

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

OFİS ORTAMINDAKİ MESLEKİ
ELEKTROMANYETİK ALAN MARUZİYETİNİN
BELİRLENMESİ VE RİSK DÜZEYİNİN TESPİT
EDİLEREK ÇÖZÜM ÖNERİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

Gökce Begüm SİLSÜPÜR

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)

ANKARA-2014

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**OFİS ORTAMINDAKİ MESLEKİ
ELEKTROMANYETİK ALAN MARUZİYETİNİN
BELİRLENMESİ VE RİSK DÜZEYİNİN TESPİT
EDİLEREK ÇÖZÜM ÖNERİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Gökce Begüm SİLSÜPÜR

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma)

Tez/Araştırma Danışmanı
Tolga PEKİNER

ANKARA-2014

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

ONAY

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Gökce Begüm SİLSÜPÜR'ün, Tolga PEKİNER
danışmanlığında tez başlığı "**Ofis Ortamındaki Mesleki Elektromanyetik Alan
Maruziyetinin Belirlenmesi ve Risk Düzeyinin Tespit Edilerek Çözüm Önerilerinin
Geliştirilmesi**" olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı 23-27/06/2014 tarihinde
yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından "**İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi**" olarak
kabul edilmiştir.

İmza

Unvanı Adı Soyadı

JÜRİ BAŞKANI

İmza

Unvanı Adı Soyadı

ÜYE

İmza

Unvanı Adı Soyadı

ÜYE

İmza

Unvanı Adı Soyadı

ÜYE

İmza

Unvanı Adı Soyadı

ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

Kasım ÖZER

İSGGM Genel Müdürü

TEŐEKKÖR

Mesleki açıdan yetiŐmem ve tez hazırlık sürecindeki değerli katkılarından dolayı Genel Müdürümüz Sayın Kasım ÖZER'e, Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın Dr. Havva Nurdan Rana GÜVEN'e, Sayın İsmail GERİM'e ve Sayın Ahmet ÇETİN'e, Daire Başkanımız Sayın Furkan YILDIZ'a, değerli bilgileriyle çalışmama önemli katkılar sağlayan tez danışmanım Sayın Tolga PEKİNER'e ve çalışmalarımnda yardımcı olan başta Çalışma Genel Müdürlüğü Uzmanı Gizem ÇETİN, İSG Uzmanı Fatmanur BAŐAYAR ve İSG Uzmanı Funda ÖZÇELİK olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Uygulama aşamasında desteklerini esirgemeyen Türkiye Atom Enerjisi Kurumu yetkililerinden Sayın Ali ALAÇAKIR'a Őükranlarımı sunarım.

Manevi desteklerinden dolayı kıymetli aileme ve eşim Hakan SİLSÜPÖR'e en derin duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZET

Gökce Begüm SİLSÜPÜR, Ofis Ortamındaki Mesleki Elektromanyetik Alan Maruziyetinin Belirlenmesi ve Risk Düzeyinin Tespit Edilerek Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara, 2014

Bu çalışmanın amacı: ofislerdeki elektromanyetik alan düzeylerinin ulusal ve uluslararası sınır değerlerle karşılaştırılarak çalışma alanlarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden uygunluğunun değerlendirilmesinin sağlanması, elektromanyetik alanların çalışanlar üzerindeki olası sağlık etkilerinin tespit edilmesi, bu konuya yönelik çalışanların farkındalık düzeylerinin saptanarak epidemiyolojik ve deneysel araştırmalara katkıda bulunulması ve elektromanyetik alan konusunda ilgili kişi ve kuruluşların aydınlatılmasıdır.

Bu amaçla, iki kamu kurumu, bir özel şirket, bir üniversite ve bir hastane olmak üzere beş farklı işyerinin ofislerinde radyo frekans düzeyinde elektromanyetik alan şiddeti ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında önleyici yaklaşımın benimsenerek çalışanlar, işverenler ve devlet açısından alınması gereken önlemler hakkında yorumlarda bulunulmuş ve işyerlerinde iyileştirme yapılması amacıyla öneriler ortaya konulmuştur. Ayrıca altı farklı işyerinde ofis çalışanlarına, elektromanyetik alan maruziyetinin etkileri sonucunda çalışanlarda ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarının, çalışanların elektromanyetik alan farkındalıklarının ve kaygı düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla anket uygulanmış olup sonuçlar SPSS programı ile analiz edilmiştir. Farklı işyerlerinde elektromanyetik alan düzeylerinin değişimine bağlı olarak elektromanyetik alan kaynaklı olabilecek hastalık ve şikâyetlerde farklılık olup olmadığı değerlendirilerek istatistiksel oranlar incelenmiştir. Analizler sonucunda, kalp çarpıntısı ve kulak-burun-boğaz hastalıkları ile ilgili şikâyetlerin elektromanyetik alanlara daha fazla maruziyeti olan işyeri çalışanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla görüldüğünden, bu şikâyetlerin oluşumunda elektromanyetik alanların etkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuçları genel olarak literatürdeki elektromanyetik alan ölçüm değerleri ve sağlık etkileri ile benzerdir.

Anahtar Kelimeler: EMA (elektromanyetik alan), iş sağlığı ve güvenliği, hastalık, ofis

SUMMARY

Gökce Begüm SİLSÜPÜR, Determination of Occupational Electromagnetic Field Exposure in the Office, Detecting the Level of the Risk and Developing Solution Offers, Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health and Safety, The Thesis for Occupational Health and Safety Expertise, Ankara, 2014.

The aim of this study is to provide evaluation of the workplaces' compliance for occupational health and safety of the electromagnetic field level in the offices according to national and international limit values, to detect of the electromagnetic field impacts on possible health effects of employees and to determine of the level of awareness about this topic, to contribute ongoing epidemiological and experimental researches and to illuminate of related individuals and organizations about electromagnetic fields.

For this purpose, the electromagnetic fields at radio frequency level are measured in the five different workplaces' offices as two government agencies, two private company, one university and one hospital. Within the scope of this work, through adoption of preventive approach interpretation of taking necessary measures for the employees, employers and government, suggestions are made to improvement of the workplaces. Additionally, questionnaires are applied to office workers at the six different workplaces to detect emerging health problems as a consequence of electromagnetic field exposure and to determine apprehension and awareness of electromagnetic fields and the results are analyzed by SPSS programme. At the different workplaces according to the variation of electromagnetic field levels the statistical rates are analyzed by evaluating whether there are differences on the diseases and complaints because of electromagnetic fields. In consequence of analyzes, otorhinolaryngology and palpitation complaints are seen more frequently at statistically meaningful level in the employees of workplace with high exposure level of electromagnetic fields, therefore it was concluded that electromagnetic fields could be effective on emerging of the complaints. The results of the study are consistent with the EMF measurement levels and health effects in the literature in general.

Keywords: EMF (electromagnetic field), occupational health and safety, disease

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER	7
SİMGE ve KISALTMALAR	8
GİRİŞ ve AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
TEMEL KAVRAMLAR	3
ELEKTROMANYETİK ALANLARIN BİYOLOJİK ETKİLERİ	11
TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA EMA’LARLA İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER	19
YÜKSEK FREKANSLI ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARI	28
GEREÇ VE YÖNTEMLER	34
ARAŞTIRMANIN AMACI	34
ARAŞTIRMA HAKKINDA BİLGİ	34
BULGULAR	37
ÖLÇÜM ÇALIŞMASI	37
OFİS ÇALIŞANLARINA UYGULANAN ANKET SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ	50
TARTIŞMA	74
SONUÇLAR	78
ÖNERİLER	82
KAYNAKLAR	85
ŞEKİL LİSTESİ	88
TABLolar LİSTESİ	90
ÖZGEÇMİŞ	91
EKLER	92

SİMGE ve KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANSI	Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standards Institute)
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
DECT	Kablosuz Telefon (Digital Enhanced Cordless Telecommunication)
EA	Elektriksel Alan
ELF	Çok Düşük Frekans (Extremely Low Frequency)
EA	Elektrik Alanı
EM	Elektromanyetik (Electromagnetic)
EMA	Elektromanyetik Alan (Electromagnetic Field)
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunication Standardization Institute)
FCC	Federal Komünikasyon Komisyonu (Federal Communications Commission)
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
HF	Yüksek Frekans (High Frequency)
Hz	Hertz
IARC	Uluslararası Kanser Araştırmaları Enstitüsü (International Agency for Research on Cancer)
ICNIRP	Uluslararası İyonlaştırmayan Radyasyondan Koruma Komitesi (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IR	Kızılötesi (Infrared)
IRPA	Uluslararası Radyasyondan Korunma Kuruluşu
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
RF	Radyo Frekansı
SAR	Özgül Soğurulma Oranı (Specific Absorbtion Ratio)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Dairesi
V/m	Volt/metre (Elektriksel Alan Ölçüm Birimi)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organizations)
Wi-Fi	Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity)

GİRİŞ ve AMAÇ

İşyerlerinde sıcaklık, toz, basınç, gürültü ve kimyasal maddeler risk oluşturan etmenlerden bazılarıdır. İş sağlığı ve güvenliği alanında risk oluşturan unsurlardan biri de çalışanların maruz kalmakta oldukları elektromanyetik alan (EMA)'lardır. Elektromanyetik (EM) radyasyon günümüzün önemli bir kısmını geçirdiğimiz işyerlerinde yanı başımızdadır. EM radyasyon çeşitleri her gün tıp, endüstri ve haberleşme alanlarında kullanılmaktadır. Bu uygulamalar günlük hayatımızda olumlu rol oynamakla birlikte, olumsuz sağlık etkilerine de yol açabilmektedir. Maruz kalan bireyde ya da sonraki nesilde tespit edilebilir biyolojik, kimyasal veya psikolojik bir sağlık bozukluğuna yol açabilmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının amacı; çalışanların bedensel ve ruhsal bütünlüğüne zarar verebilecek olası risklerin ortadan kaldırılarak, sağlıklı ve güvenli bir işyeri ortamı yaratmak ve güvensiz hareketleri önlemektir [1]. Bu nedenle mesleki maruziyete bağlı olarak oluşan EM radyasyonun etkilerinin epidemiyolojik çalışmalar ile tespit edilmesi, çalışma ortamlarındaki sağlık ve güvenliğin sağlanabilmesi açısından çok önemlidir.

Bu çalışmanın temel amacı; ülkemizdeki işyerlerinin önemli bir kısmını oluşturan ofislerde, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönünden EMA düzeyinin çalışmaya uygunluğunu değerlendirerek, EMA konusunda ilgili kişi ve kuruluşları aydınlatmaktır. EMA ölçüm çalışmasıyla farklı işyerlerindeki çalışma ortamlarının yüksek frekanslarda EMA değerlerinin belirlenerek ulusal ve uluslararası sınır değerlere göre uygunluğunun değerlendirilmesi sağlanmıştır. Anket çalışmasıyla da ofislerdeki EMA maruziyetinin etkileri sonucunda çalışanlarda ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarının ve çalışanların EMA farkındalık ve kaygı

düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında önleyici yaklaşım benimsenerek çalışanlar, işverenler ve devlet açısından alınması gerekli olan önlemler hakkında yorumlarda bulunulmuş ve işyerlerinde iyileştirme yapılması amacıyla öneriler ortaya konulmuştur.

GENEL BİLGİLER

TEMEL KAVRAMLAR

EMA elektrik enerjisinin kullanıldığı her yerde ortaya çıkmaktadır. Bütün elektrikli cihazlar, gerilim ve akım miktarına bağlı olarak, yani güçleri oranında çeşitli frekans kademesinde EMA meydana getirirler. EMA kaynağı olarak, evimizde mutfak robotu, mikrodalga fırınlar gibi elektrikli cihazlar, işyerlerinde fotokopi makinesi, radyo frekans (RF) ısıtıcıları gibi cihazlar, radyo, televizyon, haberleşme cihazları, güvenlik tespit cihazları gibi birçok cihaz örnek olarak verilebilir. Enerji iletim hatları ise diğer EMA kaynaklarından yaklaşık 100-1000 kat fazla bir kirlenme meydana getirmektedir. Ayrıca baz istasyonlarına veya büyük çanak antenlere yakın yerler de manyetik kirlenmenin fazla olduğu bölgelerdendir [2,3].

Bu bölümde EMA'ların daha iyi kavranması için elektrik, elektrik alan (EA) ve manyetik alan gibi bazı temel kavramlara değinilmiştir.

Elektrik

Elektrik, elektrik yüklerinin varlığı ve akışının bir sonucu olarak ortaya çıkan olayların bütünüdür. Elektrik yükleri, proton ve elektron olarak nitelendirilen ve etkileşimleri belirleyen, atom altı parçacıklardır.

Elektriğin statik ve statik olmayan olmak üzere iki çeşidi mevcuttur. Statik elektriğin oluşturduğu (DC) alanın yönü ve yoğunluğu zamana bağlı olarak değişmemektedir. Zamanla değişen alternatif akımlarda (AC) ise alanın yönü sabittir, fakat yoğunluk zamana bağlı olarak değişmektedir [4].

Elektrik Akımı

Birimi amper olan, elektrik yüklü parçacıkların akışıdır. Hareket eden her elektrik yüklü parçacık bir elektrik akımı oluşturmaktadır [4].

Elektrik Alan

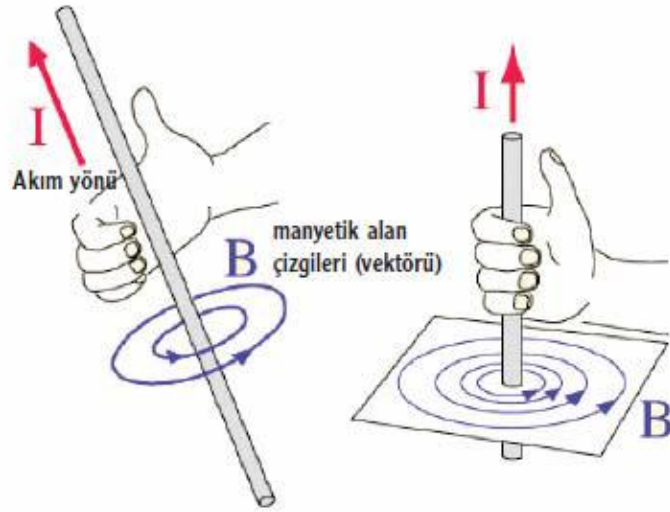
Elektrik alan herhangi bir noktada bir birimlik pozitif elektrik yüküne etki eden elektriksel kuvvet olarak tanımlanmış vektörel bir büyüklüktür. Elektrik alanının yeni birimler sistemine göre birimi Volt/metre (V/m)'dir [4].

Bir elektrik yüklü sistem, çevresindeki her noktada bir elektrik alan oluşturmakta ve etki alanında bulunan diğer yüklü cisimlere kuvvet uygulamaktadır. Elektrik alanların yüklü parçacıklar üzerinde oluşturduğu kuvvetler, canlı sistemler gibi elektriksel iletkenliği olan ortamlarda, elektrik yüklerinin hareketine yol açmaktadır. Bu hareket de elektrik akımının oluşmasını sağlamaktadır [4].

Manyetik Alan

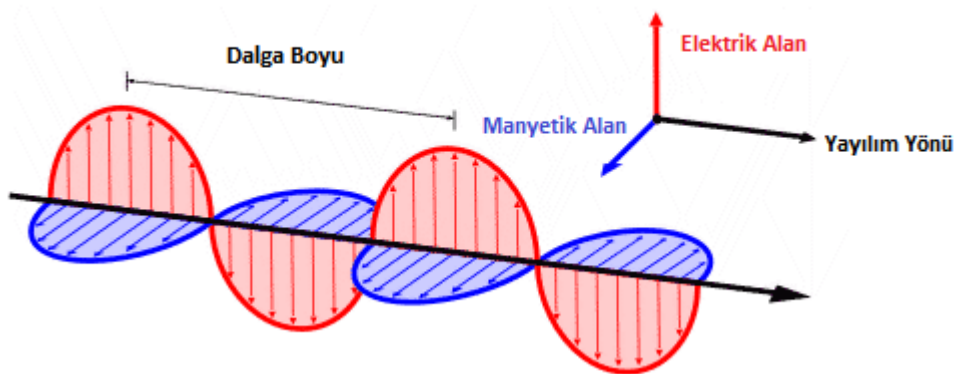
Manyetik alan hareket eden elektrik yükleri tarafından, zamanla değişen elektrik alanlardan veya temel parçacıklar tarafından içsel olarak üretilir. Elektrik alanlar hareketsiz yükler etrafında oluşur. Manyetik alanlar ise hareketli yüklerin yani akımların etrafında oluşur. Manyetik alan da vektörel bir büyüklüktür. Birimi Tesla (T) ya da Gauss (G) olarak ifade edilir. Manyetik alan, elektrik alan, akım ve onları oluşturan yükler arasındaki bağlantı Maxwell denklemleri ile açıklanır. Elektrik alandaki değişiklikler manyetik alanı etkilemektedir, yani elektrik alanın olduğu her yerde manyetik alan da oluşmaktadır [4, 5, 6].

Manyetik alan, bir mıknatısın mıknatıssal özelliklerini gösterebildiği alandır. Mıknatısın çevresinde oluşan çizgilere de, mıknatısın o bölgede oluşturduğu manyetik alan çizgileri denir. Manyetik alan çizgilerinin yönü kuzeyden (N) güneye (S) doğrudur. Şekil 1’de görüldüğü üzere bu alanın yönü sağ el kuralı ile saptanır. Bu kurala göre sağ el başparmağı akım yönünde tutulurken diğer parmaklar teli doladığında parmakların gösterdiği yön manyetik alan vektörünün yönüdür [4, 5].



Şekil 1. Manyetik alan çizgileri [5]

Çevremizdeki enerji Şekil 2’de görüldüğü gibi boşlukta elektrik ve manyetik dalgalar şeklinde iletilmektedir. Zamanla sinüsoidal olarak değişen, birbirine dik elektrik ve manyetik alanların oluşturduğu düzleme dik doğrultuda belirli bir hızla yayılan EM enerjiye EM dalga denir [6].



Şekil 2. EM dalga bileşenleri [7]

Michael Faraday, araştırmaları neticesinde maddelerin, manyetik alana tepki verdiğini ve bu tepki sonucunda etkileşimin olduğunu ortaya koymuştur. Manyetik alan; akım şiddeti ile doğrudan orantılı olduğundan, akım şiddetini azaltarak veya alan üreten kaynağa olan mesafeyi artırarak manyetik alanın etkisinin azaltılabilmesi mümkündür [8].

Manyetik alanın birçok kullanımı vardır. Dünya kendi manyetik alanını üretir ve bu manyetik alan pusulanın temel çalışma prensibini oluşturur. Döner manyetik alan elektrik motorlarında ve jeneratörlerde kullanılmaktadır [5].

EMA

Bir iletken üzerinden geçen akım şiddeti ve oluşan gerilim seviyesine bağlı olarak, bu iletkenin bulunduğu ortama elektrik alan ve manyetik alan yayılır. Yaşamı kolaylaştırıcı olarak kullanılan elektrikli cihazların tümü birer EMA kaynağıdır [9].

Elektrik ve manyetik alanlar birbirlerine dik olmakla birlikte, alan şiddetleri aynı yer ve zamanda minimum ve maksimum değerlerini almaktadır.

Elektrik ve manyetik alanların özellikleri birbirlerinden farklı olup, canlı üzerindeki etkileri de farklıdır. Manyetik alanların etki alanlarının daha geniş olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımın nedenlerinden birisi de elektrik alanlarının duvarlardan geçememesi, insan derisinden geçerken şiddetini kaybetmesi, manyetik alanların ise özel birtakım maddeler dışında sınır tanımamasıdır [9].

EMA, elektrik yükü olan parçacıkların çevrelerinde oluşan ve diğer yüklü parçacıklar üzerine kuvvet uygulayan bir etkidir. Bu kuvvet çekme, itme veya aradaki doğruya dik yöndedir [2, 4, 9, 10, 11].

EM dalgaların yansıma, kırılma, kırınım, girişim ve polarizasyon özellikleri vardır. Bu dalgalar bir noktadan diğer bir noktaya enerji taşırlar ve geçtikleri ortamda iyonizasyon, uyarım ve ısı enerjisi oluştururlar [4].

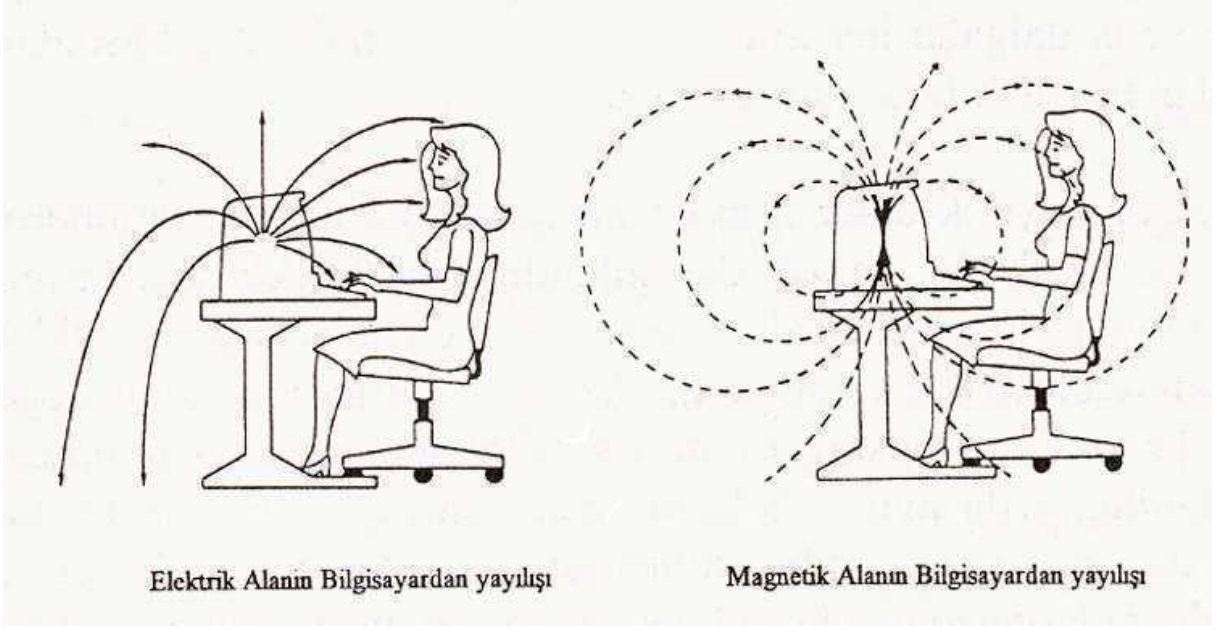
EM dalgalar enine dalgalardan olup dalga boylarına ve frekanslarına göre sınıflandırılmaktadır. Frekansın artması elektrik ve manyetik alanların şiddetinin artmasına neden olmaktadır. Belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısı ise o ışımının frekansdır ve birimi Hertz (Hz)'dir. EM ışımalarında iki dalga tepesi arasındaki uzaklığa dalga boyu denir. Işık hızı ile dalga boyu arasındaki ilişki " $c=\lambda.f$ " formülüyle ifade edilmektedir. Saniyedeki hızı yaklaşık olarak 300.000 km olan ışık hızı frekansa bölüldüğünde, EM dalganın boyu elde edilir. Türkiye'de kullanılan şehir şebekesinin frekans değeri 50 Hz iken, Amerika'da 60 Hz'dir [4,9].

Günlük Hayatımızda EMA'lar

Evlerdeki manyetik alanlar dünya genelinde hemen hemen aynı olmakla birlikte; ortalama manyetik alan Avrupa'da 0,025-0,07 μ T, Amerika'da ise daha yüksek olarak 0,055-0,11 μ T seviyelerinde değişmektedir. Konutlardaki elektrik alanının ortalaması ise birkaç on V/m dir. Elektrikle çalışan bazı araçların yakınında birkaç yüz mikrottesla düzeyinde manyetik alanlar oluşabilmektedir [4,12].

Araştırmalara göre atmosferin alt kısımlarında düşey doğrultuda bir elektrik alan bulunmaktadır. Bu alan, pozitif yüklerin şiddetli fırtınalar aracılığıyla yeryüzünden atmosferin üst bölümlerine taşınması ile meydana gelmektedir. Yeryüzündeki atmosferik elektrik alanın yaklaşık 130 V/m şiddetinde ve aşağı yönlü olduğu ileri sürülmektedir. Bu alanın değeri zamanla değişebilmektedir. Örneğin, gök gürültülü, fırtınalı havalarda, düz ve açık alanlarda zeminde 100 kV/m'yi aşan elektrik alan şiddetinin meydana geldiği ileri sürülmektedir [4].

EMA, kaynağının dalga boyuna bağlı olarak, kaynağa yakın bölgelerde küresel yapıda olmakta, kaynaktan belli bir uzaklıktan itibaren düzlemsel EM dalga olarak varsayılmaktadır. Şekil 3'te, bilgisayar önünde çalışan bir kimsenin maruz kaldığı elektrik ve manyetik alanlar gösterilmiştir [11].



Şekil 3. Bilgisayardan yayılan elektrik ve manyetik alanların dağılımı [11]

Radyasyon

Radyasyon genel anlamda enerjinin uzayda dalgalar ya da tanecikler halinde yayılmasıdır. Isı, ışık ve radyo dalgaları ışınım yoluyla yayılma örnekleridir [10].

İyonlaştırıcı ve iyonlaştırmayan radyasyon arasındaki temel fark radyasyonun taşıdığı enerji miktarıdır. İyonlaştırıcı radyasyon, iyonlaştırmayan radyasyona göre daha çok enerji taşımaktadır [13].

Radyasyon çeşitleri endüstriyel, tıbbi, araştırma ve iletişim alanlarındaki uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu uygulamaların insanların hayatına olumlu etkileri vardır. Ancak radyasyon uygun bir şekilde kontrol edilmezse, çalışanların sağlığına potansiyel bir tehlike oluşturacaktır [13, 14].

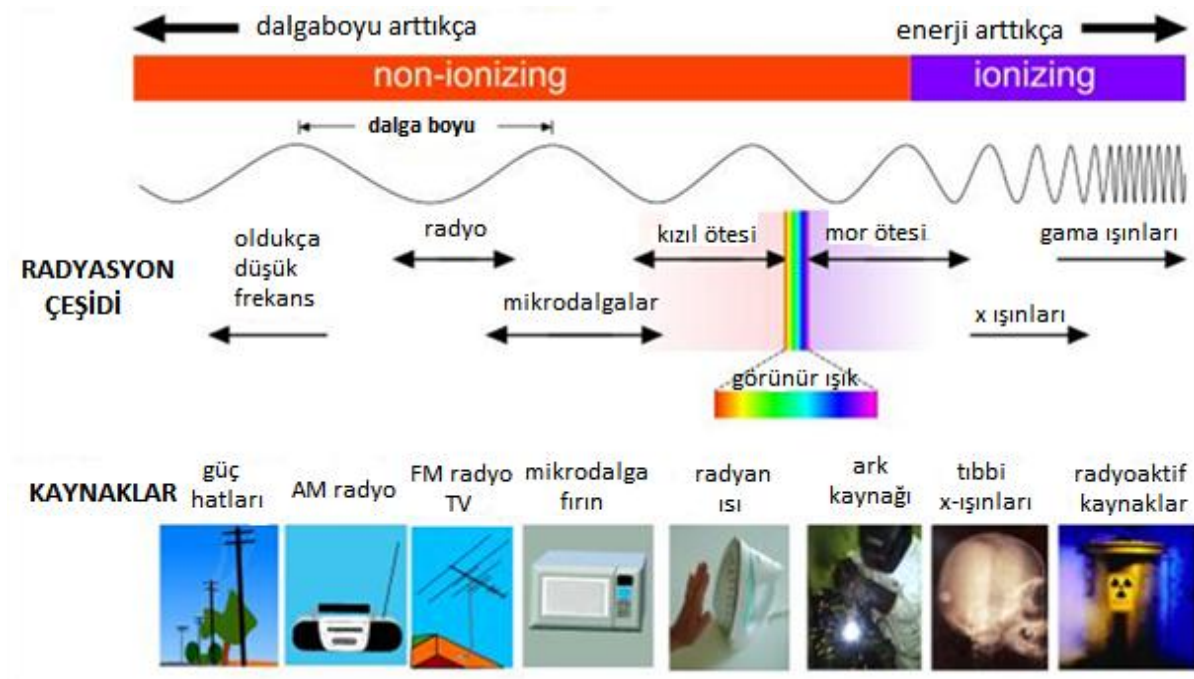
Elektromanyetik Tayf

Elektromanyetik tayf enerjisi yönüyle iki ana bölüme ayrılır. Bunlar iyonlaştırıcı ve iyonlaştırmayan EM dalga bölgeleridir. İyonlaştırmayan EM dalga bölümünde RF dalgalar, mikrodalga, kızılötesi ve görünür ışık bulunmaktadır. İyonlaştırıcı EM dalga bölümünde ise

morötesi, x ışınları ve gama ışınları bulunmaktadır. Şekil 4’te de görüldüğü üzere her bölgenin kendine özgü bazı özellikleri vardır [15].

