

Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksekokullarındaki Öğrencilerin Elektromanyetik Alan Maruziyetinin Araştırılması

Investigation of the Electromagnetic Field Exposure of Students in the School of Health Services Vocational and Health Sciences

Selim Öğüt¹, Leyla Sevinç², Fatma Behice Serinkan Cinemre^{2*}, Hakan Cinemre³,
Nurten Bahtiyar⁴, Buket Küçük Ataman⁵, Muhammet Bektaş⁶, Ali Rıza Kızılar⁷,
Birsen Aydemir⁵

¹ İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İstanbul

² Sakarya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Sakarya

³ Sakarya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Sakarya

⁴ İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul

⁵ Sakarya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Sakarya

⁶ İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul

⁷ Namık Kemal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Tekirdağ

Yazışma Adresi / Correspondence:

Fatma Behice Serinkan Cinemre

Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Sakarya-Türkiye

T: +90 264 295 31 27 E-mail: cinemreb@gmail.com

Geliş Tarihi / Received : 15.10.2018 Kabul Tarihi / Accepted : 26.10.2018

Öz

Amaç	Günümüzde, teknolojik gelişmelerle birlikte elektromanyetik alanlara (EMA) maruziyet oldukça artmıştır. Bunun insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada amacımız, Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksekokulları öğrencilerinin yaşam alanlarında EMA'lara maruziyeti ve sağlıklarına üzerine etkilerini araştırmaktır. (Sakarya Tıp Dergisi 2018, 8(4):806-812)
Gereç ve Yöntemler	Bu çalışmaya 552 öğrenciyi EMA maruziyeti ve bunun sağlık üzerine etkilerini sorgulayan bir anket uygulandı.
Bulgular	Çalışmaya katılan öğrencilerin %34,2'si erkek, %65,8'i kız ve yaş ortanca değeri 21 idi (min-max: 18-41). Katılımcıların %29'u baz istasyonlarına ve %19,4'ü yüksek voltaj hatlarına yakın oturmaktaydılar. %45,5'i günde 5 saatten fazla elektrik/ elektronik sistemlere maruz kalırken, %72,5'inin yatak odasında elektrikli/ elektronik cihazlar bulundurmaktaydı. %83,9'unun evinde internet ağı, %44'ünün evinde mikrodalga fırın olduğu belirlendi. Katılan öğrencilerin %74,3'ü yorgunluk hissinden şikâyetçi idi ve ki kare analiziyle bu şikâyet, günlük elektrikli/ elektronik cihaz maruziyet süresi ile anlamlı bir ilişki gösterdi (x ² : 0.332- P<0.016). Aynı şekilde yorgunluk hissi ve göz rahatsızlıklarının (% 27,4), yatak odasında elektronik cihaz bulunması durumuyla istatistiksel anlamlı ilişki gösterdi (x ² : 7.630- P<0.006; x ² : 11.832- P<0.008, sırasıyla). Diğer bir anlamlı ilişki de günlük bilgisayar kullanımı saat ile koku problemi (% 4) arasında tespit edildi (x ² : 11.832- P<0.008).
Sonuç	Teknolojik sistemlerden yayılan elektromanyetik radyasyonun insanlar üzerindeki uzun vadeli etkisi belirsiz olsa da, bulgular elektromanyetik radyasyonun insanlarda bazı sağlık sorunlarına neden olabileceğini düşündürmektedir. Daha kesin sonuçlar için daha kapsamlı popülasyonlarda bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler	Elektromanyetik alanlar, sağlık etkileri, maruziyet süreleri

Abstract

Objective	Today, with the technological developments, exposure to electromagnetic fields (EMF) has increased considerably. There are several studies on the effects of EMF on human health. In this survey study, our aim was to investigate effects of EMF in the students (Sakarya Med J 2018, 8(4):806-812).
Materials and Methods	552 vocational school students are included in this study. The questionnaire about characteristics of EMF exposure and related health problems were applied.
Results	34,2% male, 65,8% female students were 21 (18-41) median years old. Their home locations were close to base stations (29%), and high voltage lines (19,4%). Exposure times to electrical/electronic systems of 45,5% students were more than 5 hours per day, 72,5% had electrical/ electronic devices in the bedroom. 83,9% students had internet network and 44% students had a microwave ovens in their house. The students complained about 74,3% the feeling of fatigue, and the chi-square analysis showed a significant relationship with daily electrical/electronic device exposure time (x ² : 0.332- P<0.016). Likewise, fatigue and eye disorders (27,4%) were found to be significantly correlated with the presence of electronic devices in the bedroom (x ² : 7.630-P<0.006; x ² : 11.832-P<0.008, respectively). Another significant relationship was found between daily computer use and odor problem (4%) (x ² : 11.832- P<0.008).
Conclusion	Although the long-term effect of electromagnetic radiation emitted from technological systems on humans is unclear, the findings suggest that electromagnetic radiation may cause some health problems on humans. For more precise results, experimental and theoretical studies are needed in more extensive populations.
Keywords	Electromagnetic fields, health effects, exposure time

