



Kamu Ağız Diş Sağlığı Kliniklerinde Elektromanyetik Alanlar; Isparta, Türkiye Electromagnetic Fields in Public Oral and Dental Health Centers; Isparta, Turkey

Erdal Eroğlu¹, Merve Erken¹, Mustafa Geçin², Zeynep Başağaoğlu Demirekin¹, Selçuk Çömlekçi²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye.

²Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye.

Özet

Amaç: Diş hekimliği mesleği, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve stres yoğunluğuna bağlı hastalıklar ile öne çıkmaktadır. Ancak yapılan araştırmaların tamamı ergonomi ve klinik çalışma şekli ile ilişkilendirilmiştir. Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinmesine rağmen, diş hekimliğinde kullanılan elektrikli cihazların elektrik-manyetik alanlarına ve çalışanlar üzerindeki potansiyel tehlikelerine yönelik bir araştırma yapılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, diş hekimliği pratiğinde kullanılan ve elektrik akımı ile çalışan cihazların oluşturduğu elektromanyetik alanların büyüklüklerini tespit etmektir.

Materyal-Metot: Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ve Isparta Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi kliniklerinin tamamında elektrik ve manyetik alan ölçümü yapıldı. Ölçümler için dijital elektromanyetik ışınım detektörü kullanıldı. Ortam ölçümlerinin ardından, kliniklerde rutin olarak kullanılan ve elektrik akımı ile çalışan anguldurva, endodontik anguldurva, laboratuvar motoru (masa / dizden basmalı tip) kavitrone, ultrasonik temizleyici, aljinat karıştırma cihazı, sert ve yumuşak doku lazer cihazı ölçümleri gerçekleştirildi. Ölçümler, cihazlar açık / kapalı halde, cihaza temas halinde ve kullanım yerlerine göre, 10cm, 20cm, 30cm ve 50cm uzaklıktan olacak şekilde gerçekleştirildi. Sonuçlar, Uluslararası Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Enstitüsü (IEEE) nün CE95 standartlarına göre değerlendirildi. Ölçüm sonuçları ortalama ve standart sapma olarak döküman edildi.

Bulgular: Ölçüm sonuçları, diş hekimliği kliniğinde kullanılan cihazlardan yayılan elektromanyetik alanın, ölçüm mesafesine göre değişkenlik göstererek IEEE'nin günlük yaşam alanları için belirlediği 1µT (mikrotesla) ve çalışma ortamları için belirlediği 1mT'nin (militesla) üç katından (3mT) fazla olabildiğini göstermiştir.

Sonuç: Bu çalışmanın verileri, çeşitli meslek grupları için tehlike arz ettiği bilinen elektromanyetik alanların diş hekimliği açısından da bir "çevresel kirlilik" olarak kabul edilmesi ve önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Diş hekimliği, Elektromanyetik alanlar, Çevre kirliliği.

Abstract

Objective: Dentistry, as a profession outshines with diseases such as musculoskeletal disorders and intense stress. Researches on these are limited by ergonomics and manner of work, as etiological factors. Although the adverse side effects of electromagnetic fields (EMF) on biological organisms are well defined, no research about the EMF levels of dental appliances has performed. This study aims to evaluate the magnitude of the electromagnetic fields of electrical devices used in dental practice.

Material-Method: The clinics of Süleyman Demirel University Faculty of Dentistry Oral and Dental Health Center, and Isparta Oral and Dental Health Center were inspected regarding electric-magnetic fields. A digital electromagnetic radiation detector used for the procedure. After environmental measurements, the electrical appliances that frequently used in dental clinics such as rotary handpiece, endodontic rotary handpiece, laboratory handpiece (desk type/knee activated type), ultrasonic scaler, ultrasonic cleaner, alginate mixer, and hard/soft tissue laser were evaluated regarding electric field and magnetic field. Measurements were done while the appliances were on/off position, contact with the device, and 10cm, 20cm, 30cm, and 50cm distances, according to the clinical use. The International Institute of Electrical and Electronics Engineers' (IEEE) CE95 standards were used to evaluate the results. The means and standard deviations were listed for evaluation.

Results: The acceptable highest exposure levels of EMF's for public and work environments that approved by IEEE are 1µT (microtesla) and 1mT (militesla) respectively. Measurements showed that the EMF could be more than 3mT in the dental clinic, according to the measurement distance.

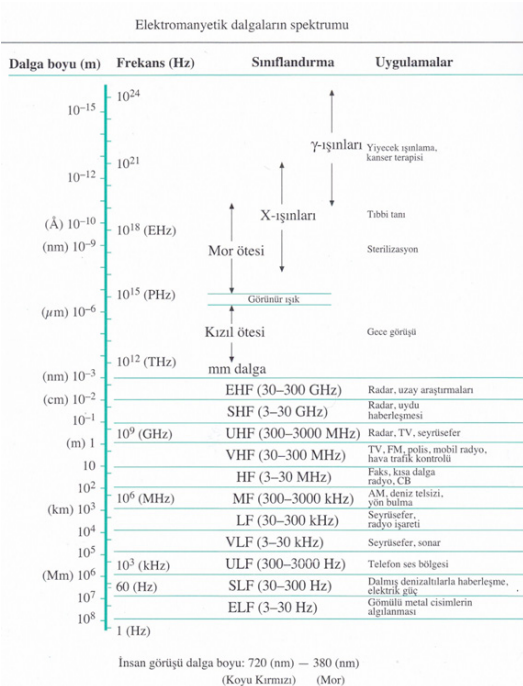
Conclusions: Results of this study indicates that occupational EMF exposures may be hazardous for the dental profession and needs protective measures and should be regarded as "environmental pollution" in dental clinics.

Keywords: Dentistry, Electromagnetic Fields, Environmental Pollution .

