÖRODEJENERASYON

Sinir sistemindeki morfolojik, kimyasal ve /veya elektriksel değişiklikler nörolojik bozukluklara yol açabilir. Bu etkilerin sonuçları uyku bozukluğundan nörokognitif deği-

**Tablo 2** | EMA bağlı Nörolojik Rahatsızlıklar.

- Uyku kalitesinde azalma /Uyku düzensizliği
- Baş ağrısı
- Kognitif bozukluklar
  - Hafıza sorunları
  - Konsantrasyon olamama
  - Öğrenme güçlüğü
- Alzheimer
- Amyotrophic Lateral Sclerosis

şikliklere ve hatta Alzheimer'a değişebilir. (21, 22, 23, 24) (Tablo 2)

## EMA İNFERTİLİTE ve DOĞURGANLIK

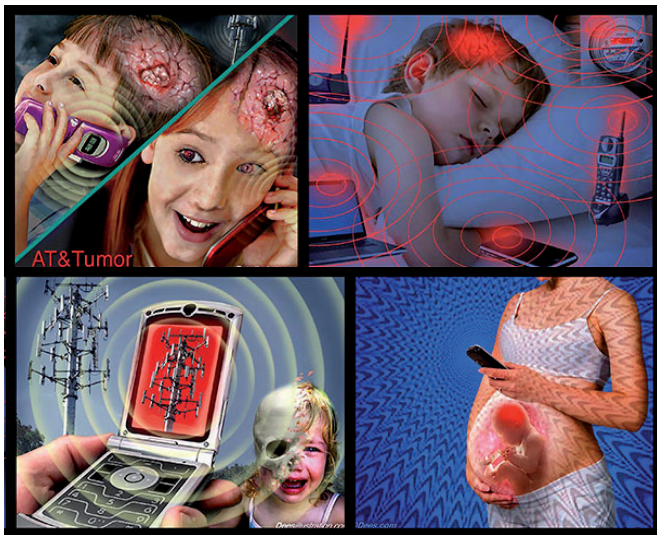
EMA; **Hipofizde;** melatonin sentezini azaltır Hipotalamik-hipofiz-gonadal eksenini üzerinden belirli hormon seviyelerini etkileyebilir. Erkek ve kadınlarda libidoyu azaltabilir. Hücresel düzeyde etkileri ile; erkeklerde; sperm hücrelerini etkileyerek spermelerde morfolojik bozukluklara, Fertilitede azalmaya, Apoptosiste artmaya ve intracelluler  $Ca^{2+}$  de azalmaya neden olur. (25, 26, 27) **Kadınlarda;** Estrus döngüsünde azalmaya ve Follikül büyümesinde yavaşlamaya, gecikmeye neden olur. (28) **Embriyoda;** Doğum defektlerine, embriyo gelişiminde bozukluklara, blastokist gelişiminde bozukluklara neden olur. **Gelecek Nesillerde;** Testis gelişiminde bozukluklar, büyüme ve gelişme geriliğine neden olabileceğine dair veriler mevcuttur. (Şekil 6)

## EMA ve ÇOCUK

Fetal ve erken çocukluk döneminde Non ionize radyasyona (in-utero) maruz kalma, çocuklarda; otizm, öğrenme bozuklukları, okulda davranış problemleri ve hiperaktivite için bir risk faktörü olabilir. (4)