Elektromanyetik tayf enerji, dalga boyu ve frekans temel alınarak oluşturulmaktadır. Güneş, dünya ve diğer yapılar değişen dalga boyu değerlerinde EM enerji yayarlar. İnsan sağlığı için en çok tehlike arz eden yüksek frekanslı ve yüksek enerjili olan EM ışınımlardır [16, 17].

Mikron EM dalgaların dalga boylarını ölçmek için kullanılan temel bir birimdir. Dalgaların spektrumu dalga boyu temel alınarak bölümlere ayrılmaktadır. En kısa dalgalar 10^{-16} mikron ya da daha az dalga boyuna sahip olan gama ışınlarıdır. En uzun dalgalar birkaç km dalga boyu uzunluğunda olan radyo dalgalarıdır. Tayfin küçük bir kısmını 0.4 mikron (mavi) ile 0.7 mikron (kırmızı) arasında olan görünür ışık şeridi oluşturmaktadır [16].



Şekil 4. Elektromanyetik tayf [18]

İyonlaştırmayan Radyasyon

İyonlaştırmayan radyasyon elektromanyetik tayfin iki temel bölümünü kapsayan parçasını ifade etmek için kullanılan bir terimdir. İyonlaştırmayan radyasyon ışık hızında hareket eden, salınım yapan elektrik ve manyetik alanlardan oluşan bir dizi enerji dalgası

olarak ifade edilmektedir. Bu bölümler görünür ışık, kızıl ötesi (IR), mikrodalga (MW), RF ve oldukça düşük frekanslardan (ELF) oluşmaktadır.

EMA kaynaklarının uzun süreli sağlık sorunlarına yol açtığına dair birtakım kanıtlar olmakla birlikte haberleşme ve üretimde yaygın olarak kullanılmaktadır. EM radyasyon düzgün bir şekilde kontrol edilmezse potansiyel olarak maruz kalan çalışanlarda doku hasarı oluşturarak önemli ölçüde sağlık riskine yol açabilmektedir [3, 13, 14, 19].

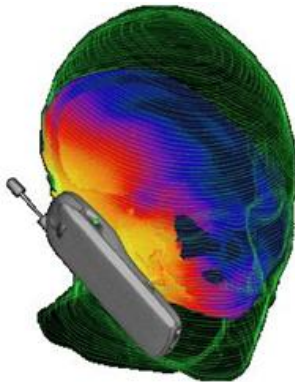
1. Mikrodalgalar

Dalga boylan 50 mm ile 30 cm arasında olan bu dalgalar özel elektronik lambalar aracılığı ile elde edilirler ve yine elektronik yöntemlerle sayılabilirler. Ayrıca, radar sistemlerinde kullanıldıkları için bu dalgalara radar dalgaları da denilir.

Çevrede 10 mW/cm²'den şiddetli mikrodalga ışımalar varsa, bu ışımaların canlılar için uygun olmadığı kabul edilmektedir. Ayrıca, mikrodalgalar ısıtma amacı ile fizik tedavide de kullanılmaktadırlar [2].

2. RF

Dalga boyları 30 cm dolaylarından kilometrelere kadar ulaşan bu dalgalar, özel elektronik devrelerle elde edilir. Her türlü sinyal iletiminde (radyo, TV, telsiz, vb.) taşıyıcı dalga olarak kullanılırlar [2]. Şekil 5'te RF kaynakları olan baz istasyonları ve cep telefonları görülmektedir.



Şekil 5. RF kaynakları [18]

RF 3 kilohertz (kHz) ile 300 megahertz (MHz) aralığında ve mikrodalga (MW) radyasyonu ise 300 MHz - 300 gigahertz (GHz) aralığında olmaktadır. Radyolar, cep telefonları, gıdaların pişirilmesi ve işlenmesi için kullanılan cihazlar, yüksek frekanslı kaynak işleri, vinil kaynak makineleri, endüksiyon ısıtıcıları, akış lehim makineleri, haberleşme vericileri, radar vericiler, iyon implant cihazları, mikrodalga kurutma makineleri, püskürtme cihazları ve yapıştırıcı kurutma cihazları gibi araçlardan yayılan RF ve mikrodalga radyasyona yönelik maruziyetin olası biyolojik etkileri üzerine araştırmalar devam etmektedir [20].

ELEKTROMANYETİK ALANLARIN BİYOLOJİK ETKİLERİ

EMA'lar insan organizmasında büyük ölçüde karışıklığa neden olabilirler. Bedeni fonksiyonların hepsi 1-250 μ V arası çok küçük gerilimli elektrik uyarıları ile devam eder [2].

Mikrodalga radyasyonu (MW) cilde yakın olarak emilmektedir. RF'ler ise vücutta emilebilmektedir. Yüksek dozda maruziyette her iki çeşit radyasyon da ısıtma yoluyla dokulara zarar vermektedir [19].

Çocukluk çağındaki lösemi ve beyin kanserleri ile yüksek frekanslı EMA ilişkisi üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmalar EMA etkilerinin etiyolojik rolüne ve sağlık üzerine olumsuz etkilerine işaret etmektedir [2].

Lai ve ark. (1996), Adey (1997), Phillips ve ark. (1998) tarafından mikrodalga radyasyonun sıçan beyin hücrelerindeki etkileri incelendiğinde, yüksek frekanslı manyetik alanın hücresel seviyede DNA hasarı oluşumunda rol oynadığını düşündürmektedir. Ayrıca, yüksek frekanslı EMA etkisinin hücreler üzerinde genotoksik zararlanma ve gen ekspresyon seviyelerinde değişiklikler oluşturduğunu göstermektedir [2].

Bazı araştırmalara göre RF'den meydana gelen enerjinin ve cep telefonları antenlerinin, kulak yolu ile insan beynine zarar verdiği belirtilmiştir. Barnes tarafından 2008'de yapılan çalışmalarla bazı kanser çeşitlerinin 20-30 yıl gecikmeli olarak ortaya çıkabileceği ve bu durumun uzun zamanlı çalışma sürelerini önemli hale getirdiği bulunmuştur. Ayrıca, 2004 yılında nöroloji biliminde yapılan çalışmada on yıldan uzun bir

süre başın aynı tarafında cep telefonunu kullananlarda, cep telefonu ile konuşulan tarafta, konuşulmayan tarafa göre tümör oluşma olasılığının çok yüksek olduğu rapor edilmiştir [2].

Profesör Lennart Hardell önderliğinde İsveç'te yapılan çalışmalarda, cep telefonu veya telsiz telefon kullanımının 10 yıldan fazla olması durumunda beyin tümörlerinin oluşma riskinin arttığı bulunmuştur. Bu bulgular arasında; her 100 saatlik cep telefonu kullanımında beyin kanserine yakalanma riskinin %5, her yıl kullanımında %8, on yıldan fazla kullanımında %280'e çıktığı belirtilmektedir [2].

Wijngaarden ve Savitz'in 2000 yılında yaptığı çalışmada kamu kuruluşlarında elektrikle ilgili bir alanda çalışan erkeklerde güç frekansı alanları ile intihar arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir [2].

Dünyadaki epidemiyolojik araştırmaların ve laboratuvar deneylerinin sonuçlarına göre;

- Çocuklar EMA'nın olumsuz etkilerine karşı daha duyarlıdır. ELF ve RF özellikle çocuklarda lösemi, beyin kanseri, göğüs kanseri ve lenfomaya sebep olabilir.
- EMA baş ağrısı, uyku bozukluğu, boğazda yanma, yorgunluk hissi, ışığa ve sese aşırı duyarlılık, işitme kusuru, görme derecesinde azalma ve deride karıncalanmaya sebebiyet verebilir.

Uluslararası İyonlaştırmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) tarafından yayımlanan kılavuzlarda 100 kHz ile 300 GHz arası frekanslarla EMA'ların biyolojik ve potansiyel sağlık etkilerinde konu ile ilgili literatürün genel incelemesi yapılmış olup, bu konu ile ilgili çalışmalar aşağıda sıralanmaktadır [21].

Epidemiyolojik Çalışmalar

Sınırlı sayıda çalışma, sadece mikrodalga radyasyona maruz kalan bireylerdeki kanser riski ve üreme etkilerinde gerçekleştirilmiştir. Bulguların bir özeti Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Dairesi (UNEP), Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization - WHO) ve Uluslararası Radyasyondan Korunma Kuruluşu (International Radiation Protection Association - IRPA) (1993) tarafından yayınlanmıştır [21].

Doğum Sonuçları

Daels (1973, 1976) tarafından ağrıyı azaltmak için mikrodalga diyatermiyle tedavi edilen kadınlar üzerinde yapılan çalışma kapsamlıdır. Yine de, anomalili bebek doğumları ve meslekleri gereği mikrodalga radyasyona maruz kalan işçiler arasındaki doğum sonuçları ile ilgili yedi çalışma, pozitif ve negatif sonuçların her ikisini de içermiştir. Kallen (1982) tarafından kısa dalga diyatermi aletlerle çalışan fizik tedavi uzmanları ve plastik kaynakçılar üzerinde daha geniş çaplı epidemiyolojik çalışmaların bir kısmında çocuk düşürme ya da cenine ait şekil bozukluğu görülme oranları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Fakat Larsen (1991), Ouellet-Hellstrom ve Stewart (1993) tarafından benzer sayıdaki kadın işçiler üzerinde yapılan diğer çalışmalarda, çocuk düşürme ve doğum defektlerinde bir risk artışı görülmüştür. Cohen (1977) erkek radar işçileri ile yaptığı çalışmada, üreme hücresinde down sendromu riski ve mikrodalga maruziyeti arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur [21].

Kanser Çalışmaları

Mikrodalga maruziyetinde kanser riski çalışmaları, az ve genellikle nicelden yoksun olan maruziyet değerindedir. Barron ve Baraff (1958), Robinette (1980) tarafından yapılan çalışmalarda Amerikan Hava Kuvvetlerinde ve uçak endüstrisinde çalışan radar işçilerinde görülen ve herhangi bir sebepten ölümlerle sonuçlanan hastalık oranının artmasında bir kanıt bulunamamıştır. Benzer sonuçlar Lillienfeld (1978) tarafından düşük seviyeli mikrodalga radyasyona kronik olarak maruz kalan Moskova'daki U.S. elçiliğinde çalışan işçiler üzerinde yapılan bir çalışmada da gözlemlenmiştir. Ayrıca evlerinin yanında büyük bir mikrodalga vericiden dolayı radyasyona kronik olarak maruz kalan çocuklar arasındaki kanser riskinde bir artış olmadığı Selvin (1992) tarafından rapor edilmiştir. Beall (1996) ve Grayson (1996)'ın çalışmaları sonucunda mikrodalga alanlara maruz kalan askeri personel ve işçiler arasında sinir dokusu tümörlerinin önemli artış göstermediği görülmüştür. Ayrıca Rothman (1996) çalışması sonucunda cep telefonu kullanıcıları arasında görülen ölüm sayısının fazla olmadığını tespit etmiştir. Fakat kanser hastalığında ya da ölümlerde böyle bir etkiyi gözlemlemek için henüz erkendir [21].

Szmigielski (1996), EMA'lara maruz kalan askeri personel arasında lösemi ve lenfomanın artış oranlarını bulmuştur. Ayrıca EMA maruziyet değeri iyi tanımlanmış değildir.

EMA vericilerinin yanında yaşayan insanlar hakkında Hocking (1996) ve Dolk (1997) tarafından yapılan çalışmalarda, lösemi hastalığında bölgesel bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Fakat sonuçlar yetersizdir. Sonuçta az sayıdaki epidemiyolojik çalışma, sadece kanser riskinde sınırlı bilginin ortaya çıkmasını sağlamıştır [21].

Laboratuvar Çalışmaları

100 kHz - 300 GHz frekans aralığındaki EMA'ların biyolojik etkisi hakkında laboratuvar çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

Gönüllü Çalışmalar

Chatterjee (1986) tarafından yapılan çalışmalar, yaklaşık olarak 100 kHz'den 10 MHz' e kadar olan frekanslarda, yüksek yoğunluktaki EMA'ya maruziyetin baskın etkisinin, sinir ve kas uyarılmasında ısınma değişikliği olduğunu göstermiştir. Amerikan Endüstriyel Hijyen Konferansı (ACGIH)'nda (1996) 10 MHz'den 300 GHz'e kadar frekanslarda ısınmanın, EM enerji emilmesinin belli başlı etkisi olduğu ve 1-2 °C'den daha fazla sıcaklık yükselişlerinin, ısı bitkinliği ve ısı darbesi gibi ters sağlık etkisi yapabileceği açıklanmıştır. Ramsey ve Kwon (1988) tarafından ısının yüksek olduğu ortamdaki işçiler üzerinde yapılan araştırmada, vücut sıcaklığındaki artışların basit görevlerde bile performanslarda verimsizliğe yol açtığı gözlemlenmiştir.

Gönüllülerin kol ve bacakları üzerinde uygulanan 100-200 mA civarında yüksek frekanslı akımda, bir sıcaklık hissi rapor edilmiştir. Zararlı sağlık etkilerine sahip olmayan sıcaklık artışının üst limiti olarak görülen eklemli organlarındaki 1°C'den daha fazla bölgesel sıcaklık artışını sağlamak için yukarıdaki özgül soğurulma oranı (SAR) değeri Chatterjee (1986), Hoque (1988), Chen ve Gandhi (1988) tarafından yetersiz görülmüştür. Tofani (1995) tarafından fazla ısınma etkisinden kaçınmak suretiyle, 100 mA'lık kas akımında bir referans seviyesi tespiti için 110 MHz'a kadar frekanslarda gönüllülerdeki veriler rapor edilmiştir [21].

Manyetik rezonans sistemlerinde, gönüllülerin EMA maruziyetine karşı ısı düzenleme tepkileri üzerinde Shellock ve Crues (1987) ile Magin (1992) çalışma yapmışlardır. Genelde

vücut sıcaklığında 1°C'den daha az bir artışa neden olan 4 W/kg'den daha az vücut SAR değeri 30 dakika kadar maruziyetle sağlanmıştır.

EM dalgalar frekansa bağlı olarak değerlendirildiğinde, değişik oranlarda insan vücuduna nüfuz ettikleri, ısı ve ısı olmayan etkiler olmak üzere iki tür etki yarattıkları görülmüştür [18].

Isıl etkiler insan vücudunda yutulan EM enerjinin ısıya dönüşmesi ve vücut sıcaklığını artırması olarak tanımlanır ve bu sıcaklık artışı vücutta yutulan ısının vücuttan, kan dolaşımı gibi nedenlerle atılmasıyla dengeleninceye dek sürer [18].

Isıl olmayan etkiler ise kimyasal, biyolojik, genetik ve psikolojik olarak sıralanabilir [18].

EM Radyasyona Bağlı Hastalıklar

EM radyasyon iş ortamında yaygın olarak bulunmakla birlikte, çeşitli sağlık riskleri taşımaktadır. Tablo 1'de işyerlerindeki EM radyasyon kaynakları ve etkilenmekte olan meslek grupları gösterilmiştir.

Tablo 1. İşyerinde iyonlaştırmayan radyasyon kaynakları [22]

Mikrodalga (MW)	<ul style="list-style-type: none">• radar• pişirme• iletişim• mikrodalga diatermi• telemetri	<ul style="list-style-type: none">• yayın/haberleşme çalışanları• sağlık personeli• fizyoterapistler• denizciler
Radyo frekansı (RF)	<ul style="list-style-type: none">• endüstriyel ısıtma (indüksiyon ve dielektrik), yapıştırma, eritme, kaynak, polimerizasyon,• metalurji• tıbbi ve kısa dalga diatermi• sterilizasyon• cep telefonları• iletişim temperleme, mühürleme	<ul style="list-style-type: none">• yayın/haberleşme çalışanları• sanayi işçileri• plastik kaplamacılar• sağlık personeli• uçak mürettebatı• mühendisler, makinistler, teknisyenler, tamir bakım işçileri

Mikrodalga

Uydu iletişim, radar, hava ve trafik kontrol, meteoroloji, televizyon vericisi gibi iletişim ve yön bulma sektöründe geniş bir kullanım alanı vardır. Mikrodalga fırın ve diatermi cihazlarında da kullanılır. Yüksek kilovoltajlı enerji kaynakları, ahşap kurutma, plastik kaplama gibi dielektrik ısıtma işleminin kullanıldığı makineler ve fizyoterapi cihazları diğer maruziyet kaynaklarıdır. Derin dokularda moleküler vibrasyon ve rotasyona neden olarak bölgesel ısı artışı ve hücre hasarı yaparlar. Etki dalga boyuna, enerji yoğunluğuna, maruziyet süresine, vücudun büyüklüğüne, şekline, elektriksel özelliklerine ve yansıtma yeteneğine bağlıdır. Maruziyetten günler sonra, ısı etkisine bağlı olarak bölgesel şişlikler görülmektedir. Ciltte güneş yanığı görünümü vardır. Gözlerde katarakt, kornea hasarı ve retina lezyonları gelişebilir. Bazı kalp pillerini etkileyebilir. Kümülatif etkisinin olup olmadığı, kanserojen olup olmadığı, mikrodalga kaynağı olan cep telefonlarının zararlı olup olmadığı konusunda araştırmalar devam etmektedir.

Radyofrekans

Radyofrekansın 3-30 MHz bandında tipik kullanım alanları; radyo vericileri, amatör telsiz, tıbbi diatermi ve astronomidir [22].

Biyolojik doku tarafından soğurulan RF enerjinin en iyi bilinen etkisi dokuda ısı artışı oluşturmaktır. RF alana maruz kalan dokuda oluşan ısı artışı; maruz kalınan alanın şiddetine, maruz kalma süresine, frekansa, maruz kalan objenin boyutlarına ve çevresel faktörlere bağlı olmaktadır. Isı artışı enerji nüfuz etme derinliğine bağlı olarak değişim gösterir. 40'tan 100mW/cm²'ye kadar olan büyüklükteki alanların, iç organlarda ve damarlarda ciddi yaralanmalara neden olabileceği belirtilmiştir. Bazı alan şiddetlerinde, organizmanın termoregülatör sistemi ısı dengesini sağlayabilir. Organizmanın ısı dengesini sağlayamayacağı bazı yüksek dozlarda ise aşırı ısınma nedeniyle doku yaralanmaları oluşabilmektedir. Tüm vücudun maruz kalması durumunda bazı organizmalarda rezonans etkisi nedeniyle hasar daha büyük olabilmektedir [23].

RF dalgaların dokular üzerinde ikinci temel etkisi ise kimyasal etkilerdir. Kimyasal etki tehlike sınırlarının altındaki düşük dozlarda meydana gelmektedir. Uzun süreli düşük

doza maruz kalmak kısa süreli yüksek dozdan daha riskli olarak kabul edilmektedir. Hücre yapılarının bozulması sonucu rüya görmenin azalışı, beyin sinyallerindeki değişim, uykusuzluk, sinirlilik, erken bunama ve parkinson hastalığı, kimyasal etkilere örnek olarak verilebilir [23].

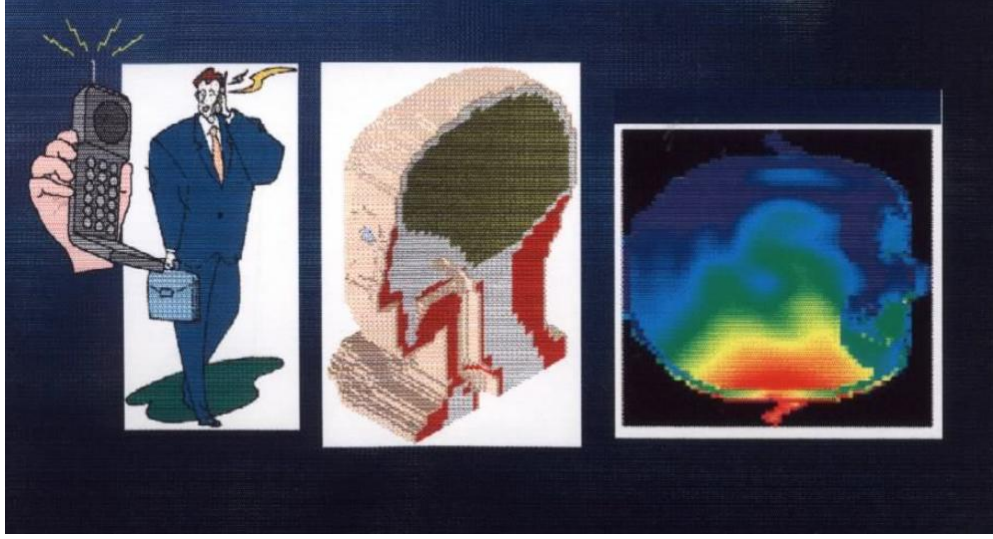
Epidemiyolojik çalışmalarda, genel halk sağlığı, büyüme ve gelişme, kardiyovasküler ve sinir sistemi gibi fizyolojik sistemler ve göz gibi organların EMA'larla etkileşimleri araştırılmaktadır. Literatürde yapılan epidemiyolojik çalışmaların çoğunda, maruz kalınan alanların frekans, modülasyon tipleri gibi kriterlerden daha çok, maruz kalıp kalmama şartları dikkate alınmıştır. Ayrıca epidemiyolojik çalışmalar daha çok mesleki ve askeri alanlarda çalışanlar üzerinde yoğunlaşmıştır. RF radyasyonun büyüme ve gelişme üzerine etkileri konusunda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, tıbbi amaçlı kullanılan diyatermi tedavileri bazen hamilelere de uygulanmakta ve böylece bazı kadınlar konjenital anomaliler açısından tehdit altına girmektedir. 27 MHz kısa dalga diyatermi cihazı etkisi için 3004 fizyoterapist ile görüşülerek yapılan bir çalışmada, kalp hastalıkları ile bu cihazda çalışanlar arasında bir ilişki gözlenmiştir. Yine, kısa dalga tedavisi alan hamileler üzerinde yapılan çalışmada erken doğumlar ve düşük kilolu doğumların olduğu belirtilmiştir [23].

Askeri alanda yapılan bir araştırmada, askeri personelin kanser riskinin arttığı belirtilmiştir. RF vericilerin yakınında yaşayan kişilerde lösemide artış görüldüğü de bir başka çalışmada rapor edilmiştir. Vücut dokularından göz ve üreme organları genel olarak kan akış mekanizmaları açısından RF enerjiye en duyarlı organlardır. RF bölgesinde soğurulma temel olarak deride beklense de göz diğer organlardan farklı olarak deri tarafından korunmamaktadır. 2,45 GHz için 100 mW/cm^2 nin üstünde 30 dakika maruz kalma süresinde lensteki ısı artışları araştırılmıştır. RF radyasyona maruz kalan göz dokusunda en büyük soğurulma kornea tabakasının ön yüzünde gerçekleşir. Isının göz dokusuna etkilerinin araştırılmasına yönelik çok az çalışma bulunmaktadır [23].

RF bölgesinde soğurulan enerjinin tamamına yakını deri dokusunda depolanır. Mesleki alanda kaza sonucu yüksek şiddetli RF alanlara maruz kalma durumunda yüksek şiddetli doku yaralanmaları oluşabilmektedir. Blick ve ark. gönüllü insanlarda RF'ye maruz kalma durumunda deri eşik duyarlılık seviyesini tespit etmişlerdir [23].

SAR

EM enerjinin vücut dokuları tarafından soğurulma hızıdır. Birimi W/kg'dır. İnsan vücudu için 1°C'lik sıcaklık artışı sorun yaratmaktadır. İnsan vücudunda 1°C'lik sıcaklık artışının gerçekleşmesi için bir kilogram doku parçası başına 4 Watt (W) güç soğurulması gerekir. Cep telefonu kaynaklı oluşan ısınma etkisi Şekil 6'da görülmektedir [10, 24].



Şekil 6. Cep Telefonu ile konuşma sırasında kafa bölgesindeki SAR [25]

Dokulardaki SAR değeri uygulanan elektrik alan şiddetinin karesi ile orantılıdır. SAR değerleri,

- Uygulanan alan parametrelerinden (şiddeti, frekansı, polarizasyonu, kaynağa göre konumlanması),
- Etki altındaki dokuların biçim ve yapısından,
- Ortamın topraklanma durumu ve yansıtıcılığından etkilenir [10].

SAR değerinin doğrudan ölçülmesi hemen hemen olanaksızdır. Bundan dolayı, sınır değerlerin belirlenmesinde kolay ölçülebilen veya gözlemlenebilen parametreler kullanılır. Bu parametreler, elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve güç yoğunluğudur [10].

TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA EMA'LARLA İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER

Uluslararası Sınır Değerler

Ulusal ve uluslararası alanda EMA maruziyetine dair olası sağlık etkilerinden korunmak için EMA düzeyleri belirli kuruluşlar tarafından sınırlandırılmaktadır. Bu kuruluşlar:

- ICNIRP, Avrupa Ülkeleri
- Federal Komünikasyon Komisyonu (Federal Communication Commission - FCC), Amerika Birleşik Devletleri
- Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE) / Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standards Institute - ANSI), Amerika Birleşik Devletleri
- Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunication Standardization Institute - ETSI), Avrupa Ülkeleri

WHO önderliğinde 1996'dan bu yana Uluslararası EMA Projesi sürdürülmektedir. Bu projede; UNEP, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), Uluslararası İyonlaştırılmayan Radyasyon Komitesi (INIRC), ICNIRP ortak çalışması ile EMA'ların sağlık etkilerini belirlemek amaçlanmaktadır.

WHO

1973'de WHO Çevre Sağlığı Kriterleri Programını başlatmış olup, programın amaçları aşağıda sıralanmaktadır:

- Çevresel kirleticiler maruziyetin insan sağlığına etkisini belirlemek, rehberler geliştirmek ve maruziyet sınırlarını belirlemek,
- Yeni veya olası kirleticileri belirlemek,
- Kirleticilerin sağlık etkileri için bilgi açıklarını gidermek,

- Toksikolojik ve epidemiyolojik yöntemler yardımıyla uluslararası kabul edilebilir sonuçlara ulaşmak [6].

ICNIRP

ICNIRP, EMA'ların insan ve çevre sağlığına etkileri konusunda en önemli uzman ve tarafsız kuruluşlardan birisidir. Avrupa Birliği üye ülkeleri de dâhil olmak üzere birçok ülkede ICNIRP tarafından oluşturulan limit değerler kullanılmaktadır [6].

ICNIRP 1998 yılında 0 Hz - 300 GHz frekans aralığındaki EMA'lar için tavsiye kararı yayınlamıştır. Tavsiye kararı radyasyonun yalnızca ısıl etkileri göz önüne alınarak yayınlanmıştır. Canlılar üzerindeki diğer biyolojik etkilerini dikkate alan bir standart henüz oluşturulmamıştır [6,15].

ICNIRP, dünya çapında bilimsel çalışmalar yapmak üzere birçok bilim ve sağlık kuruluşu ile ortak olarak başlattığı çalışmalar sonucu elde edilen veriler ışığında elektrik alan (EA) şiddet değerlerine sınırlamalar getirmiştir. EMA'ların insan sağlığına etkileri konusunda türetilen bu sınır değerler frekansa göre değişiklik gösterirler [15].

