



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLERİ
VE ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTROMANYETİK
ALANLAR VE SAĞLIK ETKİLERİ HAKKINDA
DÜŞÜNCELERİNİN, DAVRANIŞLARININ VE
FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dilek KURT HACIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Murat TOPBAŞ

TRABZON-2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eseri olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

01 / 02 /2023

Dilek KURT HACIOĞLU

İthaf

*Bu tez, hayallerine inanıp,sabrını ve umudunu kaybetmeden onların peşinden gidenlere
ithaf edilmiştir*



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince bilgi birikimiyle bana farklı açılardan bakmayı öğreten, tecrübesiyle her zaman yol gösteren, çalışmam boyunca beni sabırla dinleyen ve desteğini esirgemeyen çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Murat TOPBAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu süreçte her zaman bilgisini ve öz verisini hissettiğim, beni her zaman yüreklendiren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nazım Ercüment BEYHUN'a, ve bu süreçte bilgi desteğini benden esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Sevil TURAN'a,

İstatistik analizleri sürecinde bana sabır gösterip, beni bu yolda yüreklendiren, tanışmaktan mutluluk duyduğum Dr. Nalan ÖZEN'e ve birlikte çalışma fırsatı bulduğum Uzm. Dr. İrem DİLAVER'e,

Gerçekleştirdikleri iş birliği ve destekleri için Trabzon Elektrik-Elektronik Mühendisleri Odası (EMO) ile Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAVDAR'a ve Dr. Öğr. Üyesi Zeynep HASIRCI TUĞCU'ya,

Bu uzun yola beraber başladığımız arkadaşım Hediye BABA'ya,

Her daim yardımlarını esirgemeyen, beni bu süreçte yalnız bırakmayan ve bu yolda ilerlememe destekçi olan kıymetli mesai arkadaşlarıma,

Bu zor süreçte elim, kolum, her daim tam destekçim olan, çocuklarımin teyzesi can dostum Zeynep ALTUNTAŞ'a,

Yaptığım her şeyde arkamda durup, öğrenme tutkumu yükselten, yüreğimde sıcaklığını hissettiğim canım annem ve babama,

Bu zorlu süreçte bana her daim destek olan eşim Gökçe HACIOĞLU'na ve her düştüğümde tutunduğum can oğullarım Ahmet Çağan HACIOĞLU, Ömer Asaf HACIOĞLU ve bu tezle birlikte büyüyen minik kızım Nevra Dilek HACIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

Dilek KURT HACIOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK SAYFASI

ONAY

BEYAN

İthaf

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

vi

TABLolar DİZİNİ

x

ŞEKİLLER DİZİNİ

xii

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

xii

ÖZET

xiv

ABSTRACT

xv

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. Elektrik Alan

3

2.2. Manyetik Alan

3

2.3. Elektromanyetik Alan

4

2.3.1. Frekans ve Dalga Boyu

5

2.3.2. Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Alan

6

2.3.3. Yüksek Frekanslı Elektromanyetik Alan

6

2.4. Elektromanyetik Alan Kaynakları

6

2.4.1. Doğal Manyetik Alanlar

6

2.4.2. Yapay Manyetik Alanlar

7

2.5. Elektromanyetik Dalga Maruziyeti

7

2.5.1. Yakın ve Uzak Alanlar

10

2.5.2. Özgül SoğurmaOranı (SAR)

10

2.6. ÇDF-EMA Ölçümleri

11

2.7. RF-EMA Ölçümleri

12

2.7.1. ÇDF-EMA ve Sağlık

12

2.7.2. ÇDF-EMA'nın Hücre Üzerindeki Etkileri

13

2.7.3. ÇDF-EMA ve Kanseri İlişkisi

16

2.7.4. ÇDF-EMA ve Gebelik

17

2.7.5. ÇDF-EMA ve Endokrin Sistem	17
2.7.6. ÇDF-EMA ve Nörolojik Etkileri	18
2.7.7. Elektromagnetik Hipersensivite (EMH)	18
2.8. RF-EMA ve Sağlık	19
2.8.1. RF-EMA'nın Hücresel Etkileri	20
2.8.2. RF-EMA ve Kansere İlişkisi	24
2.8.3. RF-EMA ve Üreme Sistemi Etkisi	25
2.8.4. RF-EMA ve Endokrin Sistem Etkisi	25
2.8.5. RF-EMA ve Nörolojik Etkiler	26
2.8.6. RF-EMA ve Isıl Etki	26
2.8.7. RF-EMA'nın Diğer Etkileri	27
2.9. Uluslararası ve Ulusal Sınır Değerler	28
2.10. Uluslararası Düzenlemeler ve Sınır Değerler	28
2.11. Ulusal Yasal Düzenlemeler ve Sınır Değerler	29
2.12. ÇDF/RF EMA ve Mühendisler	31
3. GEREÇ ve YÖNTEM	35
3.1. Araştırmanın Tipi	35
3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Özellikleri	35
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	35
3.4. Araştırmanın Değişkenleri	35
3.5. Veri Toplama Yöntemi	36
3.5.1. Veri Toplama Formu	36
3.5.2. Sosyodemografik Özellikler ve Teknolojik Cihaz/ Mobil Ağ Teknolojileri Kullanımına İlişkin Davranışlar	36
3.5.3. ÇDF/RF EMA ile İlgili Düşünceler ve ÇDF/RF EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımı ile İlgili Davranışlar	36
3.5.4. ÇDF/RF EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Bilgi ve Görüşleri	38
3.5.5. Elektromanyetik Kirliliğe Sebep Olan Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına Yönelik Farkındalık Ölçeği	38
3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	39
3.7. Etik Kurul Onayı ve Kurum izinleri	39
3.8. Verilerin Analizi ve İstatistiksel Değerlendirme	39
4. BULGULAR	41

4.1. Sosyo-Demografik Özellikler	41
4.2. EMA	45
4.2.1. ÇDF-EMA	46
4.2.2. RF-EMA	46
4.2.3. Sosyo-demografik Özelliklere Göre Davanışlar	48
4.3. ÇDF/RF EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri	50
4.3.1. Katılımcıların, Sağlık ile İlgili Bazı Durumlar ile EMA Türleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Düşünceleri	50
4.3.2. Katılımcıların Sosyo-demografik Özelliklerine Göre ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri Hakkındaki Düşünceleri	51
4.4. Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına Yönelik Farkındalık Ölçeği ve Alt Boyutları ile Demografik Değişkenlerin ve Katılımcıların Sağlık Etkileri Hakkındaki Görüşlerinin Karşılaştırılması	54
5. TARTIşMA	59
5.1. Sosyo-Demografik Özellikler	59
5.2. EMA	60
5.2.1. ÇDF-EMA	61
5.2.2. RF-EMA	61
5.2.3. Sosyo-demografik Özelliklere Göre Davanışlar	63
5.3. ÇDF/RF EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri	63
5.3.1. Katılımcıların, Sağlık ile İlgili Bazı Durumlar ile EMA Türleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Düşünceleri	64
5.3.2. Katılımcıların Sosyo-demografik Özelliklerine Göre ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri Hakkındaki Düşünceleri	65
5.4. Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına Yönelik Farkındalık Ölçeği ve Alt Boyutları ile Demografik Değişkenlerin ve Katılımcıların Sağlık Etkileri Hakkında Görüşlerinin Karşılaştırılması	66
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	67
7. KAYNAKLAR	69
EKLER	88
Ek 1. Anket Formu	89
Ek 2. Etik Kurul İzni	96
ÖZGEÇMİş	97

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. Elektrikli Cihazların Değişik Uzaklıktaki Manyetik Alanı	13
Tablo 2. 100kHz ile 300 Ghz Arasındaki Elektromanyetik Alanlara Ortalama 30 Dakikada ve Tüm Vücutta Maruz Kalma İçin Referans Seviyeler	29
Tablo 3. ICNIRP 2010-(1 Hz-100kHz) Mesleki Maruziyet Sınır Değerleri	29
Tablo 4. (0Hz-300GHz) Frekans Bantlarındaki Elektrik Alan, Manyetik Alan ve Elektromanyetik Alanlar İçin Sınır Değerler	30
Tablo 5. (10 KHz-60 GHz) Arasında Haberleşme Cihazları Sınır Değerleri	31
Tablo 6. Normallik analizine ilişkin bulgular	40
Tablo 7. Katılımcıların Bazı Sosyo-demografik Özellikleri (N=500)	41
Tablo 8. Katılımcıların Kronik Hastalığa Sahip Olma Durumları ile İlgili Bilgiler (N=500)	42
Tablo 9. Katılımcıların EMA İle İlişkili Olabileceğini Düşündükleri Mevcut Sağlık Sorunları/Semptomları (N=500)*	42
Tablo 10. Katılımcıların İş Yeri/Okulda ve Evde Teknolojik Cihaz Kullanma Durumları ile Kullandıkları Teknolojik Cihaz Sayıları (N=500)	43
Tablo 11. Katılımcıların İş Yeri/Okulda ve Evde Kullandıkları Teknolojik Cihazları Kullanım Süreleri (N=500)	44
Tablo 12. Katılımcıların Günlük Hayatta Mobil İletişim Cihazları Kullanım Amaçları(N=500)*	45
Tablo 13. Katılımcıların ÇDF-EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımı ile İlgili Davranışlara Yönelik Verdikleri Cevaplar (N=500)	46
Tablo 14. Katılımcıların RF-EMA ile İlgili Düşünceleri (N=500)	47
Tablo 15. Katılımcıların RF-EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımı ile İlgili Davranışlara Yönelik Verdikleri Cevaplar (N=500)	48
Tablo 16. Katılımcıların Bazı Sosyo-demografik ve Sağlık Durumları ile İlgili Özelliklere Göre ÇDF/RF-EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımı ile İlgili Davranış Puanları	49
Tablo 17. Katılımcıların ÇDF/RF EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri Hakkındaki Görüşleri	50