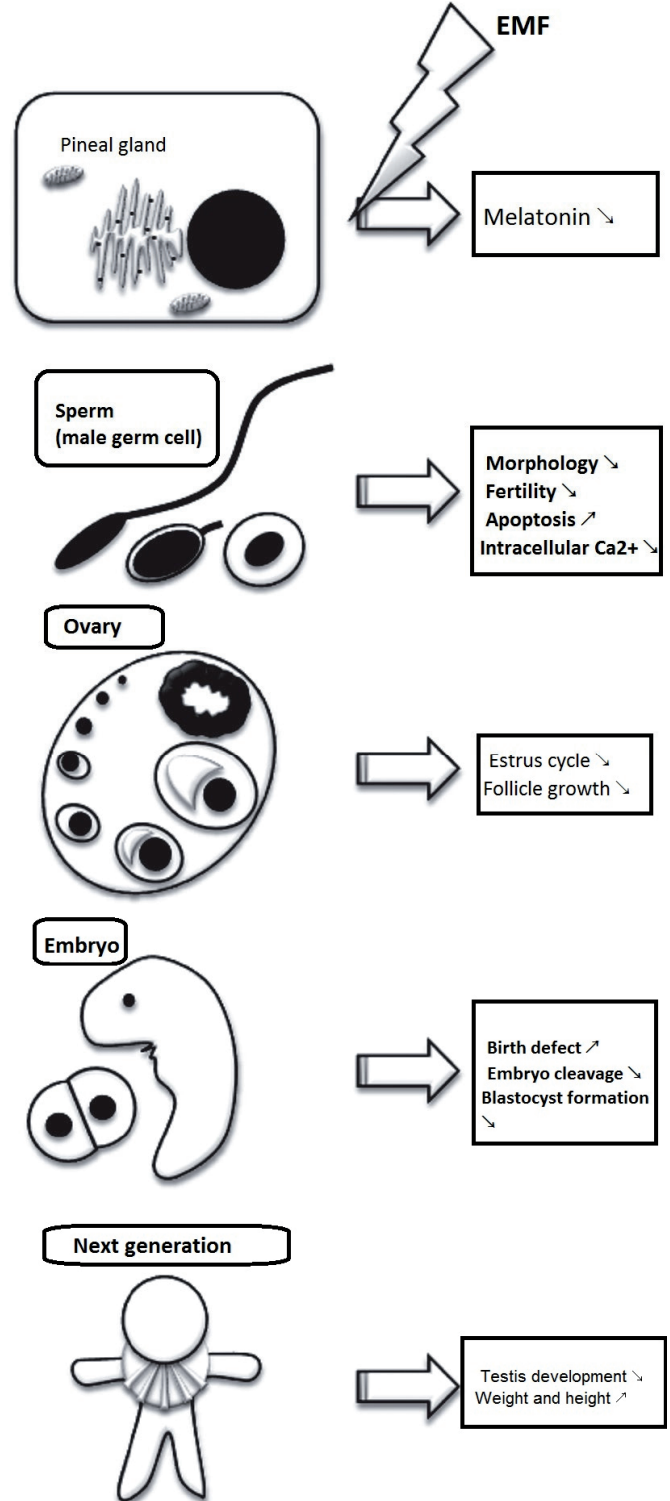
## EMA KORUNMA

EMA'nın canlı doku üzerinde zararlı etkisi *frekansına (dalga boyu)*, *alan yoğunluğuna (kuvvetine)* ve *maruz kalma*



*süresine* bağlı olduğundan korunmada temel prensip alan yoğunluğunun ve maruziyet süresinin mümkün oldukça azaltmaktır. (4)

Basit şekilde ilk yapılacaklar sağlığımızda önemli bir faktör olan uyku düzeninin sağlanması amacıyla yatak odamızın Çok Düşük Frekanslı Manyetik Alanın (50/60 Hz manyetik alan) kaynaklarından arındırmaktır. Yine yaşam alanlarımızda DECT telefonların yerine eski kablolu telefonların kullanımı, WİFİ yerine ethernet kablo bağlantısı kullanımı, Cep telefonunun her fırsatta uçuş moduna alınması, f yüklü uygulamaların azaltılması gibi önlemler alınabilir.



**Şekil 6** | EMA'nın gonadal sistem ve embriyo üzerindeki etkileri.

Yaşam alanlarında EMA ölçümleri yaptırarak gerekli önlemler ve planlamalar yapılmalıdır. Kişisel ve yaşam alanlarının korunması için Pulsed manyetik alan cihazları kullanılabilir. Pulsatif manyetik alan, vücut dokularını uygun bir şekilde etkileyerek hücre zarlarının geçirgenliğini artırır. Yapılan çalışmalar tedavide pulsatif yani ritmik dalgalanmalar halinde manyetik alan oluşturan şeklinin kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. (3)Yerkabuğunun statik manyetizmasından daha da etkin olan pulsatif manyetik alan, hücre zar hareketi periodisitesiyle daha uygun bir etkileşim oluşturmaktadır. Organizmada molekül, hücre ve sistemler düzeyinde (sindirim sistemi, sinir sistemi gibi) karmaşık biyofiziksel işlemlerin oluşmasını aktive eder (2, 3, 29, 30).