Tablo 2. Mesleki maruziyette izin verilen ICNIRP limitleri [10]

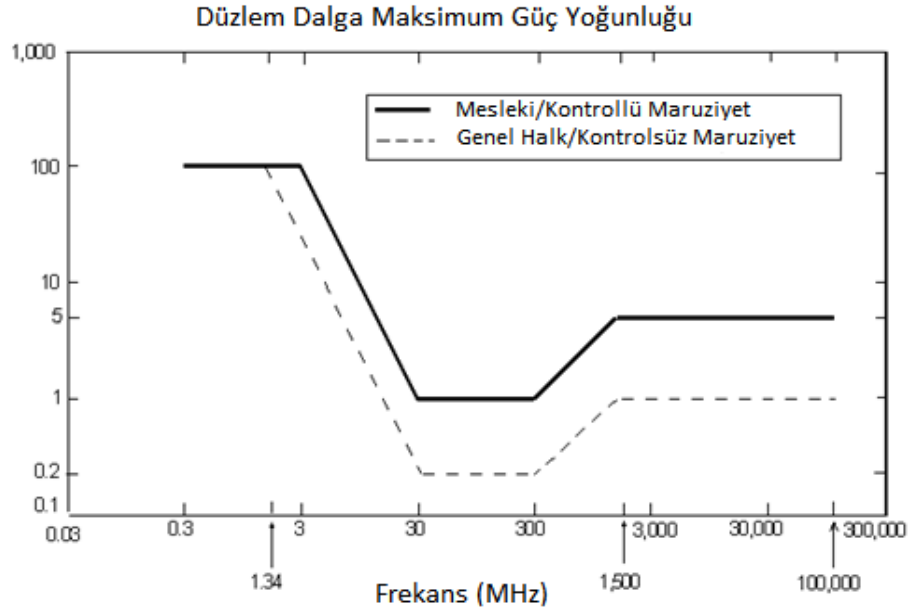
Frekans (f)	Elektrik Alan (E) (V/m)	Manyetik Alan (H) (A/m)	Güç Yoğunluğu (S) (mW/cm ²)
<1 Hz	—	163×10^3	—
1 - 8 Hz	20	$163 \times 10^3/f^2$	—
8 - 25 Hz	20	$2.0 \times 10^4/f$	—
0.025 - 0.82 kHz	$500/f$	$20/f$	—
0.82 - 65 kHz	610	24.Nis	100; 22,445
0.065 - 1 MHz	610	$1.6/f$	100; $100/f^2$
1-10 MHz	$610/f$	$1.6/f$	$100/f^2$
10 - 400 MHz	61	0.16	1.0
400 - 2,000 MHz	$3f^{3/2}$	$0.003f^{3/2}$	$f/400$
2 - 300 GHz	137	0.36	5.0

Halkın istemsiz olarak maruz kaldığı EMA maruziyeti yanında, meslekleri gereği imalat, uygulama ve tıp alanında çalışan işçi ve memurların EMA maruziyeti de ayrı bir öneme sahiptir. ICNIRP tarafından; dokudaki 10°C artışın tehlike eşiği olarak kabul edilmesiyle belirlenen referans limitin 1/10 oranında azaltılması ile mesleki maruziyet limiti ve bu değer 1/5 oranında daha azaltılması (yani toplamda 50 kat koruma) ile halk limit değeri belirlenmiştir. Tablo 2’de mesleki maruziyete bağlı ICNIRP sınır değerleri, Tablo 3’te ise genel halk maruziyetine bağlı ICNIRP sınır değerleri görülmektedir. Özellikle çocuklar ve hassas grupların dâhil olduğu istem dışı halk maruziyetinin işçi maruziyetine göre daha katı değerde olmasının nedeni, işçinin yüksek RF maruziyetine rağmen, çok daha kısa süreli, seyrek ve kontrollü maruziyetinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca halkın, maruziyetten kaçınmak veya en aza indirmek için önlem alması beklenmemektedir [15,21].

Tablo 3. Halk maruziyetinde izin verilen ICNIRP limitleri [10]

Frekans (f)	Elektrik Alan (E) (V/m)	Manyetik Alan (H) (A/m)	Güç Yoğunluğu (S) (mW/cm ²)
<1 Hz	—	3.2×10^4	—
1 - 8 Hz	10	$3.2 \times 10^4/f^2$	—
8 - 25 Hz	10	$4000/f$	—
0.025 - 0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	—
0.8 - 3 kHz	$250/f$	5	—
3 -150 kHz	87	5	2.0; 995
0.15 - 1 MHz	87	$0.73/f$	2.0; $20/f^2$
01.Eki	$87/f^{3/2}$	$0.73/f$	$2.0/f$; $20/f^2$
10 - 400 MHz	28	0.073	0.2
400 - 2,000 MHz	$1.375f^{3/2}$	$0.0037f^{3/2}$	$f/2000$
2 - 300 GHz	61	0.16	1.0

Şekil 7’de mesleki ve genel halk maruziyeti frekansa bağlı maksimum güç yoğunluğu cinsinden görülmektedir. Mesleki maruziyet değerleri frekansa bağlı olarak halk maruziyetine göre daha yüksek değerler almaktadır.



Şekil 7. Mesleki ve genel halk maruziyeti için sınır değerler [26]

SAR'ın zarar oluşturan biyolojik etki dozu RF için tespit edilmiş olup, IEEE, ANSI, Ulusal Radyasyondan Koruma Komisyonu (National Council on Radiation Protection - NCRP) ve IRPA gibi birçok kuruluş tarafından da SAR değeri tüm vücut için 4W/kg kabul edilmiştir. ICNIRP tarafından kontrollü ve kontrolsüz etkilenme için sınır değerler belirlenirken meslekleri gereği EMA'lara maruz kalanlar için bu değerin 50'de 1'i (0,08 W/kg) limit değer olarak kabul edilmiştir. Bu değerler tüm vücut için 6 dakikalık maruziyet süresinde verilen SAR değerleridir [15].

Avrupa Birliği Direktifleri

Çalışanların EMA'lardan kaynaklanan risklere maruziyeti ile ilgili asgari sağlık ve güvenlik şartları hakkında ilk olarak 89/391/EEC Sayılı Direktif yayımlanmıştır. 12 Haziran 1989 yılında yürürlüğe girmiş olan bu direktife göre işverenlerin, çalışanların sağlık ve güvenliklerinin korunması amacıyla tüm gerekli önlemleri alması gerekmektedir [27].

89/391/EEC Sayılı Direktif'in 16(1) Maddesi çerçevesinde 18. Bireysel Direktif olan 2004/40/EC Sayılı Direktif, EMA'lara bağlı olan risklere karşı çalışanların korunmasını sağlayan önlemleri içermektedir. Mesleki maruziyetler kronik maruziyetler ile ilişkili olup,

önerilen uzun süreli etkileri işaret etmemektedir. Ayrıca, daha çok bilimsel kanıt gerektiren statik manyetik alanlar için gerekli maruziyet limitlerini içermemektedir. Bu direktif ICNIRP'nin kılavuzlarındaki aynı sınır değerlerini kullanmaktadır [28].

2005 yılında Avrupa tıp topluluğu direktifle ilgili konulara yönelik Komisyon'u uyarılmış ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (Magnetic Resonance Imaging - MRI) kullanımına yönelik potansiyel negatif etkilerin önemini vurgulamışlardır. Direktif için çok gerekli olmayan çeşitli endüstrilere yönelik karmaşık ve pahalı risk değerlendirmelerini gerektiren tartışmalar da gündeme getirilmiştir. 2008 yılında, söz konusu direktif yenilenerek, 2008/46/EC sayılı AB Direktifi yayımlanmıştır [29].

Son olarak 29 Haziran 2013'te 2013/35/EU sayılı direktif yayımlanmıştır. Bu direktif işçilerin çalışmaları sırasında EMA'lara (0 Hz - 300 GHz) maruziyetin muhtemel artması veya artışı, sağlık ve güvenlik risklerinden işçilerin korunması için minimum gereksinimleri şart koşmaktadır. Bu direktifin amacı EMA'lardan dolayı oluşan direkt biyofiziksel etkileri ve dolaylı etkileri belirtmektir. Bu direktif de zamana bağlı olarak değişen elektrik, manyetik ve EMA'lardan dolayı oluşabilecek, kesin olarak kanıtlanmamış kanserojen etkiler gibi uzun süreli etkileri içermemektedir [30].

AB üyesi ülkelerin bu direktife uymak için yasaları, yönetmelikleri ve gerekli idari hükümleri en geç 1 Temmuz 2016 tarihinde yürürlüğe koyması gerekmektedir. Avrupa Birliği 2016 yılından önce bir uygulama rehberi yayımlayacaktır. Bu süre içerisinde EMA'ların sağlık üzerindeki etkilerinin, en son bilimsel bulgular ışığında güncelleneceği düşünülmektedir.

Ülkelerin EMA'lara Yönelik Uygulamaları

ABD ve bazı Avrupa ülkeleri ICNIRP'nin oluşturduğu sınır değerleri uygularken, İsviçre, İtalya gibi bazı Avrupa ülkeleri ise Tablo 4'te görüldüğü üzere sınır değerler olarak ICNIRP güvenlik limitlerinin onda birini uygulamaktadır. Örneğin İsviçre'de baz istasyonu kaynaklı EM Radyasyonun olası olumsuz etkisi için öncelikli olarak ihtiyat ilkesinin benimsenmesi dolayısıyla ev, ofis, hastane, okul ve çocuk oyun alanları gibi hassasiyet gösteren sürekli yaşam yerlerinde 4 V/m sınır değer olarak kabul edilmiştir [31].

Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (Global System for Mobile Communications - GSM) baz istasyonlarının kuruluşlarına yönelik standartlar uluslararası alanda ETSI, FCC, ICNIRP, IEEE, ANSI (American National Standart Institute) kuruluşlarınca belirlenmektedir. Ülkemizde ICNIRP tarafından belirlenen sınır değerler esas alınmış olup her bir baz istasyonu için ayrıca sınırlama getirilmiştir [21,32,33].

Tablo 4. Bazı ülkelerin GSM için kabul ettiği sınır değerler [31]

Kuruluş/Ülke	Frekans	Elektrik Alan Değeri
ICNIRP(1998), CENELEC (1995)	900	41
	1800	58
İngiltere	900	46,4
	1800	61,4
Türkiye	900	41 (Tek cihaz 10)
	1800	58 (Tek cihaz 14)
Belçika	900	10,2
İtalya	900	6,1
Rusya	900	6,1
Macaristan	900	6,1
Polonya	900	6,1
Bulgaristan	900	6,1
Slovenya 1.Bölge	900	12,9
Slovenya 2.Bölge	900	41
Yunanistan	900	32,9
İsveç	900	4
Lüksemburg	900	4
Çin	900	12
İsviçre	900	4
	1800	6

Danimarka, EMA'lara yönelik ICNIRP tavsiyelerini uygulamaktadır. Maruziyet değerlendirmesini İş Müfettişliği yürütmektedir.

Finlandiya, uygulanan önlemler ve EMA maruziyet seviyelerinin uygunluğunu denetlemektedir. Kararların uygulanmasından sorumlu idare, Radyasyon Korunma Merkezi (The Radiation Protection Centre - RPC)'dir.

Fransa'da gereklere uygun olarak EMA'ya maruziyet limitlerini düzenli olarak kontrol eden bir sistem vardır. AB Konsey Tavsiyesi'ne (1999/519/EC) dayanarak hazırlanan ölçüm protokolü oluşturulmuştur.

Yunanistan'da yasalarına göre her çeşit istasyon antenlerinden yayılan EMA'ler, düzenli olarak denetlenmektedir. Uygun olmadığı tespit edildiği takdirde baz istasyonu yayını tüm gerekli önlemlerin sağlanması için durdurulmaktadır.

İrlanda'da tüm büyük elektrik iletim ve dağıtım projelerinin planlama usullerinde ICNIRP kılavuzları dikkate alınmaktadır. Uygulanan önlemlere göre EMA maruziyet limitlerini düzenli olarak denetlenmektedir. Kamu Girişimi Bölümü ile koordineli olarak elektrik güç hatlarına yönelik denetleme hizmeti sağlanmaktadır.

Hollanda'da Radyo-TV ve GSM baz istasyonları için, maruziyet seviyeleri bölgesel idarelerce denetlenmektedir.

İngiltere, EMA maruziyetinden halkı korumak için 1974 tarihli Mesleki Sağlık ve Güvenlik Kanunu'nda yasal olarak bağlayıcı önlemler uygulamaktadır. Bu Kanunun 3. bölümünde işyerinde çalışanların sağlık ve güvenliğinin işverence sağlanması için işverenlerin genel görevleri bulunmaktadır.

Estonya'da Sosyal İşler Bakanlığı'nın çıkardığı ve uygulamadan yükümlü olduğu yönetmelikte, önlem ilkeleri ve EMA limitleri yer almaktadır. Milli Çalışma Müfettişliği bu yönetmeliğin uygulanmasından sorumludur. Yönetmelikler yasal olarak bağlayıcıdır. 0–300 GHz arasında uygulanmakta olup, Sağlık Koruma Müfettişliği ve Milli Çalışma Müfettişliği tarafından denetleme yapılmaktadır.

Malta, EMA maruziyetini maksimum seviyelere göre denetlemek için ölçümler yapmaktadır. Denetimler, Telsiz Telgraf Bölümü tarafından yapılmaktadır.

Romanya'da EMA maruziyetine yönelik maksimum limit değerleri yönetmeliklerinde belirtilmekte olup, yasal olarak bağlayıcıdır. TV ve Bilgisayar ekranlarındaki çoklu frekans emisyonlarında temel maruziyet seviyeleri, MLPT tarafından denetlenmektedir. Elektrik üretim istasyonları ve ağları periyodik olarak ANRE (National Regulatory Authority for Energy) tarafından uluslararası standartlara göre ölçülmektedir. Sağlık ve Aile Bakanlığı gerekli izni almak suretiyle Radyo ve TV vericileri, cep telefonları, baz istasyonları ve radar gibi haberleşme amaçlı vericileri ve yüksek gerilim güç hatlarını denetlenmektedir. Ayrıca

talep üzerine Genel İletişim Müfettişliği, mesleki sağlık ve güvenlik standartlarına uygun olarak kontrol etmek için EMA ölçümleri yapmaktadır.

Slovenya EMA'lara maruziyet seviyeleri kontrol edilmekte olup, ışınım kaynakları çalıştığında veya kullanılmaya başlandığında periyodik olarak; yüksek frekans ışınımları için her üç yılda bir ve Düşük frekans ışınımları için her beş yılda bir kontroller yapılır. Kaynaklardan oluşan kirlilikler kontrolörler tarafından, çevresel koruma konusunda ise sorumlu müfettişler tarafından denetleme yapılmaktadır.

Litvanya'da yasal düzenlemeler EMA'ların kabul edilen maruziyet seviyelerini aşmamasını sağlamaktadır. Ölçümler akredite laboratuvarlar tarafından yetkilendirilen enstitülerce yerine getirilmektedir. Sonuçlar yasal düzenlemelerde tespit edilen limitlerle kıyaslanır. Bu limitlerin ihlali durumunda, ihlalin sebebini ortadan kaldırmak için gerekli önlemler ve düzeltmeler en kısa zamanda alınmaktadır [34].

Ulusal Sınır Değerler

- TS ENV 501666 - 2 Sayılı “İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması - Yüksek Frekanslar (10 kHz - 300 GHz)” Türk Standartları Enstitüsü Standardı, Nisan 1996.
- TS ENV 50166 - 1 ICS 29020 sayılı “İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması - Düşük Frekanslar (0 - 10 KHz)” Türk Standartları Enstitüsü Standardı, Nisan 1996.
- 11.05.2000 tarihli Çevre Bakanlığı Genelgesi
- 4.08.2000 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “Mobil Telekomünikasyon Şebekelerine ait Baz İstasyonlarının Kuruluş Yeri, Ölçümleri, İşletilmesi ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik”, Ulaştırma Bakanlığı
- 12.7.2001 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “10 kHz - 60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik”, Telekomünikasyon Kurumu

- 24.07.2010 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik”, Çevre ve Orman Bakanlığı
- 21.04.2011 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan “Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik”, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK)

Ülkemizde BTK tarafından halkın EMA maruziyetini sınırlandırmak amacıyla, ICNIRP tarafından belirlenen sınır değerler temelinde, 1999/519/EC sayılı AB Direktifine uygun olarak, “10 kHz - 60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik” yürürlüğe konulmuştur. Bu Yönetmelikte belirlenen sınır değerlere uygun olarak, 10 KHz - 60 GHz arasında çalışarak EMA üreten cihazların ölçüm ve denetimi yapılmaya başlanmıştır. Söz konusu Yönetmelik, 16.05.2009 tarihli ve 27230 sayılı Resmi Gazete ile “Elektronik Haberleşme Cihazlarına Güvenlik Sertifikası Düzenlenmesine İlişkin Yönetmelik” adıyla yeni gelişmeler ışığında yenilenmiş olup, Tablo 5’te Türkiye için belirlenmiş olan EA limit değerleri görülmektedir. Yönetmelik GSM ve radyo - TV vericileri gibi yüksek frekansta EM dalga yayan sabit vericilerin istem dışı maruziyetler oluşturması dolayısıyla insan sağlığına yapacağı olumsuz etkileri önlemek amacıyla oluşturulmuştur. 2009 tarihli Yönetmelik, 1998 yılında yayımlanan ICNIRP’nin kısa vadeli ve dokuda 10°C’lik ısı artışının tehlike eşiği olarak kabul edilmesi temeline dayanmaktadır [15, 31].

Tablo 5. Türkiye için belirlenen EMA şiddeti limit değerleri [35]

Frekans Aralığı (MH z)	E-alan şiddeti (V / m)		H – alan şiddeti (A / m)		B – Manyetik akı yoğunluğu (μ T)		Eşdeğer düzlem dalga güç yoğunluğu (W/m ²)	
	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın toplam limit değeri
0.010 – 0.15	22	87	1.3	5	1.5	6.25	-	-
0.15 – 1	22	87	0.18 / f	0.73 / f	0.23 / f	0.92 / f	-	-
1 – 10	22 / f ^{1/2}	87 / f ^{1/2}	0.18 / f	0.73 / f	0.23 / f	0.92 / f	-	-
10 – 400	7	28	0.02	0.073	0.023	0.092	0.125	2
400 – 2000	0,341. f ^{1/2}	1.375 f ^{1/2}	0.0009 f ^{1/2}	0.0037 f ^{1/2}	0.001 f ^{1/2}	0.0046 f ^{1/2}	f / 3200	f / 200
2000-60000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.2	0.625	10

“Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan EMA Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik” doğru ve geçerli bir ölçümün ne şekilde yapılacağını ve elde edilen bilgilerin nasıl analiz edileceğini belirlemektedir. BTK yönetmeliğine göre aşılmaması gereken sınırlar GSM 900 MHz ile çalışan baz istasyonları için 42 V/m, 1800 MHz ile çalışan baz istasyonları için 57 V/m’dir. Üçüncü nesil sistemler olan 2100 MHz için limit değer ise 61 V/m’dir. Her bir GSM operatörünün bu sınır değerlerin dörtte birini aşmaması gerekir. Örneğin 900 MHz ile çalışan bir baz istasyonu $42/4=10,5$ V/m’yi, 1800 MHz ile çalışan bir baz istasyonu 14,5 V/m’yi ve 3G GSM’ler ise $61/4=15,25$ V/m’yi aşamaz. Ancak her üçünün bulunduğu ortamın toplamı da, 42 V/m’nin altında kalmak zorundadır [15].

Ülkemizde EMA konusundaki denetimler, BTK Merkez ve Bölge Müdürlükleri vasıtası ile;

- Sabit telekomünikasyon cihazı ilk kurulduğunda,
- Her yıl belirli bölgelerde örnekleme yöntemi ile detaylı,
- Şikâyete dayalı,

olmak üzere yapılmaktadır.

YÜKSEK FREKANSLI ELEKTROMANYETİK ALAN KAYNAKLARI

EM ortam; doğal ve yapay EMA olarak iki sınıfta incelenmekte olup, doğal EM ortam; uzay ve güneşteki ışınım ile dünya atmosferindeki elektriksel boşalmalar gibi iç ve dış kaynaklardan meydana gelmektedir. Yapay EMA ise insan yapımı RF elektronik cihaz ve sistemlerinden oluşmaktadır.

RF düzeyindeki kaynaklara cep telefonları, TV ve radyo, mikrodalga fırın, radar, sabit ve portatif vericiler, kişisel mobil cihazlar, MR, RF ile Tanımlama (RFID) gibi maruziyet kaynakları örnek verilebilir.

Mesleki kullanımlar hariç genelde çok düşük seviyede olan bu alanları oluşturan cihazların yaydığı EMA’ların insanlara maruziyet derecesi öncelikle kullanıcının konumundan kaynağa olan mesafeye bağlıdır. EMA maruziyeti, güç yoğunluğu ve mesafe

yanında; maruziyet süresi, tipi, kaynağın frekansı, elektrik ve manyetik alan büyüklüğü ile modülasyon gibi fiziksel özelliklere göre belirlenmektedir [31].

Baz İstasyonları (Base Transceiver Station - BTS)

Teknolojik gelişmeler sonucu EM dalgaların kullanımı her geçen gün hızla artmaktadır. Dolayısıyla günlük yaşantıda maruz kalınan EMA değerlerinde de artış gözlemlenmektedir. Teknolojileri gereği düşük güçlü fakat çok sayıda istasyonun bir araya gelmesiyle oluşan hücresel sistemler yaşam alanlarımız içerisinde sıkça görüldükçe kamuoyunda bu istasyonların insan sağlığına olan etkileri ciddi olarak sorgulanmaya başlanmıştır [31].

Baz istasyonu, bir GSM hücresinde abonelerle iletişimi sağlayan verici/alıcı sistemidir. Her hücrede bir baz istasyonu bulunur. Kullanıcı sayısı arttıkça çevremizde baz istasyonlarının sayısının artması kaçınılmazdır [11].

Baz istasyonlarının her biri birer EMA kaynağıdır. Ancak RF ile çalışmaları sebebiyle elektromanyetik tayfın iyonlaştırmayan bölgesinde bulunurlar. Kentsel bölgeler içerisinde yer almaları sebebiyle de bu tez kapsamında, okul ve sağlık kuruluşlarını en fazla etkilemesi muhtemel EMA kaynaklarını teşkil ederler [31].

Baz istasyonlarının çevresinde ülkemizde kabul edilen 10 V/m'lik toplam EMA şiddet değerinin üstünde EMA değerine izin verilmemektedir. Yapılan ölçümler, çok anormal bir baz istasyonu yerleşimi seçilmediği sürece, ölçülecek EA değerinin 5 - 10 V/m'nin üstüne çıkmayacağını göstermektedir. Ancak, yanlış yer seçimi ve hatalı yerleşim ile verilen sınır değerlerinin aşılması söz konusu olabilir [11].

Ülkemizde hücresel sistemler 900 MHz (GSM 900), 1800 MHz (GSM 1800) ve (Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS)) 2100 MHz frekanslarda faaliyet göstermekte olup, cihaz yayılım güçleri ise kullandıkları bölgelere göre farklılık göstermektedir [31].

Baz istasyonlarının yaydığı EMA'lar, kullanıcı yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Baz istasyonunun hizmet verdiği hücre içinde aynı anda yapılan konuşma sayısı arttıkça, baz istasyonu anteninden yayılan EM enerji de artar. İstasyondan yayılan EMA mesafe ile orantılı olarak zayıflar [31].

Baz istasyonlarının ölçüm sonuçları çıkış güçlerine, anten kazançlarına, yayın yönlerine ve ölçüm yapılan mesafeye bağlı olarak değişmektedir [31].

Radyo - TV Vericileri

Radyo ve TV vericileri de RF yoluyla yayın yapan vericilerdir. TV ve Radyo vericilerde temel hedef, verici etrafındaki geniş bir alana EM enerjiyi dağıtmaktır. Maksimum alanı kapsamak doğal olarak yüksek RF gücü gerektirir. TV ve FM radyo bantlarında (25 - 800 MHz) tek antenin gücü, tipik olarak 10 - 50 kW aralığında iken, MF frekans bandında (300 kHz - 3 MHz) ve HF frekans bandında (3 MHz - 30 MHz) çıkış gücü 600 kW'a kadar olabilir. TV ve Radyo verici istasyon antenlerinin RF enerji yayılımı, çok güçlü ve sürekli faal kaynaklardır. Maruz kalan insanlarda en kritik grup, antenleri monte eden ve bakımını yapan anten kulesi yanındaki işçilerdir [31].

Radyo ve TV vericilerinin yaydıkları enerji miktarı, istasyon tipi, kullanılan anten, antene verilen güç, anten yüksekliği ve antenden uzaklaşma mesafesine göre değişir. Radyo ve TV verici antenler, genellikle şehir yaşam bölgelerinden uzak yüksek kuleler üzerine kuruldukları için yaydıkları EA değerleri yaşam alanlarında limit değerlerin altında kalmaktadır. Ancak şehirlerin hızlı göç alışı ve artan nüfus sebebiyle son yıllarda şehir yakınlarındaki Radyo - TV emisyon noktaları yeni yerleşim alanları içerisinde kalmıştır. Bu bölgeler EA olarak her ne kadar yapılan kontrollerde limit değerlerin altında kalsa da ölçüm sonuçlarının yüksek olması, uzun süreli maruziyet durumunda bölge insanları için önemli bir risk unsuru olabilir [31].

Cep Telefonları

GSM gezgin haberleşme sistemi anlamına gelen cep telefonu iletişim protokolüdür. 900 MHz ve 1800 MHz'te tahsis edilen sınırlı frekans bandında milyonlarca aboneye hizmet verebilmek, ancak kapsama alanını küçük hücrelere bölerek mümkündür [18].

Hayatımızı kolaylaştırmayı hedefleyen teknolojik gelişmelerin en son ürünlerinden biri olan ve ülkemizde de geniş bir kullanıcı kitlesi bulunan cep telefonları, sürekli EM radyasyon yayan araçlardır. Bu tür cihazlar yaşamımızı büyük ölçüde kolaylaştırmakta ancak çevreye duyularla fark edemediğimiz bir radyasyon yaymaktadır [2].

Bir cep telefonu, çıkış gücü kontrolünü otomatik olarak, UMTS'de 100 milyon, GSM'de 1000 faktör civarında azaltabilecek derecede akıllı cihazlardır. Yani cep telefonları baz istasyonuna yakın iken az, uzak iken fazla güç sarf ederler ve bunu otomatik olarak düzenlerler. Dolayısıyla uzak iken fazla güç çektiğinden daha fazla EMA oluşturur. Telefon kapalı iken cep telefonunun canlıya herhangi bir etkisi olmaz. Telefon bekleme konumunda çalıştığında ise maksimum güçte çalışmasına oranla çok daha düşük etkiye neden olur, fakat bu en düşük etki durumunda, haberleşme trafiğinden ve baz istasyonu iletim hattından gelen ve giden SMS ve haberleşme protokolü dikkate alınır [31].

WLAN - Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity - Wi-Fi) Kablosuz Erişim Sistemleri

WLAN kullanıcılar ile baz istasyonları arasında kısa mesafeli iletişim olanağı sağlayan cihazlardır. Bu ağlar genellikle evlerde, çalışma alanlarında, parklarda, okullarda EM dalgalar aracılığıyla internete bağlanmak için kurulmaktadır.

WLAN kablosuz erişim sistemleri ofislerde birkaç bilgisayarı birbirine kablosuz bağlayabilmekte ve yazıcıya kablosuz olarak veri transferi yaparak ofis çalışmalarında önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Laptoplarla kablosuz erişim noktalarından kolaylıkla internete girilebilmektedir.

Veri aktarımı ile WLAN yayınlarının gücü arasında doğru orantı bulunmaktadır. İnternetin kullanım miktarı yani veri aktarımı arttıkça EMA maruziyeti de artmaktadır.