Giriş

Sağlık alışanlarının, tanımlanamayan nedenlerden kaynaklanan sağlık sorunları ile giderek artmaktadır. alışmalar, ampirik gözlemler ve hasta raporları, elektrik alan ve manyetik alana maruz kalmanın, olası sağlık sorunları arasındaki etkileşimleri açıkça göstermektedir. Elektromanyetik alanların (EMA) potansiyel sağlık etkileri, 1800'lü yılların sonlarından beri bilimsel bir ilgi konusudur ve son 30 yıl içinde özellikle dikkat çekmiştir. Hayvan hücre ve dokusu üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarında EMA'ların hormon salınımını ve bağışıklık sistemini olumsuz olarak etkilediği, genç bireylerin gözlerinde zamansız katarakt oluşturduğu, yüz derisinde döküntüler meydana getirdiği, embriyolarda anormal gelişmelere neden olabileceği belirtilmektedir (1, 2).

Bir elektrik yükünün başka bir elektrik yükü üzerinde meydana getirdiği itme ya da çekme kuvveti etkisi elektrik alanı meydana getirir. Elektrik alanı meydana getiren elektrik yüklerinin yer değiştirmesi ile manyetik alan meydana gelmektedir. Elektrik alan ve manyetik alan şiddeti mesafe ile hızla azalır. Elektrik alan ve manyetik alanın özellikleri bilindiği üzere birbirlerinden farklıdır. Buna bağlı olarak canlılar üzerindeki etkileri de farklıdır. Elektrik alanlar buldukları ortamda ortamın iletkenlik ve dielektrik katsayılarına bağlı olarak zayıflamaya uğrarken manyetik alanlar zayıflamaya uğramazlar. Maxwell denklemlerinden manyetizmada gauss yasası bunu belirtmektedir. Bu yasaya göre bir ortamdan çıkan manyetik akımların o ortama giren manyetik akımlara eşit olması gerekmektedir. Bu da izole manyetik yük olmadığı anlamına gelmektedir. Buna bağlı olarak manyetik alanlar canlı dokulara nüfuz ederek doku üzerinde akımların oluşmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple manyetik alanların şiddeti ve maruz kalma süresi önem arz etmektedir (3-5) (Şekil 1).



Şekil 1. Elektromanyetik dalga spektrumu

Elektromanyetik alanlar elektrik akımlarından kaynaklanır. Alternatif akım dönüşümleri dönme frekanslarıyla aynı oranda elektrik ve manyetik alanlar oluşturur (6). Elektrik, manyetik ve EMA'lara maruz kalma, çalışma ortamında elektriğin üretildiği, dağıtıldığı veya kullanıldığı ve EMA'nın çalışma mekanizmasının bir parçası olarak kullanıldığı zaman ortaya çıkar. Frekans, etkileşimin biyofiziksel mekanizmasını ve dolayısıyla EMA'nın biyolojik etkilerini belirlerken, alan büyüklüğu potansiyel biyolojik yanıtın gücünü etkilemektedir. Çalışma ortamlarında kullanılan teknoloji EMA emisyonlarından sorumludur ve geçtiğimiz yüzyılda EMA kaynaklarının sayısı ve çeşitliliği büyük ölçüde artmıştır (7).

Çok düşük frekanslı alanlar, alternatif akım elektriğinin üretimi ve dağıtımı ile ev / ofis cihazları ve endüstriyel / ticari ekipmanların kullanımı ile ilişkilidir. Çok düşük frekanslı alanlar, 50 veya 60Hz güç frekanslarını içeren 0 ila 1kHz frekans aralığına karşılık gelir. Çok düşük frekanslı manyetik alanlarda, indüklenen elektrik akımının kuvvetinin, canlıların sağlığı üzerindeki etkileri açısından manyetik alan kuvvetinden daha önemli olduğuna inanılmaktadır. Epidemiyolojik alışmalar, çalışma ortamları ve çok düşük frekanslı elektriğe maruz kalma arasında potansiyel bir ilişki olduğunu ve manyetik alanlar kanser (lösemi, beyin kanseri, meme kanseri ve testis kanseri), nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıklar ve gelişimsel anomaliler dahil olmak üzere birçok patolojinin sıklığını arttırdığını bildirmiştir (8-10).

Elektromanyetik alan maruziyetinin kronik sağlık sorunları ile ilişkili olması olasılığı, sayısız araştırmacı tarafından incelenmiştir. Mesleki EMA maruziyetine ilişkin kanıtlar, değerlendirme kısıtlamaları ve örneklemin sınırlamaları nedeniyle yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte çalışmalar, ampirik gözlemler ve hasta raporları, EMA'ya maruz kalma ve sağlık sorunları arasındaki etkileşimleri açıkça göstermektedir (11). Elektrik alanların ve manyetik alanların insan sağlığı üzerindeki olası etkilerine (özellikle lösemi ve merkezi sinir sistemi tümörlerinin oluşumunda) yönelik son zamanlarda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyon Koruması Komisyonu (ICNIRP) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), manyetik alanların kanser oluşumunda olası rollerini ve risklerini ana hatlarıyla belirleyen kriterleri belirleyen rehberler hazırlamıştır (12).

Elektromanyetik alan varlığında, elektrik yükleri ve biyolojik dokulardaki akımlar alan kuvvetleri ile etkileşime girer. Zamanla değişen alanlar, düşük frekanslarda uyarılabilir dokuları etkileyen akımlar üretir. İncelenen dokunun farklı özelliklerinin yanı sıra alanların şiddeti ve maruz kalma süresi gibi koşullara bağlı olarak düşünölmelidir. Elektriksel hücre seviyesinin etkileri ve manyetik alanlar şöyle sıralanabilir (13):

- 1) Membran değişiklikleri
- 2) İyonik etkiler
- 3) Nükleik asit ve gen ekspresyonu
- 4) Enzimatik aktivite
- 5) Biyoritmalar ve hormonlar
- 6) Genotoksik etkiler

Membran değişiklikleri; Birinci derecede EMA'dan etkilenen hücrel yapılar, hücrel membran yapılarıdır. Membranlar yüzeylerine dik olarak uygulanan elektrik alanlarına karşı gözenekli katı gibi davranırken, membran düzleminde bu tür alanlara karşı viskoz sıvılar gibi tepki verir. Membranlar, farklı parçalardan oluşan homojen olmayan yapılara sahiptir ve elektrik alanlarından farklı şekilde etkilenebilirler. Ayrıca, membranlar, elektriksel veya kimyasal olarak uyarıldıklarında, hücrenin gereksinimlerine göre içlerindeki iyonik kanalları değiştirebilen aktif biyokimyasal reaksiyonlar oluştururlar. Bu nedenle elektrik alanları çeşitli moleküller ve iyonlar için membranların yarı geçirgen karakterini etkiler; membranların lipit ve protein konfigürasyonunu değiştirirler ve membran ile etkileşime giren moleküllerin etkileşim seviyelerini değiştirirler (13).