Tablo 18. Katılımcıların, Sağlık ile İlgili Bazı Durumlar ile EMA Türleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Düşünceleri (N=500)	51
Tablo 19. Katılımcıların Sosyo-demografik Özelliklerine Göre ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri Hakkındaki Düşünceleri	52
Tablo 20. Katılımcıların EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Düşüncelerine Göre Davranış Puanları	53
Tablo 21. Katılımcıların Sosyo-demografik Özelliklerine Göre Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği Alt Boyut Puanları ve Ölçek Toplam Puanı	56
Tablo 22. Katılımcıların ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Düşüncelerine Göre Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği Alt Boyut Puanları ve Ölçek Toplam Puanı	57
Tablo 23. Teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği toplam puanı ve alt boyut puanları ile katılımcıların ÇDF/RF-EMA ile ilgili cihazların kullanımına yönelik davranış puanları arasındaki korelasyon analizi sonuçları	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.	Elektromanyetik Spektrum	5
Şekil 2.	Yüksek ve Düşük Frekanslı Radyo Dalgaları	5
Şekil 3.	Uzun ve kısa dalga boyu	6
Şekil 4.	Düşük ve yüksek frekans akımlarının hücreden geçişi	8
Şekil 5.	Narda ELT-400	11
Şekil 6.	Narda SRM-3006	12
Şekil 7.	Cep telefonu kaynaklı elektromanyetik dalgaların beyinde absorbe edilmesi	27
Şekil 8.	Katılımcılara göre EMA'nın sağlık üzerindeki etkilerini azaltmaya yönelik yapılması gereken düzenlemeler	54

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

BTK	Bilgi Teknolojileri Kurumu
ÇDF-EMA	Çok Düşük Frekanslı Manyetik Alan
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EMA	Elektro Manyetik Alan
EMH	Elektromagnetik Hipersensivite
EMO	Elektrik-Elektronik Mühendisleri Odası
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı
ICNIRP	Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
IŞP	Isı Şoku Proteini
KA	Kromozomal Anormallikler
MS	Multipl Skleroz
RF-EMA	Yüksek Frekanslı Elektromanyetik alan
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
SAR	Özgül Soğurma Oranı
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı

Simgeler

μT	Mikro Tesla
T	Tesla
W	Watt

.

ÖZET

Elektrik-Elektronik Mühendisleri ve Öğrencilerinin Elektromanyetik Alanlar ve Sağlık Etkileri Hakkındaki Düşüncelerinin, Davranışlarının ve Farkındalık Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Elektromanyetik alanlar (EMA); günlük hayatta sürekli kullandığımız elektronik cihazlar; özellikle cep telefonu ve bilgisayarlar gibi iletişim teknolojileri kaynaklı RF-EMA ya da yüksek gerilim iletim, enerji santralleri gibi güç hatları kaynaklı ÇDF-EMA olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektronik cihazların sağladıkları kolaylıklar, zaman ve insan kaynakları tasarrufları, eğitime kattıkları fayda gibi olumlu yanları bu cihazları artık bir tercih olmaktan çıkartmış ve ihtiyaç haline getirmiştir.

Bu çalışmanın amacı; Elektrik-Elektronik Mühendisleri ve mühendislik öğrencilerinin EMA'ların sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerini belirlemek, farkındalık kazandırmak, mevcut düşünce ve farkındalıkları doğrultusunda gerçekleştirdikleri davranışları incelemektir.

Tanımlayıcı tipte yapılan çalışmanın evrenini Trabzon Elektrik-Elektronik Mühendisleri Odası'na (EMO) kayıtlı mühendisler ile Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmaya toplam 500 kişi dahil edilmiştir. Çalışmada katılımcıların teknolojik cihaz kullanımına yönelik farkındalıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılar, EMA'ların sağlık etkisi olabileceğini düşünmekle birlikte, ne tür etkileri olabileceği hakkında bilgi eksikliği olduğu görülmüştür. Cihaz kullanımına yönelik farkındalık düzeyleri yüksek, düşünceleri büyük çoğunlukla ÇDF/RF-EMA' nın sağlık etkisi olabileceği lehinde olmasına rağmen bu durumu davranışlarına yansıtma konusunda eksiklikler vardır. Bu doğrultuda özellikle sağlık etkileri ve alınabilecek önlemlere yönelik yapılacak olan eğitimler ve öğrencilere yönelik müfredat değişiklikleri önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Davranış, Düşünce, Elektromanyetik alanlar, Farkındalık, Sağlık etkileri

ABSTRACT

Evaluation of Thought, Behavior and Awareness Levels of Electrical and Electronics Engineers and Students about Electromagnetic Fields and Health Effects

Electromagnetic fields (EMF); electronic devices that we use constantly in daily life; It appears as a radiofrequency magnetic field originating from communication Technologies such as mobile phones and computers, or a very low frequency magnetic field originating from powerlines such as high voltage transmission and power plants. The positive aspects of electronic devices such as convenience, time and human resource savings and the benefits they add to education have made these devices not a choice but a necessity.

The aim of this study; To determine the thoughts of Electrical and Electronics Engineers and engineering students about the health effects of EMA, to raise awareness, and to examine the behaviors they perform in line with their current thoughts and awareness.

The universe of the descriptive study consists of engineers registered in Trabzon Chamber of Electrical-Electronics Engineers (EMO) and Black Sea Technical University Electrical-Electronics engineering students. A total of 500 people were included in the study.

In the study, it was determined that the awareness of the participants about the use of technological devices was high. While the participants thought that EMA could have a health impact, there was a lack of information about what kind of effects they might have. Although their awareness of device use is high and their thoughts are mostly in favor of the health effects of EMA, there are deficiencies in reflecting this situation on their behaviors. In this direction, trainings and curriculum changes for students are recommended especially for health effects and precautions to be taken.

Keywords: Awareness, Behavior, Electromagnetic fields, Health effects, Thought

1. GİRİŞ ve AMAÇ

İçinde bulunduğumuz çağın getirisiyle gelişen teknoloji hayatımızda pek çok alanda kullanımı artmış olup, giderek daha da artacağı aşıkardır. Teknolojinin getirisi cihazların kullanım alanları giderek çoğalırken; özellikle son dönemde yaşanan pandeminin etkisiyle de daha çok yaygınlaşmıştır. Günlük yaşantıda evlerde kullanılan elektronik cihaz çeşitliliği giderek çoğalmakta, hayatı kolaylaştıran bu cihazların kullanım yaygınlığı buna paralel artmak, bunun bir getirisi olarak da çok düşük frekanslı elektromanyetik alan (ÇDF-EMA) maruziyeti de artmaktadır. Gelişen teknoloji iletişim alanıyla da yakından ilişkilidir. Özellikle COVID-19 pandemisinde bağlı teknolojinin eğitim ve iş alanında uzaktan yürütülmesi bilgisayar kullanımı ve sayısının artmasına neden olmuş, önemini daha da artırmıştır. Yine aynı nedene bağlı cep telefonu kullanıcı sayıları, görüşme süreleri ve buna bağlı baz istasyonu sayıları artmış, mevcut baz istasyonları ise artan talebe bağlı güçlendirilme çalışmalarına gidilmiştir. Bütün bu teknolojik gelişmeler, artan kullanım miktarları ve kablosuz haberleşen elektronik cihazların sayıca çoğalması kişisel olarak radyo frekanslı elektromanyetik alan (RF-EMA) maruziyetinin çoğalması sonucunu beraberinde getirmektedir.

Elektromanyetik alanlar; çok düşük frekans /ExtremlyLowFrequency (ELF/ÇDF) ile haberleşme kaynaklı radyo frekans/ radiofrequency (RF)'tan oluşmaktadır. Yüksek gerilim iletimhatları, enerji santralleri ve ısıtma cihazları çok düşük frekanslı EMA kaynaklarına örnek olarak verilebilir. Cep telefonları, baz istasyonları, radyo-TV vericileri, mikro dalga fırın, sabit ve portatif vericiler, kişisel mobil cihazlar da RF- EMA kaynaklarına örnek gösterilebilir.

İnsan yapımı elektromanyetik alanlara çevresel maruziyet, artan elektrik talebi, sürekli gelişen teknolojiler ve sosyal davranıştaki değişiklikler zamanla daha fazla yapay kaynaklar yarattıkça; elektromanyetik alanların sağlık etkileri gündeme gelmiş ve bu konuda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar EMA'ların sağlık etkileri üzerine yoğunlaşmış, kanserler, üreme, endokrin sistemi, nörolojik etkileri incelenmiştir (1).

ÇDF-EMA'ların sağlık üzerine etkilerine yönelik çalışmaların sonuçları doğrultusunda Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) çok düşük frekanslı manyetik alanı, insanlarda sınırlı kanıta sahip kanserojen ve hayvan deneylerinde yeterli kanserojen olarak tanımlanan grup 'B'de sınıflandırmıştır.

Halk sağlığı açısından bakıldığında ise çevresel maruziyetin yanı sıra, iletişim teknolojileri kullanımına bağlı RF-EMA maruziyeti hakkında toplum, özellikle ilgili meslek kolları bilgilendirilmelidir. Teknolojik gelişimlerin halk sağlığını olumsuz etkileyebileceği sağladıkları faydanın yanında göz ardı edilmemeli, korunmaya ve toplumu bilgilendirmeye yönelik politikalar geliştirilmelidir.

Bu çalışmanın amacı; gerek DF-EMA maruziyeti, gerekse iletişim teknolojileri ve diğer elektronik cihazlardan kaynaklı RF-EMA ile i içe olan ve bu teknolojinin gelişiminde büyük katkıya sahip Elektrik-Elektronik mühendisleri ve geleceğin mühendisleri olan mühendislik ğrencilerinin EMA'ya neden olan cihazların bilinçli kullanımına yönelik farkındalıkları ve davranışları ile EMA'nın sağlık üzerine olumsuz etkileri hakkındaki düşüncelerini incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

Elektromanyetik radyasyon; radyo dalgalarını, mikro dalgaları, X ışınlarını ve görünür ışığı içeren bir tür enerjidir. Elektrik ve manyetizma çok eski zamanlardan beri insanlar tarafından bilinmekteydi ancak 19. yüzyılda fizikçiler Gary Bedrosian ve James Clerk Maxwell iki olgunun bağlantılı olduğunu yani elektromanyetizmayı göstermiştir. Elektromanyetizma elektrik yüklü parçacıkların birbiri ile ve manyetik alan ile nasıl etkileşimde oldukları ile ilgilidir.

Elektromanyetik spektrum boşlukta dalga biçiminde ilerleyen elektromanyetik radyasyonun tüm frekanslarını içerir. Daha büyük dalga boyları daha düşük frekanslara ve daha küçük dalga boyları daha yüksek frekanslara aittir.

İnsanlar, gündelik yaşantılarında her gün elektromanyetik spektrumun bir bölgesinde radyasyon yayan cihazları kullanmaktadırlar. Araba radyosu, televizyon, akıllı telefon, mikrodalga fırın, saç kurutma makinesi bunlara sadece birkaç örnektir.