Bluetooth

Bluetoothlar 100 mW, 2,5 mW ve 1 mW olmak üzere maksimum çıkış güç seviyelerine göre üç gruba ayrılmaktadır. Bluetooth, kısa mesafeli bir kablosuz iletişim yöntemi olmakla birlikte, ortalama 2,45 GHz frekansında çalışmaktadır. Bluetooth sistemler, fare, yazıcı, klavye ve kulaklık gibi bilgisayar ve cep telefonu aksesuarlarında tercih edilmektedir. Geniş bir alanda veri aktarımında kullanılmaktadır. Bluetooth teknolojileri piconet adı verilen küçük bir ağ vasıtasıyla bir noktadan birçok noktaya veri aktarımını sağlamaktadır. Bluetooth cihazların çıkış gücü cep telefonları ile kıyaslandığında yüz kat daha düşük bir seviyede, yani birkaç mW'lık bir çıkış gücü değerine sahiptir [4].

Kablosuz Telefonlar



Şekil 8. Kablosuz telefon [36]

Sayısal olarak geliştirilmiş kablosuz telefonlar işyerlerinde çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Şekil 8'de kablosuz telefon örneği görülmektedir. Bu teknolojinin yüksek kaliteli sesli iletişim sağlaması amacıyla kullanılmasının yanı sıra, internet, diğer sabit veya kablosuz iletişim hizmetlerinde de yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır.

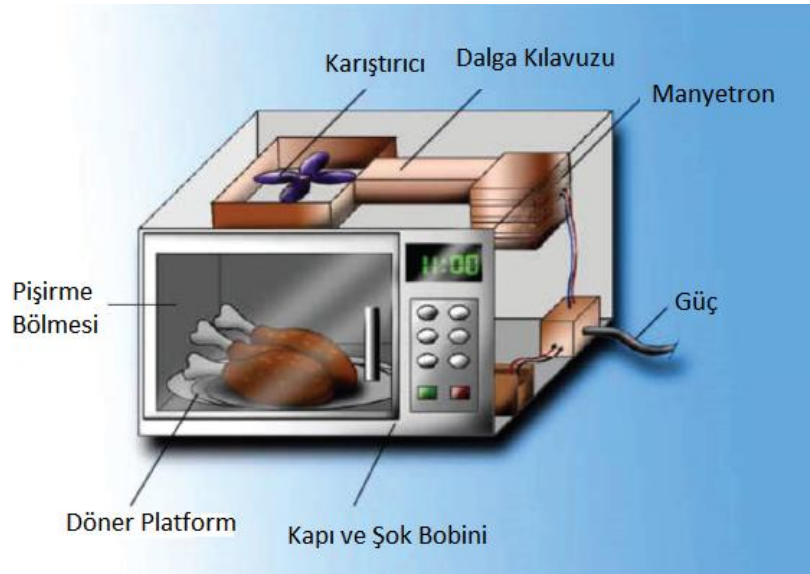
Her ne kadar kablosuz erişim sistemlerinin 100 mW - 200 mW gibi düşük güçte çalışmaları söz konusu olsa da, uzun süreli maruziyet durumlarında çeşitli sağlık sorunlarına

yol açabileceği düşünülmektedir. Kablosuz telefonlar da baz istasyonu gibi devamlı darbeli EM dalga yayarlar.

Mikrodalga Fırınlar

Mikrodalga fırınlarda pişirilecek yiyecek magnetron tarafında üretilen 2450 MHz frekanslı ışınlanan dalganın yiyecek tarafından soğurulması suretiyle ısınır. Mikrodalga fırınların güçleri 500 - 1000 W olabilmektedir. Mikrodalga fırında şiddetli ışınlanma esnasında gıda malzemesinin bazı moleküllerinde deformasyon olabileceği yorumları yapılmaktadır. Mikrodalga fırın çalışırken pencere ve kapak arasından önlenemez bir şekilde mikrodalga sızıntısı yaparak kablo ve motorundan da 1 metre uzaklıklarda ELF frekanslarında $1 \mu\text{T}$ şiddetinde manyetik alan yayar [36]. Şekil 9’da mikrodalga fırının yapısı görülmektedir.

Uluslararası IRPA Guidelines Standardına göre de radyasyon işçileri için $5\text{mW}/\text{cm}^2$, halk için $1 \text{mW}/\text{cm}^2$ lik maruziyet limitleri aşılmamalıdır. Bu limitler ortalama 0.1 saatlik maruziyetler için geçerlidir.



Şekil 9. Mikrodalga fırının yapısı [36]

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMANIN AMACI

Yapılan bu araştırmayla, ülkemizdeki işyerlerinin önemli bir kısmını oluşturan ofislerde, çalışma ortamlarının EMA düzeyinin İSG yönünden çalışmaya uygunluğu değerlendirilerek, EMA konusunda ilgili kişi ve kuruluşların haberdar edilmesi, maruziyet düzeyinin azaltılması için önerilerde bulunulması amaçlanmıştır.

İşyerlerinde EMA ölçümü ve anket çalışması olmak üzere iki çalışma yapılmıştır. İlk çalışmada beş farklı işyerindeki ofislerde çalışma ortamlarının yüksek frekanslarda EMA seviyelerinin ölçüm yoluyla belirlenerek ulusal ve uluslararası sınır değerlere göre uygunluğunun değerlendirilmesi hedeflenmiştir. İkinci çalışmada ise ofislerdeki EMA maruziyetinin etkileri sonucunda çalışanlarda ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarının, çalışanların EMA farkındalık ve kaygı düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMA HAKKINDA BİLGİ

İşyerlerinde gerçekleştirilen uygulama öncesinde insan kaynakları yetkilisi veya yönetici düzeyinde görüşmeler yapılarak ölçümler ile anketlerin yapılabilmesi, fotoğraf çekilebilmesi ve yapılan tez çalışmasında kullanılabilmesi amacıyla gerekli izinler alınmıştır. Ayrıca, işyeri ziyareti esnasında yapılan tespitler ve yapılabilecek iyileştirmelere ilişkin öneriler farklı işyerlerindeki ilgililerle paylaşılacaktır.

EMA Ölçüm İşlemi

EMA şiddetinin devlet kurumları, özel şirketler, hastaneler ve üniversitelerde bulunan ofislerdeki düzeylerinin tespit edilerek, çalışanların EMA maruziyetinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle ofislerin EMA değerlerinin İSG açısından uygun düzeyde olma durumu, ulusal ve uluslararası EMA değerleriyle karşılaştırılarak tespit edilmek istenmiştir.

Bu amaçla tez çalışmasına veri oluşturmak amacıyla 2014 Şubat ayında iki devlet kurumu, bir özel şirket, bir hastane ve bir üniversite olmak üzere 5 farklı işyerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması kapsamında yapılan ölçümler 1 MHz - 9,4 GHz arasında çalışan tüm cep telefonu, kablosuz telefon, kablosuz modem, bluetooth kulaklık, mikrodalga fırın gibi EMA kaynaklarından gelebilecek toplam EA şiddeti ölçülerek gerçekleştirilmiştir. EMA ölçümleri HF - 60105 Aaronia Spectran Analyzer marka el spektrum analizör cihazı ile yapılmıştır. EMA ölçümleri ofislerdeki çalışanların yoğun olarak çalıştığı alanlar tespit edilerek, odalarda, koridorlarda ve mutfaklarda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar HF - 60105 Spectran Analyzer marka el spektrum analizörü cihazından bilgisayara aktarılarak analiz edilmiştir. Ölçüm sonuçları EA şiddeti cinsinden ulusal ve uluslararası limit değerler ile karşılaştırılmış olup, İSG açısından çalışmaya uygunluğu değerlendirilmiştir.

Anket Çalışması

2014 Mart ayında iki kamu kurumu, iki özel şirket, bir üniversite ve bir hastane olmak üzere altı farklı işyerinin ofisinde çalışan toplam 319 kişiye anket uygulanmıştır. EMA ölçümü yapılan işyerlerine ek olarak, ölçüm yapılmamış olan bir özel şirkete de anket uygulanarak, anketin örneklem sayısı arttırılmıştır. Anket soruları oluşturulduktan sonra öncelikle 15 kişi üzerinde uygulanarak ön test yapılmıştır. Katılımcılardan alınan geri bildirimler neticesinde soruların bir bölümünde düzeltmeler ve değişiklikler yapılmıştır. Anket formu toplam 44 sorudan oluşmakta olup, EK - 1'de yer almaktadır. Anket EMA ölçümü yapıldıktan sonra uygulanmış olup, formlar çalışanlara verilerek bu kişilerin gözlem altında anketi doldurmaları sağlanmıştır. Araştırmada kolayda örnekleme yöntemi kullanılmış olup, örnekleme araştırma evreninden en kolay ulaşılabilen 319 kişi oluşturmuştur. Örneklemede kişilerin seçimi gönüllü katılımcılar arasından yapılarak, ankete cevap veren

herkes örneğe dâhil edilmiştir. Kolayda örnekleme çok miktarda veriye hızlı yoldan ulaşma imkânı sağladığı için tercih edilen bir yöntemdir.

Bu çalışmada altı farklı işyerindeki ofis çalışanlarına öncelikle cinsiyet, yaş, meslek, eğitim seviyesi, sigara alışkanlığı vb. kişisel özelliklerini, daha sonra görev, çalışma süreleri vb. mesleki özelliklerini soran bir anket uygulanmıştır. Anket çalışmasında bunlara ek olarak, EMA ile ilişkili olabilecek hastalık ve şikâyetleri sorgulayan soruların bulunduğu kısım ile birlikte EMA farkındalık ve kaygı düzeyini sorgulayan bir bölüm bulunmaktadır.

Anket değerlendirilirken SPSS 20 (Statistical Package Social Science) paket programı kullanılarak istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Aynı soruları yanıtlayan kişilerden elde edilen verilerin frekans dağılımları ile ilgili özellikler karşılaştırılarak bunların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için Ki-kare testi uygulanarak çizelge ve grafikler oluşturulmuştur.

Ki-kare testi iki sınıflı (kategorik) değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını test etmektedir. Ki-kare testi, iki sınıflı değişkenin düzeylerine (sıra sayısı X sütun sayısı) göre oluşan gözlemlerde gözlenen değerlerle, beklenen değerlerin birbirinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğini test eder. Buna göre bu iki değer arasındaki fark arttıkça değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı çıkma olasılığı artar. Bu çalışmada birbirinden bağımsız gruplar arasındaki ilişki bu metodla incelenmiştir [37].

BULGULAR

ÖLÇÜM ÇALIŞMASI

EMA şiddetinin devlet kurumları, özel şirketler, hastaneler ve üniversiteler üzerindeki İSG yönünden etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla tez çalışmasına veri oluşturmak amacıyla iki devlet kurumu, bir özel şirket, bir hastane ve bir üniversite olmak üzere 5 farklı kuruluştaki ölçümler gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması kapsamında yapılan ölçümler HF - 60105 Aaronia Spectran Analyzer marka el spektrum analizörü cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, çalışanların uzun süreli buldukları ve EMA kaynaklarının sayıca çok olduğu alanlarda, gündüz vakti yapılmıştır. EMA ölçümleri, BTK'dan almış olduğum teorik-pratik eğitim ve örnek ölçümler neticesinde yeterli kalifikasyon kazanıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir.

Ölçümü Gerçekleştirilen Cihazlar

Bu tezde 1 MHz - 9.4 GHz frekans aralığında bulunan, cep telefonu, kablosuz modem, kablosuz telefon, telsiz, mikrodalga fırın, Wi-Fi ve bluetooth yayan cihazlar gibi faktörlerin ofis ortamındaki EMA etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmanın kapsadığı, frekans aralıkları belirtilmiş olan ortamın EMA değerini arttıran cihazlar sıralanmıştır.

- Cep Telefonları

1. GSM 900

Mobil telefon 900 protokolünde 890 - 915 MHz arasındaki frekans yukarı link adı verilen alışı için, 935 - 960 MHz arasındaki frekanslar da aşağı link adı verilen veri için kullanılmaktadır.

2. GSM 1800

Mobil telefon 1800 protokolünde 1710 - 1785 MHz arasındaki frekans yukarı link adı verilen alışı için, 1805 - 1880 MHz arasındaki frekanslar da aşağı link adı verilen veri için kullanılmaktadır.

- Kablosuz Telefonlar: 1880 MHz - 1900 MHz
- Kamusal Amaçlı Telsizler: 45 - 500 MHz
- Bluetooth: 2450 MHz
- W-LAN: 2400 MHz - 2500 MHz
- Mikrodalga Fırınlara: 2450 MHz

Ölçüm Çalışmasında Kullanılan Cihazın Özellikleri

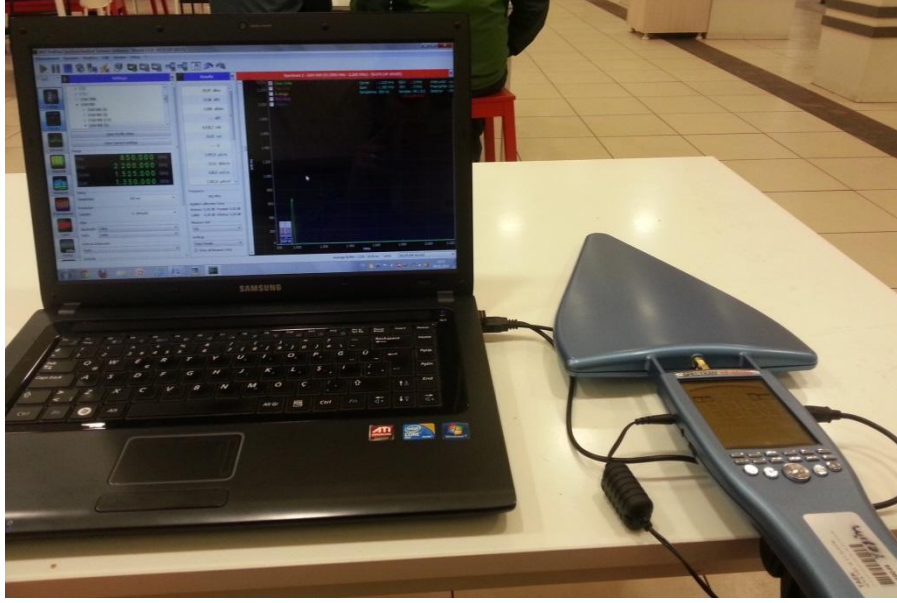
Ölçümler 1MHz ile 9.4GHz frekans aralığında yüksek frekanslı EMA'ların güvenlik analizlerini ve çevresel ölçümlerini yapmaya yarayan elde taşınarak kullanılabilen HF - 60105 Aaronia Spectran Analyzer marka el spektrum analizörü ile yapılmıştır. Cihaz EMA dalgalarının ortamda oluşturduğu toplam bileşke EA şiddetini belirleyebilmektedir. Cihaz çevredeki EMA kaynaklarını rahatlıkla bulabilecek özellikte olup maruziyet limit hesaplamasını karışık hesaplamalar yapmak yerine, yüksek performans seviyesine sahip Sayısal Sinyal İşlemcisi (Digital Signal Processor - DSP) sayesinde otomatik olarak yapmaktadır.



Şekil 10. HF - 60105 Aaronia el spektrum analizörü [38]

Şekil 10’da görülmekte olan cihaz yönlü anteni yardımıyla sadece ilgilenilen hüzmdeki EMA şiddetini belirleyebilmektedir. Cihaz yönlü anten kullanımıyla, yansıma, kırılma, kırınım ve saçılma kayıplarının neden olduğu olumsuz etkilerin önüne geçerek en doğru ölçümü belirleyebilme imkânı sunmaktadır.

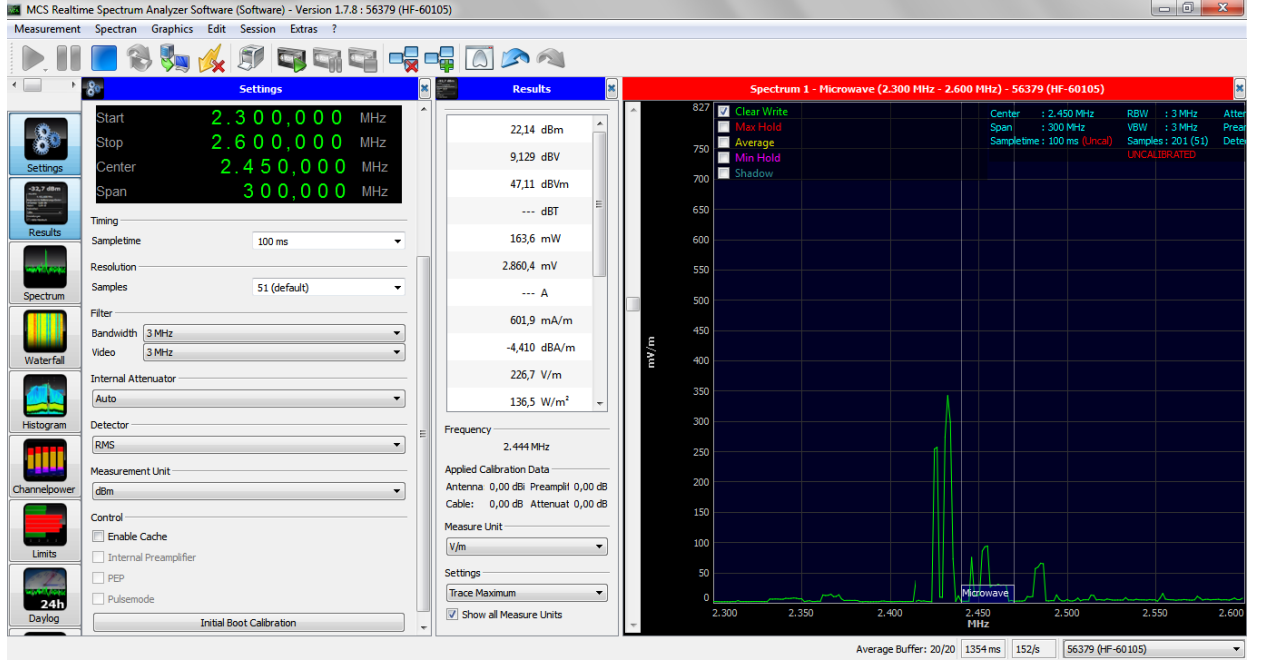
Kullanılan spektrum analizör hem kendi ekranında hem de USB bağlantısı ile bilgisayar ekranında inceleme yapılan frekans bandında nasıl bir değişim olduğunu, frekans ve zaman eksenindeki görünümünü gösterebilmektedir. Ayrıca ölçülen EMA’ları elektrik alan, manyetik alan ve güç yoğunluğu gibi birbirine dönüştürülebilir büyüklükler cinsinden görebilme imkânı sunmaktadır. Cihazın sağladığı bu özelliklerden dolayı detaylı ölçüm ve analizler yapılabilmektedir. Cihaz, USB bağlantısı sayesinde bilgisayara bağlanarak, ölçüm sonuçlarının bilgisayar ekranında da görülebilmesini sağlamaktadır. Şekil 11’de ölçüm sırasında cihaz ve bilgisayarda kullanılabilen arayüz görülmektedir.



Şekil 11. Bilgisayar destekli RF ölçüm düzeneği

Ölçüm Yöntemi

Ölçümler spektrum analizör ile kısa süreli etkileri azaltarak daha sağlıklı değerlendirmeler yapabilmek için, en az altışar dakikalık zaman süresince yapılmış olup bulunan ortalama değerler kaydedilmiştir. Ayrıca, bütün ölçümler zeminden 1,5 m yükseklikte ve gündüz vakti çalışanların ofislerinde bulunduğu zaman dilimi içerisinde yapılmıştır. Gerekliğinde, ölçümler tekrarlanarak bulunan sonuçlar kontrol edilmiş ve doğrulanmıştır.



Şekil 12. Spektrum analizör yazılımı ile belirli frekans aralığında ölçüm

Ofis ortamlarında kullanılan cihazların çalışma frekanslarına göre uygun ölçüm aralıkları belirlenerek bunlara ait EMA değerleri ölçülmüştür. Bulunan EMA parametrelerinden karşılaştırma için EA değeri tercih edilmiş ve bu değerden bahsedilmiştir. Maruziyet sınır değerlerine uygunluk açısından diğer parametrelerin de EA ile tamamiyle paralel bir davranış göstermesinden ötürü ayrıca bu parametrelerden bahsedilmemiştir. Şekil 12’de örnek bir ölçümün değerleri bilgisayar arayüzü aracılığıyla çeşitli ölçüm birimleri cinsinden verilmektedir. Ayrıca ölçüm değerinin frekansa bağlı EA grafiği ve hangi aralıkta ölçüm yapıldığı da rahatlıkla görülebilmektedir.

Ölçüm sonuçlarının zamana bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Örneğin kablosuz modemler veri aktarımına bağlı olarak, farklı miktarlarda EMA yaymaktadır. Ancak bulunan maksimum değerler aynı ölçüm yöntemi ile elde edildiğinden karşılaştırma açısından uygundur. Burada belirtilmiş olan değerler genel anlamda bir fikir vermektedir.

EMA Ölçüm İşlemleri

Ankara’da iki kamu kurumu, bir özel şirket, bir üniversite ve bir de hastane olmak üzere beş farklı işyerinde ölçüm yapılmıştır.

Bu kurumlarda yapılan EMA ölçümleri Tablo 6’da verilmiştir. Bu tabloda her bir kurum için birtakım cihazların sebep oldukları EA değerlerine yer verilmiştir. Sahip oldukları cihazlara göre bazı kurumlarda daha fazla cihazın EMA ölçümü yapılabilmektedir.

Tablo 6. İşyerlerinde cihazlara bağlı en yüksek EA değerleri

Ölçüm Yeri	Ölçülen Cihaz	Frekans Aralığı (MHz)		Elektrik Alanı (mV/m)
		Minimum	Maksimum	
A Kurumu	Telsiz	400	500	59670,00
	Cep Telefonu	850	2200	2548,90
	Kablosuz Modem	2300	2600	174,30
	Mikrodalga Fırın (min.’da çalışırken)	2300	2600	4838,90
	Mikrodalga Fırın (maks.’da çalışırken)	2300	2600	226700,00
B Kurumu	Telsiz	400	500	767,40
	Cep Telefonu	850	2200	129,50
	Kablosuz Telefon	1880	1920	130,20
C Şirketi	Cep Telefonu	850	2600	2322,50
	Kablosuz Modem	2300	2600	30,15
	Bluetooth	2300	2600	54,16
D Üniversitesi	Cep Telefonu	850	2250	1400,90
	Kablosuz Modem	2300	2600	588,90
E Hastanesi	Kablosuz Modem	2300	2600	5,60

Tablo 8’den de görülebileceği üzere çalışma frekansları birbirinden farklı olan cihazların farklı frekans aralıklarında ölçülen en yüksek EA değerleri görülmektedir.

İşyerlerindeki Cihazlara Bağlı EMA Değerleri

Bu bölümde ofislerde bugünün teknolojisine ait olan ve yaygın olarak kullanılan belli başlı bazı cihazların sebep olduğu EMA değerlerinden bahsedilmiştir. Bu cihazların yaydığı EMA değerleri her bir cihaz için ölçülerek sonuçlar tablolar halinde sunulmuş ve karşılaştırma yapılmıştır.

Bunların bazıları günlük hayatta sıklıkla EMA'lara maruz kalınan, bazıları da sadece bir kısım çalışanların ya da toplumun belirli bir kısmının maruz kaldığı cihazlardır. Özellikle bazı cihazların sebep olduğu EMA değerleri diğerlerine göre çok daha yüksektir. Bu dikkat edilmesi gereken bir husus olup bunlara ne sıklıkla maruz kalındığı da çok önemlidir.

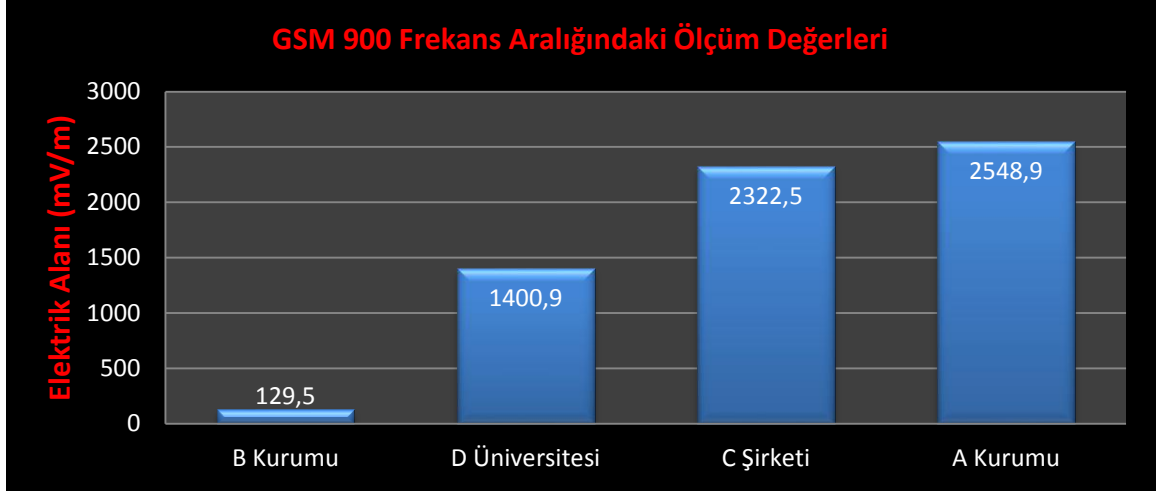
1. Cep Telefonu

Dört kurum için GSM 900 frekans aralığında ölçümler yapılmış olup sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. Bu frekanslarda bulunan en yüksek EA değerleri Tablo 7'de her bir kurum için yazılmış olup, bu değerlerin ICNIRP'nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerleri ile kıyaslanmıştır. Tablo 9'a bakıldığında EA'ların sınır değerlerin çok altında kaldığı görülmektedir. Bu limit değerleri 6 dakikalık maruziyet için geçerlidir.

Tablo 7. İşyerlerinde GSM 900 bandında en yüksek EA değerleri

Ölçüm Yeri	Cep Telefonu			
	Frekans (MHz)	Elektrik Alanı (mV/m)	ICNRP'ye göre mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)	ICNRP'ye göre genel elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)
A Kurumu	985	2548,9	94154	43154
B Kurumu	982	129,5	94011	43088
C Şirketi	985	2322,5	94154	43154
D Üniversitesi	983,5	1400,9	94082	43121

Şekil 13'te dört işyerinin GSM 900 frekans aralığındaki EA değerleri görülmektedir. Buna göre en yüksek değer A Kurumu'nda ölçülmüş (2548,9 mV/m), ikinci en yüksek değer de C Şirketi'nde ölçülmüştür (2322,5 mV/m). En düşük değer ise B Kurumu'nda ölçülmüş olup 129,5 mV/m'dir.



Şekil 13. GSM 900 frekans aralığındaki ölçüm sonuçları

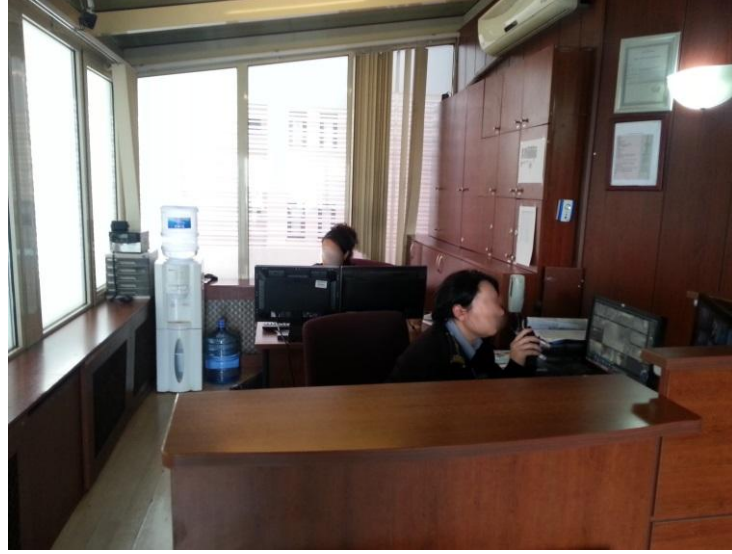
2. Telsiz

Sadece A ve B Kurumu için telsiz çalışma frekansında (400 - 500 MHz aralığı) ölçümler yapılabilmiş olup sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. Bu frekanslarda bulunan en yüksek EA değerleri aşağıdaki Tablo 8’de her bir kurum için verilmiş olup, bu değerlerin ICNIRP’nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerleri ile kıyaslanmıştır.