İyonik etkiler

Kalsiyum

Hücre zar yapıları EMA'dan etkilendiğinde membrandaki iyonik kanallarda meydana gelen değişiklikler, hücre içindeki kanal spesifik iyonlarının konsantrasyonunu ve bu iyonlara bağlı hücrel aktiviteleri değiştirmektedir (14-16).

Kalsiyum ile karşılaştırıldığında, EMA'nın sodyum ve potasyum üzerindeki etkileri hakkında daha az çalışma vardır. Stagg ve ark. (14) yaptıkları çalışmada, EMA'ların hücre içerisindeki Ca iyonu konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir.

Nükleik asit ve gen ekspresyonu; Elektrik ve manyetik alanların in vivo etkileri üzerinde yapılan birçok çalışmada, DNA'nın olumsuz etkilenmediği bildirilmektedir. Bununla birlikte, EMA'nın lösemi, merkezi sinir sistemi ve lenfoma gibi bazı kanser tipleri ile ilişkili riskleri artırdığı ileri sürülmektedir. Literatürdeki bazı epidemiyolojik çalışmaların sonuçları, EMA'nın genetik değişikliklere neden olmayacağını göstermektedir. Manyetik alan, hücrel döngünün G1 fazında fibroblast birikimini arttırırken, S, G2 ve M fazlarında elektrik alanının daha fazla birikmesine neden olmuştur. EMA'nın DNA replikasyonu üzerindeki etkisi de araştırılmış ve EMA'nın 0,1 ila 0,4 mT seviyesinde Jurkat hücrelerinde DNA sentezini inhibe ettiği belirlenmiştir.

EMA'nın transkripsiyon üzerindeki etkileriyle birlikte, translasyon aşamasındaki etkisi de araştırılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalarda, bulgular EMA'nın genellikle protein sentezini arttırdığını göstermiştir. Bu nedenle, artık güç frekansı aralığındaki zayıf EMA'nın, proteinleri sentezlemek için DNA'yı aktive edebileceği genel olarak kabul edilmektedir (14-16).

Enzimatik Aktivite; Bir elektromanyetik alana doğrudan tepki veren bazı enzimler vardır. Bu enzimlerden biri ornitin dekarboksilazdır (ODC). Çalışmaların çoğunda, manyetik veya EM'ye maruz kalan hücrelerde ODC enziminin aktivitesinde bir artış gözlemlenmiştir. Bu enzimin özellikle hızlı büyüyen hücrelerde aktif olduğu ve tümör büyümesini indüklediği düşünüldüğünde, EMA ve kanser riski arasındaki olası etkileşim için bir bağlantının mevcut olduğu düşünülebilir.

Elektromanyetik alan ile etkileşimi incelenen bir başka enzim de asetilkolinesterazdır. Asetilkolinesteraz aktivitesi,

30dk. boyunca 1,4T sabit manyetik alana maruz bırakılan sıçan kemik iliği hücrelerinde incelendiğinde, 37°C'de statik manyetik alanın uygulandığı 2 saat sonra hücrelerin enzimatik aktivitelerinde bir azalma gözlenmiştir.

Bunların yanı sıra, EMA'nın özellikle hücrel iletişim sisteminde yer alan enzimler üzerindeki etkileri, kanser riskinin artmasına neden olmak açısından önemlidir. Örneğin, insan derisindeki fibroblast kültüründe 20Hz ve 7-8µT EMA gücü uygulandığında, fibroblastların anlamlı üremesinde ve farklılaşmasında azalma gözlenir. Bu sonuç, cAMP'ye bağlı protein kinaz A aktivitesi üzerindeki EMA'nın dereceli indüksiyonuna bağlanır. Ayrıca, manyetik alanın karbonik anhidraz izoenzimini de etkiler (14-16).

Biyoritmalar ve Hormonlar; Memelilerde, bioritim sistemi epifiz bezi tarafından organize edilen bir fonksiyondur. Epifiz bezi hücreleri serotonin üzerinde melatonin sentezi yapar. EMA'nın melatonin sentezini ve melatonin primerlerini değiştirdiği gösterilmiştir (14-16).

Genotoksik Etkiler; Elektrik ve manyetik alanların etkileri üzerine biyolojik yapılar üzerinde yapılan birçok çalışmada DNA'nın olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. İnsan hücre ve bitki hücresi elektromanyetik olarak tedavi edilen benzer etkileri gözlemlenmiştir. Elektromanyetik alanların lenfositler ve DNA düzeylerindeki genetik etkilerini araştırmak için, rastgele çoğaltılan polimorfik DNA-polimeraz ve zincir reaksiyonu (RAPD-PCR) yöntemleri uygulanmış ve elektromanyetik alanların mitotik indeksi etkilediği ve tüm tedavi gruplarında kromozomal aberasyonları arttırdığı saptanmıştır (14-16).

Bir dizi epidemiyolojik çalışma, çok düşük frekanslı EMA'lara maruz kalma ve kanser (lösemi, beyin kanseri, meme kanseri ve testis kanseri), nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıklar ve gelişimsel anormallikler dahil olmak üzere farklı patolojilerin artan insidansı arasında potansiyel bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Ek olarak, güç frekansına maruz kalan işçilerde depresyon, kronik migren, uykusuzluk ve diğer rahatsızlıkların artmış indeksleri bildirilmiştir (8).