Dalgalar biçiminde ilerleyen elektromanyetik enerjinin hareket etmek için bir ortama ihtiyacı yoktur. Elektromanyetik dalgalar; havada, katı maddelerin içinde ya da boşlukta ilerleyebilirler.

2.1. Elektrik Alan

Elektrik yüklü bir parçanın, başka bir elektrik yüklü parça üzerinde meydana getirdiği itme ve çekme kuvveti elektrik alan olarak tanımlanmaktadır. Bir maddede elektrik alanının varlığından söz edilebilmesi için o maddenin bir elektrik yükünün olması gerekmektedir. Bir elektronik cihaz çalışır durumda olmasa dahi elektrik şebekesine bağlı olduğu durumda elektrik alan oluşturmaktadır. Elektrik alan şiddeti, kaynakla olan mesafeye göre ters orantılı olarak değişmektedir ve bu şiddet V/m olarak ifade edilmektedir (2).

2.2. Manyetik Alan

Manyetik alan hareket eden elektrik yükleri (elektrik akımı) tarafından, zamanla değişen elektrik alanlardan veya temel parçacıklar tarafından içsel olarak üretilir. Elektrik akımınınüzzerinden geçtiği iletken etrafında, geçiş sırasında oluşturmuş olduğu alan olarak tanımlanmaktadır. Manyetik alan, akım şiddetiyle orantılı olarak akım büyüdükçe artmaktadır.

Elektrik ve manyetik alanlar ayrı ayrı oluşabileceği gibi birlikte de oluşabilmektedir. Etkileri bakımından ise farklılıklar göstermektedir. Elektrik alan bina, orman gibi çevresel etkenler tarafından zayıflatılabilmektedir. Manyetik alanlarda ise herhangi bir etkilenim söz konusu değildir (3).

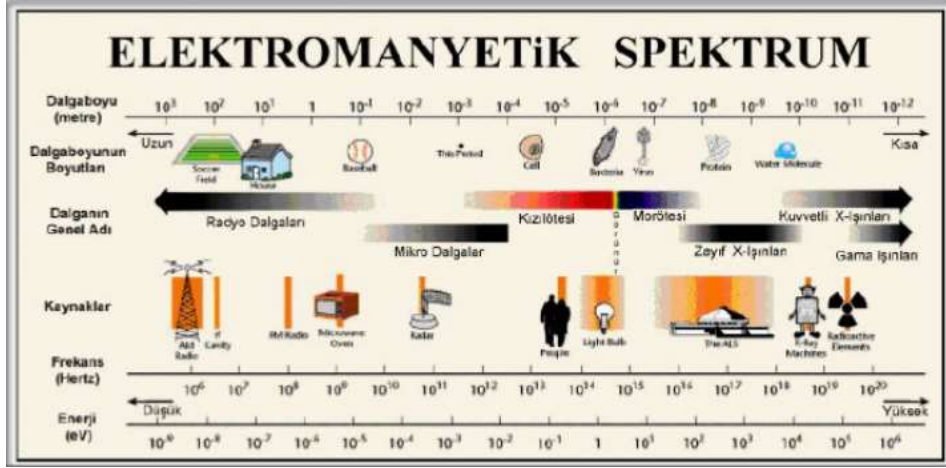
Manyetik alan birimi olarak Tesla (T) ya da ABD'deki kullanımıyla Gauss (G) kullanılmaktadır ve $1T = 10000 G$ 'a eşittir (4).

Manyetik alanlar, frekans, spin yönü ve spinin büyüklüğü ya da gücü bileşenlerinden oluşmaktadır (5). Artan elektrik akımına paralel olarak manyetik alan da artmaktadır. Manyetik alanın şiddeti mesafeyle birlikte azalmaktadır (6).

2.3. Elektromanyetik Alan

Değişen bir manyetik alan, değişen bir elektrik alanı oluşturur. Bunun tersi de geçerlidir. Bu değişen alanlar elektromanyetik alanı oluştururlar. Elektromanyetik alanlar, yayılmak için bir ortama ihtiyaç duymadıkları için mekanik dalgalardan (ses ve su dalgası) farklıdır. Elektromanyetik alanlar yalnızca hava ve katı maddelerde değil, aynı zamanda uzay boşluğunda da yayılabilir (7). 1860'larda ve 1870'lerde James Clerk Maxwell adında bir İskoç bilim adamı elektromanyetik dalgaları açıklamak için bilimsel bir teori geliştirmiş, elektrik alanlarının ve manyetik alanların elektromanyetik alan oluşturmak için bir araya geldiğini göstermiştir. Elektrik alan ve manyetik alan arasındaki ilişki günümüzde "Maxwell Denklemleri" olarak adlandırılan denklemlerle ifade edilmektedir. Alman fizikçi Heinrich Hertz, Maxwell'in teorilerini radyo dalgalarının üretimine ve alımına uygulamış ve elektromanyetik dalgaların ışık hızında ilerlediğini göstermiştir. Bu sayede elektromanyetik dalgaların bir tür ışık olduğu gösterilmiş olmuştur (7).

Elektromanyetik alanlar, frekans ve dalga boylarıyla açıklanabilir. Elektromanyetik dalgalar; frekans, dalga boyu ve enerjilerine göre sınıflandırılmaktadır (6).

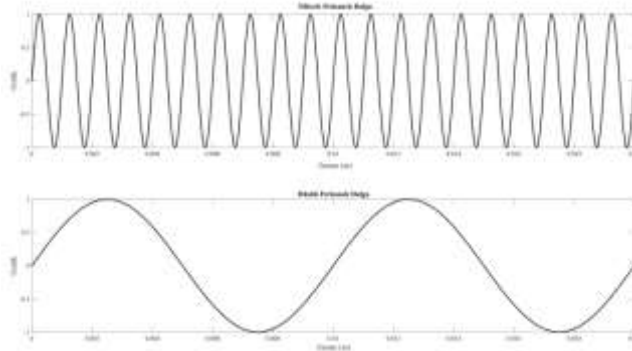


Şekil 1. Elektromanyetik spektrum

Bütün elektromanyetik spektrum Şekil 1’de gösterilmektedir. Spektrumun en sağında enerjisi ve etkisi daha yüksek olan gama ve X ışınları gösterilirken; sola doğru gidildikçe azalan dalga boyu ve frekansa paralel düşük enerjili ışınlar yer almaktadırlar.

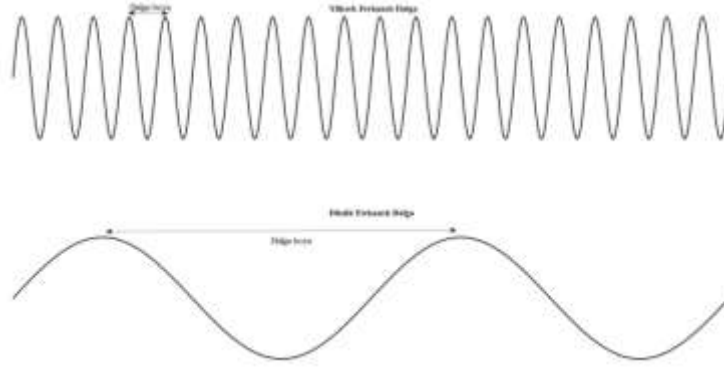
2.3.1. Frekans ve Dalga Boyu

Frekans, dalganın her saniyede yapmış olduğu salınım (titreşim) veya döngülerin sayısını ifade etmekte ve frekans birimi olarak Hertz(Hz) kullanılmaktadır.



Şekil 2. Yüksek ve düşük frekanslı radyo dalgaları

Dalga boyu, her bir titreşim anında dalganın kat ettiği mesafeyi ifade etmektedir. Dalga boyu ve frekans iç içe geçmiş kavramlardır ve birbirleriyle ters orantılıdır. Frekans ne kadar yükselirse dalga boyu da o kadar kısalmakta ve yayılan enerji artmaktadır.



Şekil 3. Uzun ve kısa dalga boyu

2.3.2. Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Alan

50 veya 60 Hz frekansında elektrik üretimi, dağıtımı ve kullanımı ile ilgili cihazlar çok düşük frekanslı elektromanyetik alan (ÇDF-EMA) oluşturmaktadır. Elektrik hatları, elektrik kabloları, elektrikli battaniyeler, televizyonlar, saç kurutma makineleri, bilgisayarlar ÇDF-EMA üreten cihazlara örnek olarak gösterilmektedir.

2.3.3. Yüksek Frekanslı Elektromanyetik Alan

Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar ya da RF dalgaları 10 kHz ile 300GHz frekans aralığındadır. 10 GHz ve üzeri elektromanyetik alanlar cilt tarafından soğurulup cilt altına geçebilmektedir ancak bu durum her zaman olumsuz sonuç doğurmamaktadır (8, 9). Cep telefonları, baz istasyonları, radyo, TV vericileri ve Radyo, TV Mikro dalga fırın, sabit ve portatif vericiler ve kişisel Mobil Cihazları RF –EMA oluşturan kaynaklar olarak gösterilmektedir.

2.4. Elektromanyetik Alan Kaynakları

Elektromanyetik alanlar oluşum kaynağına göre kendi içlerinde doğal ve yapay manyetik alan şeklinde sınıflandırılmaktadır.

2.4.1. Doğal Manyetik Alanlar

İnsan eli değmeden doğada hâlihazırda bulunan elektromanyetik alanlar doğal manyetik alan denilmektedir (10). Dünyanın, yapısında var olan elektrik yükleri ve atmosfer ile yer küre arasındaki mesafe kaynaklı hâlihazırda doğal bir elektrik alanı mevcuttur (11). Fırtına ve şimşek gibi doğa olayları esnasında yeryüzü ile atmosfer arasındaki akımdan dolayı oluşan elektrik yüklerindeki farklılıklar dünyanın doğal

alanında değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişiklikler dünyanın elektrik alanını kısa sürede 40 kV/m' ye kadar yükseltebilmektedir. Güneş, yeryüzüne saniyede metrekaire başına 1400 joule manyetik alan enerjisi vermektedir (12).

2.4.2. Yapay Manyetik Alanlar

Doğal alanlar dışında kalan, insan eliyle üretilen manyetik alanlar bu kapsama girmektedirler. Evdeki elektrikli ev aletleri ve yüksek gerilim hatları, genel anlamda ÇDF-EMA oluşturan yapay kaynakların başında gelmektedir. Elektrikli ev aletleri (50Hz frekanslı) 30 cm mesafede 2-250V/m elektrik alan oluşturabilmekte olup; elektrik ampulleri 30 cm mesafede 2V/m elektrik alanı, buzdolabı yakınında 60 V/m, elektrikli kahve makinesi 100V/m, elektrikli battaniyeler 30 cm mesafede 250 V/m, saç kurutma makinesi 40 V/m, mikser 50V/m, elektrikli trenler ise 60V/m elektrik alan oluşturlar (13, 14).