Tablo 8. İşyerlerinde telsizlere bağlı en yüksek EA değerleri

Ölçüm Yeri	Telsiz			
	Frekans (MHz)	Elektrik alanı (mV/m)	ICNRP'ye göre mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)	ICNRP'ye göre genel elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)
A Kurumu	457	59670,0	64133	29394
B Kurumu	463	767,4	64552	29586

Tablo 8’e bakıldığı zaman, A Kurumu’nda ölçülmüş olan EA değerinin B Kurumu’ndakinden bir hayli yüksek olduğu görülmektedir (59,67 V/m). Şekil 14’te B Kurumu’nun güvenlik amirliği görülmektedir. Telsiz kullanımı mesleki elektrik alan maruziyeti sınıfına girmekte olduğundan mesleki sınır değerinin biraz altında bir değerde, genel halkın maruz kaldığı sınır değerlerin ise çok üstündedir (29,394 V/m).



Şekil 14. B Kurumu güvenlik amirliği

3. Kablosuz Telefon

Kablosuz telefona ait EMA ölçümü yalnızca B kurumunda yapılabilmektedir. 1880 - 1920 MHz frekansları arasında ölçümler yapılmış olup sonuç aşağıda belirtilmiştir. Bu frekanslarda bulunan en yüksek EA değerleri aşağıdaki Tablo 9’da verilmiş olup, bu değer ICNIRP’nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerleri ile kıyaslanmıştır.

Tablo 9. İşyerlerinde kablosuz telefonlara bağlı en yüksek EA değerleri

Ölçüm Yeri	Kablosuz Telefon			
	Frekans (MHz)	Elektrik alanı (mV/m)	ICNRP'ye göre mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)	ICNRP'ye göre genel elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)
B Kurumu	1881,554	130,2	130131	59643

Tablo.9’a bakıldığında B Kurumu’nda ölçülmüş olan kablosuz telefona bağlı EA değeri 130,2 mV/m olarak gözükmektedir. Bu değer sınır değerlerin çok altında kalmaktadır.

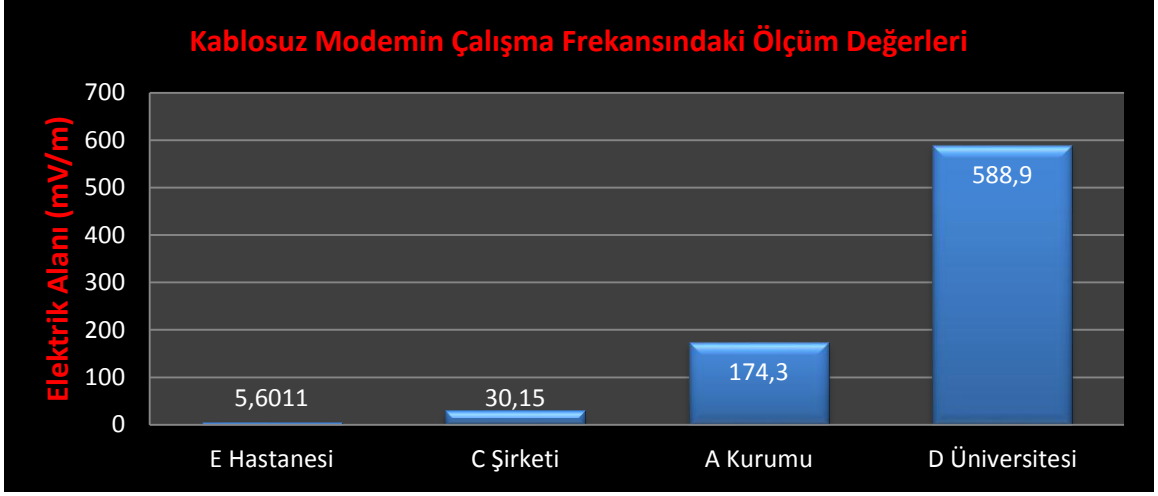
4. Kablosuz Modem

Dört farklı işyerinin ofisinde kablosuz modem kaynaklı EMA ölçümü yapılmış olup sonuçlar aşağıda belirtilmiştir. Kablosuz modemin çalıştığı frekans aralığına uygun olarak ölçüm frekansı 2300 - 2600 MHz olarak seçilmiştir. Bu frekanslarda bulunan en yüksek EA değerleri Tablo 10'da her bir kurum için verilmiş olup, bu değerlerin ICNIRP'nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerleri ile kıyaslanmıştır.

Tablo 10. İşyerlerinde kablosuz modemlere bağlı en yüksek EA değerleri

Ölçüm Yeri	Kablosuz Modem			
	Frekans (MHz)	Elektrik alanı (mV/m)	ICNRP'ye göre mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)	ICNRP'ye göre genel elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)
A Kurumu	2414,0	174,30	147397	67557
C Şirketi	2435,0	30,15	148037	67850
D Üniversitesi	2474,0	588,90	149218	68392
E Hastanesi	2454,5	5,60	148629	68122

Tablo 10'de en yüksek EA değeri büyük farkla D Üniversitesi'nde ölçülmüştür (588,9 mV/m). İkinci yüksek değer de A Kurumu'nda ölçülmüştür (174 mV/m). En düşük değer ise E Hastanesi'nde ölçülmüş olup 5,60 mV/m değerindedir. Ölçülen değerlerin hepsi sınır değerlerin bir hayli altında kalmaktadır. Şekil 15'te dört işyerinin kablosuz modemin çalışma frekansındaki EA değerleri görülmektedir.



Şekil 15. Kablosuz modem çalışma frekansındaki ölçüm sonuçları

Modem kaynaklı EM maruziyetini modemi kullanıcının olabildiğince uzağına konumlandırarak azaltmak mümkündür. Örneğin Şekil 16’da görülmekte olan A Kurumu’nda kablosuz modem çalışanın çok yakınında konumlandırılmıştır. Bu durum EMA maruziyeti açısından riskli olmaktadır.



Şekil 16. A Kurumu’ndaki modem konumu

Şekil 17’de B Kurumu’ndaki bir çalışma ofisi görülmektedir. Burada kablosuz modem ofiste çalışma ortamına uzak bir köşede ve tavana yakın bir noktada konumlandırılmış durumdadır. Ayrıca görülen masada sürekli olarak oturup çalışan bir eleman

bulunmamaktadır. Bu uygulama A Kurumu'ndakinden daha doğru bir uygulama olarak gözükmektedir.



Şekil 17. B Kurumu'ndaki modemin konumu

5. Bluetooth

Bluetooth kaynaklı EMA ölçümü yalnızca C Şirketi'nde yapılabilmektedir. 2300 - 2600 MHz frekansları arasında ölçümler yapılmış olup sonuç aşağıda belirtilmiştir. Bu frekanslarda bulunan en yüksek EA değerleri Tablo 11'de verilmiş olup, bu değer ICNIRP'nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerleri ile kıyaslanmıştır.

Tablo 11. C Şirketi'nde bluetooth kulaklığa bağlı en yüksek EA değeri

Ölçüm Yeri	Bluetooth			
	Frekans (MHz)	Elektrik alanı (mV/m)	ICNRP'ye göre mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)	ICNRP'ye göre genel elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)
C Şirketi	2466	54,16	137000	61000

Tablo 11'e bakıldığında C Şirketi'nde ölçülmüş olan bluetooth kulaklıktan kaynaklı EA değeri 54,16 mV/m olarak gözükmektedir. Bu değer sınır değerlerin çok altında kalmaktadır.

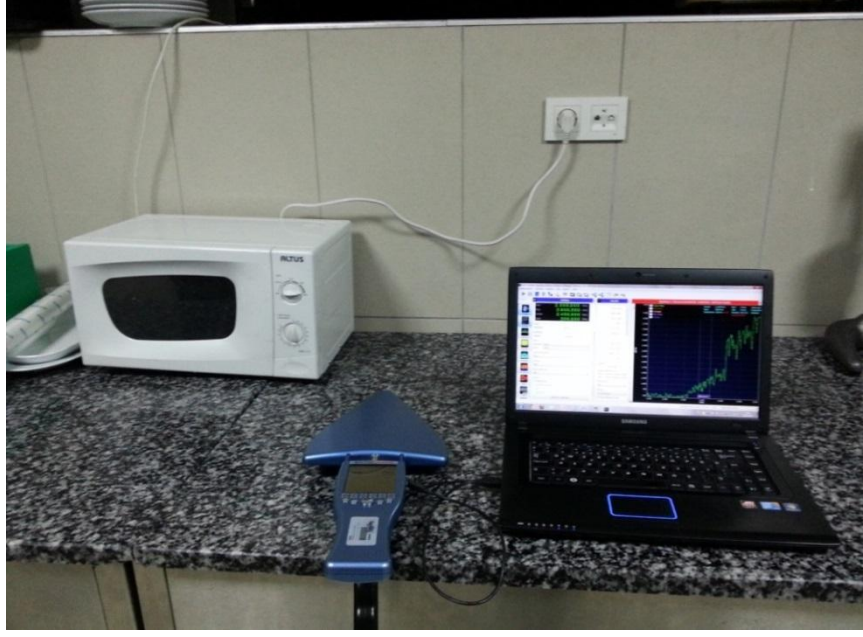
6. Mikrodalga Fırın

Mikrodalga fırının yaymış olduğu EMA'nın ölçümü yalnızca A Kurumu'nda yapılabilmektedir. 2300 - 2600 MHz frekansları arasında ölçümler yapılmış olup sonuç aşağıda belirtilmiştir. Bu frekanslarda bulunan en yüksek EA değerleri Tablo 12'de verilmiş olup bu değer ICNIRP'nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerleri ile kıyaslanmıştır.

Tablo 12. A Kurumu'nda mikrodalga fırına bağlı en yüksek EA değerleri

Ölçüm Yeri	Mikrodalga Fırın					
	Frekans (MHz)		Minimumda çalışırken elektrik alanı (mV/m)	Maksimumda çalışırken elektrik alanı (mV/m)	ICNRP'ye göre mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)	ICNRP'ye göre genel elektrik alanına maruz kalma limiti (mV/m)
	min.	maks.				
A Kurumu	2447	2444	4838,9	226700	137000	61000

Tablo 12'den de görülebileceği üzere A Kurumu'nda aynı cihaz için iki farklı ölçüm yapılmıştır. Bunlardan biri cihaz minimum modunda çalışırken, diğeri ise maksimum modunda çalışırken gerçekleştirilmiştir. Minimum modunda ölçülmüş olan EA değeri sınır değerlerin çok altında yer almaktadır (4838,9 mV/m). Fakat maksimum modunda ölçülmüş olan EA değeri ise çok yüksek seviyede ölçülmüştür (226,7 V/m). Bu değer mesleki EMA maruziyeti limitinin 1,5 - 2 katına yakın bir değerdir.



Şekil 18. Mikrodalga fırın kaynaklı EMA ölçümü

Şekil 18’de yüksek EMA kaynağı olan mikrodalga fırın ve EMA ölçümünde kullanılan spektrum analizör görülmektedir.

OFİS ÇALIŞANLARINA UYGULANAN ANKET SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ

Altı farklı işyerinde gerçekleştirilmiş olan anketlerin sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıda verilen üç ana başlık altında gerçekleştirilmiştir:

1. Kişisel ve mesleki özellikler,
2. EMA’ların neden olabileceği sağlık etkileri,
3. EMA farkındalık ve kaygı düzeyi

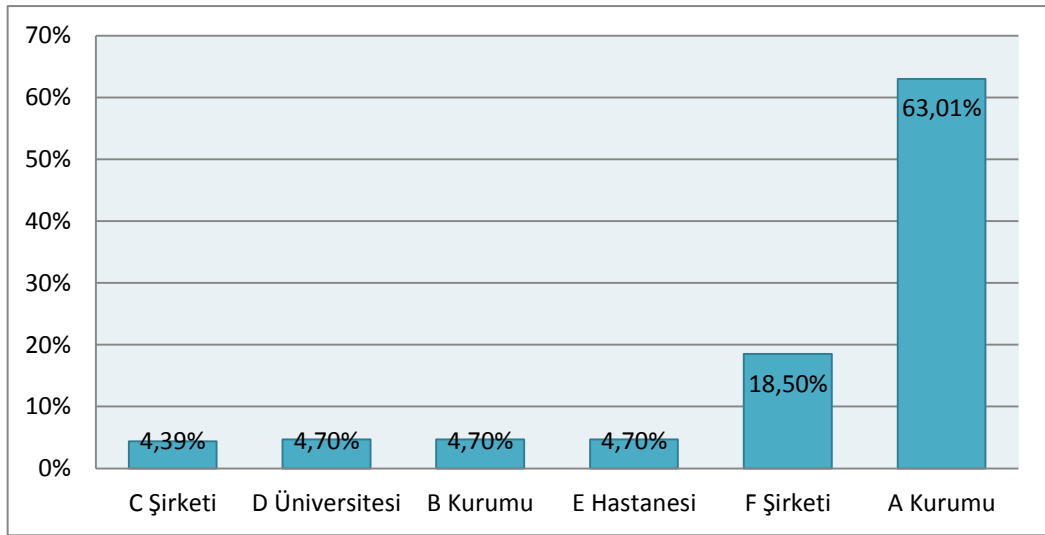
Anket çalışması kapsamındaki işyerlerinde, çalışanların kişisel ve mesleki özelliklerinin incelenmesi amacıyla frekans dağılımları tablolar ve çubuk diyagramlar aracılığıyla gösterilmiştir.

Çalışanların EMA kaynaklı olabilecek tanısı konmuş hastalık ve şikâyetleri ile ilgili özellikleri, EMA’lara yönelik farkındalık ve kaygı düzeylerinin belirlenmesi SPSS

programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunlara yönelik karşılaştırma yapılabilmesi ve istatistiksel anlamlarının belirlenmesi amacıyla Ki-kare testi uygulanarak çizelge ve grafikler oluşturulmuştur. Daha sonra aralarındaki ilişkinin anlamlı ya da anlamlı olmadığı değerlendirilmiştir.

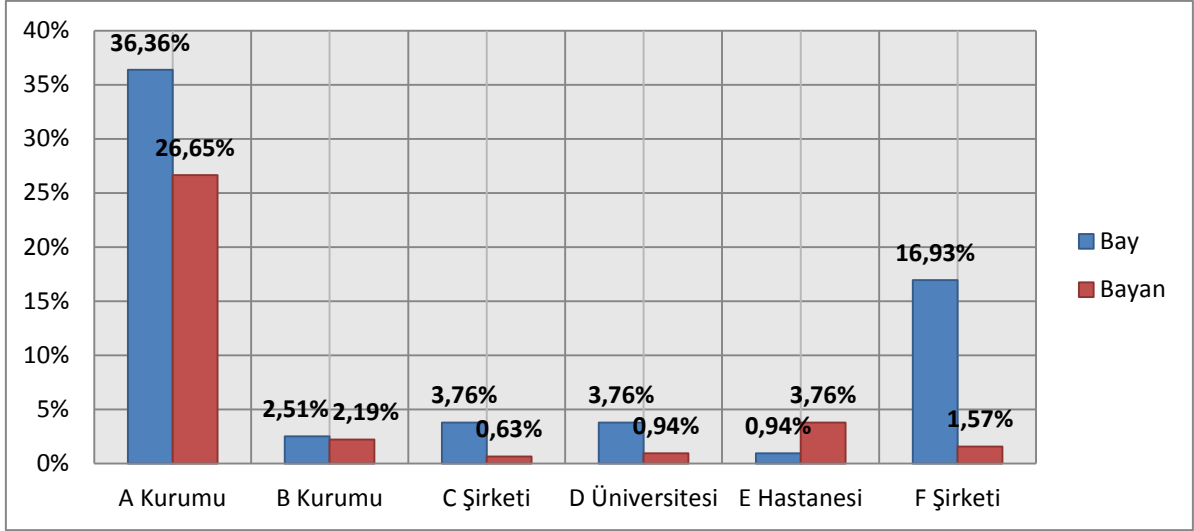
Katılımcıların Kişisel ve Mesleki Özellikleri

Şekil 19'a göre, katılımcıların %63'ünü A Kurumu'nda çalışan 201 kişi, %4,7'sini B Kurumu'nda çalışan 15 kişi oluştururken, diğer işyerlerindeki katılımcıların sayıları daha azdır.



Şekil 19. Katılımcıların işyerlerine göre yüzdesel dağılımı

Şekil 20'de anket çalışmasına katılan işyerlerindeki kadın-erkek dağılımı görülmektedir. Genel olarak işyerlerindeki erkek katılımcı oranlarının kadınlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. E Hastanesi'nde ise bu durumun tersi söz konusu olup, katılımcıların %80'i kadınlardan oluşmaktadır.



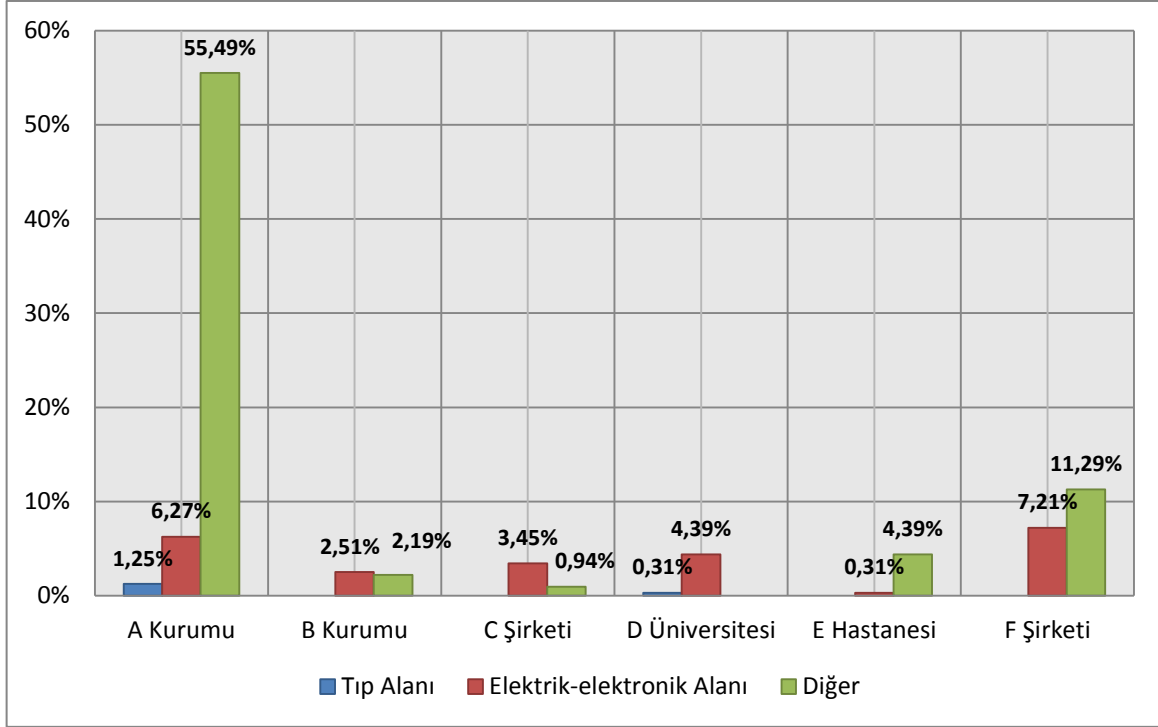
Şekil 20. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının cinsiyetlerinin yüzdesel dağılımları

Tablo 13'te katılımcıların yaş dağılımları incelendiğinde, %57'sinin 25 - 35 yaş arasında olduğu ve sadece %2,5'unun 25 yaşın altında olduğu gözlenmiştir.

Tablo 13. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının yaş dağılımları

İŞYERLERİ	YAŞ GRUPLARI				Toplam
	25'ten küçük	25-35	36-45	45'ten büyük	
A Kurumu	5 62,5%	119 65,7%	37 52,1%	40 67,8%	201 63,0%
B Kurumu	0 0,0%	6 3,3%	5 7,0%	4 6,8%	15 4,7%
C Şirketi	0 0,0%	2 1,1%	6 8,5%	6 10,2%	14 4,4%
D Üniversitesi	0 0,0%	9 5,0%	3 4,2%	3 5,1%	15 4,7%
E Hastanesi	1 12,5%	5 2,8%	8 11,3%	1 1,7%	15 4,7%
F Şirketi	2 25,0%	40 22,1%	12 16,9%	5 8,5%	59 18,5%
Toplam	8 100,0%	181 100,0%	71 100,0%	59 100,0%	319 100,0%

Ele alınacak meslek grupları tıp alanı, elektrik-elektronik alanı ve diğer çalışma alanları olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Katılımcılardan %1,6'sı tıp alanında, %24,1'i elektrik-elektronik alanında, %74,3'ü ise diğer meslek alanında bulunmaktadır. Şekil 21'de ofis çalışanlarının mesleklere bağlı yüzdelik dağılımları görülmektedir.



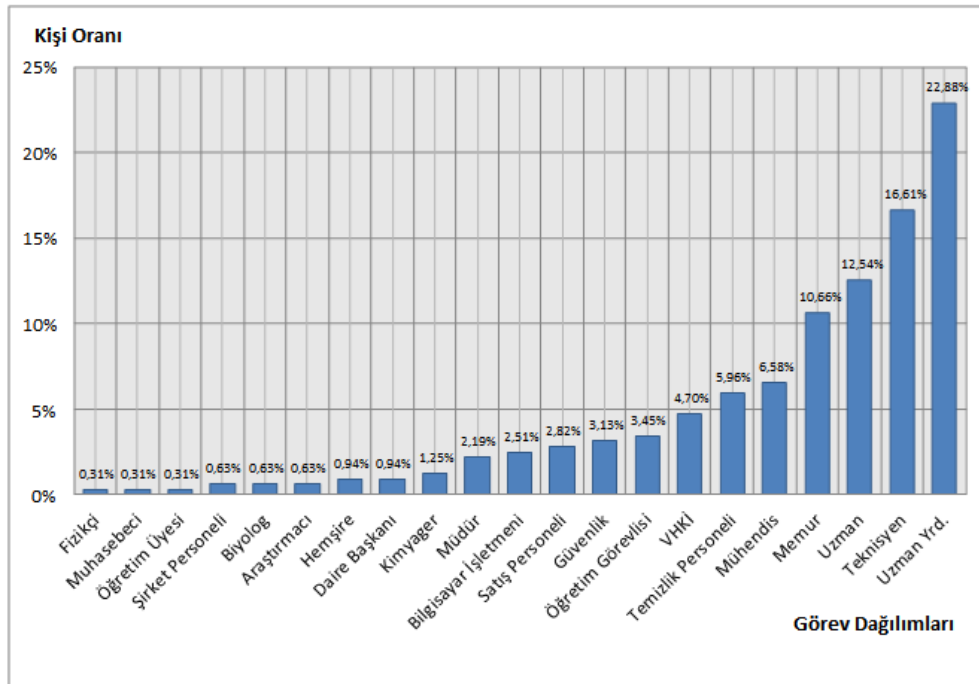
Şekil 21. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının mesleklerinin yüzdesel dağılımları

İşyerlerindeki çalışanların eğitim seviyesi dağılımları Tablo 14'te görüldüğü gibidir. Katılımcıların %41'i lisans düzeyinde olup sadece %1,25'i ilkokul mezunu ya da doktora mezunudur.

Tablo 14. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının eğitim seviyesi dağılımları

İŞYERLERİ	EĞİTİM SEVİYELERİ							Toplam
	İlkokul	Ortaokul	Lise	Önlisans	Lisans	Yüksek Lisans	Doktora ve Üstü	
A Kurumu	4 100,0%	6 66,7%	22 37,9%	22 48,9%	105 80,2%	40 58,8%	2 50,0%	201 63,0%
B Kurumu	0 0,0%	0 0,0%	6 10,3%	1 2,2%	8 6,1%	0 0,0%	0 0,0%	15 4,7%
C Şirketi	0 0,0%	0 0,0%	1 1,7%	1 2,2%	4 3,1%	7 10,3%	1 25,0%	14 4,4%
D Üniversitesi	0 0,0%	2 22,2%	1 1,7%	0 0,0%	3 2,3%	8 11,8%	1 25,0%	15 4,7%
E Hastanesi	0 0,0%	1 11,1%	8 13,8%	3 6,7%	2 1,5%	1 1,5%	0 0,0%	15 4,7%
F Şirketi	0 0,0%	0 0,0%	20 34,5%	18 40,0%	9 6,9%	12 17,6%	0 0,0%	59 18,5%
Toplam	4 100,0%	9 100,0%	58 100,0%	45 100,0%	131 100,0%	68 100,0%	4 100,0%	319 100,0%

Şekil 22’de işyerlerindeki katılımcıların genel olarak görev dağılımları görülmektedir. Uzman yardımcısı ve teknisyenlerin ankete katılımlarının diğer çalışanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 22. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının görev dağılımlarının yüzdesi

Tablo 15’te araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının işyerlerindeki çalışma süreleri görülmektedir.

Tablo 15. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının birimlerinde çalıştıkları sürelerin dağılımları

İŞYERLERİ	BİRİMDE ÇALIŞMA SÜRELERİ					Toplam
	0-5 yıl	6-10 yıl	11-15 yıl	16-20 yıl	20 yıl üzeri	
A Kurumu	64 70,3%	64 75,3%	31 44,3%	24 57,1%	18 58,1%	201 63,0%
B Kurumu	3 3,3%	3 3,5%	5 7,1%	1 2,4%	3 9,7%	15 4,7%
C Şirketi	0 0,0%	2 2,4%	8 11,4%	3 7,1%	1 3,2%	14 4,4%
D Üniversitesi	8 8,8%	1 1,2%	4 5,7%	1 2,4%	1 3,2%	15 4,7%
E Hastanesi	5 5,5%	3 3,5%	5 7,1%	1 2,4%	1 3,2%	15 4,7%
F Şirketi	11 12,1%	12 14,1%	17 24,3%	12 28,6%	7 22,6%	59 18,5%
Toplam	91 100,0%	85 100,0%	70 100,0%	42 100,0%	31 100,0%	319 100,0%

EMA’ların Neden Olabileceği Sağlık Etkileri

Ankette yer alan ve aralarında anlamlı fark olup olmadığı incelenecek olan hastalık ve şikâyetler aşağıda sıralanmaktadır.

- Çeşitli hastalıklar (şeker hastalığı, tansiyon hastalığı, kalp hastalığı, böbrek hastalığı, akciğer hastalığı, karaciğer hastalığı, kanser hastalığı, iyi veya kötü huylu kistlerin görülmesi, alerjik hastalıklar, migren, kısırlık problemi, romatizmal hastalık, kan hastalığı)
- Çeşitli şikâyetler (göz ile ilgili şikâyet, KBB (kulak-burun-boğaz) hastalığı ile ilgili şikâyet, baş ağrısı, halsizlik-yorgunluk, ruhsal sıkıntı ve sorun, uyku bozukluğu, unutkanlık, deride döküntü, iştme kusuru, mide ile ilgili şikâyet, kalp çarpıntısı, nefes darlığı, kas iskelet sistemi ile ilgili şikâyet)

- Kadın çalışanların üreme sağlığındaki olumsuzluklar (adet düzensizliği, ölü doğum, istemsiz düşük, özürlü doğum yapma)

Bu çalışmada anket uygulaması sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesi yapılmıştır. İncelenen hastalık ve şikâyetlerin her biri için, bulunan sonuçlar üzerinde Ki-kare testi uygulanarak, farklı işyerlerinde bulunma oranının nasıl bir değişim gösterdiği, farklı işyerlerindeki katılımcı grupları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı analiz edilmiştir.