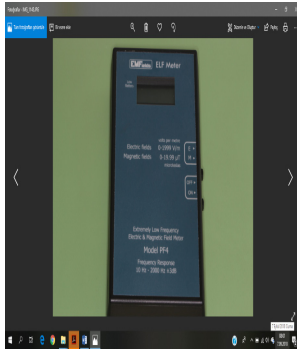
Çalışma şartları ve sürelerinin uzunluğuna bağlı olarak oluşan kas iskelet sistemi hastalıkları, hastalardan kan yoluyla geçebilecek veya solunum yoluyla bulaşabilecek hastalıklarla karşılaşma olasılığı, diş hekimlerinin sağlığını tehdit eden faktörlerin başında gelmektedir. Diş hekimliğinde mesleki hastalıkları anlamaya ve önlemeye yönelik gerçekleştirilen çalışmaların tamamı enfeksiyondan korunmaya yönelik prosedürler, elektrik akımlı düşük motorlu aletlerden meydana gelen titreşimlere olan maruz kalma, çalışma şekli ve ergonomisi ve stres ile ilişkilendirilmiştir (16-19). Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinmesine rağmen diş hekimliği kliniklerindeki ve bu kliniklerde kullanılan elektrikli cihazların elektrik ve manyetik alanlarına ve bu alanların çalışanlar üzerindeki potansiyel tehlikelerine yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Diş hekimliği rutininde kullanılan elektrik akımı ile çalışan döner aletler, titreşiminin yanı sıra, elektrik alan ve manyetik alan meydana getirmektedir. Bu aletlerin oluşturduğu elektrik ve manyetik alanların bir çevre kirliliği oluşturduğu bilinmekle birlikte, sağlık çalışanları ve hastalar üzerindeki

olası etkilerini inceleyen kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmanın amaçları; a) XXXXX'da kamu Ağız ve Diş Sağlığı Merkezlerinde kullanılan ve elektrik akımı ile çalışan cihazların oluşturduğu elektromanyetik alanların büyüklüklerini tespit etmek ve b) bu alanların diş hekimleri ve klinik çalışanları üzerindeki olası etkileri konusunda farkındalık oluşturmaktır.

Materyal-Metot

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi ve Isparta Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi kliniklerindeki elektrik akımı ile çalışan ve tedavi protokollerinde kullanılan cihazlar ve diş protez ile öğrenci laboratuvarlardaki motorlar çalışmamıza dahil edilmiştir (Şekil3).

Çalışmada ölçüm yapılan her iki kurum da Sağlık Bakanlığına akreditedir ve Türk Standartları Enstitüsü'nün belirlediği şartlara bağlı kalarak (27.06.2015 tarih ve 29399 sayılı "Sağlıkta Kalitenin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" yönetmeliği) hasta tedavi işlemleri, diş protez yapımı ve öğrenci eğitim laboratuvarlarında kullanılan elektrik akımlı döner aletlerin ve laboratuvar motorlarının kalibrasyonu ve bakımları düzenli aralıklarla yapılmaktadır.



Şekil 2. EMFields ELF Meter Elektrik ve manyetik alan ölçer

Bu cihazların elektrik ve manyetik alan potansiyellerini belirlemek için dijital çok alanlı elektrik ve manyetik alan ölçüm detektörü kullanıldı (EMFields The ELF PF4 Power-frequency Meter -10Hz to 2KHz- UK. Lot No: 14110) (Şekil 2). Bu cihaz Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği laboratuvarlarından temin edildi. Cihazların kullanım prosedürleri, elde edilen verilen değerlendirilmesi gibi teknik mühendislik konularında bu bölümün olanakları kullanılmıştır.

Elektrik ve manyetik alan ölçümleri cihazlar açık /kapalı halde, cihaza temas halinde ve kullanım sırasında hekimin ya da çalışanın pozisyonuna göre ağız içi kullanımı olan cihazlarda 10cm ve 30cm, ağız dışı kullanımı olan cihazlarda ise 20cm ve 50cm uzaklıktan olacak şekilde gerçekleştirildi. Ölçümler, Uluslararası Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Enstitüsü (IEEE) ve Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) yönetmeliklerine göre en az 6dk olacak şekilde gerçekleştirildi. Ölçüm birimi olarak elektrik alan için "V/m" (Volt / metre), manyetik alan için "uT" (mikroTesla) kullanıldı.

Ölçüm sonuçları, IEEE'nün "İnsanların Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalmalarında Güvenlik Sınırları" nı belirleyen C95.1 standardına göre değerlendirildi (PC95.1 Draft Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields, 0Hz to 300GHz). 2010 yılından bu yana geçerli olan bu standarda göre manyetik alan baz alındığında 1uT (mikroTesla) ve üstü değerlere maruz kalmak, elektrik alan baz alındığında ise mesleki maruziyet için: 1kV/m (Volt / metre) insan sağlığı için tehlikeli sınır olarak tanımlanmıştır (20).

Çalışmamızda kliniklerimizde kullanılan cihazların elektrik ve manyetik alanlarının marka ve modelleri birbirleri içinde veya farklı markalarla kıyaslanmamıştır. Ölçüm yapılan cihazlar ve ölçüm mesafeleri Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Diş tedavilerinde kullanılan ağız içi cihazlar, çalışma durumları ve ölçüm mesafeleri

	Bekleme konumu (Temas Halinde)	Çalışırken (Temas Halinde)	Çalışırken 10cm uzaklık	Çalışırken 30cm uzaklık
Anguldruva (Kırmızı Kuşak)	√	√	√	√
Anguldruva (Mavi Kuşak)	√	√	√	√
Anguldruva (Endodontik)	√	√	√	√
Kavitron	√	√	√	√
Sert ve Yumuşak Doku Lazer Cihazı	√	√	√	√

Tablo 2. Diş tedavisinde kullanılan ağız dışı cihazlar, çalışma durumları ve ölçüm mesafeleri

	Bekleme konumu (Temas Halinde)	Çalışırken (Temas Halinde)	Çalışırken 20cm uzaklık	Çalışırken 50cm uzaklık
Ultrasonik Temizleyici	√	√	√	√
Aljinat Karıştırma Cihazı	√	√	√	√
Dizden basmalı motor	√	√	√	√
Masa tipi (Laboratuvar döner başlıklı el aleti)	√	√	√	√

Tablo 3. Diş tedavisinde kullanılan ağız içi cihazların elektrik ve manyetik alanları