Bazı elektrikli aletlerin manyetik alanları ise; buzdolabı yakınında 0.01G (Gauss), renkli TVvebilgisayar monitörü1G, elektrikli battaniye 50-100mG, saç kurutma makinası 10-25G, mikser 1-5G, elektrikli tren 10-100mG, elektrikli traş makinası 200-400mG, TV seti (110cm uzaklığa kadar) en az 1mG, 20Watt gücüne sahip bir floresan lamba oturan kişinin başında en az 1mG manyetik alan oluşturmaktadırlar.

Elektrikli ısıtıcılar ise; 15.3cm mesafede 23mG, 61cm mesafede 8mG, tavana monte edilen ısıtıcılar 10mG ve elektrikli fırın 50mG manyetik alan oluşturmaktadırlar.

Yüksek gerilim hatları; yüksek gerilim altındaki 3 iletken hat ve bunları aşırı yüklemekten koruma amaçlı var olan topraklama hattından meydana gelir ve bunlar çevrelerinde elektrik alan oluşturlar. Yüksek gerilim hatları çevresinde oluşan manyetik alanın yaklaşık olarak 0.028mT olduğu düşünüldüğünde; vücut içinde akıma neden olabilecek potansiyel farkın 1 mV' a kadar ulaşabileceği bildirilmiştir (15).

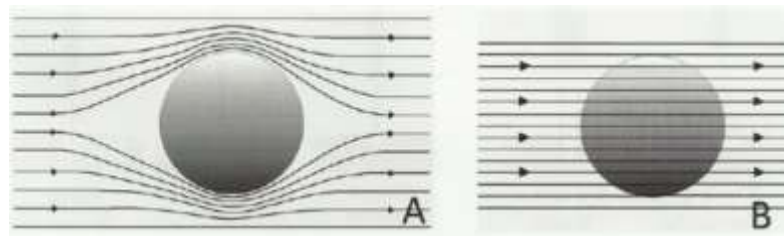
2.5. Elektromanyetik Dalga Maruziyeti

Radyasyon herhangi bir iletkene ihtiyaç duymadan enerjinin bulunduğu konumdan başka bir konuma dalgalar yoluyla ilerleyebilmesi, transfer olabilmesidir (16). Radyasyon; dalma özelliğine sahiptir ve madde ya da canlı dokularda absorbe edilebilme özelliği vardır. Dalga ya da partikül şeklindeki enerji yayımını gerçekleştirir. Elektromanyetik radyasyon; görünen ışık, kızılötesi, ultraviyole ışınlar, X-ışınları ve gama ışınları alt

başlıklarında gruplandırılabilir. Partiküler radyasyon ise; elektronlar, pozitronlar, protonlar ve nötronlardan oluşur (17).

Radyasyon etki durumuna göre maddede iyonizasyon yapabilme özelliklerine göre sınıflandırılır. İyonize ve iyonize olmayan radyasyon olarak iki ana başlığa ayrılmaktadır. İyonize radyasyon atom ya da dokudan parça koparabilme, mutasyon oluşturabilme etkisine sahipken, iyonize olmayan radyasyon için bu durum söz konusu değildir. Ancak iyonize olmayan radyasyon; ısınma, kimyasal durum değişiklikleri, hücre ve dokularda elektrik akımının tetiklemesiyle biyolojik etkilere neden olabilmektedir. Bu çalışmada iyonize olmayan radyasyon olarak yayılan elektromanyetik dalgaların sağlık etkilerinin üzerinde durulmuştur.

EMA'nın canlı üzerindeki etkileri frekansa, alan yoğunluğu (kuvvetine), maruz kalma süresine göre değişmektedir (18). Elektromanyetik alanların gücüne bağlı olarak etkilenimin boyutu da değişebilmektedir. Eğer yeterli büyüklükte ise biyolojik süreçleri etkileyebilmekte, vücut ısısında artışa, sinir sistemi ve kasların uyarılmasına neden olabilmekte, RNA transkripsiyonunu ve DNA sentezini etkileyip hücrelerin hormon ve nörotransmitterlere cevabını farklılaştırabilmektedirler (19,9). Elektromanyetik radyasyon canlı üzerinde ısı (termal) ve ısı olmayan (nontermal) olmak üzere iki farklı yolla etkileşim gösterir. Bunlardan nontermal etkinin kimyasal yapıda değişikliğe neden olup serbest radikal oluşturabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4. Düşük ve yüksek frekans akımlarının hücreden geçişi

Şekil (4)'te düşük frekanslı (A) ve yüksek frekanslı (B) akımlarının sıvı ortamda bulunan hücre üzerinden geçişleri sırasında izlediği yol görülmektedir. Düşük frekans bölgesinde iyonik akım mevcut iken, yüksek frekans bölgesinde ise kapasitif ve yer değiştirme akımları mevcuttur.

ÇDF/RF-EMA'lar insan sağlığını tehdit edecek önemli biyolojik etkilere neden olabilir, yetişkin ve çocuklarda biyolojik sistemlerini etkileyerek biyokimyasal, fizyolojik ya da davranışsal etkilenime neden olabilmektedirler. Bunun yanında protein ekspresyonunda, hücrelerin çoğalmasında, oksidatif stres yollarında farklılıklar oluşturduğu öğrenilmesine rağmen, buna sebep olan etken hala belirsizdir (20). Yeterli yoğunlukta bir radyofrekans (RF) alanına maruz kalmak ısınmaya neden olabilir ve insan maruziyetine ilişkin sınırlar ve yönergeler vücutta bir sıcaklık artışını önlemek üzere ayarlanmıştır (21, 22). ÇDF aralığındaki yoğun alanlar vücutta önemli elektrik akımlarına neden olabilir ve burada maruz kalma sınırları sinir uyarımını önlemek için ayarlanır. Ara frekans (IF) aralığındaki EMA için her iki sınırlama da dikkate alınmalıdır. Statik manyetik alanlar için, diğerlerinin yanı sıra, vertigo ve mide bulantısı hislerine ve kan akışı üzerindeki olumsuz etkilere karşı sınırlamalar konulmuştur (23, 24).

Düşük frekansta, elektrik ve manyetik alanlar ayrı ayrı düşünölmelidir. Elektrik alan kolayca ekranlanabilir, ancak bu frekansta manyetik alanın ekranlanması neredeyse imkânsızdır. Doğrultucuların, generatörlerin, baraların ve transformatörlerin normal yaklaşma ve çalışma mesafelerinde sınır değerlerini aşabilecek alanlar üretebilmektedir (25, 26). Jeneratör, trafo, doğrultucu ve iletkenlerin yakınında bulunan elektrik santrallerinde belirlenen sınır değerleri aşılabılır. Bazı trafo merkezlerindeki bobinlerden 2 ila 5 m mesafeye kadar manyetik alanlar için etki değerleri aşıılır. Elektrik santralleri düşük voltajda yüksek güç üretir. Bu düşük voltajlar daha sonra havai enerji hatları aracılığıyla taşınmak üzere 110 ila 380 kV arasındaki voltajlara dönüştürölür. Yüksek güçlü jeneratörler düşük voltaj ve çok yüksek akım ürettiğinden, bu akımlar güçlü manyetik alanlar üretebilir. Elektrik santrali baralarının yakınında, sınır değerlerini yaklaşık 10 kat aşan manyetik alanlar rapor edilmiştir (27).

Kablosuz iletişim için birçok farklı teknik ve standart vardır. Daha uzun mesafeler için (birkaç on kilometreden fazla) noktadan noktaya ışın veya sabit ışın iletimi kullanılır. Birkaç yüz metrelik kısa mesafeler için, en iyi bilinen standart Wireless Fidelity (WiFi)'dir. Bluetooth, yaklaşık 10 m'ye kadar radyo iletişimi için standarttır. Özellikle, vericiler üzerinde veya çevresinde yapılan çalışmalarda yüksek güçlü RF-EMA'ya maruz kalınılabılır.

2.5.1. Yakın ve Uzak Alanlar

Kaynağa olan uzaklığa bağlı olarak, farklı yön vektörleri ve özellikleri olan EMA bileşenleri baskındır. Kaynağın yakınında yakın alan hâkimdir. Uzak alan EMA; kaynağa olan mesafe, alanın kendisi için birleştirilmiş bir elektrik ve manyetik alan oluşturacak kadar büyük olduğunda başlar. Uzak alan EMA için maruziyet vücut veya vücut parçası üzerinde etkili olur. Uzak alan, kaynaktan r uzaklıkta başlar, bunun için aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$r > \frac{2D^2}{\lambda} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Burada D antenin maksimum boyu ve λ dalga boyunu göstermektedir. Uzak alanda eşitlik (2)'deki ilişki vardır. Eşitlik (1)'deki ifadeye göre şebeke frekansı olan 50Hz'le çalışan bir cihaz için dalga boyu (λ) 6000km olduğundan anten boyu 100m bile alınsa ki gerçekte bu değer çok daha küçük olabilir 3.3mm'den daha büyük mesafeler uzak alan olarak kabul edilebilir. Öte yandan sıkça kullanılan 2.4GHz ve 5GHz kablosuz internet frekansları göz önüne alınır ve anten boyu olarakda dalga boyu seçilirse ($\lambda = 12.5cm, frekans = 2.4GHz$ ve $\lambda = 6cm, frekans = 5GHz$) 25cm'den daha büyük mesafeler 2.4GHz için ve 12cm'den daha büyük mesafeler 5GHz için uzak alan sayılabilir.

$$\frac{E}{H} \approx \mu_0 \frac{E}{B} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Yukarıdaki denklemde μ_0 boşluğun manyetiği geçirgenliğidir ($\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} H/m$). Bu sebeple, uzak alan EMA'dasınır değerlerinin aşılmadığını belirlemek için yalnızca elektrik alanı veya yalnızca manyetik alanı ölçmek yeterlidir.

Yakın alan EMA'da, manyetik ve elektrik alanlar artık birbirine bağlı değildir ve her alanın bileşenleri ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Yakın alan alanındaki maruziyet artık tek tip değildir. Maruz kalma sınır değerlerinin aşılmadığından emin olmak için SAR değeri hesaplanabilir veya ölçülebilir.