Şeker Hastalığı

A Kurumu'nda çalışanların %2'sinde, C Şirketi'nde çalışanların % 7,1'inde, D Üniversitesi'nde çalışanların %6,7'sinde, E Hastanesi'nde çalışanların %6,7'sinde ve F Şirketi'nde çalışanların %1,7'sinde şeker hastalığı görülmektedir. Tablo 16'dan da görülebileceği gibi B Kurumu'nda ise şeker hastalığı olan bir çalışan bulunmamaktadır. Tablo 17'de görüldüğü gibi Ki-kare testi sonucunda $p > 0,05$ ($p = 0,533$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında şeker hastalığı bulunması yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 16. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde şeker hastalığının görülme durumu

ŞEKER HASTALIĞI	İŞYERLERİ						Toplam
	A Kurumu	B Kurumu	C Şirketi	D Üniversitesi	E Hastanesi	F Şirketi	
Hayır	197	15	13	14	14	58	311
Evet	4	0	1	1	1	1	8
Toplam	201	15	14	15	15	59	319

Tablo 17. Ki-kare test sonucu

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4,118 ^a	5	,533
Likelihood Ratio	3,475	5	,627
Linear-by-Linear Association	,261	1	,610
N of Valid Cases	319		

Tansiyon Hastalığı

A Kurumu'nda çalışanların %11,4'ünde, B Kurumu'nda ve D Üniversitesi'nde çalışanların %13,3'ünde, C Şirketi'nde çalışanların % 7,1'inde, F Şirketi'nde çalışanların %5,1'inde tansiyon hastalığı görülmektedir. E Hastanesi'nde ise tansiyon hastalığı olan bir çalışan bulunmamaktadır. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,508$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında tansiyon hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Kalp Hastalığı

A Kurumu'nda çalışanların %2,5'inde, D Üniversitesi'nde çalışanların %6,7'sinde görülmektedir. B Kurumu'nda, C Şirketi'nde, E Hastanesi ve F Şirketi'nde ise kalp hastalığı olan bir çalışan bulunmamaktadır. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,516$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kalp hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Böbrek Hastalığı

A Kurumu'nda çalışanların %3,5'inde, B Kurumu'nda çalışanların %13,3'ünde, C Şirketi'nde çalışanların % 7,1'inde, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde çalışanların %6,7'sinde böbrek hastalığı görülmektedir. F Şirketi'nde ise böbrek hastalığı olan bir çalışan bulunmamaktadır. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,200$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında böbrek hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Akciğer Hastalığı

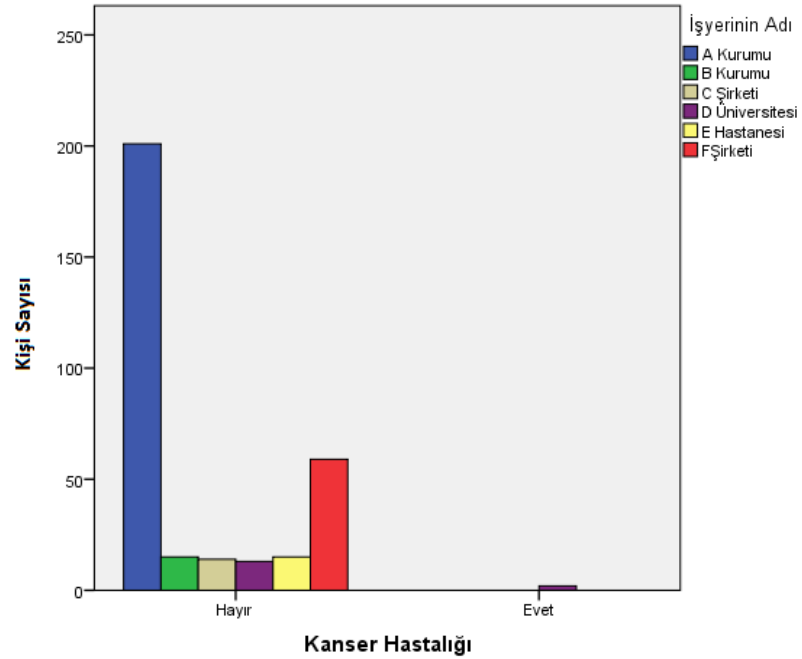
A Kurumu'nda çalışanların %1,5'inde, F Şirketi'nde çalışanların %1,7'sinde akciğer hastalığı görülmektedir. B Kurumu'nda, C Şirketi'nde, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde ise akciğer hastalığı olan bir çalışan bulunmamaktadır. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,200$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında akciğer hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Karaciğer Hastalığı

Sadece A Kurumu'nda çalışanların %2'sinde karaciğer hastalığı görülmektedir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,795$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında karaciğer hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Kanser Hastalığı

Şekil 23'te görüldüğü üzere, çalışmaya katılan işyerlerinden sadece D Üniversitesi'nde çalışanların %2'sinde kanser hastalığı görülmektedir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p<0,05$ ($p=0$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kanser hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 23. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde kanser hastalığı tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı

İyi veya Kötü Huylu Kistler

A Kurumu'nda çalışanların %7,5'inde, B Kurumu'nda çalışanların %13,3'ünde, C Şirketi'nde çalışanların % 14,3'ünde, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde çalışanların

%6,7'sinde, F Şirketi'nde çalışanların ise %3,4'ünde kist görüldüğü tespit edilmiştir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,668$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kist görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Alerjik Hastalıklar

A Kurumu'nda çalışanların %13,4'ünde, B Kurumu'nda, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde, C Şirketi'nde çalışanların % 21,4'ünde, F Şirketi'nde çalışanların ise %11,9'unda alerjik hastalıklar görülmektedir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,971$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında alerjik hastalık görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Migren

A Kurumu'nda çalışanların %7,5'inde, B Kurumu'nda çalışanların %6,7'sinde, C Şirketi'nde çalışanların %7,1'inde, D Üniversitesi'nde çalışanların %26,7'sinde, E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %3,4'ünde migren görülmektedir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,085$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında migren görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Kısırlık Problemi

Sadece A Kurumu'nda çalışanların %1'inde kısırlık problemi görülmektedir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,947$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kısırlık problemi görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Romatizmal Hastalıklar

A Kurumu'nda çalışanların %10,4'ünde, B Kurumu'nda çalışanların %26,7'sinde, D Üniversitesi'nde çalışanların %6,7'sinde, E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde ve F

Şirketi'nde çalışanların ise %5,1'inde romatizmal hastalıklar görülmektedir. C Şirketi'nin katılımcılarında ise romatizmal hastalığa rastlanmamıştır. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,137$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında romatizmal hastalık görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Kan Hastalığı

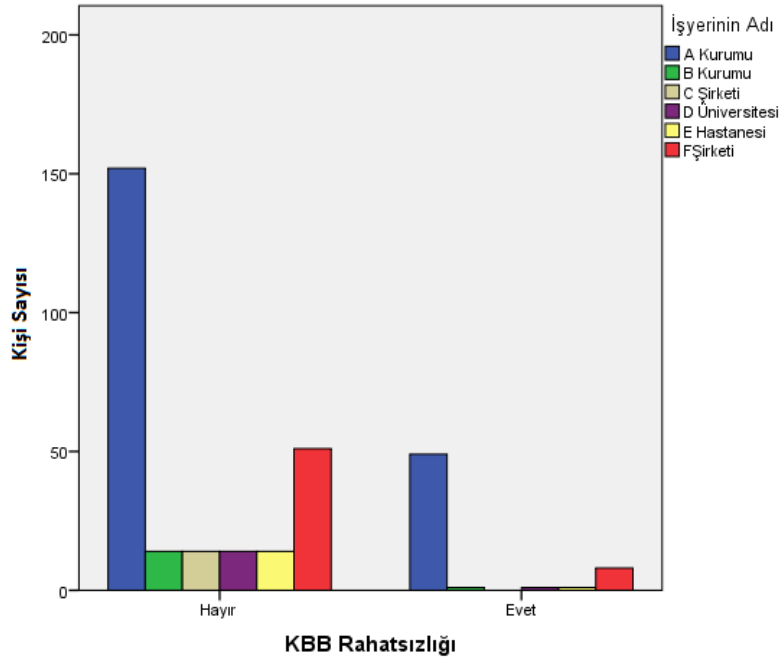
Sadece A Kurumu'nda çalışanların %7,5'inde ve F Şirketi'nde çalışanların %3,4'ünde kan hastalığı görülmektedir. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,350$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kan hastalığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Göz Rahatsızlığı

A Kurumu'nda çalışanların %45,3'ünde, B Kurumu'nda çalışanların %46,7'sinde, C Şirketi'nde çalışanların %50'sinde, D Üniversitesi'nde çalışanların %33,3'ünde, E Hastanesi'nde çalışanların %40'ında ve F Şirketi'nde çalışanların ise %40,7'sinde göz rahatsızlığı görülmektedir. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,921$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında göz rahatsızlığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

KBB Hastalıkları

Şekil 24'te görüldüğü üzere A Kurumu'nda çalışanların %24,4'ünde, B Kurumu'nda, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde çalışanların %6,7'sinde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %13,6'sında KBB hastalıkları ile ilgili şikâyet görülmektedir. C Şirketi'ndeki katılımcılarda ise KBB hastalıkları ile ilgili şikâyete rastlanmamıştır. Ki-kare testi sonucunda $p<0,05$ ($p=0$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında KBB hastalıkları ile ilgili şikâyet görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



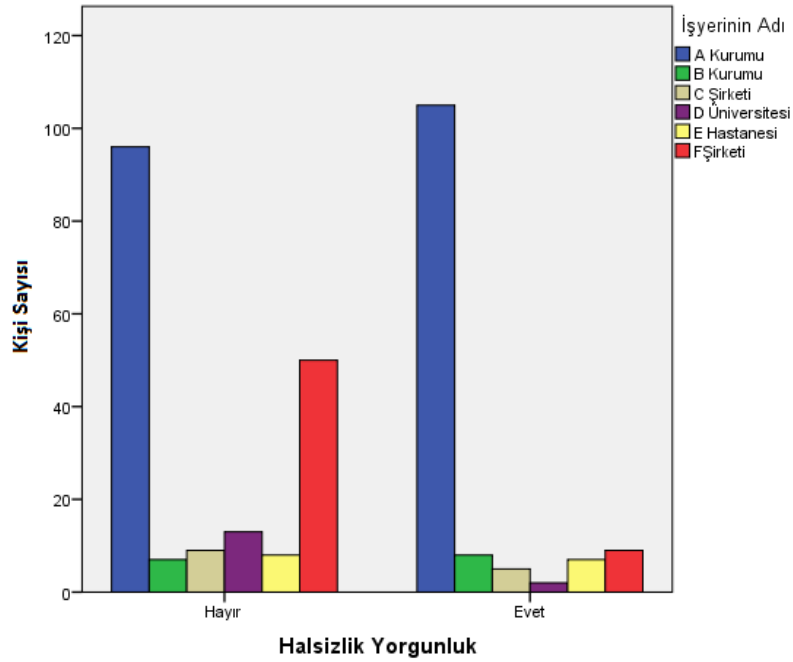
Şekil 24. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde KBB hastalıkları ile ilgili şikâyet tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı

Baş Ağrısı

A Kurumu'nda çalışanların %34,3'ünde, B Kurumu'nda çalışanların %20'sinde, C Şirketi'nde çalışanların %21,4'ünde, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde çalışanların %26,7'sinde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %22'sinde baş ağrısı görülmektedir. Ki-kare testi sonucunda $p > 0,05$ ($p = 0,425$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında baş ağrısı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Halsizlik-Yorgunluk Şikâyeti

Şekil 25'de görüldüğü üzere A Kurumu'nda çalışanların %52,2'sinde, B Kurumu'nda çalışanların %53,3'ünde, C Şirketi'nde çalışanların %35,7'sinde, D Üniversitesi'nde çalışanların %13,3'ünde, E Hastanesi'nde çalışanların %46,7'sinde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %15,3'ünde halsizlik-yorgunluk şikâyeti görülmektedir. Ki-kare testi sonucunda $p < 0,05$ ($p = 0$) olarak bulunduğundan araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında halsizlik-yorgunluk görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 25. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde halsizlik-yorgunluk şikâyeti tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı

Ruhsal Sıkıntı ve Sorun

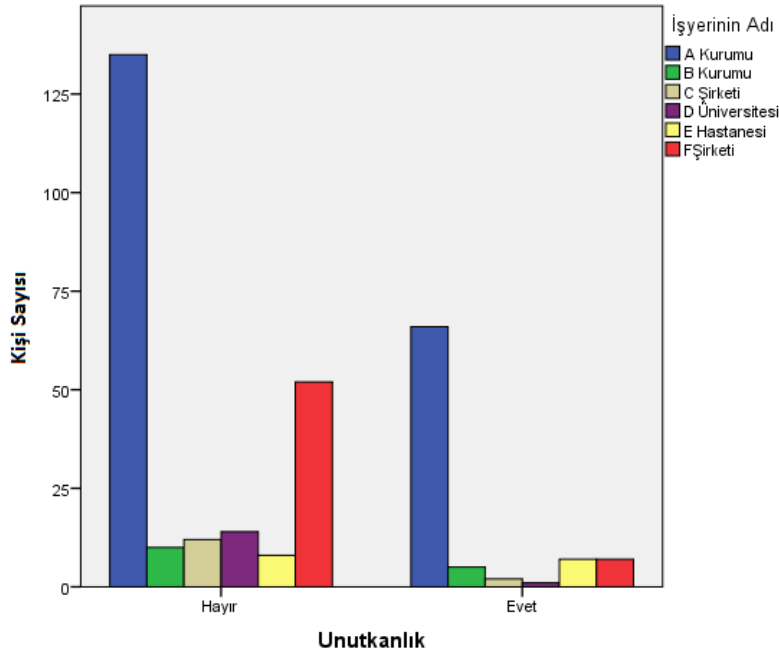
A Kurumu'nda çalışanların %14,9'unda, B Kurumu'nda, D Üniversitesi'nde ve E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde, F Şirketi'nde çalışanların ise %5,1'inde ruhsal sıkıntı ve sorun görülmektedir. C Şirketi'ndeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p > 0,05$ ($p = 0,290$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında ruhsal sıkıntı ve sorun görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Uyku Bozukluğu

A Kurumu'nda çalışanların %20,9'unda, B Kurumu'nda çalışanların %20'sinde, C Şirketi'nde çalışanların %7,1'inde, E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde, F Şirketi'nde çalışanların ise %11,9'unda uyku bozukluğu şikâyeti görülmektedir. D Üniversitesi'ndeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p > 0,05$ ($p = 0,190$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında uyku bozukluğu görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Unutkanlık

Şekil 26'dan da görüldüğü gibi A Kurumu'nda çalışanların %32,8'inde, B Kurumu'nda çalışanların %33,3'ünde, C Şirketi'nde çalışanların %14,3'ünde, D Üniversitesi'nde çalışanların %6,7'sinde, E Hastanesi'nde çalışanların %46,7'sinde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %11,9'unda unutkanlık şikâyeti görülmektedir. Ki-kare testi sonucunda $p < 0,05$ ($p = 0,004$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında unutkanlık görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 26. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde unutkanlık tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı

Deride Döküntü

A Kurumu'nda çalışanların %12,4'ünde, B Kurumu'nda ve E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde, F Şirketi'nde çalışanların ise %3,4'ünde deride döküntü şikâyeti görülmektedir. C Şirketi'nde ve D Üniversitesi'ndeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p > 0,05$ ($p = 0,159$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında deride döküntü görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

İşitme Azlığı

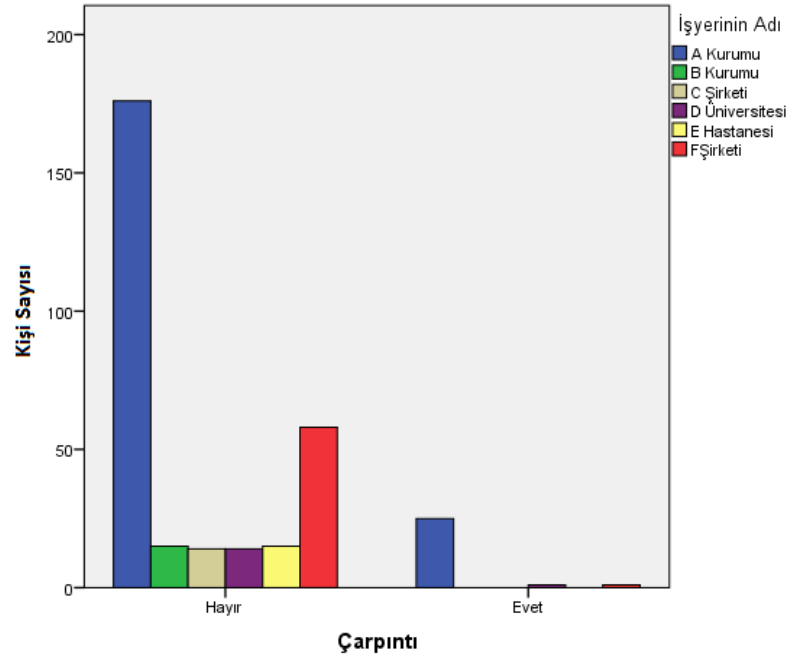
A Kurumu'nda çalışanların %14,4'ünde, B Kurumu'nda ve D Üniversitesi'nde çalışanların %6,7'sinde, C Şirketi'nde çalışanların %7,1'inde, E Hastanesi'nde çalışanların %13,3'ünde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %1,7'sinde işitme azlığı görülmektedir. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,130$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında işitme azlığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Mide ile İlgili Şikâyet

A Kurumu'nda çalışanların %24,4'ünde, B Kurumu'nda ve E Hastanesi'nde çalışanların %40'ında, C Şirketi'nde çalışanların %35,7'sinde, F Şirketi'nde çalışanların ise %23,7'sinde mide ile ilgili şikâyet görülmektedir. D Üniversitesi'ndeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,090$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında mide ile ilgili şikâyet görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Kalp Çarpıntısı

Şekil 27'de görüldüğü gibi A Kurumu'nda çalışanların %12,4'ünde, D Üniversitesi'nde çalışanların %6,7'sinde ve F Şirketi'nde çalışanların ise %1,7'sinde kalp çarpıntısı görülmektedir. Diğer işyerlerindeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p<0,05$ ($p=0,039$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kalp çarpıntısı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



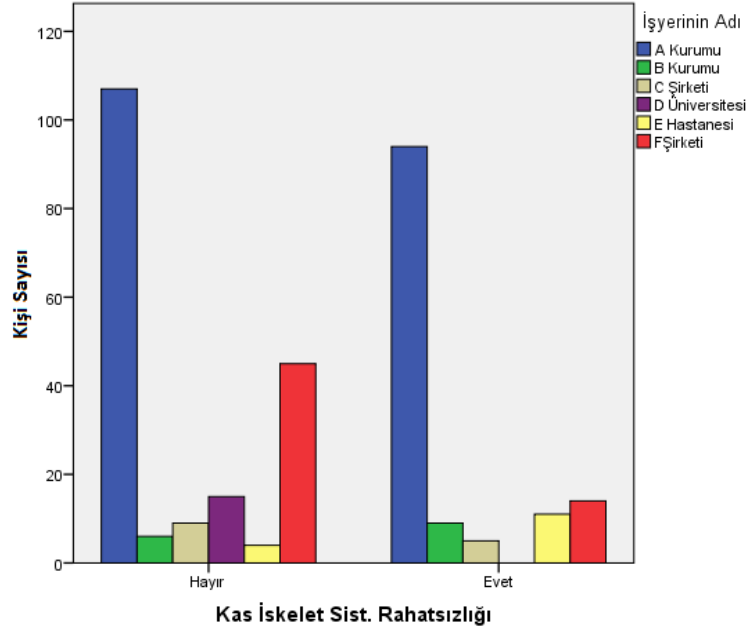
Şekil 27. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde kalp çarpıntısı tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı

Nefes Darlığı

A Kurumu'nda çalışanların %11,9'unda, B Kurumu'nda çalışanların %20'sinde, E Hastanesi'nde çalışanların %6,7'sinde, F Şirketi'nde çalışanların ise %8,5'inde nefes darlığı görülmektedir. Diğer işyerlerindeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p > 0,05$ ($p = 0,321$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında nefes darlığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı

Şekil 28'de görüldüğü üzere A Kurumu'nda çalışanların %46,8'inde, B Kurumu'nda çalışanların %60'ında, C Şirketi'nde çalışanların %35,7'sinde, E Hastanesi'nde çalışanların %73,3'ünde, F Şirketi'nde çalışanların ise %23,7'sinde kas-iskelet sistemi rahatsızlığı görülmektedir. D Üniversitesi'ndeki katılımcılarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p < 0,05$ ($p = 0$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanlar arasında kas-iskelet sistemi rahatsızlığı görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 28. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde kas iskelet sistemi rahatsızlığı tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı

EMA'ların Kadın Çalışanların Üreme Sağlığı Üzerine Etkileri

Adet Düzensizliği

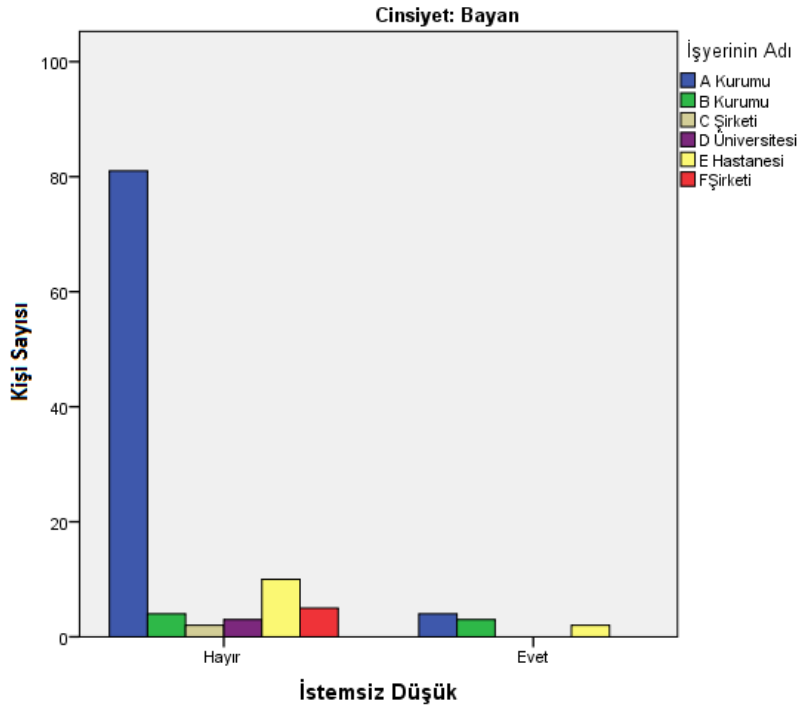
A Kurumu'nda kadın çalışanların %21,2'sinde ve E Hastanesi'nde ise kadın çalışanların %16,7'sinde adet düzensizliği görülmektedir. Diğer dört işyerindeki kadın çalışanlarda ise bu şikâyet görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,494$) olarak bulunduğu için, araştırmaya katılan işyerlerindeki kadın çalışanlar arasında adet düzensizliği görülmesi yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Ölü Doğum

A Kurumu'nda kadın çalışanların %1,2'sinde ve E Hastanesi'nde ise kadın çalışanların %8,3'ünde ölü doğum yapma görülmektedir. Diğer dört işyerindeki katılımcılarda ise bu durum görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p>0,05$ ($p=0,626$) olarak bulunduğu için, araştırmaya katılan işyerlerindeki kadın çalışanlar arasında ölü doğum yapma yönünden anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

İstemsiz Düşük

Şekil 29'da görüldüğü gibi A Kurumu'nda kadın çalışanların %4,7'sinde, B Kurumu'nda kadın çalışanların %42,9'unda ve E Hastanesi'nde ise kadın çalışanların %16,7'sinde istemsiz düşük yapma görülmüştür. Diğer üç işyerindeki katılımcılarda ise bu durum görülmemiştir. Ki-kare testi sonucunda $p < 0,05$ ($p = 0,010$) olarak bulunduğundan, araştırmaya katılan işyerlerindeki kadın çalışanlar arasında istemsiz düşük yapma yönünden anlamlı bir fark bulunduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 29. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde istemsiz düşük yapmanın görüldüğü çalışan sayılarının dağılımı

Özürlü Doğum Yapma

Çalışma kapsamındaki işyerlerinde kadın çalışanlarda özürlü doğum yapma görülmemiştir.

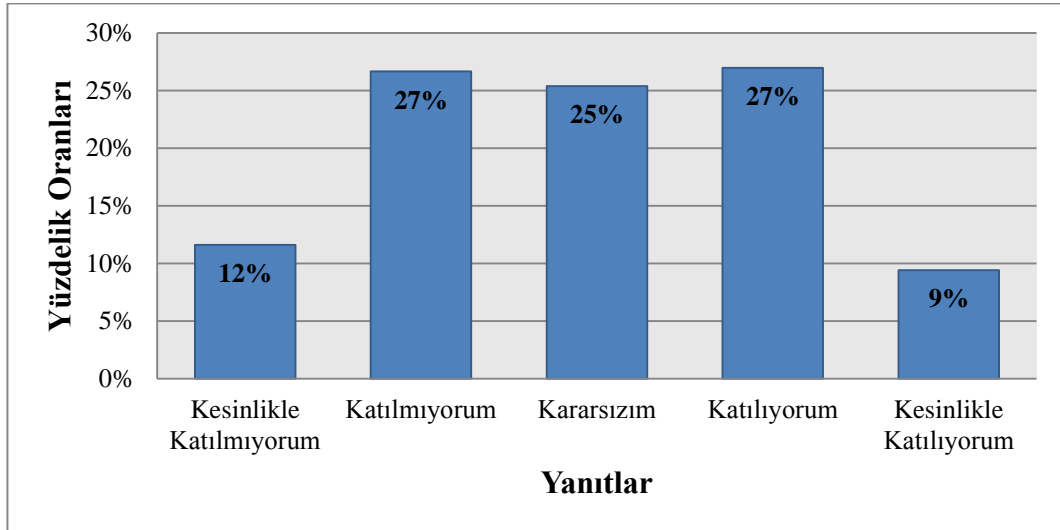
EMA'LARA YÖNELİK FARKINDALIK VE KAYGI DÜZEYİ TESPİTİ

Çalışma kapsamında altı işyerindeki katılımcılara EMA'lara yönelik bilgi, farkındalık ve kaygı düzeylerine yönelik sorular sorulmuştur. Aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır.

- EM kirlilik ile ilgili yeterince bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.
- Çalıştığım bölümde, EM radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olduğuma inanıyorum.
- Bütün elektronik cihazların radyasyon yaydığını düşünüyorum.
- Cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaydığını düşünüyorum.
- EM kirlilikten korunmak için gerekli tedbirleri alırım.
- EM radyasyonun zararları ile ilgili olarak çevremi devamlı uyarırım.
- EM radyasyon ile ilgili bilgilendirme çalışmalarına daha fazla yer verilmelidir.

EM Kirlilik ile İlgili Yeterince Bilgiye Sahip Olduğunu Düşünme

Şekil 30'da araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların EM kirlilik ile ilgili yeterince bilgi sahibi olma konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %36'sı bu düşünceye katıldığını, %39'u ise katılmadığını ve %25'i konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.