		Bekleme konumu (Temasta) Ort±SD	Çalışırken (Temasta) Ort±SD	Çalışırken 10cm uzaklık Ort±SD	Çalışırken 30cm uzaklık Ort±SD
Anguldruva (Kırmızı Kuşak)	Elektrik alan (V/m)	0,884±0,077	0,62±0,051	0,504±0,095	0,378±0,037
	Manyetik alan (uT)	0,01±0	5,24±0,054*	3,62±0,077*	1,96±0,089*
Anguldruva (Mavi Kuşak)	Elektrik alan (V/m)	0,896±0,063	1,582±0,046	0,916±0,076	0,485±0,054
	Manyetik alan (uT)	0,12±0,044	17,66±0,162*	6,066±0,076*	3,45±0,054*
Endodontik Anguldruva	Elektrik alan (V/m)	0,038±0,019	0,358±0,046	0,18±0,027	0,162±0,023
	Manyetik alan (uT)	0,1±0,173	19,06±0,167*	1,31±0,060*	0,386±0,020
Kavitron	Elektrik alan (V/m)	0,57±0,05	0,5±0,028	0,45±0,01	0,35±0,002
	Manyetik alan (uT)	0,01±0,071	0,6±0,048	0,5±0,034	0,3±0,042
Sert ve Yumuşak Doku Lazeri	Elektrik alan (V/m)	0,84±0,054	1,22±0,044	0,718±0,030	0,60±0
	Manyetik alan (uT)	0,036±0,005	2,08±0,083*	1,46±0,054*	0,68±0,044

İnsan sağlığı için tehlikeli sınırı aşan değerler * ile işaretlenmiştir.

Tablo 4. Diş tedavisinde kullanılan ağız dışı cihazların elektrik ve manyetik alanları

		Bekleme konumu (Temasta) Ort±SD	Çalışırken (Temasta) Ort±SD	Çalışırken 20cm uzaklık Ort±SD	Çalışırken 50cm uzaklık Ort±SD
Ultrasonik Temizleyici	Elektrik alan (V/m)	0,36±0,003	1,1±0,024	0,41±0,013	0,08±0,001
	Manyetik alan (uT)	0,26±0,041	2,3±0,021*	1,1±0,016*	0,8±0,002
Aljinat Karıştırma Makinesi	Elektrik alan (V/m)	0,78±0,014	1,16±0,01	0,7±0,008	0,12±0
	Manyetik alan (uT)	0,05±0,023	9,06±0,02*	5,1±0,011*	2,3±0,003*
Masa Tipi Motor	Elektrik alan (V/m)	1,28±0,083	4,2±0,129	2,18±0,1	0,95±0,089
	Manyetik alan (uT)	0,64±0,054	5,24±0,114*	3,12±0,083*	1,44±0,054*
Dizden Basmalı Motor	Elektrik alan (V/m)	0,866±0,037	0,744±0,035	0,408±0,008	0,315±0,019
	Manyetik alan (uT)	0,094±0,015	0,192±0,020*	0,024±0,008	0,01±0,019

İnsan sağlığı için tehlikeli sınırı aşan değerler * ile işaretlenmiştir.

Bulgular

Diş tedavi kliniklerinde, protez laboratuvarlarında ve öğrenci eğitiminde ağız içi-ağız dışı olarak kullanılan cihazların bekleme durumunda ve çalışırken (farklı uzaklıklardan) gerçekleştirilen elektrik ve manyetik alan ölçümleri Tablo 3 ve Tablo 4'de bildirilmiştir. Yapılan ölçümler, ağız içi cihazlardan kırmızı ve mavi kuşaklı anguldruvaların, ağız dışı cihazlardan da aljinat karıştırma makinesi ve masa tipi mikromotorların, çalışma sırasında ve değişen uzaklıklardan yapılan ölçümlerinde olacak şekilde insan sağlığı için tehlikeli sınırı aşan manyetik alanlar oluşturabileceğini ortaya koymuştur.

Tartışma

Bir elektrik yükünün başka bir elektrik yükü üzerinde meydana getirdiği itme ya da çekme kuvveti etkisi elektrik alanı meydana getirir. Elektrik alanı meydana getiren elektrik yüklerinin yer değiştirmesi ile manyetik alan meydana gelmektedir. Yakın mesafelerde elektrik alan ve manyetik

alan şiddeti mesafe ile hızla azalır. Çalışmamızın bulguları da bu doğrultuda değişkenlik göstermiştir ve cihazla olan çalışma mesafesi arttıkça elektrik alan ve manyetik alan şiddeti azalmıştır.

Elektrik alan ve manyetik alanın özellikleri bilindiği üzere birbirlerinden farklıdır. Buna bağlı olarak canlılar üzerindeki etkileri de farklıdır. Elektrik alanlar buldukları ortamda ortamın iletkenlik ve dielektrik katsayılarına bağlı olarak zayıflamaya uğrarken manyetik alanlar daha az zayıflamaya uğrarlar. Maxwell denklemlerinden manyetizmada gauss yasası bunu belirtmektedir. Bu yasaya göre bir ortamdaki manyetik akıların o ortama giren manyetik akılara eşit olması gerekmektedir. Bu da izole manyetik yük olmadığı anlamına gelmektedir. Buna bağlı olarak manyetik alanlar canlı dokulara nüfuz ederek doku üzerinde akımların oluşmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple manyetik alanların şiddeti ve kalın maruz kalma süresi önem arz etmektedir (3-5). Çalışmamızda, diş hekimliği pratiğinde kullanılan bazı cihazların elektrik ve manyetik alan ölçümleri yapılmış, kliniklerde ve protez

laboratuvarlarında bu cihazlarla yakın temas halinde çalışan bireylerin hangi yoğunlukta ve sürede bu alanlara maruz kaldıklarına ilişkin bir ölçüm gerçekleştirilmemiştir. Uzun dönemli retrospektif saha çalışmaları bu konuda aydınlatıcı olabilir.

Dental tedavilerin gerçekleştirilmesi esnasında kullanılan cihazlar, genel ünit tasarımı yer alan elektrikli motor ile çalışan döner aletlerden (aerätör, kırmızı-mavi kuşak anguldruva, kavitron, mikromotor) oluşmaktadır (Şekil 3). Geleneksel dental ünit tasarımı branş gözetmeksizin genel diş tedavilerinde kullanılan bu cihazlardan oluşmaktadır. Bu cihazların, branşlara göre, günlük kullanım sıklıkları değişmektedir. Bununla birlikte, dental kliniklerdeki tedavi amaçlı cihazlardan yayılan MA'lara maruz kalmanın, her hasta için sınırlı sayıda ve klinik ziyaret sayısı nedeniyle hastalar üzerinde çok az etkisi olduğu düşünülebilir.