2.5.2. Özgül Soğurma Oranı (SAR)

Türkçede Özgül soğurma oranı olarak da ifade edilen SAR (specific absorption rate); elektromanyetik dalgaların vücut dokuları tarafından soğrulma hızını ifade etmektedir. SAR'ın birimi ise W/kg'dır. Yapılan araştırmalar insan vücudunun bir

derecelik ısı artışını tolere edemediği, sorunlar ortaya çıkardığını göstermektedir. İnsan vücudundaki bir derecelik sıcaklık artışı için kg başına 4W güç soğurulması gerekmektedir. Sınır değer ise bu değer elli de birine denk gelen 0,08 W/kg SAR olarak belirlenmiştir. Özgül soğurma hızı doğrudan ölçülemeyeceği için sınır değer belirlenirken daha kolay ölçülebilen elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve güç yoğunluğu gibi parametreler kullanılmaktadır (28).

Mesleki maruziyet için ise Uluslararası ışıнімda korunma birliği genel halk sağlığı için belirlenen sınır değerinden daha yüksek sınır değeri belirlemiş, gerekçe olarak da mesleki alanda alınan tedbirleri göstermiştir (29).

2.6. ÇDF-EMA Ölçümleri

Günümüz teknolojisi ile ortamdaki elektromanyetik alan ölçümü yapılabilir. Ölçümler yapılırken ÇDF-EMA ve RF-EMA için farklı cihazlar kullanılmaktadır.

Bu ölçümler daha çok evlerde kullanılan küçük ev aletleri ya da iş için örnek verilecek olursa ofislerde kullanılan fotokopi makinesi, bilgisayar monitörü gibi cihazlardan kaynaklı ÇDF-EMA ölçümlerinde kullanılmaktadır. Cihaz ortamdaki 1Hz-400kHz aralığında manyetik alan şiddetini ölçebilmektedir. Günlük yaşamda karşılaşılan ÇDF-EMA ölçümleri için kullanılan cihaz örneği şekildeki gibidir (Şekil 5).



Şekil 5. Narda ELT-400

2.7. RF-EMA Ölçümleri

Özellikle baz istasyonları kurulumu ya da herhangi bir revizyonu gibi durumlarda, işlem sonrası RF-EMA yayılımının güvenli doz aralığında olup olmadığı rutin olarak kontrol edilmelidir. Bu amaçla Bilgi Teknolojileri Kurumu (BTK) bünyesinde, EMA ölçüm sertifika programı bulunmaktadır. İlgili mühendisler bu program sonunda gerekli ölçümleri yapma yetkisine sahip olmaktadır. Ölçümler farklı ticari firmalar tarafından aynı amaç için üretilen cihazlarla yapılmaktadır. Örnekte 9 kHz – 6 GHz arasında RF-EMA spektrumu gösterebilen bir cihaz gösterilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Narda SRM-3006

2.7.1. ÇDF-EMA ve Sağlık

Bu bölümde, ÇDF-EMA'ya maruz kalmanın neden olduğu etkiler tartışılmaktadır. Tarihte ilk kez elektromanyetik alanın sağlık üzerine etkisi olabileceği Rusya'da 1972'de düşünülmüş ve yapılan bir araştırmada ÇDF-EMA maruziyetinin baş ağrısı, halsizlik ile ilişkili olabileceği ortaya konmuştur (30). 1979'da yapılan başka bir çalışmada da başta lösemi olmak üzere çocukluk çağı kanserlerinin elektrik iletim hatlarına yakın bölgelerdeki sıklığının yüksek olduğunu gösterilmiştir (31). Bu çalışma döneminde oldukça dikkat çekmiş ve ardından ÇDF-EMA'nın sağlık etkileri üzerine yapılan araştırmalara yoğunlaşmıştır. Birçok çalışma, in-vitro olarak farklı hücre tiplerinde farklı elektromanyetik alana maruz kalma rejimlerine tepkiler olup olmadığını araştırmış ve

etkilerin hem varlığını hem de yokluğunu göstermiştir. Ancak asıl sorun, canlı madde ile ÇDF-EMA arasındaki etkileşim biçimini düşük seviyelerde açıklayan genel kabul görmüş bir mekanizma veya hipotezin olmamasıdır.

Günlük hayatta etkilenim için alınan doz ve süreklilik önemli faktörlerdendir. Elektrik ve manyetik alanların ortak özelliği etken ile etkilenen arasındaki mesafe arttıkça güçlerinin azalma gösteriyor olmasıdır. Aşağıdaki Tablo 1 gösterilen güç kaynağı olan elektronik cihazların oluşturdukları manyetik alan mesafe ilişkisi gösterilmektedir (32).

Tablo 1. Elektrikli cihazların değişik uzaklıktaki manyetik alanı

Elektrikli Cihaz	3 cm uzaklık (μ T)	30 cm uzaklık (μ T)	1 m uzaklık (μ T)
Saç Kurutma Makinesi	6-2000	0.01-7	0.01-0.03
Elektrikli Tıraş Makinesi	15-1500	0.08-9	0.01-0.03
Elektrik Süpürgesi	200-800	2-20	0.13-2
Floresan Lamba	40-400	0.5-2	0.02-0.25
Mikrodalga Fırın	73-200	4-8	0.25-0.6
Taşınabilir Radyo	16-56	1	<0.01
Fırın	1-50	0.15-0.5	0.01-0.04
Çamaşır Makinesi	0.8-50	0.15-3	0.01-0.15
Ütü	8-30	0.12-0.3	0.01-0.03
Bulaşık Makinesi	3.5-20	0.6-3	0.07-0.3
Bilgisayar	0.5-30	<0.01	
Buzdolabı	0.5-1.7	0.01-0.25	<0.01
Renkli TV	2.5-50	0.04-2	0.01-0.15

2.7.2. ÇDF-EMA'nın Hücre Üzerindeki Etkileri

ÇDF-EMA'nın sağlık etkilerinin araştırıldığı in-vitro çalışmalar daha çok hücre ve doku kültüründe yapılmış, uzun süreli maruziyet üzerine odaklanmış çalışmalardır. 60 Hz. Manyetik alana akut şekilde maruz kalan sıçan beyinlerinde DNA hasarlarının meydana geldiği, buna bağlı olarak hücresel fonksiyonlarının etkilendiği ortaya konulmuş ve bunun sonucundakanser, nörodejeneratif değişikliklerin ortaya çıkabildiği gösterilmiştir (33). Bununla birlikte tam tersi ÇDF-EMA maruziyetinin DNA ve RNA üzerinde herhangi bir etkiye yol açmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (34, 35).

ÇDF-EMA ve sağlık etkilerini inceleyen hayvan deneylerinde daha çok fagositik aktivite, enzimler ve hücresel farklılıklar ortaya konulmuştur (36). Tavuk embriyolarıyla

yapılan bir çalışmada tavukların vücut ağırlığı ve beyin gelişimi incelenmiş, bunun sonucunda manyetik alanların embriyo gelişimini etkilediği gösterilmiştir (37). Başka bir çalışmada ise beş gün, günde dört saat 2mT manyetik alana maruz kalmanın plazma sodyum, kalsiyum ve magnezyum düzeylerinde artışa neden olduğu, beyin elektrolit dengesinin etkilendiğini göstermektedir (11).

ÇDF-EMA maruziyetinin DNA, RNA ile protein sentezi, hücre çoğalması, hücre zarından kalsiyum giriş-çıkışı ile sinyal iletimi üzerine etkileri bildirilmiştir (38). 2004 yılında yürütülen bir hayvan deneyinde EMA'nın serbest radikaller aracılığı ile DNA hasarı oluşturduğu, bunun da fare beyinde tahribata sebep olduğu bildirilmiştir (39). Bu konuda yapılan araştırmalar henüz kesinlik kazanmamakla birlikte hala yürütülen birçok araştırma mevcuttur.

Çok kısa bir zaman diliminde gerçekleşen ilk etkileşimin çok temel bir hücresel özelliği veya süreci etkilediği düşünülmektedir. Etkileşimin hücre zarında ve/veya mitokondri veya endoplazmik retikulum gibi bir organel zarında (iç veya dış tarafında) gerçekleşebileceği düşünülmektedir (40). Manyetik alanın molekülleri kırmak için çok düşük enerjiye sahip olduğu bilindiğinden, etkileşim muhtemelen reseptörler ve iyon kanalları gibi moleküllerin konformasyonlarını değiştiren indüklenmiş elektrik alanları tarafından hücre içi "sıcak noktalar" şeklinde ısı gelişimi yoluyla olabilir. Herhangi bir dış uyarıdan hemen etkilenen çok temel süreçler, hücre içi/mitokondriyal kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) konsantrasyonlarını ve redoks homeostazını içerir. Mitokondriyal Ca^{2+} taşınması, solunum zincirinin enerji metabolizması uyarımını destekler. Bu, reaktif oksijen türlerinin (ROS) seviyesinde bir artışa neden olur. Bulgular, mitokondriyal Ca^{2+} 'nın matris redoks durumunu modüle ettiğini ve oksidasyon reaksiyonları yoluyla redoks sinyalini desteklediğini göstermektedir (41). Redoks sinyalini etkileyecek kadar "güçlü" moleküler sinyal ya da sinyaller varsa, hücre içinde farklı aktivitelere yol açan sinyal iletim mekanizmaları tetiklenebilir. Bunlar, bir gen aktivasyonunu veya baskılanmasını başlatan gen seviyesinde olabileceği gibi, farklı hücresel fonksiyonlara yol açan bir dizi yol/yolları başlatan fosforilasyon/aktivasyon süreçleriyle başlayan protein seviyesinde de olabilir. Epigenetik etkiler, daha farklı sonuçlarla birlikte ilk dış sinyal nedeniyle de meydana gelebilir. Bu değişiklikler, gen ekspresyonunu etkileyen ve gelişim/farklılaşma sırasında da normal olan DNA metilasyonu ve histon modifikasyonunu içerir (42).

ÇDF-EMA'nın sağlık etkileri hakkında yapılan öncü bir çalışmada 72 saat boyunca 3Hz, 6mT ÇDF EMA'ya maruz bırakılan insan lenfositlerini kullanmış ve maruziyetin kalmanın Ca^{2+} alımının azalmasına neden olduğunu bildirmiştir (43). Daha sonraki çalışmalarda hücre içi Ca^{2+} için gerçek zamanlı dalgalanmalar ya da iyon konsantrasyonlarını ölçülmüştür (44).ÇDF-EMA maruziyetinin, bir anti-CD3 antikoru olan pozitif kontrol ile tedaviye kıyasla, hücre içi Ca^{2+} düzeylerinde artış dalgalanmalarına neden olduğu gösterilmiştir (45).