Giriş

Sürekli gelişen teknoloji, insanoğlunun ihtiyaçları doğrultusuna uygun araçların üretilmesi ve geliştirilmesi, hayatımıza kolaylık sağlamaktadır. Cep telefonları, radyo, internet ve televizyon vb. hayatımız kolaylaştırırken diğer yandan da elektromanyetik radyasyon yayarak bir takım sağlık sorunlarına oluşturma potansiyeline sahiptir.¹⁻³ Toplum sağlığını etkileyen fiziksel etmenler arasında iyonlaştırıcı olmayan radyasyon da bulunmaktadır. Elektrik ve manyetik alanlar (EMA) gibi iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun etkilerinden kaçınmak oldukça zordur. EMA'ların insan sağlığı üzerine olası birçok etkisi üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Maruz kalınan iyonize olmayan elektromanyetik radyasyon iki ayrı frekans bandından oluşmaktadır. Elektronik/elektrikli cihazlar, yüksek gerilim hatları ve trafolardan aşırı düşük frekansta yayılan ELF bandı; baz istasyonları, cep telefonları, radyo-televizyon vericilerinden yayılanları da radyo frekans (RF-MW) bandı olarak tanımlanır. Her ikisinin de insan sağlığına etkileri bulunmaktadır.³⁻⁵ Elektronik/elektrikli cihazlar ve kablosuz iletişim araçları modern yaşamın ayırt edici özellikleridir. Elektrikli/elektronik cihazlar kullanıma açıldığında veya güç hatları iletilirken, bir elektromanyetik alan radyasyonu oluşur. Son zamanlarda yapılan birçok çalışmada elektromanyetik radyasyonun canlı organizmalarda çeşitli dokular üzerinde zararlı etkileri olduğu gösterilmiştir.⁶⁻⁹ Düşük frekanslı EMA maruziyetinde sinir sistemi aktivitesi, iştah algısı, denge, öğrenme ve hafızadaki fonksiyonel değişiklikler ile birlikte sinaptik plastisite ve nörotransmitter salınımında değişiklikler gözlemlenmiştir.⁶

Genel olarak EMA radyasyonunun biyolojik etkileri termal ve termal olmayan olarak sınıflandırılmaktadır.¹⁰ Termal etkiler, belirli bir alanda elektromanyetik radyasyon tarafından yaratılan ısı ile ilişkilidir. Bu mekanizma, radyo frekans (RF) alanlarından türeyen sıcaklıkta bir değişiklik ile gerçekleşir. RF alanları ve canlı dokular arasındaki her etkileşiminde sıcaklıkta bir artışa neden olan bir enerji transferine neden olmaktadır. Deri ve diğer yüzeysel dokular yayılan radyasyonu absorbe edebilir. RF enerjisinin biyolojik etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda, iyonize olmayan radyasyonun termal olmayan etkilerinin ortaya çıktığı görülmektedir.¹¹ Ancak hücre biyolojik süreçlerinde net etkileri tam olarak açıklanamamaktadır.¹² Bu etkilerin reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimindeki artış ile ilgili olduğu ileri sürülmektedir.^{13,14} İyonize olmayan radyasyonların hücrelerde oksidatif strese bağlı DNA hasarı oluşturduğu belirtilmektedir.¹⁵ Oluşan serbest radikaller DNA dahil çeşitli biyomoleküller ile reaksiyona girmektedir. Beyin dokusu yüksek metabolik aktivitesi nedeniyle, diğer organlara göre serbest radikallerin oluşturduğu oksidatif hasara daha duyarlıdır.¹⁶ Dokulardaki aşırı miktarda serbest radikaller, pek çok nörolojik bozukluğa yol açmaktadır.¹⁷ Yapılan çalışmalar, EMA'ya maruz kalmanın endokrin değişikliklere yol açtığını göstermektedir. Dijital mobil telsiz telefonlar tarafından üretilen 900 MHz EMA frekansının, kullanılan koşullar altında TSH ve tiroid hormonlarını azalttığı gösterilmiştir.¹⁸ Goldhaber ve ark. EMA'lara maruz kalan gebelerde fetal anormallikler ve spontan abortuslarda anlamlı bir artışın olduğunu saptamıştır.¹⁹