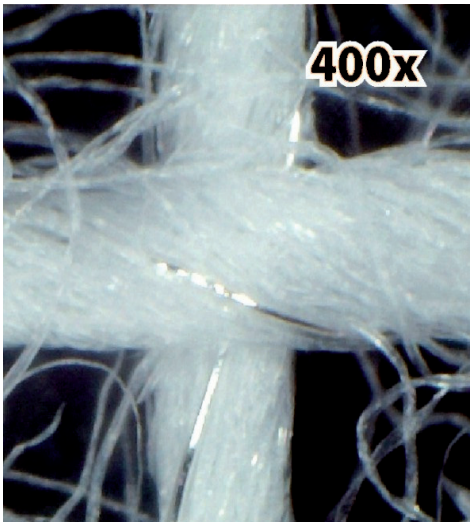
Pulsed manyetik alan cihazlarının temel çalışma mekanizması sürekli bir uyarının etkilediği hücrel sensörlerin saniyeden daha kısa bir süre başka bir uyarın tarafından uyarılmasının, süregelen uyarının etkisini nötralize etmesine dayanır, böylece Çok Düşük Frekanslı Manyetik Alanın etkisi nötr hale getirilir. (31)

## EMA ÖNLEME

EMA etkilerinden vücudumuzun korunabilmesi amacı ile çeşitli ürünler kullanılmaktadır. Özel yapım tekstil ürünleri ve boyalar, güncel polimer teknolojilerinin kullanımı ile geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Özel tekstil yapıları sayesinde farklı frekans aralıklarında farklı koruma etkinlik alanlarında (dB) %99'dan daha yüksek değerlerde koruma sağlanabilmektedir. (32)

Gelişen üretim teknolojileri ve malzemeler sayesinde, çok çeşitli kullanım alanlarına göre özel tekstil yüzeyleri üretilmektedir. Bu kumaşlarla günlük hayattan, özellikle askeri ve teknik uygulamalarda kullanılan koruyucu giysi ve kalkanlama yüzeyi olarak kullanılabilen çok farklı tekstil ürünü oluşturmak mümkündür. (Şekil 7)

Elektro-iletken boyalar nikel, bakır, gümüş veya grafit tozu gibi elektriksel olarak iletken dolgu maddesi ile karıştırılmış akrilik, akrilik-üretan reçine gibi yapıştırıcılardan olu-



Şekil 7 | EMF Koruyucu Kumas-Perde.



Şekil 8 | Elektro iletken boya.

şan katı madde içeriğine sahiptir. (Şekil 8) Elektro-iletken boyanın kalkanlama kapasitesi boyanın kalınlığı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle fonksiyonel amaçlar için boyayı kalın ve üniform uygulamak önemlidir. Bu boyalar doğru şekilde uygulandığında elektromanyetik alanlara karşı etkin bir kalkanlama sağlamaktadır.(32)

## Sonuç

Günümüzde teknolojik gelişmeler ile hayatımızın sıradan bir parçası olan elektrikli aletler, hayatımıza katkısı olduğu oranda hayatımızı tehdit eder hale gelmiştir. Elektromanyetik hassasiyet sendromu her insanda yaşam alanına ve kişisel farklar nedeniyle farklı bir tablo ile karşımıza çıkmaktadır. Toplumsal olarak farkındalığımızın olmadığı bu durum karşısında bilgilenebilir; hastalık tanımı, etki mekanizmaları tespit edilerek koruyucu önlemler standardize edilmelidir.

## Kaynaklar

1. D. Halliday, R. Resnick, and J.Walker, Fundamentals of Physics, Part 3, JohnWiley & Sons, New York, NY, USA, 2001
2. Nazlıkul H. Tamamlayıcı tıbbi keşfet. Nazlıkul H. (Editör): Hayatı keşfet anti aging yaşam kılavuzu. Alfa basım yayım dağıtım, İstanbul, 2013: 457- 536
3. Özkan N, Manyetik Alan Tedavisi (Magnetoterapi), Barnat 2015;9(3)17-22.
4. Belyaev, Dean A, Eger H, Hubmann G et al. EUROPAEM EMF Guideline 2015 for the prevention diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. Rev Environ Health. 2015 Dec 1;30(4):337-71. doi: 10.1515/revh-2015-0033.
5. Simko M, Mattsson MO, Extremely low frequency electromagnetic fields as effectors of cellular responses in vitro: possible immune cell activation. J CellBiochem.2004 Sep 1;93(1):83-92
6. Pall ML. Electromagnetic fields act via activation of voltagegated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. J Cell Mol Med 2013;17(8):958-65
7. Von Baehr V. Rationelle Labordiagnostik bei chronisch entzündlichen Systemerkrankungen. umwelt medizin gesellschaft 2012;25(4):244-7.
8. Lai H, Singh NP. Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 1997;18:446-54
9. Robison JG, Pendleton AR, Monson KO, Murray BK, O.neill KL. Decreased DNA repair rates and protection from heat induced apoptosis mediated by electromagnetic field exposure. Bioelectromagnetics 2002;23(2):106-12
10. Blank M, Soo L, Lin H, Henderson AS, Goodman R. Changes in transcriptin in HL-60 cells following exposure to alternating currents from electric fields. Bioelectrochem Bioenerg 1992;28:301-9
11. Blank M, Goodman R. Do electromagnetic fields interact directly with DNA? 1997;18(2):111-5
12. Garaj-Vrhovac V, Fucic A, Horvat D. The correlation between the frequency of micronuclei and specific chromosome aberrations in human