Reaktif oksijen türleri (ROS), serbest radikaller içerdiklerinden kimyasal olarak oldukça reaktif olan oksijen içeren moleküllerdir. ROS, hem pro-oksidanları hem de oksijensiz radikalleri ifade eder. ROS üretimi, hücre metabolizmasında doğal olarak meydana gelen bir süreçtir. Normal olarak özel enzimler ve antioksidanlar ROS seviyesini kontrol eder.ROS'un oluşumu ve salınımı, bağışıklık savunma sistemi ve özellikle fagositik süreçlerle yakından bağlantılıdır. Yüksek düzeyde ROS, bir dizi zararlı patolojik duruma yol açabilir. Bunlar; lipid peroksidasyonu, protein hasarı, enzimatik aktivitelerin deaktivasyonu ve DNA modifikasyonu ve proinflatuar süreçler olarak özetlenebilir. Yapılan bir çalışmada oksidatif stresi araştırmak için primer kültürlenmiş hipokampal nöronlarda 8 saat/gün boyunca 50Hz, 2mT ÇDF-EMA'ya tekrar tekrar maruz bırakılmış ve artan ROS seviyeleri tespit edilmiştir (46).

Isı şok proteinleri (İŞP'ler), prokaryotlarda ve ökaryotlarda bulunan en korunmuş proteinlere aittir. İŞP ekspresyonlarından bazıları, ısı, oksidatif stres veya antikanser ilaçları gibi çeşitli fizyolojik, fiziksel ve çevresel faktörler tarafından indüklenebilir (47). HSP'ler, protein agregasyonunu önlemek; böylece belirli ölümcül koşulları tolere etmek ve protein homeostazının dengesini yeniden sağlamak için stres kaynaklı yanlış katlanmış proteinleri yeniden katlamak için önemli bir rol oynar. Bu nedenle, hücre içi İŞP'lerin hücre koruyucu işlevleri vardır. Çalışmalar ÇDF-EMA maruziyeti sonrasında İŞP'lerin veya genlerin indüklendiğini göstermiştir (48-50).

Hücre proliferasyonu, apoptoz ve farklılaşma çok hücreli organizmalarda temel süreçlerdir ve birbirine bağlıdır. Artan hücre sayıları, artan proliferasyondan veya hücre ölümünün azalmasından kaynaklanabilir. Hücre proliferasyonu, fizyolojik ve patolojik koşullar tarafından uyarılabilir ve büyük ölçüde, proliferasyonu uyaran veya inhibe eden mikroçevreden gelen sinyallerle kontrol edilir. Hücre proliferasyonundaki değişiklik, hücresel stresin çok hassas bir göstergesidir. ÇDF-EMA maruziyetinin keratinosit

proliferasyonunu ve erken NOS aktivitelerini arttırdığını, O2'yi azalttığını ve AP-1 aktivasyonunu ve nükleer translokasyonu indüklediği gösterilmiştir (51).

2.7.3. ÇDF-EMA ve Kanser İlişkisi

EMA'ların sağlık etkileri üzerinde yapılan araştırmalarda en çok üzerinde durulan ve olası etkisi merak edilen konu kanserdir. ÇDF-EMA'nın kanser oluşturma olasılığı tam olarak netlik kazanmamakla birlikte, DSÖ 2002 yılından bu yana ÇDF-EMA'yı Grup 2B olası Kanserojenler grubunda sınıflandırmaktadır (52).

Yapılan bazı araştırmalar ÇDF-EMA'nın doğrudan kansere neden olmadığını fakat kişilerde başka nedenlerle oluşmakta olan kanserlerin seyrini olumsuz etkilediğini savunmaktadırlar. Buna istinaden ÇDF-EMA'lara maruz kalma ile kanser vaka sayısı arasında pozitif korelasyon olduğu savunulmaktadır. 1982'de Amerika'da yapılan bir retrospektif çalışmada, 1950-1979 tarihleri arasında ölen işçiler incelenmiş; ÇDF-EMA'ya maruz kalan 19 işçiden 11'inin lösemi nedeniyle öldüğü belirlenmiştir (53). 1989 yılında ABD'de yapılan diğer bir çalışmada kablo döşeme işçileri incelenmiş ve bu işçilerde kanser görülme oranında artış belirlenmiştir. Öncelikle bağışıklık sisteminde oluşan aksaklıkların buna neden olduğu üzerinde durulmuş, daha sonra yapılan araştırmalarda ÇDF-EMA'ların DNA üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur (53). Yapılan deneysel çalışmalarda 4000 kanserli vakadan 400'ünün EMA kaynaklı bağışıklık sistemi bozulmasına bağlı oluşan kanser vakası olduğu belirtilmiştir (54).

1999 yılında İsveç'te yapılan bir kohort çalışması ile 1.596.959 erkek ve 806.278 kadın 13 yıl boyunca takip edilmiştir. Maruziyetin yüksek olduğu mesleklerde; ÇDF-EMA'ya mesleki olarak maruz kalmanın sonucunda hem erkek hem de kadınlarda, akciğer kanserinde artış olduğu tespit edilmiştir. Genç işçilerde testis kanseri riskinin artması ve kadınlar için korpus uteri kanseri için net bir ilişki ortaya çıkmıştır (55). Elektrik hatları üzerinde çalışan ve sürekli maruziyete uğrayan işçilerde, bu şartlarda çalışmayanlara göre beyin tümörü görülme olasılığının 7 kat daha fazla olduğu gösterilmiştir (56).

Wertheimer ve Leiper 1979 yılında yaptıkları çalışmada çocukluk çağı kanserleri ile yüksek gerilim hatlarının ilişkili olabileceği ortaya konmuştur (57). Konuyla ilgili bu ve bunun gibi farklı araştırmaları da inceleyen Amerikan Bilimler Akademisi yüksek gerilim hatları civarında yaşayan çocuklarda lösemi görülme sıklığının, bu bölgelerde yaşamayan diğer çocuklara göre 1,5 kat fazla olduğunu 1996 yılında kabul etmiştir (4). ABD'de 1998 yılında yayımlanan "Ulusal Çevresel Sağlık Bilimleri Enstitüsü Raporuna göre çocukluk

dönemi lösemisinde, beyin tümöründe, kronik lenfosit lösemi ve meme tümörlerinde çocuğun yaşadığı eve yakın elektrik hatları nedeniyle 24 saat ÇDF-EMA maruziyetinin varlığı tetikleyici olabileceği vurgulanmıştır (58).

Diğer yandan başka bir çalışmada elektrik hatlarına 50 metrelik mesafe içerisinde yaşayan çocuklarda, elektrik alana maruz kalmayla kanser arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (59).

2.7.4. ÇDF-EMA ve Gebelik

Gebeler üzerinde 1988'de ABD'de yapılan bir çalışmada, haftada 20 saat ve üzerinde, bilgisayar başında çalışan kadın çalışanlarda düşük riskinde 2 kat artış olduğu bildirilmiştir(60). EpidemiyologSavitz'in 1990 yılında yapmış olduğu çalışmada gebelik süresince elektrikli battaniye kullanan kadınların çocuklarında, kullanmayanlara kıyasla kanser riskinin %30 daha fazla olduğu ortaya konulmuştur (61).Başka bir çalışma ise; ÇDF-EMA kaynağı olan ısıtıcı yatak gibi bazı cihazların düşük doğum ağırlığı ile ilişkisi olmadığı ortaya konulmuş, diğer taraftan EMA maruziyeti ve konjenital özafagus anomalileri arasında ilişki saptanmıştır (62, 63, 64). 2019 yılında Çin'de yapılan bir araştırmada ÇDF-EMA'nın fetüs üzerindeki etkisi incelenmiş; 128 gebenin, gebelik süresince ve doğumdan 24 saat içinde ÇDF-EMA maruziyet ölçümleri yapılmıştır. ÇDF-EMA maruziyetine göre incelendiğinde, yüksek maruziyeti olan kız bebeklerin, onlara göre daha az maruz kalmış kız bebeklere göre düşük doğum ağırlığı gözlenmiş ve karşılaştırılan diğer ölçütlerde anlamlı farklar tespit edilmiştir. Erkek çocuklar arasında ise anlamlı bir fark tespit edilememiştir (33). Buna karşın, Norveç'te enerji hatları kaynaklı ÇDF-EMA maruziyeti ile doğumsal anomaliler arasında ilişki olup olmadığı araştırılmış ve gebeliklerinin en az yarısında 0,1mT altında maruziyet ile 0,1mT üzerinde maruziyete uğrayan gebeler karşılaştırılmış ve artmış doğumsal anamoli açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (64). Gebelik süresindeki maruziyet ve doğumsal anomaliler arasında etkileri araştıran çalışmaların ortak bir sonucu bulunmamaktadır.

2.7.5. ÇDF-EMA ve Endokrin Sistem

ÇDF-EMA'nın melatonin hormonu salınımını azalttığı ve melatonin seviyesinin normalin altında olmasının vücut biyoritmini aksattığı, meme kanserinde koruyucu etkisi bilinen melatonin hormon eksikliğinin deney hayvanlarında başka nedenle oluşan meme kanserinin ilerlemesinde etkin olduğu belirlenmiştir (65). Bu tür çalışmaların aksine melatonin hormon etkilenişinin olmadığını savunan araştırmalarda mevcuttur (66).

2.7.6. ÇDF-EMA ve Nörolojik Etkileri

Sağlık etkileri açısından sinir sistemi hastalıkları ve fonksiyon bozuklukları üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yüksek gerilim hatlarına 100 m'den daha yakın yaşayanlarda ciddi depresyon riskinin 4,7 kat, 50 m'den yakın yaşamının ise 9,42 kat, 500 m ve daha uzak yaşayanlara göre fazla olduğu tespit edilmiştir (67). Diğer bir kesitsel çalışmada ise 25-33 yaş arası yüksek gerilim hatlarına yakın mesafede yaşayan 223 Japon kadın çalışmaya dahil edilmiş ve sonucunda depresyon ile ÇDF-EMA kaynağı arasındaki yakın mesafe arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (68). Farklı bir çalışma intihar ile mesleki yüksek ÇDF-EMA maruziyeti arasındaki ilişkiyi incelemiş ve özellikle elektrikçiler ile iletim hatları üzerinde çalışan işçilerde anlamlı fark olduğu tespit edilmiş olup, özellikle 50 yaş altı erkeklerde riskin daha fazla olduğu gösterilmiştir (69).