Çalışmamızda, İstanbul Gelişim Üniversitesi 2017-2018 Eğitim Öğretim Yılı Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksekokullarında öğrenim gören 552 öğrenciye uygulanan anketlerle yaşam alanlarında maruz kaldıkları EMA'ların özellikleri, elektronik/elektriksel sistemlere maruziyet süreleri ve sağlık sorunları gibi parametreleri değerlendirilmeyi amaçladık.

Yöntemler

İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksek Okullarında öğrenim gören %65,8'i kız ve %34,2'i erkek olmak üzere 552 kişiye ulaşılmıştır. Günlük yaşam alanlarında elektrik/elektronik cihazlar tarafından maruz kaldığımız EMA radyasyonunun insan sağlığına etkileri bakımından veri toplama aracı olarak 28 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Bu ankette 4 soru toplumsal alanlarda EMA'ya maruziyeti, 9 soru kişisel alanlarda EMA'ya maruziyeti, 10 soru bireylerin sağlık problemlerini, 2 soru demografik özellikleri ve 3 soru günlük EMA'lara maruziyetleri sorgulamaktaydı. Çalışma, İstanbul Gelişim Üniversitesi Etik Kurulunca 28.05.2018 tarih ve 2018-13 sayılı toplantısında onaylandı ve Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak gerçekleştirildi (77366270-199-E.4821).

İstatistiksel değerlendirmeler "Statistical Package for the Social Sciences-SPSS 17.0 for Windows" paket programı kullanılarak gerçekleştirildi. Kategorik değişkenleri karşılaştırmak için ise ki-kare testi kullanıldı. Tüm veriler katılan bireylerin % oranları olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $P \leq 0.05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

Öğrencilerimizin %34,2'i erkek, %65,8'si kadın olup yaş ortanca değeri 21 idi (min-max: 18-41). Öğrencilerin yaşadığı evlerin %29'u baz istasyonlarına yakın, %19,4'ünün yüksek gerilim hatlarına, %35'nin evleri havaalanı veya radar sistemine yakın mesafede idi. %83,9'unun evinde internet ağı, %44'ünün evinde mikrodalga fırın ve %72,5'nin yatak odasında elektrikli/elektronik cihazlar bulunmaktaydı. Bilgisayar alırken %19,4'ü SAR (ölgül soğurma oranı) değerine dikkat ettiğini, %84,2'inin gerekli olmayan aydınlatma sistemlerini kapatmaya özen gösterdiğini, %29,3'ünün elektrikli/elektronik cihazları "stand by" konumunda bıraktığını belirtti (Tablo 1 ve 2).

Tablo 1. Çalışmada grubundaki bireylerin yaşam alanlarının özellikleri

	%
Evin baz istasyonuna yakınlığı*	29
Evin yüksek gerilim hatlarına yakınlığı*	19.4
Evin havaalanı ve radar sistemlerine yakınlığı*	35
Yaşanılan binada kat sayısı (1-5 kat)	63
*5-10 km yarıçapındaki mesafede bulunanlar yakın olarak kabul edilmiştir	

Tablo 2. Çalışma grubunun elektrik/elektronik cihazları kullanımı

	%
Bilgisayar SAR(Ölgül Soğurma Oranı) değerini önemseme	19.4
Evde internet ağının bulunması	83.9
Yaşanılan ortamda elektrikli/elektronik cihazlarının "stand by" konumunda bırakma	29.3
Yaşanılan ortamda gerekli olmayan aydınlatma sistemlerinin kapatma	84.1
Mikrodalga fırın kullanımı	44
Yatak odasında elektrikli/elektronik cihazların bulunması	72.5

Öğrencilerin genel olarak yakındıkları sağlık sorunları Tablo 3'te özetlenmiştir. Buna göre % 74,3'ü yorgunluktan, %47,5'i kas ağrısından, %52,2'si konsantrasyon bozukluğundan, %12,3'ü kas iskelet sistemi rahatsızlıklarından, %37,7'si stresten, %12,3'ü cilt rahatsızlıklarından, %27,4'ü göz sorunlarından, %20,7'si işiğe duyarlılıktan, %4'ü tat ve %4'ü koku duyusu kaybından şikayetçi idi.