- lymphocytes exposed to microwave radiation in vitro. *Mutation Res* 1992;281(3):181-6
13. Maes A, Verschave L, Arroyo A, DeWagter C, Vercruyssen L. In vitro cytogenetic effects of 2450 MHz waves on human peripheral blood lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 1993;14:495-501
  14. Yasser M, Moustafa, Randa M, Moustafa, A, Belacy, Soad H, Abou-El-Ela, Fadel M. Ali. 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;26:605-8
  15. Reiter RJ. Oxidative processes and antioxidative defense mechanisms in the aging brain. *FASEB Journal* 1995;9(7):526-33
  16. Reiter RJ. Melatonin in the context of the reported bioeffects of environmental electromagnetic fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 1998;47:135-42
  17. Liu DD, Ren Z, Yang G, Zhao QR, Mei YA, Liu DD, Melatonin protects rat cerebellar granule cells against electromagnetic field-induced increases in Na(+) currents through intracellular Ca(2+) release. *J Cell Mol Med*. 2014 Jun;18(6):1060-70
  18. Linet, M.S., Hatch, E.E., Kleinerman, R.A., Robison, L.L., Kaune, W.T., Friedman, D.R., Severson, R.K., Haines, C.M., Hartsock, C.T., Niwa, S., Wacholder, S., Tarone, R.E., Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. *N. Engl. J. Med.* 1997.337 (1), 1-7.
  19. Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med*. 2014 Jul;71(7):514-22.
  20. Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed Pharmacother*. 2008 Feb;62(2):104-9.
  21. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, et al. Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *Eur J Neurosci* 2007;25(6):1908-13.
  22. Vecchio F, Buffo P, Sergio S, Iacoviello D, Rossini PM, et al. Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of  $\alpha$  rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans. *Clin Neurophysiol* 2012;123(1):121-8.
  23. Tombini M, Pellegrino G, Pasqualetti P, Assenza G, Benvenga A, et al. Mobile phone emissions modulate brain excitability in patients with focal epilepsy. *Brain Stimul* 2013;6(3):448-54.
  24. Eric van Rongen, Rodney Croft, Jukka Juutilainen, Isabelle Lagroye, Junji Miyakoshi, Richard Saunders, René de Seze, Thomas Tenforde, Luc Verschaeve, Bernard Veyret & Zhengping Xu Effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields on the Human Nervous System, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, (2009):12:8, 572-597
  25. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertil Steril* 2008;89(1):124-8.
  26. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, et al. Effect of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMF) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro study. *Fertil Steril* 2009;92(4):1318-25.
  27. Lui K, Li Y, Zhang G, Liu J, Cao J, Ao L, Zhang S. Association between mobile phone use and semen quality: a systemic review and meta-analysis. *Andrology* 2014 Jul;2(4):491-501
  28. Gye MC, Park CJ. Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system. *Clin Exp Reprod Med* 2012 Mar;39(1):1-9.
  29. Nazlıkul H. Magnetoterapi (Manyetik alan tedavisi). Nazlıkul H (Editör): Detoksu keşfet. Alfa basım yayım dağıtım, İstanbul, 2012: 291-294
  30. Gesundheit und Magnetfeldtherapie Biomag. [www.ams-ag.de](http://www.ams-ag.de)
  31. <http://www.who.int/peh-emf/meetings/archive/en/paper13kintestam.pdf>
  32. Yılmaz R, Elektromanyetik kalkanlama özelliği olan malzemeler, *Electronic Journal of Vocational Colleges-May/Mayıs* 2014,136-150