ÇDF-EMA maruziyeti, sinir sisteminde meydana gelen yapısal, kimyevi ve elektriksel değişimler nörolojik patolojilere neden olabilmektedirler. Bu etkenler uyku patolojileri, bilişsel değişiklikler ve Alzheimer gibi nörolojik bozukluklarla sonuçlanabilmektedir (70-72).

ÇDF-EMA maruziyetinin Multiple Sclerosis(MS) ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmaya karşı, İsveç'te yapılmış başka bir çalışma da ÇDF-EMA ve MS arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir (73, 74).

ABD' de yapılan araştırmalarda yüksek oranda mesleki olarak maruz kalınan EMA'nın (ÇDF yada RF) Alzheimer hastalığı oluşumunu 3-4 kat artırdığını ortaya çıkartmıştır. Kalsiyum homeostazının hasarı nedeniyle bağışıklık sisteminde meydana gelen değişiklikler bağışıklık mekanizmasının zayıflatıp ve böylece nöronal dejenerasyonu başlattığı belirtilmektedir (75). ÇDF-EMA'nın birikim etkisine sahip olduğu, buna bağlı olarak her 10mT/yıl birikimin oluşturduğu maruziyetin bunama riskini %5.7, Alzheimer riskini %9.4 ve MS riskini %2.1 artırdığı bildirilmektedir (76).

Fetal ve erken çocukluk dönemleri üzerine yapılan çalışmalar, bu dönemdeki ÇDF-EMA maruziyetlerinin çocuklarda öğrenme ve okulda davranış bozuklukları, otizm ve hiperaktivite için zemin oluşturduğu belirtilmektedir (18).

2.7.7. Elektromagnetik Hipersensivite (EMH)

1950'li yıllarda Rus araştırmacıların EMA ile ilişkili meslek kollarında çalışanlarda “baş ağrısı, yorgunluk, baş dönmesi, uyku bozuklukları” gibi ortak yakınmaları olduğu

dikkatlerini çekmiş ve bunları “Radyo Dalgası Hastalığı” olarak tanımlamışlardır. Daha sonraki yıllarda ABD’de ise radar istasyonunda çalışan personellerde tespit edilen katarakt sıklığı dikkati çekmiştir (77).

90’lı yıllarda teknolojinin daha çok iş hayatına dâhil edilmesiyle birlikte masa başı ekran karşısında çalışan kişi sayısı artmış ve bununla beraber yakınmalar daha dikkat çekici hale gelmiştir. Yapılan çalışmalar elektriksel alanlara bağlı hipersensivite üzerine yoğunlaşmış ve belirtilen yakınmalara bağlı bir iş gücü kaybı olduğu resmi kayıtlara da yansımıştır (78, 79).

Yapılan birçok araştırmalara dayanarak günümüzde EMH’yi, “Bireylerin elektromanyetik alana maruz kalmaya bağladıkları birçok nonspesifik sendromlar” şeklinde tanımlamak mümkündür (80-82). Yaygın semptomlar olarak “baş ağrısı, konsantrasyon güçlüğü, uyku problemleri, depresyon, enerji eksikliği, yorgunluk ve grip benzeri semptomlar” şeklinde sıralanabilmektedir.

İsviçre’de yapılan kesitsel bir araştırma, EMH sıklığının %5 olduğunu, katılımcıların en fazla uyku bozukluğu ve baş ağrısı semptomlarından şikâyetçi olduğu; etkilenimin en fazla enerji hatları yakınındakiler ve cep telefonu kullanıcılarında gerçekleştiğini göstermektedir (82).

2.8. RF-EMA ve Sağlık

Son dönemde cep telefonları, tablet, bilgisayar, kablosuz internet ve baz istasyonları gibi RF-EMA yayan teknolojik cihazlarının yaşam içinde rolü ve kullanımı artmış bulunmaktadır. Bu cihazları kullanan kişi sayısı artarken, diğer taraftan kullanıcı yaşının giderek düşmesi de bu cihazların zararları olup olmadığı konusunda toplumda endişe oluşturmıştır. Halk sağlığını koruma sözleşmesi dâhilinde ÇDF/RF-EMA’lara maruz kalmanın sağlık üzerindeki olumsuz etkileri hakkında toplumun endişesine cevaben DSÖ tarafından; ÇDF/RF-EMA’ların olası sağlık etkilerinin bilimsel kanıtlarını tek referansta değerlendirmek için Uluslararası EMA Projesini başlatmıştır (8).

Uluslararası EMA Projesi, 0-300 GHz frekans aralığında statik ve zamanla değişen elektrik ve manyetik alanlara maruz kalmanın sağlık ve çevresel etkilerini araştırmaktadır(8). Proje hedeflerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- EMAMaruziyetinin olası sağlık etkileri hakkındaki endişelere yetkili tek bir kaynaktan cevap vermek.

- Bilimsel literatürü taramak ve durum raporu hazırlamak.
- Araştırmalardaki olası bilgi boşluklarını belirlemek.
- Bir araştırma programı belirlemek ve araştırma sonuçlarını “DSÖ Çevre Sağlığı Kriterleri Monograflarına” eklemek.
- Manyetik alanlarla ilgili kabul edilebilir uluslararası standartların geliştirilmesinde katkıda bulunmak.
- Elektromanyetik alana maruz kalmanın sebep olduğu tehlikeler ve alınması gerekli önlemler hakkında; yetkililere, halka ve çalışanlara tavsiyelerde bulunmak.

BioInitiative 2012 raporu ise; kablosuz teknolojiler ve elektromanyetik alanlardan kaynaklanan olası riskler hakkında, dünyanın her yerinden 29 bağımsız bilim insanı ve sağlık uzmanı tarafından hazırlanmıştır (83). BioInitiative 2012 raporu dünya çapında milyarlarca insanın günlük yaşamlarında sürekli olarak RF-EMA'ya maruz kalmasının oluşturabileceği sağlık sorunlarına; bilim, halk sağlığı ve kamu politikası geliştirerek küresel bir yanıt bulmayı amaçlamaktadır.

Bu kısımda RF-EMA ve olası sağlık etkilerinden bahsedilmektedir.

2.8.1. RF-EMA'nın Hücresel Etkileri

DNA hasarı veya hücre bölünmesi durumunda, kromozom ayrımı sırasında bir anormallik meydana gelirse, çekirdekten ayrılan bir mikronükleus (MN) oluşabilir. Bu yapıların mikroskop altında gözlemlendiği MN testi, elektromanyetik dalgalara maruz kalmanın ardından genotoksitenin incelemek için sıklıkla kullanılır. MN oluşumu nadiren kendiliğinden meydana geldiğinden, genotoksitenin bir göstergesi olarak yararlıdır. Ayrıca son zamanlarda kanserle ilişkilendirildiği öne sürülmekte ve bu nedenle önemli bir deneysel yöntem olarak dikkat çekmektedir (84). Çok sayıda çalışma, 10 W/kg veya daha düşük bir SAR'da RF-EMA'ya maruz kalan hücrelerde MN oluşumu üzerinde hiçbir etki bildirmemiştir (85, 86). Ek olarak, birçok çalışma, 900–2450 MHz bandındaki RF-EMA'ya maruz kalmanın hücreler üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir (87, 88, 89). Hücreler 50 W/kg veya daha düşük hızda 2.45 GHz RF-EMA'ya maruz bırakıldığında bile, MN oluşum frekansı kontrollerdekinden farklı olmamıştır (90, 91).

DNA ipliklerinin IR ile bölünmesinin kromozomal anormalliklerin (KA'lar) oluşmasına neden olduğu iyi bilinmektedir ve buna göre KA'lar, genotoksitenin tipik

göstergeleri olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bir çalışmada, RF-EMA maruziyetinin KA'ları etkilediğini bildirilmiştir (92). Son yıllarda, bir çalışma, lökositlerin RF-EMA'lara maruz kalmasının bazı olumlu etkileri olduğunu bildirirken (93), diğer çalışmalarda ise olumlu sonuçlar bildirilmemiştir (94-96). İki saat boyunca 2.45 GHz'de RF-EMA'ya maruz kalmanın KA'ları ortalama 100W/kg'lık SAR için bile indüklediği gösterilmiştir (97). RF-EMA'ların kromatid aberasyon üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı bildirilmektedir (98).

DNA iplikçik kırılmaları, DNA iplikçiklerinin hücrelerdeki toksisite nedeniyle doğrudan yok edilip edilmediğini gösterir ve genellikle genotoksisiteyi değerlendirmek için kuyruklu yıldız tahlili yöntemi kullanılır. Termal etkilerin aracılık etmediği aralıklı RF-EMA'ya maruz kalmanın önemli bir etkisinin aşağıdaki gibi olduğunu bildirilmiştir (99). Çalışmada kültürlenmiş insan diploid fibroblastları ve kültürlenmiş sıçan granüloza hücreleri, farklı SAR ve cep telefonu modülasyonları ile cep telefonlarında kullanılan aralıklı ve sürekli RF-EMA'ya maruz bırakılmıştır. RF-EMA'ya maruz kalma (1800 MHz; SAR 1.2 veya 2W/kg; farklı modülasyonlar; 4, 16 ve 24 saat süre; Aralıklı 5 dakika açık/10 dakika kapalı veya sürekli dalga) indüklenmiş DNA tek ve çift iplik kopmaları ve aralıklı maruz kalma, sürekli maruz kalmaya göre daha güçlü bir etkiye sahip olarak değerlendirildi. Bazı makaleler DNA iplik kopmalarının RF-EMA maruziyeti tarafından indüklendiğini bildirmiş olsa da, diğerleri böyle bir etki rapor etmemiştir (100-102). Genel olarak bu, RF-EMA'ya maruz kalmanın DNA zincirlerini doğrudan kesmediği fikriyle tutarlıdır. Buna göre, DNA zincirlerinin RF-EMA maruziyeti ile kırılmadığı konusunda bir fikir birliği vardır.