Tablo 3. Çalışma gurubundaki bireylerin sağlık problemleri

	%
Yorgunluk hissi	74.3
Kas ağrısı	47.5
Konsantrasyon bozukluğu	52.2
Kas iskelet sistemi rahatsızlığı	12.3
Stres ve diğer nörolojik semptomlar	37.7
Cilt hastalığı	12.3
Göz rahatsızlığı	27.4
Işığa duyarlılık	20.7
Tat duyusu kaybı	4
Koku duyusu kaybı	4

Tablo 4. Bireylerin bilgisayar kullanım süreleri

	%
<5 yıl	31
5-10 yıl	34
>10 yıl	35

Tablo 5. Çalışmaya katılan bireylerin elektromanyetik alanlara günlük maruziyetleri

	%
Masaüstü/dizüstü bilgisayar kullanım süresi (0-60 dakika/gün)	69.4
Elektrikli/elektronik cihazların kullanım süresi(>5 saat/gün)	45.5
Televizyon izleme süresi (>1 saat/gün)	43.5

Katılan öğrencilerin %74,3'ü yorgunluk hissinden şikayetçi idi ve ki kare analiziyle bu şikayet, günlük elektrikli/ elektronik cihaz maruziyet süresi ile anlamlı bir ilişki gösterdi (χ^2 : 0.332- $P<0.016$). Aynı şekilde yorgunluk hissi ve göz rahatsızlıklarının (%27,4), yatak odasında elektronik cihaz bulunması durumuyla istatistiksel anlamlı ilişki gösterdi (χ^2 : 7.630- $P<0.006$; χ^2 : 11.832- $P<0.008$, sırasıyla). %35'i de 10 yıldan uzun süredir bilgisayar kullanmaktaydı (Tablo 4). Elektromanyetik alanlara maruziyet süreleri Tablo 5'de açıklanmaktadır. Günde 0-60 dakika sürelerde masaüstü/ dizüstü bilgisayar kullananların oranı %69,4, Günde bir saatten az televizyon izleyenlerin oranı %56,5, elektronik/elektrikli cihazları günde 5 saatten fazla kullananların oranı ise %45,5 olarak tespit edildi. Diğer bir anlamlı ilişki de günlük bilgisayar kullanımı saat ile koku problemi (% 4) arasında tespit edildi (χ^2 : 11.832- $P<0.008$).

Tartışma

Çağımızda teknolojinin geldiği nokta göz önünde tutulursa bunun günlük hayatımıza yansımaları ve yaşadığımız her alanda teknolojik sistemlerle yan yana bulunmamız kaçınılmaz olmuştur. Bu sistemler elbette yaşantımıza çok şey katmaktadır. Ancak kattıkları ve yaşamımızı kolaylaştırdıkları kadar insan biyolojisi üzerindeki etkilerinin sorgulanması kaçınılmazdır. Bu teknolojik sistemlerin yaydıkları elektromanyetik radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştıran bilimsel çalışmalar insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilere işaret etmektedir. Bu nedenle biz çalışmamızda elektromanyetik radyasyon yayan cihazların günlük hayatımızdaki yeri ve yoğunluğunu hem de olası etkilerini tanımlamaya çalıştık. Bunun için öncelikli bu sistemlere daha hızlı adapte olan genç