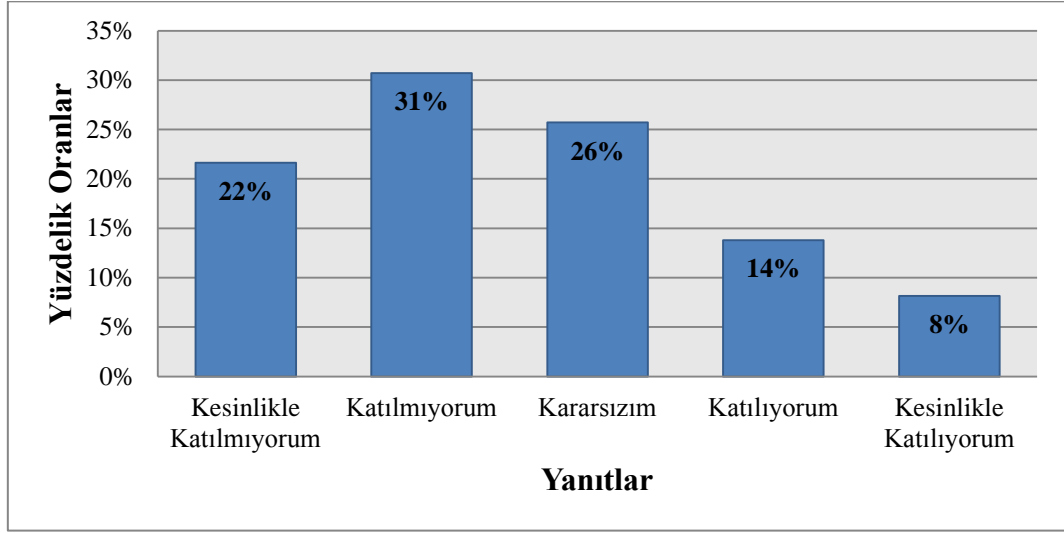


Şekil 30. EM Kirlilik ile ilgili yeterince bilgi sahibi olmayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı

EM Radyasyon Riskine Karşı Güven ve Emniyet İçinde Olma İnancı

Şekil 31'de araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların EM radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olma konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %22'si bu

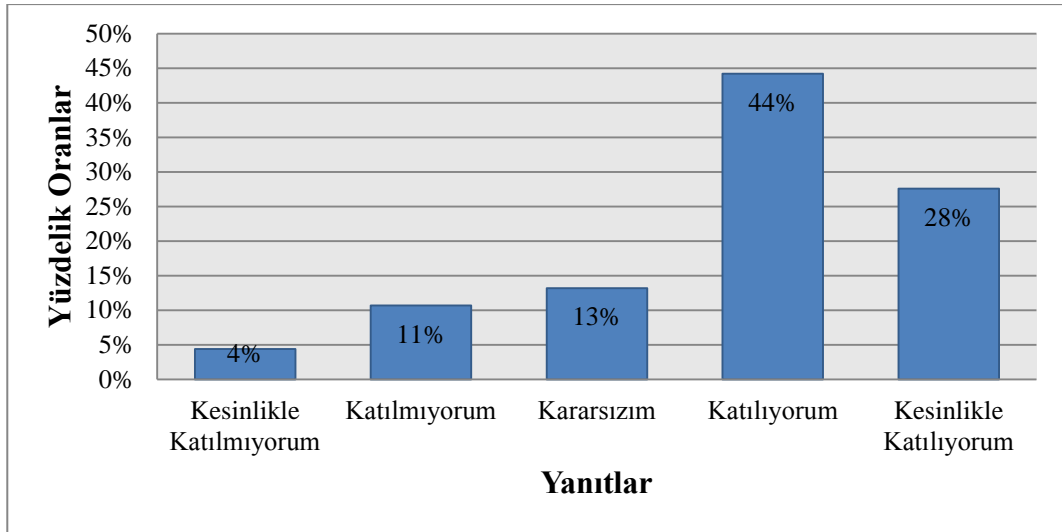
düşünceye katıldığını, %53'ü katılmadığını ve %26'sı ise konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 31. EM radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olmayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı

Bütün Elektronik Cihazların Radyasyon Yayıdığını Düşüncesi

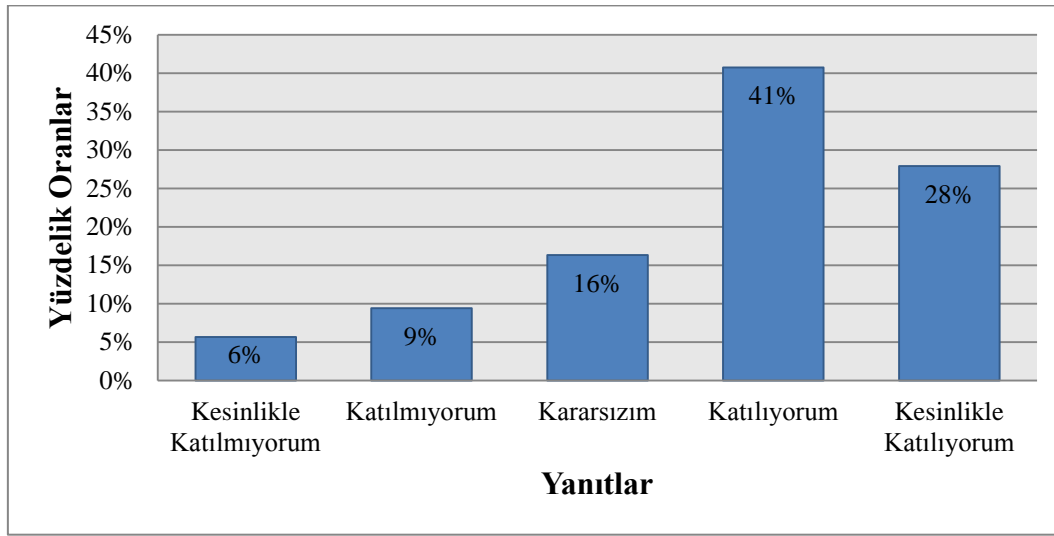
Şekil 32'de araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların bütün elektronik cihazların radyasyon yaydığı konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %72'si bu düşünceye katıldığını, %15'i katılmadığını ve %13'ü ise konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir. Ankete katılan çoğu kişinin cihazların yaymakta oldukları EM radyasyonların farkında olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 32. Bütün elektronik cihazların radyasyon yaymasıyla ilgili katılımcıların görüş dağılımı

Cep Telefonlarının Zarar Verebilecek Boyutta Radyasyon Yayıdığı Düşüncesi

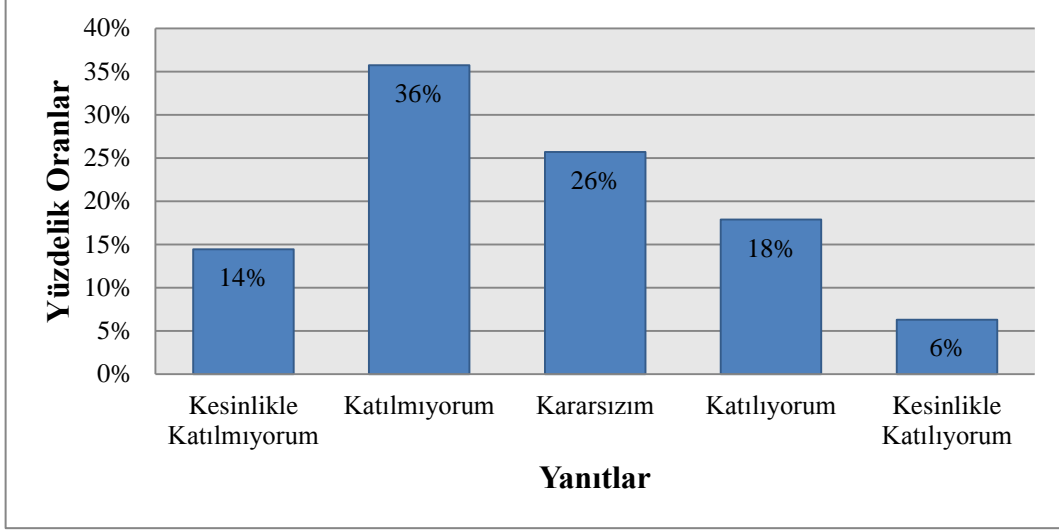
Şekil 33'te araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların, cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaydığı konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %69'u bu düşünceye katıldığını, %15'i katılmadığını ve %16'sı ise konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 33. Cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaymasıyla ilgili katılımcıların görüş dağılımı

EM Kirlilikten Korunmak İçin Gerekli Tedbirleri Aldığına İnanma

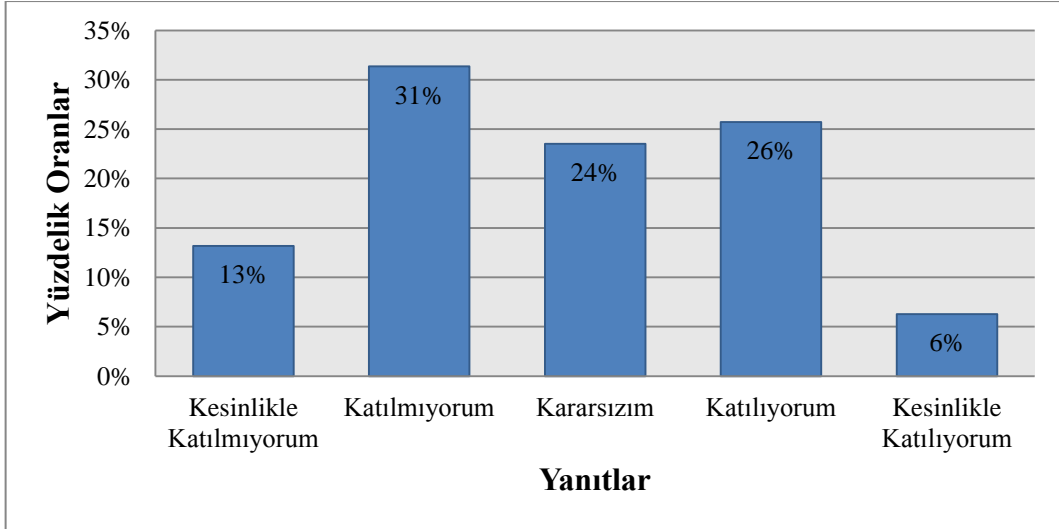
Şekil 34'te araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların EM kirlilikten korunmak için gerekli tedbirleri alma konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %24'ü bu düşünceye katıldığını, %50'si katılmadığını ve %26'sı ise konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 34. EM kirlilikten korunmak için gerekli tedbirleri almayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı

EM Radyasyonun Zararları ile İlgili Olarak Çevresini Devamlı Uyardığını Düşünme

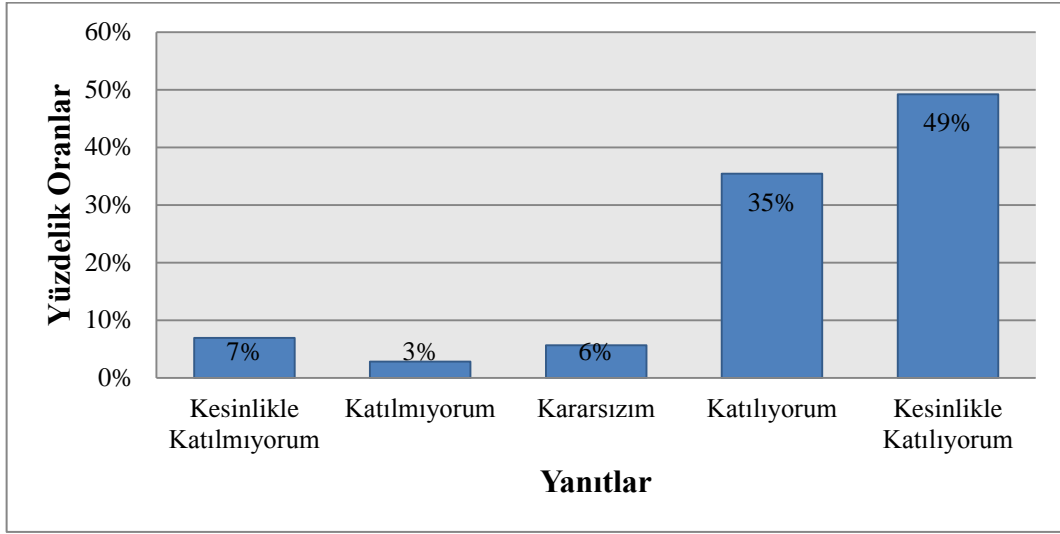
Şekil 35’te araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların EM radyasyonun zararları ile ilgili olarak çevresini devamlı uyarmaları konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %32’si bu düşünceye katıldığını, %44’ü katılmadığını ve %24’ü ise konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 35. EM radyasyonun zararları ile ilgili olarak çevreyi uyarayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı

EM Radyasyon İle İlgili Bilgilendirme Çalışmalarına Daha Fazla Yer Verilmesi Gerekliğini Düşünme

Şekil 36'da araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların EM radyasyon ile ilgili bilgilendirme çalışmalarına daha fazla yer verilmesi gerektiği konusundaki görüşleri incelendiğinde; çalışanların %84'ü bu düşünceye katıldığını, %10'u katılmadığını ve %26'sı ise konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 36. EM radyasyon ile ilgili bilgilendirme çalışmalarına daha fazla yer verilmesiyle ilgili katılımcıların görüş dağılımı

EMA'LARA YÖNELİK FARKINDALIK VE KAYGI DÜZEYİNİN KATILIMCILARIN MESLEĞİ İLE İLİŞKİSİ

Ki-kare testi ile değerlendirildiğinde; anket kapsamındaki çalışanların önceki bölümdeki sorulara verdikleri yanıtlar ile meslekleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir.

Araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların EM kirlilik ile ilgili yeterince bilgi sahibi olma konusundaki görüşleri ile meslekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0,009<0,05$). Yanıtlar incelendiğinde; tıp alanındaki çalışanların %40'ı bu düşünceye katıldığını ve %60'ı konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir. Elektrik-elektronik alanındakilerin %50,7'si bu düşünceye katıldığını, %28,6'sı katılmadığını ve %20,8'i ise konuyla ilgili kararsız olduğunu beyan etmiştir. Diğer branşlarda çalışanların

ise %36,4'ü bu düşünceye katıldığını, %38,2'si katılmadığını, %25,4'ü konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.

Katılımcıların çalıştıkları bölümde EM radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olma konusundaki görüşleri ile meslekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0,009<0.05$). Yanıtlar incelendiğinde; tıp alanındaki çalışanların %20'si bu düşünceye katıldığını ve %80'i katılmadığını ifade etmiştir. Elektrik-elektronik alanındakilerin %33,8'i bu düşünceye katıldığını, %32,5'i katılmadığını ve %33,8'i ise konuyla ilgili kararsız olduğunu beyan etmiştir. Diğer branşlarda çalışanların ise %18,1'i bu düşünceye katıldığını, %58,3'ü katılmadığını, %23,6'sı konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.

Araştırmaya katılan işyerlerindeki çalışanların cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaydığı konusundaki görüşleri ile meslekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p=0,018<0.05$). Yanıtlar incelendiğinde; tıp alanındaki çalışanların %100'ü bu düşünceye katıldığını ifade etmiştir. Elektrik-elektronik alanındakilerin %53,3'ü bu düşünceye katıldığını, %19,5'i katılmadığını ve %27,3'ü ise konuyla ilgili kararsız olduğunu beyan etmiştir. Diğer branşlarda çalışanların ise %73'ü bu düşünceye katıldığını, %13,9'u katılmadığını, %13,1'i konuyla ilgili kararsız olduğunu ifade etmiştir.

TARTIŞMA

İşyerlerinde ofislerde kullandığımız cihazların tümü birer EMA kaynağıdır. Hayatımızın önemli bir bölümünü geçirdiğimiz işyerlerinde EMA'ların ne ölçüde risk oluşturduğu İSG yönünden önem arz etmektedir. EMA'lar genellikle en çok gündüz saatlerinde ve iş ortamlarında yüksek düzeyde olduğundan, işyerlerindeki EMA değerlerinin tespiti önemli bir husus olmaktadır.

EMA'ların insan sağlığına etkileri ile ilgili çeşitli sektörlerde araştırmalar yapılmıştır, ancak sadece bazı sağlık etkileri netleşmiş olup olası birçok sağlık etkisi üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Şimdiye kadar çok kesin sonuçların elde edilmemiş olması ve kaynakların azlığı nedeniyle sonuçların tartışılmasında bazı zorluklar yaşanmıştır.

Çalışanlar ofis ortamlarında, cep telefonu, kablosuz modem, telsiz vb. benzer EMA kaynaklarına maruz kaldıkları için, çalışma kapsamındaki işyerlerinin ofislerinde çalışanların EMA maruziyetinden kaynaklanabilecek sağlık sorunlarını karşılaştırmak uygun bulunmuştur. Beş farklı işyerindeki ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, bir devlet kurumunun ofislerindeki EMA değerlerinin genel olarak diğer beş işyerine göre yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

KBB hastalıkları ile ilgili şikâyetlerin görülme sıklığı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ölçüm değeri yüksek olan işyerinde fazla bulunmuştur. Bu çalışma neticesinde RF düzeyindeki EMA'ların KBB hastalıkları ile ilgili şikâyetlerin görülmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. 2001 yılında gerçekleştirilen çalışmalarda da maruz kalınan RF Kaynaklı EMA düzeyi arttıkça, istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde kulakta ve kulak arkasında ağrı

ve kızarıklığa yol açtığı görülmüştür [36]. İngiliz Tabipler Birliği tarafından Mayıs 2001’de yayınlanan bir raporda da RF’nin artmasının kulak ağrısı, kulak arkasında yanma gibi bulgulara yol açtığı açıklanmıştır [36]. D. Elhasoğlu tarafından Gaziantep’te 2006 yılında, 93 aile 265 kişi üzerine uygulanan anket çalışmasında yaş gruplarına göre yapılan analizler sonucunda, üst solunum yolu enfeksiyonları ile EMA’lara maruz kalmak arasında anlamlı ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır [37].

Yapılan analizler sonucunda kalp çarpıntısının görülme sıklığı, ölçüm değeri yüksek olan işyerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur. Bu çalışma neticesinde RF düzeyinde EMA’ların kalp çarpıntısının görülmesinde etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Literatüre bakıldığında, 2008 yılında İlhan M.N. tarafından, “Bir Tıp Fakültesi Hastanesinde EMA Haritası Çıkarılması ve Sağlık Çalışanlarında Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi” isimli çalışmanın bulgularından biri EMA’lara maruz kalan sağlık çalışanlarında görülen kalp çarpıntısının istatistiksel olarak anlamlı olmasıdır [39].

Bununla birlikte, Kheifets ve ark. tarafından 2007 yılında ABD’de yapılan bir çalışmada EMA’nın aritmi ve akut kalp krizi ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir [39]. Ayrıca, 2001 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada maruz kalınan RF radyasyonun dozu yükseldikçe toplumda kalbe bağlı (Kardiak ritm bozukluğu) sağlık sorunlarının daha yüksek oranlarda görüldüğü bilinmektedir [36]. Bunlara ek olarak, WHO tarafından 2007 yılında gönüllüler üzerinde yapılan çalışmalarda EMA’ların EKG ve kalp hızını az da olsa etkilediği gösterilmiştir [39].

Bu çalışma kapsamında analiz edilen rahatsızlıklardan kadınların üreme sağlığına yönelik olanlarla ilgili anlamlı bir farka ulaşılamamıştır. Ancak literatüre bakıldığında Frank ve Silesin’in 1998’deki çalışmasında EMA’ların daha çok kadın üreme sistemini etkilemekte olduğu, en önemli etkiler olarak düşük ve doğumsal anomalili bebek doğumuna yol açtığı ifade edilmiştir [39]. Benzer çalışmalar olmakla birlikte, sonuçlar genellikle kadınların beyanına dayalıdır ve karıştırıcı etmenler de çoğunluktadır. Ancak 24 saatlik ölçüm yapılan ve eşik sınır değerinin hesaplandığı bir araştırmada istemsiz düşüklerin 1,7 kat arttığı gösterilmiştir, ancak doz-cevap ilişkisi saptanmamıştır [39].

Araştırmada yalnızca işyerlerindeki EMA varlığı ve ilişkili olabilecek sağlık sorunları incelenmiştir, çalışanların evlerinde bulunabilecek EMA'ların değerlendirilememesi araştırmanın kısıtlılığı olarak nitelendirilebilir. Anket çalışmasında uygulamadan önce yeterli açıklama ve bilgi verilmiş olmasına rağmen, bazı soruların yeterince anlaşılammış olması ya da içtenlikle yanıtlanmamış olması ihtimali bulunmaktadır.

WHO 1996 yılında, halk sağlığını korumaya yönelik Uluslararası EMA Projesi'ni yürütmektedir. Projenin amacı 0 - 300 GHz aralığındaki tüm frekansların olası sağlık etkilerini belirlemeye yönelik bilimsel kanıtları değerlendirmektir. Türkiye'de de Bursa'da Nilüfer Halk Sağlığı Eğitim ve Araştırma Bölgesi Çevre Bürosu tarafından "Nilüfer EMA Kirliliği Projesi" yürütülmüş olup, düşük ve yüksek frekanslı EMA'lara yönelik (yüksek gerilim hatları, trafo, TV ve radyo vericileri, elektrikli aletler, mikrodalga fırınlar vb.) ölçümler yapılarak, risk düzeyi tespit edilmiş ve taraflara önerilerde bulunulmuştur. Ayrıca, BTK 2013 yılında "Baz İstasyonlarından Yayılan EMA'ların Sürekli İzlenmesi Projesi" ile baz istasyonlarından yayılan EMA ölçüm değerlerinin sürekli (7/24) olarak vatandaşlar tarafından e-devlet üzerinden takip edilme imkânı sağlamıştır. Ülkemizde özellikle işyerlerinde EMA seviyelerinin tespit edilmesine ve EMA'lardan korunmaya yönelik proje yapılması önerilmektedir.

Ülkemizde BTK'dan EMA şiddeti ölçüm yetki belgesi sahibi olan firmalar tarafından genellikle baz istasyonlarının periyodik ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca talebe bağlı olarak ev, işyeri, üretim tesisleri, server odaları gibi alanlardaki toplam EM radyasyon seviyesinin ölçümü yapılmaktadır. BTK'nın internet sayfasında (http://www.tk.gov.tr/elektronik_haberlesme_sektoru/spektrum_yonetimi/olcum_yetkili_kuruluslar.php) yetkilendirilmiş 34 firmaya ulaşılabilmektedir. Bu alanda EMA ölçümü yapan kuruluşların artarak, işyerlerinde EMA ölçümlerinin periyodik olarak yapılmasının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

EM enerjinin ısı ve genetik etkileri olduğu kesindir. Sorun; hangi dozda EM radyasyon maruziyetinin kabul edilebilir olduğudur. Belirlenmiş değerler bugüne dek yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda elde edilmiş değerler olup birçoğu tartışmaya açıktır. ICNIRP kılavuzunda, referans değerlerin belirlenmesinin sağlık etkileri olacağı anlamına gelmediği ve daha ayrıntılı araştırmanın gerektiği belirtilmektedir. Teknolojik gelişmeler günümüzde hukuk

ve çevre düzenlemelerinin çok önünde gitmektedir. Bu fark duyarlı yaklaşımla gerçekleştirilecek yasal düzenlemelerle kapatılabilir. EMA'ların neden olabileceği sağlık sorunları ile ilgili kurum ve kuruluşların destekleri ile insanlar üzerinde daha çok uzun süreli, epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar yapılması gereklidir. Bugün gelinen noktada limitler EM radyasyonun olumsuz etkilerini kesin olarak kontrol edecek durumda değildir. Bu nedenle ihtiyat ilkesinin mutlaka kullanılması gerekmektedir. EMA'ların olası zararlı biyolojik etkilerinden korunmak amacıyla süre, mesafe ve koruyucu elemanlar olmak üzere üç temel nokta günlük hayatta göz önünde bulundurulmalıdır. Teknolojiden ölçülü miktarlarda faydalanmak yararlı olacaktır.

SONUÇLAR

Günümüzün önemli bir kısmını geçirdiğimiz işyerlerinde belki yeterince farkına varamadığımız, beş duyu organımızla algılayamadığımız EMA'lerden kaynaklanan bir risk altında bulunmaktayız. Bu tez çalışmasında, ofislerdeki EMA seviyelerini tespit etmek, burada çalışanların EMA kaynaklı oluşabilecek sağlıkla ilgili sorunlarını, EMA farkındalıklarını ve kaygı düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır.

Beş farklı işyerinin ofislerinde gerçekleştirilen EA ölçümleri ile çalışma alanlarının İSG yönünden uygunluklarının değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Cep telefonu ölçümleri sonucunda en yüksek değer A Kurumu'nda, ikinci yüksek değer C Şirketi'nde ve üçüncü yüksek değer ise D Üniversitesi'nde ölçülmüştür. En düşük EA şiddeti ise B Kurumu'nda ölçülmüş olup, oldukça düşük değerdedir. A Kurumu çok merkezi bir alanda bulunmakta olup, oldukça yakınında birkaç baz istasyonu bulunmaktadır. Bu nedenle en yüksek değer A Kurumu'nda çıkmıştır. C şirketinin yakınında da baz istasyonları bulunmaktadır. B Kurumu'nun çok yakınında bir baz istasyonu bulunmamakta olup, en yakın baz istasyonu ile arasındaki mesafe makul düzeydedir. Bu nedenle en düşük değer B Kurum'nda çıkmıştır. Netice olarak GSM 900 değerleri tüm işyerlerinde sınır değerlerin çok altında yer almaktadır.

A Kurumu'nda ölçülmüş olan telsiz kaynaklı EA değeri B Kurumu'ndakinden bir hayli yüksektir. Bu farklılık telsizlerin çıkış gücünün ve çalışma frekanslarının farklı oluşundan kaynaklanabilmektedir. Telsiz kullanımı ilgili frekanstaki ICNIRP'nin mesleki

maruziyet limitinin altında kalmaktadır. Ancak ilgili frekanstaki genel halk maruziyeti sınır değerinin iki katından bile daha yüksek değerdedir.

Kablosuz modemlerin ölçümleri sonucunda, en yüksek EA değeri büyük farkla D Üniversitesi'nde ölçülmüştür. İkinci yüksek değer de A Kurumu'nda ölçülmüştür. Fakat bu değerler sınır değerlerin bir hayli altında kalmaktadır. En düşük değer ise C Hastanesi'nde ölçülmüştür. D Üniversitesi'nde EA değerinin diğer kurumlara göre çok yüksek çıkmasının en önemli sebeplerinden biri internet kullanıcı sayısının çok fazla olması ve internetin çok sık kullanılmasıdır. İnternetin çok kullanılması hava yoluyla aktarılan veri büyüklüğünün çok yüksek mertebelere çıkmasına sebep olmaktadır. Bu durum da modemin yaydığı EMA'nın şiddetini arttırmaktadır. Çalışan sayısı az olan E Hastanesi'ndeki modemden kaynaklı EA değeri D Üniversitesi'ndeki değer yaklaşık %1'dir. İlgili frekansta ölçülen tüm değerler ICNIRP'nin belirlemiş olduğu mesleki elektrik alanına maruz kalma limiti ve genel elektrik alanına maruz kalma limiti değerlerinden oldukça düşüktür. Bununla birlikte, 21.04.2011 tarih ve 27912 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan BTK yönetmeliğinde "Güvenlik mesafesi" başlıklı altıncı maddesinin üçüncü fıkrasında "Sağlık kuruluşlarında kurulacak elektronik haberleşme cihazlarının; tıbbi cihazların etkilenmemesi amacıyla ortamda oluşturacağı EA şiddet değeri $E=3 \text{ V/m}$ 'yi geçemez" hükmü yer almaktadır. Bu tez kapsamındaki modem ölçümü sonucunda, E Hastanesi'nde EA düzeylerinin sınır değer çok altında olup, oldukça düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

C Şirketi'nde ölçülmüş olan bluetooth kulaklıktan kaynaklı EA değeri, sınır değerlerin oldukça altında kalmaktadır. Ancak bluetooth çıkış gücü arttıkça EMA değeri de artmaktadır.

Kablosuz telefon ölçümleri sonucunda elde edilen en yüksek EA değeri ICNIRP'nin mesleki elektrik alanına maruz kalma limitinin çok altında kalmaktadır.

Mikrodalga fırının yaymış olduğu EMA ölçümü, minimum modda yapıldığında EA değeri sınır değerlerin çok altında kalmaktadır. Fakat maksimum modda yapılan ölçümlerde EA, mesleki elektrik alanına maruziyet limitinin 1,5-2 katına yakın bir değer olmakta ve kullanıcılar için ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Bu ölçüm sonuçları, limit değerler ile kıyaslandığında ilgili kurumların % 80'i sınır değerlerin altında EMA düzeyine sahiptir. Bahse konu limit değerleri 6 dakikalık maruziyet

için geçerlidir. Bu değerler bu mertebede insan sağlığı için yakın vadede bir sorun teşkil etmiyor olsa bile, EMA maruziyetinin süresi arttıkça durum değişebilmektedir.