Şekil 3. Elektrik ve manyetik alan ölçümü gerçekleştirilen cihazlar (a: Sert-yumuşak doku lazeri, b: Kırmızı kuşaklı anguldruva, c: Mavi kuşaklı anguldruva, d: Endodontik anguldruva, e: Kavitrone, f: Ultrasonik temizleyici, g: Aljinat karıştırma cihazı, h: Masa tipi mikromotor, ı: Dizden basmalı mikromotor)

Bir dizi çalışma, dental uygulamada geliştirilen ve kullanılan yeni ve yenilikçiliğe rağmen iş sağlığıyla ilgili sorunların artmakta olduğunu göstermiştir. Birçok çalışma, diş hekimlerinin en az bir mesleki tehlike ile başvurduğunu göstermiştir. Stres ve tükenmişlik, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, görme bozuklukları, perkütanöz yaralanmalar, gürültüler, civa maruziyetine bağlı oluşan sağlık bozuklukları, alerji ve enfeksiyon diş hekimlerinin meslek hastalıkları başlığı altında incelenmiştir. WHO'nun da belirttiği EMA'ların insan sağlığına olan olası etkileri ile, diş hekimliğinde görülen meslek hastalıklarının belirtileri örtüşmektedir (21).

Google Akademik, Sciencedirect, PubMed ve Online Wiley veritabanlarında aratılan 'electromagnetic field', 'magnetic field', 'dental clinic', 'biological effect' anahtar kelimelerinde diş hekimliği kliniklerine yönelik tüm çalışmalar taranmıştır (Erişim tarihi 01.07.2018). Cihaz kapsamı olarak çalışmamıza benzer kapsam ve nitelikte bir araştırmaya rastlanamamıştır. Yapılan literatür taramasında benzer kapsamda bir çalışma olmaması, ölçüm mesafeleri için bir referans varlığını mümkün kılmamıştır. Çalışmamızda temel alınan ölçüm mesafeleri, klinik gözlemler esas alınarak oluşturulmuştur.

Kim ve ark. (10), endodonti kliniğinde çalışan yardımcı personel ve klinisyenlerin, endodonti kliniklerinde yüksek akımlı motor bulunduran cihazlar kullanıldığı için yüksek elektrik alan ve manyetik alana maruz kaldıklarını düşünmüşlerdir. Bu hipotezi kanıtlamak için, katılımcıların sol kollarına bir elektrik ve manyetik alan ölçüm cihazı (emdex lite) takmışlar ve bireylerin klinik rutinleri boyunca çıkartmamışlardır. Ancak, bulgular bu hipotezi desteklememiştir. Bunun en olası nedeni, sol üst koldaki ölçüm cihazı ile kullanılan ekipman arasında genellikle bir miktar mesafe olmasıdır. Araştırmacılar, mesafe arttıkça, etkinin azaldığını gözlememişlerdir. Ünitteki cihazlar bekleme ve temas modunda çalışırken farklı değerler göstermiştir ancak dental ünit daima elektrige bağlı olduğu için fark bulunmamıştır (10).

Mortazavi ve ark. (6) diş hekimlerinin kortizon seviyesinin, magnetostraktif kavitrone tarafından üretilen elektromanyetik alanlara maruziyet sonucu serum kortizol düzeyini değiştirdiğini düşünmüşlerdir. Bu vaka-kontrol çalışmasında, 41 diş hekimi ve diş hekimliği öğrencisinden kan örnekleri alınmıştır; bunlardan 21'i, kontrol grubu olarak 20'si de vaka grubu olarak kodlanmıştır. Yirmi birey, mesaiden önce ve mesaiden sonra kavitronlar tarafından yayılan EMA'lara maruz bırakılmıştır; Numuneler kodlanmıştır ve serum kortizol düzeyi ELISA yöntemi (Cortisol AccuBind ELISA Kitleri) kullanılarak araştırılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, magnetostraktif kavitronlar tarafından üretilen EMA'ların diş hekimlerindeki serum kortizol düzeyini rolünü ve azaltabildiğini göstermektedir. Elektromanyetik alana maruz kalan grupta sabah kortizol seviyesi sabah saatlerinde $157,77 \pm 112,03$ iken, öğle saatlerinde $88,58 \pm 52,83$ 'e düşmüştür. Kortizol, kan basıncı regülasyonu ve kardiyovasküler fonksiyonda önemli bir rol oynadığından, kortizol düzeyinin düşük olması stresli durumlarda hipertansiyon ve kardiyak disritmiye neden olabilir. Sonuçlar, EMA'lara mesleki maruziyetin insanlarda kortizol düzeyine etkisini bildiren yayınlanmış tek makaleden önce belirtildiği gibi başka bir çalışmada elde edilen bulgularla uyumludur. Bu çalışmada, elektromanyetik radyasyonun (EMR), fizyoterapideki sağlık personelinin stres hormonlarının atılım oranları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, fizyoterapistlerin kontrol grubu (hemsireler) ile karşılaştırıldığında belirgin olarak daha fazla salgılama kortizol, adrenalin ve noradrenalin seviyeleri göstermiştir. Mesleki olmayan maruziyete geçerken, sonuçlar, kortizol, büyüme hormonu (GH) ve lüteinizan hormonun (LH) noktümal profilleri üzerinde etkilerini inceleyen Mann ve ark.ın eski bir çalışmasında elde edilen bulgularla da uyumludur (22). Düşük frekanslı elektromanyetik alanlara maruz kalmak gittikçe yaygınlaşmaktadır, ancak gebe kadınlar üzerindeki potansiyel etki tam olarak araştırılmamıştır. Bir çalışmada vaka-kontrol çalışmasında, 14 haftada, 14 haftalık gebelik haftasında açıklanamayan spontan abortus yapan 58 kadın ve 14 haftalık gebeliği olan 58 kadın çalışmaya alınmıştır. Katılımcılara, sosyoekonomik ve obstetrik özellikler, tıbbi ve üreme öyküleri hakkında veri toplamak için kullanılan anketi tamamlatılmıştır. Daha sonra, düşük frekanslı elektromanyetik alanları değerlendirmek için, katılımcıların evlerinde maruziyet seviyesini test eden bir cihazla, elektromanyetik alanların büyüklüğü (3D EMA test cihazı / Model: ELF-

828; Tayvan) ölçülmüştür. Cihaz sınırlı bir frekans aralığını kapsamaktadır (30HZ-3KHZ). Katılımcıların evlerindeki düşük frekanslı elektromanyetik alanların büyüklüğü iki grup arasında anlamlı olarak farklı bulunmuştur ($p<0,001$). Düşük frekanslı elektromanyetik alanlarına maruziyet, muhtemelen spontan abortuslarla ilişkilidir (23).