ve dinamik bir kitleyi özne olarak seçtik. Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksek Okullarında öğrenim gören ve yaş ortanca değeri 21 olan 552 kişilik grubumuzda uyguladığımız anket sonuçları, hem yaşam alanlarımızda elektromanyetik alanlara maruziyetin yaygınlaştığını hem de henüz neden sonuç ilişkisi ortaya konulmamış olsa da insanlar üzerinde bazı rahatsızlıklarla ilişkilendirilebileceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızın da gösterdiği gibi günlük hayatında elektroni cihaz ve bilgisayar, internet kullanmayan hemen hemen yok gibidir. Buna çevremizdeki baz istasyonları, yüksek gerilim hatları gibi elektromanyetik radyasyon kaynakları ve evlerimizde bulunan televizyon, mikrodalga fırın gibi elektrik-elektronik cihazlar da eklenirse uyanık kalınan süre içerisinde elektromanyetik alanlara maruziyetin yoğunluğu anlaşılabilir. Ayrıca çalışmamıza katılan grupta, %70'den fazla yatak odasında elektronik cihaz bulundurulduğu sonucu uyurken de elektromanyetik alana maruz kalındığı gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Üstelik yaptığımız istatistiksel analizde hem elektrikli/ elektronik cihaz maruziyet süresi hem de yatak odasında elektrikli/ elektronik cihaz bulundurma yorgunluk hissiyle ve göz rahatsızlıkları ile anlamlı bir ilişki göstermesi önemli bir bulgudur. Yine bilgisayar kullanımı ile tat duyusu bozukluğu arasında da anlamlı görülen ilişki yaşamımızın vazgeçilmez olan bu teknolojik ürünlerin sağlığını bozma potansiyellerini de göstermektedir. Yine çalışmamızda gördüğümüz önemli bir nokta yaşanan ortamda bulunan elektrikli/elektronik cihazlarının stand by konumunda bırakanların oranının yüzde otuzlarda olmasıdır. Yaşamımıza girmiş olan tüm elektronik cihazlardan vazgeçmek artık mümkün olamayacağına göre bunların uygun şekillerde kullanımı ve sağlık yönünden koruyucu önlemlerin alınması konusunda belirli bir bilincin geliştirilmesi şarttır.

Çalışmamıza katılan grupta dikkat çekici bir başka nokta da uyku bozukluğu, yorgunluk, kas ağrıları, konsantrasyon bozukluğu, gibi sağlık problemlerinden şikayetçi olanların oranının yüksekliğidir. Bu şikâyetlerin her birinin bizim grubumuzda görülme oranının yüzde elliden fazla hatta bazılarının yüzde yetmişlerde olması, üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bu şikâyetler temelde stresli yaşam tarzını ifade edebilir. Ancak bunların, günlük hayata bu kadar yoğun bir şekilde girmiş olan teknolojinin insan biyolojisi üzerindeki olumsuz etkileri ile ilişkileri bilimsel çalışmalarla araştırılmalıdır.

Çalışmamızın önemli katkılarından biri, üniversite öğrencilerinden oluşan bir grupta bilişim-iletişim teknolojilerinin kullanımında davranış kalıplarının değerlendirilmesine de olanak tanınmasıdır. Örneğin sosyal medyada geçirilen zaman yoğunluğu, cep telefonu ile konuşma süreleri, masaüstü /dizüstü bilgisayar kullanım süreleri gibi konularda veriler sağlamaktadır. Bu veriler bu konunun üzerinde durulması gereken bir konu olduğunu düşündürmektedir. Bilişim teknolojilerinden kaçmak veya yok saymak mümkün olamayacağına göre bu konularda gençler ve çocukların davranış kalıpları doğru olarak bilinmeli; hem mental hem de bedensel sağlık üzerinde etkileri gözden kaçırılmamalı ve gerekmesi durumunda toplum doğru önlemler alabilmelidir.

Sonuç olarak çalışmamız, çağımızda kolaylıklar getiren teknolojik sistemlere bağlı elektromanyetik radyasyona maruziyetin oldukça arttığını, bu maruziyetin biyolojik süreçler üzerindeki etkilerini gösteren bilimsel çalışmalarla birlikte değerlendirerek, insanda yorgunluk, baş ağrısı, uykusuzluk, unutkanlık, halsizlik, konsantrasyon bozukluğu, göz, cilt, kas-iskelet sistemi bozuklukları gibi sağlık sorunları ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bunların elektromanyetik radyasyonla neden sonuç ilişkilerinin gösterilebilmesi için in vivo ve in vitro deneysel çalışmalarla incelenmesine ihti-

yaç vardır.

Çıkar ilişkisi:

Yazarların herhangi bir çıkar dayalı bir ilişkisi bulunmamaktadır.

Teşekkür:

Çalışmamıza katkı sağlayan İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksekokulları öğrencilerine teşekkür ederiz.