Mevcut ulusal ve uluslararası standartların güncel çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre yeniden düzenlenmesi ve limit değerlerin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok ülke EMA'ların insan sağlığına etkileri konusunda yaptıkları çalışmalar sonucunda EMA'lara yönelik sağlık ve güvenlik standartlarını oluşturmuşlardır. Bu standartlardaki sınır değerlere dayanılarak çalışanların EMA değeri yüksek ortamlardaki çalışma koşulları ve süreleri belirlenebilmektedir.

Ölçüm çalışmaları neticesinde işyerlerinin ölçüm değerleri arasında bazı farklar bulunduğu tespit edilmiş olup, anket yöntemi ile farklı işyerlerindeki çalışanların sağlıkla ilgili şikâyetleri arasında aynı doğrultuda fark olup olmadığını tespit etmek amaçlanmıştır. EMA kaynaklı olabilecek hastalık ve şikâyetlere yönelik literatürde birçok araştırma yapılmış olup, bu konu hakkında daha çok veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın EMA'ların sağlık açısından değerlendirilmesine veri sağlayarak bilime ışık tutmasına yardımcı olması hedeflenmiştir.

Kalp çarpıntısının ve KBB hastalıkları ile ilgili şikâyetin görülmesi işyerleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda anlamlı bulunmuştur. EMA ölçüm değerleri göz önüne alındığında, A Kurumu'nda gerçekleştirilen ölçüm değerlerinin genel olarak diğer işyerlerine kıyasla yüksek olduğundan, bu şikâyetlerde EMA'ların etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Kanser hastalığının, kas-iskelet sistemi rahatsızlığının, halsizlik-yorgunluk, unutkanlık şikâyetinin ve istemsiz düşük yapmanın görülmesi de işyerleri arasında istatistiksel analiz sonucunda anlamlı bulunmuştur. Ancak EMA ölçümleri göz önüne alındığı zaman, bu sonuçların paralellik göstermediği görülmüştür. Bu nedenle bahse konu sağlık problemlerinde EMA'ların etkisinin olmadığı düşünülmektedir.

Anket kapsamındaki katılımcılara EMA'lara yönelik bilgi, farkındalık ve kaygı düzeylerine yönelik sorular sorulmuş olup, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- ✓ Çalışanların yalnızca %36'sı EM kirlilik ile ilgili yeterince bilgi sahibi olduğunu düşünmektedir. Çalışanların EMA'lara yönelik bilgilendirmeye ihtiyaç duydukları yorumu yapılabilmektedir.
- ✓ Ayrıca katılımcıların yarıdan fazlası çalıştıkları bölümde EM radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olmadığına inandığını beyan etmiştir.
- ✓ Katılımcıların %72'si bütün elektronik cihazların radyasyon yaydığını düşündüğünü ifade etmiştir. Anket kapsamındaki katılımcıların önemli bir bölümünün lisans ve yüksek lisans mezunu olması, bu konudaki doğru cevap oranının fazla olması ile ilişkilendirilebilir.
- ✓ Çalışanların %69'u ise, cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaydığını düşündüğünü belirtmiştir. Anket katılımcılarının büyük çoğunluğunun cep telefonların zararlarının farkında olduğu söylenebilir.
- ✓ Katılımcıların yalnızca %24'ü EM kirlilikten korunmak için gerekli tedbirleri aldığını düşünmektedir. EMA konusunda çalışanlara bilinçlendirme yapılması önerilebilir.
- ✓ Katılımcıların sadece %32'si EM radyasyonun zararları ile ilgili olarak çevresini devamlı uyardığını ifade etmiştir.
- ✓ Çalışanların %84'ü EM radyasyon ile ilgili bilgilendirme çalışmalarını desteklemektedir. Ayrıca tez çalışması sırasında da, EMA konusunun çalışanların büyük çoğunluğunun ilgisini çektiği ve bu konuda bilgilendirmeye ihtiyaç duyduklarını ifade ettikleri gözlemlenmiştir.

Günümüzde EMA'ların zararları ile ilgili çalışmaların kısıtlı olması ve sağlık etkilerinin tam olarak kanıtlanmamış olmasının, halkın da bu konuda kararsız olmasına sebep olduğu düşünülebilir. Her geçen gün yeni bir teknoloji daha hayatımıza girmektedir. Ayrıca, kullandığımız cihazlar sağlık üzerindeki etkisini uzun vadede göstermektedir. Bu konuda gerekli önlemleri almak için ilk adım EMA farkındalığıdır.

Anket kapsamındaki çalışanların anket sorularına verdikleri yanıtlar incelendiğinde, tıp ve elektrik-elektronik alanındaki katılımcıların, diğer branştaki çalışanlara göre genel olarak kendilerini EMA konusunda daha çok bilgi sahibi gördükleri sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca, tıp alanındaki çalışanların %100'ünün cep telefonlarının yaydığı radyasyon tehlikesinin farkında olduğu görülmektedir. Elektrik-elektronik branşındakilerin ise yarıdan fazlasının bu görüşe katıldığının tespit edilmesine rağmen, diğer branştakilere göre cep

telefonunun zararlarını daha çok göz ardı ettiği yorumu yapılabilmektedir. Bunlara ek olarak, ofis ortamındaki çalışanlardan tıp alanındakilerin EM radyasyon riskine karşı diğer branştakilere göre daha fazla tedirgin oldukları düşünülebilir. Branşı elektrik-elektronik olan çalışanların ise, diğer branştakilere göre EMA yayan cihazlardan dolayı kendilerini daha az tehdit altında hissettikleri yorumu yapılabilir. Genel olarak elektrik-elektronik alanında verilen eğitimlerde EMA'ların sağlık etkisi gözardı edilmektedir. Bu alanda eğitim görmüş kişilerin yeterince EMA farkındalığına sahip olmamalarının bu durumdan kaynaklandığı düşünülebilmektedir.

ÖNERİLER

Günümüzde iş hayatında kaçınılmaz olarak az ya da çok düzeyde EMA'lara maruz kalınmaktadır. İyonlaştırıcı olmayan EMA'ların zararlarının net olarak ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen çalışmalar devam etmektedir. Bu nedenle iyonlaştırmayan EMA'lara maruziyet hususunda ihtiyatlı davranmak gerekmektedir. EMA'ları hayatımızdan çıkarmamız mümkün değildir ancak bu alanlara yönelik bazı önlemler alınıp İSG yönünden daha uygun bir çalışma ortamı oluşturularak ve bilinçli davranarak daha az maruz kalmak mümkündür. EMA'lara yönelik önleyici yaklaşım benimsenerek, sosyal tarafların birtakım önlemler alması gerekmektedir. Bunlar:

Çalışanlar Açısından Öneriler

- ✓ Elektriksel cihazlar kullanılmadığı zaman, elektrik alan yaymasının önlenmesi amacıyla fişten çekilmelidir.
- ✓ Yapılan ölçümler sonucunda mikrodalga fırınların minimum modda kullanılmaları önerilmektedir. Ayrıca mikrodalga fırınlar çalışırken önünde beklenmemeli, en az 1 metre mesafe bırakılmalıdır.
- ✓ Mikrodalga fırınların mutfaklarda konumları göz hizasında olmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Ayrıca mümkün olduğunca çalışanların yoğun olduğu alanlarda çalıştırılmamalıdır.
- ✓ Mikrodalga fırınların kullanım süresi arttıkça, sızıntıya yol açma tehlikesi de arttığından, sızıntı şüphesi olduğunda üretici firma ile irtibata geçmek gerekmektedir. Her yıl mikrodalga fırınların EMA seviyesinin kontrol edilmesi önerilmektedir.

- ✓ Cep telefonları ile iletişim sağlanırken, bağlantı kurulana kadar telefonun yaydığı radyasyon miktarı en yüksek seviyeye ulaştığından, yaklaşık 3-4 saniye bekledikten sonra telefonun kulağa götürülmesi tavsiye edilmektedir.
- ✓ Cep telefonları ile konuşma süresi mümkün olduğunca azami seviyede tutulmalıdır. Konuşurken kulaklık kullanılmalı ya da hoparlörden konuşulmalıdır. Ayrıca, bluetooth kulaklıklar yerine kablolu kulaklıklar tercih edilmelidir. Bluetooth kulaklıklar kullanıldığında konuşma sonlandığı zaman kulaklığın çıkarılması önerilmektedir.
- ✓ Cep telefonları vücuda çok yakın seviyede (cepte) taşınmamalıdır. Cep telefonu ile konuşmak yerine kısa mesaj atmanın tercih edilmesi önerilmektedir.
- ✓ Cep telefonları alınırken SAR değeri düşük olanlar tercih edilmelidir.
- ✓ Cep telefonları Wi-Fi, Bluetooth ya da Mobil verisi modu açık kullanıldığında, daha fazla EMA yaydığından, gerekli olmadıkça bu özellikler kapalı durumda olmalıdır.
- ✓ Kablosuz modemler yerine kablolu modemler tercih edilmelidir. Modeme bağlı maruziyetin modemi çalışanın olabildiğince uzağına konumlandırarak azaltılması önerilmektedir.
- ✓ Çalışanların yaptıkları işe uygun olarak RF koruyucu giysi ve yalıtılmış eldiven (yüksek frekanstaki şok ve yanmalardan korunması amacıyla) gibi koruyucu ekipmanları kullanmaları yararlı olacaktır.

İşverenler Açısından Öneriler

- ✓ İşyerleri çevredeki baz istasyonlarının güvenlik mesafeleri gözetilerek, uygun yerlere kurulmalıdır.
- ✓ İşyerlerinde kablosuz telefonlar yerine kablolu telefonlar kullanılmalıdır.
- ✓ Kuvvetli EMA'lara maruz kalan işyerlerinin duvarlarında mu-metal gibi yalıtım malzemelerinin kullanılması önerilmektedir.
- ✓ Çalışanlara gerekli eğitimler verilerek riskli bölgelerde uyarı levhalarının kullanımı sağlanmalıdır.
- ✓ Çalışanların işe giriş ve periyodik muayeneleri yapılmalıdır.
- ✓ Üreticilerin, cihazların yaymakta oldukları EMA miktarını azaltmak amacıyla, ARGE çalışmalarını yapmaları önerilmektedir.

Devlet Açısından Öneriler

- ✓ Ülkemizdeki EMA'larla ilgili yönetmeliklerdeki sınır değerler Avrupa ülkelerine göre yüksek olduğundan, limitlerin yeniden gözden geçirilerek ihtiyat ilkesi çerçevesinde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.
- ✓ 2013/35/EU Sayılı AB Direktifi'nde işverenin işyerinde çalışanlara yönelik EMA'lardan kaynaklanan tüm riskleri değerlendirmek ve gerekirse, işçilerin maruz kaldığı EMA'ların düzeylerini ölçmek veya hesaplamak zorunda olduğu belirtilmiştir. Ülkemizde de bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmalıdır.
- ✓ EMA'lardan korunma yöntemlerine yönelik kamuoyunu aydınlatıcı seminer, konferans ve bilgilendirici yayın yapılması, broşür, afiş ve kitapçık gibi görsel materyallerin hazırlanması önerilmektedir.
- ✓ Türkiye'de EMA'ların sağlık etkilerini araştırmaya yönelik bilimsel çalışmalar desteklenmelidir.
- ✓ İlköğretim, lise ve üniversite müfredatlarındaki derslerin içeriğine EMA'ların etkileri ve EMA yayan cihazların nasıl kullanılması gerektiği ile ilgili bilgilendirmeye yönelik dersler eklenmelidir.
- ✓ 2004/40/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi, çalışanların sağlık ve güvenliklerinin EMA'lara maruziyetten korunmasına ilişkin olup, mevzuatımızla uyumlu hale getirilmeli ve sonrasında bununla ilgili yönetmelik çalışmaları yapılmalıdır. Bakanlığımız bu direktifin uyumlaştırılmasından sorumludur ve bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Fırlarer A. Afşin Elbistan Termik Santrallerinde Çalışanlarda Sağlık Durumunun Değerlendirilmesi (tez). Ankara: Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ana Bilim Dalı; 2010.
- [2] Düzgün S. Elektromanyetik Alanların İnsan Sağlığı Üzerindeki Zararlı Etkileri (tez). Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2009.
- [3] Health and Safety Executive. Radiation: Non-ionizing Radiation. Erişim Tarihi: 01.05.2014.
<http://www.hse.gov.uk/radiation/nonionising/index.htm>
- [4] Daşdağ S. Dalga Dalga Geliyorlar! ve Siz Farkında Değilsiniz. 1. Baskı. İstanbul: Hayyikitap, 2011: 14-16, 27-36, 49-50, 119-141, 150-151.
- [5] Wikipedia. Manyetik Alan Tanımı. Erişim Tarihi: 03.02.2014.
http://tr.wikipedia.org/wiki/manyetik_alan
- [6] Yön R. Afşin-Elbistan Santralleri Bölgesinde EMA Haritası Çıkarılması ve Çevrede Yaşayanlarda Sağlık Durumunun Değerlendirilmesi (tez). Ankara: Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2010.
- [7] National Weather Service. Electromagnetic waves. Erişim tarihi: 02.01.2014.
http://www.srh.noaa.gov/jetstream/remote/remote_intro.htm
- [8] Boyacı A, Bayrak G, Dönmez Z. Elektromanyetik Kirlilik (tez). Elazığ: Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi; 2012.
- [9] Palamutçu S, Dağ N. Fonksiyonel Tekstiller I: Elektromanyetik Kalkanlama Amaçlı Tekstil Yüzeyleri (tez). Denizli: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi; 2009.
- [10] Dural G. Elektromanyetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı. Ankara: ODTÜ Elektrik-elektronik Mühendisliği Bölümü; 2010.
- [11] İnce T. Elektromanyetik Kirlilik (tez). Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2007.
- [12] Korkmaz M. İyonlaştırmayan Radyasyonun Etkileri - Son Derece Düşük Frekanslı Alanlar. Fizik Mühendisleri Odası TMMOB: 5.
- [13] Health and Safety Executive. Radiation. Erişim Tarihi: 01.05.2014.
<http://www.hse.gov.uk/radiation/index.htm>
- [14] Occupational Health and Safety Administration. Radiation. Erişim tarihi 10.04.2014.
<https://www.osha.gov/SLTC/radiation/index.html>
- [15] Arslantaş N. Elektromanyetik Alan (EA) Şiddetinin Okul ve Sağlık Kuruluşları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi (tez). Ankara: Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu; 2012.

- [16] Michigan Tech. The Electromagnetic Spectrum. Erişim tarihi: 15.01.2014.
<http://www.geo.mtu.edu/rs/back/spectrum/index.html>
- [17] Ekiz E. Nilüfer Elektromanyetik Alan Kirliliği Projesi. Bursa Nilüfer Belediyesi. 4.sf
- [18] Diler N, Özker M, Özgürbüz G. BEM (Biyoelektromanyetik). Teknomerkez araştırma raporu; 2009.
- [19] Occupational Health and Safety Administration. Radiation: Non-ionizing Radiation. Erişim tarihi: 10.04.2014.
https://www.osha.gov/SLTC/radiation_nonionizing/index.html
- [20] Occupational Health and Safety Administration. Radiofrequency and Microwave Radiation. Erişim tarihi: 28.05.2014.
<https://www.osha.gov/SLTC/radiofrequencyradiation/index.html>
- [21] Uçar N. Zaman Değişkenli Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlara Maruziyet Limitleri İçin Kılavuzlar (100 KHz-300 GHz). Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu BTK Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı.
- [22] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Meslek Hastalıkları ve İş ile İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi. Türkiye’de İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının İyileştirilmesi Projesi (İSGİP):159-162.
- [23] Özen Ş, Tosun P. D, Helhel S. Acil Çağrı Merkezlerinde Elektromanyetik Alan Seviyeleri ve Mesleki Maruz Kalmanın Değerlendirilmesi. Elektromanyetik Alanlar ve Etkileri Sempozyumu 7-8 Ekim 2011:221,222
- [24] Karataş M. H. Elektromanyetik Uyumluluk Araştırması ve Kablolar Üzerinde Testleri (tez). Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.
- [25] Fırlarlar A. Methods for the Assessment of Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields Associated with Human Exposure. Fatih University Medical Faculty OSHNET School; 2012-05-23; Ankara.
- [26] Curtis B. Non-Ionizing Radiatio Standards and Regulations. OSHA Salt Lake Technical Center. 2002-Ekim.
- [27] Council Directive of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work (89/391/EEC). Erişim tarihi:15.06.2014.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31989L0391&from=EN>
- [28] Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004. Erişim tarihi:15.06.2014.
<http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0040&from=EN>
- [29] Directive 2008/46/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2008. Erişim tarihi:20.06.2014.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:114:0088:0089:EN:PDF>
- [30] Directive 2013/35/EU of the european parliament and of the council of 26 June 2013. Erişim tarihi:15.06.2014.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:179:0001:0021:EN:PDF>
- [31] Güler İ, Çetin T, Özdemir A. R, Uçar N. Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu; 2010-Aralık.
- [32] Occupational Health and Safety Administration. OSHA Regulations (Standards – 29 CFR). Erişim tarihi: 20.05.2014.
[https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9745\(2014\)](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9745(2014))
- [33] Sevgi L. Elektromanyetik Kirlilik, Cep Telefonları ve Baz İstasyonları. EMO İstanbul Şubesi.
- [34] Uçar N. Avrupa Ülkelerinde Elektromanyetik Alanlarla İlgili Mevzuatlar ve Uygulamalar Raporu. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu; 2009 Temmuz.

- [35] Elektronik Haberleşme Cihazlarına Güvenlik Sertifikası Düzenlenmesine İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete Sayısı: 27230, Resmi Gazete Tarihi: 16.05.2009, T.C. Resmi Gazete, Ankara, Erişim tarihi: 01.03.2014.
- [36] A. Türkkan, Çerezci O, Kartal Z, Pala K. Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri. Bursa: 2012-Mayıs.
- [37] Elhasoğlu D. Elektromanyetik Kirliliğin Zararlı Etkileri (tez). Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2006.
- [38] Aaronia AG Spectran V4 Manuel Rev 1.24 E 26.01.2013 Spektrum Analizörü Kullanım Katoloğu. Erişim tarihi 24.02.2014.
<http://www.kaltmancreationsllc.com/wp/wp-content/uploads/2013/03/Manual-HF60XXX-V4.pdf>
- [39] İlhan M. N. Bir Tıp Fakültesi Hastanesinde Elektromanyetik Alan Haritası Çıkarılması ve Sağlık Çalışanlarında Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi (tez). Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2008.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Manyetik alan çizgileri [5]	5
Şekil 2. EM dalga bileşenleri [7]	7
Şekil 3. Bilgisayardan yayılan elektrik ve manyetik alanların dağılımı [11]	8
Şekil 4. Elektromanyetik tayf [18]	9
Şekil 5. RF kaynakları [18].....	10
Şekil 6. Cep Telefonu ile konuşma sırasında kafa bölgesindeki SAR [25].....	18
Şekil 7. Mesleki ve genel halk maruziyeti için sınır değerler [26].....	22
Şekil 8. Kablosuz telefon [36]	32
Şekil 9. Mikrodalga fırının yapısı [36]	33
Şekil 10. HF - 60105 Aaronia el spektrum analizörü [38]	3939
Şekil 11. Bilgisayar destekli RF ölçüm düzeneği.....	40
Şekil 12. Spektrum analizör yazılımı ile belirli frekans aralığında ölçüm	41
Şekil 13. GSM 900 frekans aralığındaki ölçüm sonuçları.....	44
Şekil 14. B Kurumu güvenlik amirliği	45
Şekil 15. Kablosuz modemin çalışma frekansındaki ölçüm sonuçları	47
Şekil 16. A Kurumu'ndaki modemin konumu	47
Şekil 17. B Kurumu'ndaki modemin konumu	48
Şekil 18. Mikrodalga fırın kaynaklı EMA ölçümü.....	50
Şekil 19. Katılımcıların işyerlerine göre yüzdesel dağılımı	51
Şekil 20. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının cinsiyetlerinin yüzdesel dağılımları.....	52
Şekil 21. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının mesleklerinin yüzdesel dağılımları.....	53

Şekil 22. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının görev dağılımlarının yüzdesi	54
Şekil 23. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde kanser hastalığı tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı.....	58
Şekil 24. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde KBB hastalıkları ile ilgili şikâyet tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı.....	61
Şekil 25. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde halsizlik-yorgunluk şikâyeti tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı.....	62
Şekil 26. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde unutkanlık tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı.....	63
Şekil 27. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde kalp çarpıntısı tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı.....	65
Şekil 28. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde kas iskelet sistemi rahatsızlığı tespit edilen çalışan sayılarının dağılımı.....	66
Şekil 29. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde istemsiz düşük yapmanın görüldüğü çalışan sayılarının dağılımı	67
Şekil 30. EM Kirlilik ile ilgili yeterince bilgi sahibi olmayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı.....	68
Şekil 31. EM radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olmayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı.....	69
Şekil 32. Bütün elektronik cihazların radyasyon yaymasıyla ilgili katılımcıların görüş dağılımı	69
Şekil 33. Cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaymasıyla ilgili katılımcıların görüş dağılımı	70
Şekil 34. EM kirlilikten korunmak için gerekli tedbirleri almayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı.....	71
Şekil 35. EM radyasyonun zararları ile ilgili olarak çevreyi uyarmayla ilgili katılımcıların görüş dağılımı.....	71
Şekil 36. EM radyasyon ile ilgili bilgilendirme çalışmalarına daha fazla yer verilmesiyle ilgili katılımcıların görüş dağılımı	72

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. İşyerinde iyonlaştırmayan radyasyon kaynakları [22]	15
Tablo 2. Mesleki maruziyette izin verilen ICNIRP limitleri [10]	20
Tablo 3. Halk maruziyetinde izin verilen ICNIRP limitleri [10]	21
Tablo 4. Bazı ülkelerin GSM için kabul ettiği sınır değerler [31].....	24
Tablo 5. Türkiye için belirlenen EMA şiddeti limit değerleri [35]	27
Tablo 6. İşyerlerinde cihazlara bağlı en yüksek EA değerleri.....	42
Tablo 7. İşyerlerinde GSM 900 bandında en yüksek EA değerleri.....	43
Tablo 8. İşyerlerinde telsizlere bağlı en yüksek EA değerleri.....	44
Tablo 9. İşyerlerinde kablosuz telefonlara bağlı en yüksek EA değerleri.....	45
Tablo 10. İşyerlerinde kablosuz modemlere bağlı en yüksek EA değerleri.....	46
Tablo 11. C Şirketi'nde bluetooth kulaklığa bağlı en yüksek EA değeri.....	48
Tablo 12. A Kurumu'nda mikrodalga fırına bağlı en yüksek EA değerleri.....	49
Tablo 13. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının yaş dağılımları	52
Tablo 14. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının eğitim seviyesi dağılımları	54
Tablo 15. Araştırma kapsamındaki ofis çalışanlarının birimlerinde çalıştıkları sürelerin dağılımları.....	55
Tablo 16. Araştırma kapsamındaki işyerlerinde şeker hastalığının görülme durumu.....	56
Tablo 17. Ki-kare test sonucu.....	56

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gökce Begüm SİLSÜPÜR
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 16.12.1986
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ggoren@csgb.gov.tr

Eğitim Durumu

Yüksek Lisans : Gazi Üniv.-Elektrik-elektronik Müh. (2010-..)
Lisans : Gazi Üniv.- Elektrik-elektronik Müh. (2009)

Bildiri : 1) İşyerlerinde Elektromanyetik Radyasyon Maruziyeti
7. Uluslararası İş Sağlığı ve Gv. Konferansı, İstanbul
2) Tarım Sektöründe Meydana Gelen İş Kazaları
1. Tarım Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Şanlıurfa

Yabancı Dil:

İngilizce (İyi), Almanca (Başlangıç)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar:

1) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (2011-..)

EKLER

EK-1. ANKET FORMU ÖRNEĞİ

Çalışanlarda Elektromanyetik Radyasyonun Sağlık Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi Anketi

Değerli Çalışan,

Bu anket formu uzmanlık tezi kapsamında, elektromanyetik alanın sağlık üzerine etkileri ile kişilerin elektromanyetik radyasyon algıları ve farkındalıklarını tespit etmek amacıyla hazırlanmıştır.

Araştırmanın gerçekleri yansıtması için vereceğiniz yanıtlar büyük önem teşkil etmektedir.

Katılımınız için çok teşekkür ederim.

Gökçe Begüm SİLSÜPÜR
İSG Uzman Yrd.

LÜTFEN SİZE UYGUN SEÇENEĞE X İŞARETİ KOYUNUZ.

1.	Cinsiyetiniz: <input type="checkbox"/> Kadın <input type="checkbox"/> Erkek
2.	Yaşınız: <input type="checkbox"/> 25'ten küçük <input type="checkbox"/> 25-35 <input type="checkbox"/> 36-45 <input type="checkbox"/> 45'ten büyük
3.	Mesleğiniz: <input type="checkbox"/> Tıp alanı <input type="checkbox"/> Elektrik-elektronik alanı <input type="checkbox"/> Diğer
4.	Eğitim seviyeniz: <input type="checkbox"/> Okuryazar <input type="checkbox"/> İlkokul <input type="checkbox"/> Ortaokul <input type="checkbox"/> Lise <input type="checkbox"/> Önlisans <input type="checkbox"/> Lisans <input type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Diğer
5.	Çalıştığınız İşyerinin Adı:.....

6.	Göreviniz:.....		
7.	Bu birimde çalışma süreniz:..... yıl		
<i>Aşağıda yer alan seçenekler arasında tanısı konmuş bir hastalığınız ya da herhangi bir şikâyetinizin olup olmadığını belirtiniz.</i>			
8.	Şeker hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
9.	Tansiyon hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
10.	Kalp hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
11.	Böbrek hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
12.	Akciğer hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
13.	Karaciğer hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
14.	Kanser hastalığı geçirdiniz mi?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
15.	İyi veya kötü huylu kistiniz (beyin, tiroit bezi vb.) tespit edildi mi?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
16.	Allerjik bir hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
17.	Migreniniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
18.	Kısırlık probleminiz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
19.	Romatizmal hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
20.	Kan hastalığınız (kansızlık, kan kanseri vb.) hastalığınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
21.	Göz ile ilgili (bulanık görme, gözde batma, kaşıntı, kızarma, sulanma vb.) şikâyetiniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
22.	KBB (kulak-burun-boğaz) hastalıkları (kulak ağrısı, kulakta çınlama, geniz akıntısı, boğazda ağrı vb.) ile ilgili şikâyetiniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
23.	Baş ağrısı şikâyetiniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
24.	Halsizlik, yorgunluk şikâyetiniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
25.	Ruhsal sıkıntı ve sorunlarınız var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
26.	Uyku bozukluğu şikâyetiniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet
27.	Unutkanlık şikâyetiniz var mı?	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet

28.	Deride döküntü şikâyetiniz var mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
29.	İşitme kusurunuz var mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
30.	Mide ile ilgili şikâyetiniz var mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
31.	Kalp çarpıntınız var mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
32.	Nefes darlığınız var mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
33.	Kas iskelet sistemi (bel, sırt, bilek ağrısı vb.) ile ilgili şikâyetiniz var mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
<i>34. ve 37. sorular arası yalnızca <u>kadınlar</u> tarafından yanıtlanacaktır.</i>	
34.	Adet düzensizliğiniz var mı ? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
35.	Ölü doğum yaptınız mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
36.	İstemsiz düşük yaptınız mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet
37.	Özürlü doğum yaptınız mı? <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Evet

Aşağıdaki her bir soru için size uygun kutucuğu X koyarak işaretleyiniz.

		Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
38.	Elektromanyetik kirlilik ile ilgili yeterince bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.					
39.	Çalıştığım bölümde, elektromanyetik radyasyon riskine karşı güven ve emniyet içinde olduğuma inanıyorum.					
40.	Bütün elektronik cihazların radyasyon yaydığını düşünüyorum.					
41.	Cep telefonlarının zarar verebilecek boyutta radyasyon yaydığını düşünüyorum.					
42.	Elektromanyetik kirlilikten korunmak için gerekli tedbirleri alırım.					
43.	Elektromanyetik radyasyonun zararları ile ilgili olarak çevremi devamlı uyarırım.					
44.	Elektromanyetik radyasyon ile ilgili bilgilendirme çalışmalarına daha fazla yer verilmelidir.					

Anket bitmiştir, katılımınız için çok teşekkür ederiz.