Literatür taramasında, klinik rutininde kullanılan döner aletlerin, meydana getirdiği titreşim ile ilgili çalışmalara rastlanılmıştır. Rytönen ve ark. (24), 2006 yılında yaptıkları çalışmada aerotör titreşimini $0,01-0,04m/s^2$ iken mikromotor titreşimini $0,2-0,9m/s^2$ olarak göstermişlerdir. Ancak, ölçümler yalnızca bir yönde yapılmıştır. Aynı çalışmada, bir hasta başına el aletini kullanma süresinin 0,2 ile 4,5dk arasında değiştiği ölçümlerinde, sonuçları Avrupa Birliği Titreşim Yönetmeliği'nin maruziyet eylem değeri olan $2,5 m/s^2$ 'nin altında bulmuşlardır. Bu çalışmada aerotörün titreşim frekansının, mikromotorun frekansından daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Diş hekimliğinde titreşimlerin ana kaynakları titreşimli düşük hızlı ve yüksek hızlı el aletleri ve ultrasonik aletlerdir.

Elektrikli diş fırçaları, kullanım kolaylığı nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, aynı zamanda, sağlık sorunlarına neden olabilen, düşük frekanslı elektromanyetik alanlar ürettikleri de bildirilmiştir. Dental kliniklerde, düşük frekanslı elektromanyetik alanlar ürettiği bildirilen ışık kaynakları, rezinleri polimerize etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kameda ve ark. (25), profesyonel diş fırçaları ve ışık kaynaklarının oluşturduğu manyetik alanların benzerliğine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Profesyonel dental cihazlar, insan vücudunda, vücudun içinde veya üzerinde bulunan, herhangi bir metalik cisimde düşük frekanslı elektrik akımlarını ve manyetik alanları üretir. Düşük frekanslı MA'larda, indüklenen elektrik alanının, canlıların sağlığı üzerindeki etkileri açısından MA'nın kendisinden daha önemli olduğu düşünülmektedir. Manyetik alan maruziyeti altındaki metalik cihazların korozyonu, metal alerjileri gibi insan sağlığı için zararlı sonuçlar doğurabilir. İndüklenen akımın kendisi benzer sonuçlar alabilir, örneğin hastalar için ağrı ve rahatsızlık. Bu çalışmada, dental cihazların elektromanyetik alanları ve bunların insan sağlığı üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Dental cihazların ürettiği elektromanyetik alanlar temel olarak düşük frekanslı manyetik alanlar olarak ölçülmüştür. Manyetik alanların, özellikle lösemi ve santral sinir sistemi tümörlerinin gelişiminde, insan sağlığına genel olarak zararlı olduğu düşünülmüştür.

WHO'nun da bildirdiği gibi çocukluk çağı kanserleri, yetişkinlerde kanserler, depresyon, intihar, kardiyovasküler bozukluklar, üreme bozuklukları, gelişimsel bozukluklar, immünojenik modifikasyonlar, nörodavranışsal etkiler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi EMA'ların etkileri / semptomları ve literatürdeki diş hekimliği meslek hastalıklarından bir bölümü örtüşmektedir (21). Buradan yola çıkarak, diş hekimliğinde meslek hastalığı olarak kabul edilen kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, görme bozuklukları, perkütanöz yaralanmalar, gürültü, civa maruziyetine bağlı oluşan sağlık bozuklukları, alerji ve enfeksiyonun hazırlayıcı etkeni olarak EMA'ların da yapılacak çalışmalarda bir etken faktör olarak değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

Bu çalışmada elde edilen ölçüm sonuçları, diş hekimliğinde kullanılan bazı cihazların (mavi kuşak anguldruva, kırmızı kuşak anguldruva, endodontik anguldruva, ultrasonik temizleyici, aljinat karıştırma makinesi, masa tipi mikromotor) kullanım sırasında WHO ve IEEE standartlarına göre insan sağlığını tehdit edebilecek boyutlarda EMA oluşturduğunu göstermektedir. Bu cihazlar arasında masa tipi mikromotorların sadece diş protez laboratuvarlarında değil, öğrencilerin prelinik eğitim yıllarının boyunca sıklıkla kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın sonuçları sadece diş hekimliği kliniklerinde, diş protez laboratuvarlarında çalışan bireyleri değil, lisans eğitimi gören öğrencilerini de yakından ilgilendirmektedir.

Ölçüm yapılan cihazlara yönelik marka model bilgisi, haksız rekabete yol açabileceği için verilmemiştir. Bu çalışmanın temel amacı dental tedavi rutininde kullanılan cihazların meydana getirdiği EMA'ların insan sağlığına olası olumsuz etkileri ile ilgili farkındalık oluşturmaktır. Ölçüm yapılan cihazların tamamı Kamu İhale Şartnamesi gereği CE belgeli olarak satın alınmış ve rutin bakımları yapılarak kullanılmaktadır. Kullanım kılavuzları incelendiğinde, bu cihazlardan yayılabilecek elektrik ve manyetik alanlara ilişkin bir veriye rastlanmamıştır. Bir çevre kirliliği olarak değerlendirilebilecek EMA, 21 yüzyılda özellikle meslek hastalıklarının etiyolojik nedenleri arasında incelenmesi gereken bir olgu haline gelmiştir. Bu nedenle, bundan sonra mesleki hastalıklara yönelik yapılacak çalışmalarda iş ve eğitim ortamlarında elektrikli cihazlardan yayılan EMA'lar da göz önünde bulundurulmalı ve diş hekimleri, diş hekimliği öğrencileri ve laboratuvar çalışanları üzerindeki olası etkileri araştırılmalıdır.