1. Ozen S. Evaluation and Measurement of Magnetic Field Exposure at a Typical High Voltage Substation and Its Power Lines. *Radiation Protection Dosimetry*. 2008; 128(2), 198-205.
2. Wertheimer N, Leeper E. Exposure assessment for epidemiological study of electrical wiring configurations and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology*. 1979; 109(3), 273-284.
3. Ozen S, Helhel S, Kahta G, Çakır M, Yalcın S. Evaluation of occupational exposure and magnetic field levels at hospital environments. *Pamukkale Univ J Eng Sci*. 2014; 20(8), 300-303.
4. Ozen S, Helhel S, Colak OH. Electromagnetic Field Measurements of Radio Transmitters in Urban Area and Exposure Analysis. *Microwave and Optical Technology Letters* 2007; 49(7), 1572-1578.
5. Helhel S, Ozen S, Basyigit IB, Kurnaz O, Yoruk YE, Bitirgan M, Colak Z. Radiated Susceptibility of Medical Equipments in Health Care Units: 2G and 3G Mobile Phones as an Interferer. *Microwave and Optical Technology Letters*. 2011; 53(11), 2657-2661.
6. Kivrak EG, Altunkaynak BZ, Alkan I, Yurt KK, Kocaman A, Onger ME. Effects of 900-MHz radiation on the hippocampus and cerebellum of adult rats and attenuation of such effects by folic acid and Boswellia sacra. *J Microsc Ultrastruct*. 2017;5(4):216-224. doi: 10.1016/j.jmau.2017.09.003
7. Dasdag S, Akdag MZ. The link between radiofrequencies emitted from wireless technologies and oxidative stress. *J Chem Neuroanat*. 2016; 75(Pt B):85-93. doi: 10.1016/j.jchemneu.2015.09.001
8. Akdag M, Dasdag S, Canturk F, Akdag MZ. Exposure to non-ionizing electromagnetic fields emitted from mobile phones induced DNA damage in human ear canal hair follicle cells. *Electromagn Biol Med*. 2018;37(2):66-75. doi: 10.1080/15368378.2018.1463246.
9. Bektas H, Bektas MS, Dasdag S. Effects of mobile phone exposure on biochemical parameters of cord blood: A preliminary study. *Electromagn Biol Med*. 2018; 29:1-8. doi: 10.1080/15368378.2018.1499033
10. Dasdag S, Akdag MZ. The link between radiofrequencies emitted from wireless technologies and oxidative stress. *J Chem Neuroanat*. 2016;75(Pt B):85-93. doi: 10.1016/j.jchemneu.2015.09.001
11. Kivrak EG, Yurt KK, Kaplan AA, Alkan I, Altun G. Effects of electromagnetic field exposure on the antioxidant defense system. *J Microsc Ultrastruct*. 2017;5:167-176.
12. Leszczynski D, Joenväärä S, Reivinen J, Kuokka R. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation*. 2002;70(2-3):120-129.
13. Zhu K, Lv Y, Cheng Q, Hua J, Zeng Q. Extremely Low Frequency Magnetic Fields Do Not Induce DNA Damage in Human Lens Epithelial Cells In Vitro. *Anat Rec (Hoboken)*. 2016;299(5):688-697. doi: 10.1002/ar.23312.
14. Tkalec M, Malaric K, Pevalek-Kozlina B. Exposure to radiofrequency radiation induces oxidative stress in duckweed Lemna minor L. *Sci Total Environ*. 2007; 15: 388(1-3):78-89.
15. Calcabrini C, Mancini U, De Bellis R, et al. Effect of extremely low-frequency electromagnetic fields on antioxidant activity in the human keratinocyte cell line NCTC 2544. *Biotechnol Appl Biochem*. 2017;64(3):415-422. doi: 10.1002/bab.1495.
16. Ozmen I, Naziroglu M, Alici HA, Sahin F, Cengiz M, Eren I. Spinal morphine administration reduces the fatty acid contents in spinal cord and brain by increasing oxidative stress. *Neurochem Res*. 2007;32(1):19-25.
17. Deshmukh PS, Megha K, Banerjee BD, Ahmed RS, Chandna S, Abegaonkar MP, Tripathi AK. Detection of Low Level Microwave Radiation Induced Deoxyribonucleic Acid Damage Vis-à-vis Genotoxicity in Brain of Fischer Rats. *Toxicol Int*. 2013; 20(1): 19-24. doi: 10.4103/0971-6580.111549
18. Koyu A, Cesur G, Ozguner F, Akdogan M, Mollaoglu H, Ozen S. Effects of 900 MHz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats. *Toxicol Lett*. 2005; 157(3):257-262.
19. Goldhaber MK, Polen MR, Hiatt RA. The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy. *Am J Ind Med*. 1988;13(6):695-706.