Sonuç

Bu çalışmanın sonuçları, diş hekimliği pratiğinde kullanılan bazı cihazların insan sağlığını olumsuz olarak etkileyebilecek seviyede EMA emisyonu kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Elektromanyetik alanlar, cihaz bazında incelenmeli ve üretici firmaların bu konuda kullanıcıları bilgilendirmeleri hedeflenmelidir.

Elektromanyetik alanların olası etkileri meslek hastalıkları etiyolojisi açısından uzun süreli epidemiyolojik çalışmalarda incelenmelidir.

Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi ve Isparta Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi kliniklerinde, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü cihazları ve desteği ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışma için herhangi bir fon ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Bu çalışmanın bir bölümü, 24. Uluslararası Türk Diş Hekimleri Birliği Kongresinde 27.09.2018 tarihinde sözlü sunum olarak paylaşılmıştır.

Kaynaklar

1. Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, et al. Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 2010; 103(7): 1128–35.
2. Zhao L, Liu X, Wang C, Yan K, Lin X, et al. Magnetic

fields exposure and childhood leukemia risk: a meta-analysis based on 11,699 cases and 13,194 controls. *Leuk Res* 2014; 38(3): 269–74.

3. Şeker S, Çerezci O. Radyasyon Kuşatması: Elektriğin ve nükleer enerjinin sağlığımıza etkileri. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi; İstanbul, 2000.

4. Cheng D.K., Mühendislik Elektromanyetiğinin Temelleri, Palme Yayıncılık, Ankara, 2012.

5. Özen S., Çömlekçi S., Merdan M. “Low Frequency Magnetic Fields Coupling to Ellipsoidal Models of Child”, *Turkish Journal of Telecommunications*, 1, No:1; December 2002: 25-32.

6. Mortazavi SM, Vazife-Doost S, Yaghooti M, Mehdizadeh S, Rajaie-Far A. Occupational exposure of dentists to electromagnetic fields produced by magnetostrictive cavitrons alters the serum cortisol level. *J Nat Sci Biol Med.* 2012 Jan; 3(1): 60-4.

7. Vila J, Bowman JD, Richardson L, Kincl L, Conover DL, McLean D, Mann S, Vecchia P, van Tongeren M, Cardis E. A Source-based Measurement Database for Occupational Exposure Assessment of Electromagnetic Fields in the INTEROCC Study: A Literature Review Approach. *Ann Occup Hyg.* 2016; 60(2): 184-204.

8. Ubada A, Martinez MA, Cid MA, Chacon L, Trillo M, Leal J. Assessment of Occupational Exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields in Hospital Personnel. *Bioelectromagnetics* 2011; (32): 378-87.

9. Belpomme D, Campagnac C, Irigaray P. Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. *Rev Environ Health.* 2015; 30(4): 251–71.

10. Kim D.W., Choi J.L, Kwon M.K., Nam T.J., Lee S.J. Assessment of daily exposure of endodontic personnel to extremely low frequency magnetic fields. *International Endodontic Journal*, 2012; (45): 744–8.

11. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, Kundi M, Moshhammer H, Lercher P, Müller K, Oberfeld G, Ohnsorge P, Pelzmann P, Scheingraber C, Thill R. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Rev Environ Health.* 2016; 31(3): 363–97.

12. Kameda T, Ohkuma K. Electromagnetic Fields from Dental Devices and their Effects on Human Health. *J Electr Electron Syst* 2014; 3: 1.

13. Macri MA, Luzio D, Sr. Luzio DS. Biological effects of electromagnetic fields. *Int J Immunopathology and Pharmacology.* 2002; 15(2): 95–105.

14. Panagopoulos DJ, Karabarbounis A, Margaritis LH. Mechanism for action of electromagnetic fields on cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 2002; 298(1): 95-102.

15. Yalçın S, Erdem G. Biological effects of electromagnetic fields. *African Journal of Biotechnology.* 2012; 11(17): 3933-41.

16. Oğuzcan M, Karaman G, Gür G. Diş hekimlerinde kas ve iskelet sisteminde görülen mesleki dejenerasyonların analizi. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Dergisi.* 2011; 38(1): 7-13.

17. Şenel B. Diş hekimleri için risk taşıyan hastalıklar ve diş hekimlerinin mesleki rahatsızlıkları. *Gülhane Tıp Dergisi* 2007; 49: 204-12.

18. Soylu M, Altındiş S. Diş Hekimlerinin Çalışma Şartlarının Mesleki Kas-İskelet Sistemi Hastalıklarına Etkisi. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2018; 9(1): 46-52.

19. Başak SS, Başak S. Diş Hekimlerinin Kullandığı Tıbbi Cihazların Tüm Vücut Titreşimine Olası Etkileri. *IMCOFE* 2017: 96.

20. PC95.1 - IEEE Draft Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz. Available from: [tps://standards.ieee.org/project/C95_1.html](https://standards.ieee.org/project/C95_1.html)

21. Moodley R, Naidoo S, Wyk J. The prevalence of occupational health-related problems in dentistry: A review of the literature. *J Occup Health.* 2018; 60: 111-25.

22. Mann K, Wagner P, Brunn G, Hassan F, Hiemke C, Röschke J. Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on the neuroendocrine system. *Neuroendocrinology.* 1998; 67(2): 139-44.

23. Shamsi Mahmoudabadi F1, Ziaei S, Firoozabadi M, Kazemnejad A. Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields during pregnancy and the risk of spontaneous abortion: a case-control study. *J Res Health Sci.* 2013; 13(2): 131-4.

24. Rytönen E, Sorainen E, Arjas LP, Hand-arm vibration exposure of dentists. *Int Arch Occup Environ Health* 2006; 79: 521–527.

25. Kameda T, Ohkuma K, Ishii N, Sano N, Ogura H, Terada K. Electric toothbrushes induce electric current in fixed dental appliances by creating magnetic fields. *Dental Materials Journal.* 2012; 31(5):856-62.