Mutasyon, MN oluşumunu, KA'ları veya DNA zincir kırıklarını değerlendirmek için tasarlanmış deneysel yöntemlerle tespit edilemeyen genotoksik bir etkidir. İnsan hücreleri yaklaşık 30.000 gen barındırır. Bütün genlerin sayısı çok fazla olduğundan, tüm genlerdeki mutasyonları araştırmak zordur. Tek bir gen, birkaç bin ila on binlerce bazdan oluşur ve bu büyüklükteki dizilerde mutasyon bulmak zordur. Bu nedenle herhangi bir mutasyon aramak yerine, belirteç olarak kullanılan belirli bir gene odaklanan ve genin mutasyon geçirip geçirmediğini belirleyen bir yöntem oluşturulmuştur. Bir kimyasal maddeye veya fiziksel bir olaya maruz kaldıktan sonra bu özel mutasyonun sıklığı artarsa, mutasyonların diğer genlerde de meydana geleceği sonucuna varılabilir. Bir DNA zincirindeki bir gende bir mutasyon meydana geldiğinde, gen fonksiyonunu etkileyebilir ve hücre üzerinde potansiyel olarak ölümcül etkiler yaratabilir. Birkaç deneyde RF-EMA

maruziyetinin mutasyon üzerindeki etkisini incelemiş olmasına rağmen, bugüne kadar çoğu çalışma hiçbir etki bildirmemiştir (103, 104). Bununla birlikte, literatürün küçük olması nedeniyle, kesin bir sonuca varmak zordur. Bu nedenle, daha fazla araştırma gereklidir.

Proliferasyon, hücrelerin temel dinamik bir özelliğidir ve deneylerde değerlendirme için önemli bir son noktadır. Normal kültür koşulları altında, çoğalma hızı her hücre için hemen hemen sabittir. Ancak hücre döngüsü dağılımındaki veya DNA sentezinin hızındaki değişiklikler hücre çoğalmasını etkileyecektir. Çok sayıda çalışma, RF-EMA maruziyetinin çoğalma hızını değiştirdiğini ve bunun hücre döngüsü dağılımında bir değişikliğe yol açtığını bildirmiştir (105, 106). Öte yandan, çok sayıda çalışma, RF-EMA maruziyetinin hücre proliferasyonu veya hücre döngüsü dağılımı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir (107-109). RF-EMA'ların SAR'ı arttıkça sıcaklık da artar. Sonuç olarak, aşağıdaki çalışmada açıklanan RF-EMA'ların bazı görünür etkileri ısıya bağlanabilir (110). Sonuç olarak, RF-EMA'nın hücre proliferasyonu üzerindeki etkisi açık kanıtlarla desteklenmemektedir.

Programlanmış hücre ölümü olarak da adlandırılan apoptoz, hasarlı hücreleri ortadan kaldıran ve böylece doku, organ veya vücudu homeostazda tutan bir savunma mekanizmasıdır. Apoptozdan farklı olarak, ciddi bir hasar veya uygun olmayan bir hücre ortamına yerleştirilmesi sonucu meydana gelen hücre ölümüne nekroz denir. Kimyasal maddelere ve IR'ye maruz kalmanın ardından DNA hasarına yanıt olarak ortaya çıkan apoptoz, p53 veya kaspaz-3 yoluyla sinyal iletiminin bir sonucudur. İki çalışma, RF-EMA maruziyetinin apoptoz üzerinde çok az etkisi olduğunu göstermiştir (111, 112). Bununla birlikte, birkaç makale, kaspaz-3'ün aracılık ettiği reaktif oksijen türleri nedeniyle RF-EMA maruziyetinin apoptozu artırdığını bildirmiştir (113, 114).

Gen ekspresyonu, DNA dizisinin (genetik bilgi) mRNA'ya kopyalandığı ve nihayetinde proteine çevrildiği hücrede gerçekleşen metabolik bir süreçtir. RF-EMA maruziyetinin gen ekspresyonu üzerindeki etkisi üzerine araştırmalar, ısı şoku proteinlerine (İŞP) odaklanmıştır. Genel olarak, HSP70 ve HSP27 dâhil olmak İŞP'lerin artan ekspresyonu, ısıya ve sitotoksik kimyasal maddelere karşı bir stres reaksiyonu olarak görülür. RF-EMA maruziyetinin İŞP üzerindeki etkisi çeşitli laboratuvarlar tarafından araştırılmış ve 20 W/kg veya daha yüksek SAR'lar nedeniyle İŞP ifadesinin sıcaklık artışıyla arttığı gözlemlenmiştir. RF-EMA'ya 5–200W/kg seviyesinde 1-3 saat boyunca

karşılaştırılabilir ısıtmaya maruz kalmanın ardından HSP27'de önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (115). Birkaç çalışma, sıcaklık artışının eşlik etmediği düşük SAR ile RF-EMA maruziyetinin sözde termal olmayan etkisine yanıt olarak İŞPekspresyonunun arttığını bildirmiştir (109, 116, 117). Birçok çalışmada RF-EMA'ya maruz kalmanın İŞP ekspresyonunu artırmadığı bildirilmiştir (118-120). Maruz kalma sistemi, hücre tipi, frekans, SAR, maruz kalma süresi vb. bu makaleler arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Bu nedenle deterministik bir sonuca varmak zordur. Genel olarak, RF-EMA maruziyetinin gen ekspresyonu üzerindeki etkisine ilişkin sonuçlar tutarlı değildir.

İnsan genomunun tam dizilimi ve mikrodizi analizi gibi yöntemlerin dramatik gelişimi, mRNA'nın ekspresyon düzeyini kapsamlı bir şekilde incelemeyi mümkün kılmıştır. Aralıklı RF-EMA maruziyeti, çeşitli hücresel fonksiyonlar (hücre iskeleti, sinyal iletimi ve metabolizma) dahil olmak üzere gen ekspresyonunu etkiler (121). Çeşitli hücre tiplerinde RF-EMA maruziyetinin ardından gen ekspresyonu hakkında da birçok çalışma rapor edilmiştir (122) ve ribozomal proteinleri kodlayan genlerin ekspresyonunun hücre tipine göre farklılık gösterdiğini gösterilmiştir (123). Öte yandan, RF-EMA maruziyetini takiben gen ekspresyonu üzerinde herhangi bir etki, mikroarray analizi ile tespit edilememektedir (111). Bu raporlar, analitik yöntem daha fazla teknik yenilikle geliştirilemediği sürece, mikrodizi analizi ile RF-EMA'ya maruz kalmanın etkisini tespit etmenin zor olacağını göstermektedir.

Bakteriler veya diğer mikroorganizmalar vücuda girdiğinde, bağışıklık hücreleri kendilerini savunmak için onlara saldırır. Bu sistem aynı zamanda sitokinler gibi kendini savunmada yer alan maddeler de üretir. Bağışıklık hücreleri çok önemli roller oynar ve buna bağlı olarak RF-EMA maruziyetinin bağışıklık hücreleri üzerindeki etkisi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bir çalışma darbeli RF-EMA'nın lökosit immün aktivitesini etkilediğini bildirmiştir (124) ve başka bir çalışma, RF-EMA'ya maruz kalma ile mitojenik faktörlerin ve immünojenik aktivitelerin arttığını göstermiştir (125). GSM sinyalinde 1950 MHz'de 1 mW/g SAR'da aralıklı modda (5 dakika açık/10 dakika kapalı), 8 saat boyunca maksimum ΔT 0.06°C ile gerçekleştirilen bir çalışmada (126); maruz kalmanın interlökin2, interferon γ veya tümör nekroz faktörü üretimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi yoktur ve mobil cihazlardan kaynaklanan emisyonların olduğuna dair bir gösterge yoktur sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir çalışma, mikroglial hücrelerde RF-EMA maruziyetinin bir sonucu olarak immün bağlantılı tümör nekroz faktörü veya interlökin

seviyelerinde değişiklik olmadığını bildirmiştir (127). Benzer bir sonuç başka bir grup tarafından da elde edilmiştir (128). Ayrıca (129), bağışıklık fonksiyonunun RF-EMA maruziyetinden etkilenmediğini bildirmiştir. Mevcut kanıtlar, bağışıklık fonksiyonunun RF-EMA maruziyetine tepkisi hakkında sonuçlar çıkarmak için yeterli değildir.

Yaşlanma, egzersiz, ultraviyole ve diğer nedenlerden kaynaklanan stres vücutta reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırır. ROS, oksijen iyonlarını, radikalleri ve organik ve inorganik peroksitleri içerir. RF-EMA maruziyetini takiben ROS üretimini inceleyen az sayıda çalışma olmasına rağmen, birkaç rapor RF-EMA maruziyetinin serbest radikal üretimi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını ve forbol 12-miristat 13-asetata kombine maruziyetin ardından süperoksit konsantrasyonunda bir artış olmadığını göstermiştir (130). RF-EMA'ya maruz kalma, içme suyunun klorlanması sırasında üretilen bir bileşik olan 3-kloro-4-(diklorometil)-5-hidroksi-2-(5H)-furanon varlığında veya yokluğunda gerçekleştirildiğinde, hiçbir koşulda ROS üretimi gözlenmemiştir(131). Ancak son yıllarda RF-EMA maruziyetinin ROS üretimini artırarak DNA'da hasara yol açtığını (132, 114)ve bir ROS amplikasyon etkisinin görülebildiğini) bildiren birçok çalışma vardır. (133). RF-EMA maruziyeti ile ROS üretiminin indüklenmesinin altında yatan mekanizma henüz açıklığa kavuşturulmamıştır.

2.8.2. RF-EMA ve Kanseri İlişkisi

Mesleki maruziyet, çevre maruziyetinin yanı sıra gelişen teknoloji ile özellikle cep telefonları kullanımının yaygınlaşması ve bu durumunun ihtiyaç haline dönüşmesi kişileri daha fazla elektromanyetik alan maruziyetiyle karşı karşıya bırakmıştır. Bu durum araştırmacıları iletişim teknolojileri kaynaklı maruziyetin etkilerini araştırmaya yönlendirmiştir. 2008 yılında Hardel, daha önceden yayımlanmış 18 çalışmayı geriye dönük olarak taradığı bir meta analiz çalışması yapmıştır. Araştırmacı, 1997-2004 yılları arasında Japonya, İsveç, Finlandiya, Almanya, Amerika, İngiltere, Danimarka gibi ülkelerde yayımlanmış çalışmaları araştırmasına dâhil etmiştir. Sonuç olarak on yıllık cep telefonu kullanımının akustik nörinom ve ipsilateral gliom oluşma olasılığını artırdığı, fakat menenjiom riskinde herhangi bir değişikliğin görülmediği belirtilmiştir (134). İsveç'te 752 kişi üzerinde yapılan başka bir çalışmada da on yıllık cep telefonu kullanımının akustik nörinom oluşma riskini üzerinde anlamlı bir artışa neden olduğunu ortaya konulmuştur (135). Ayrıca, 13 araştırmanın dâhil edildiği bir diğer metaanaliz çalışmasında ise EMA maruziyetinin lösemi ve sinir sistemi tümörlerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir (136).

Manyetik alanların kanser oluşturma olasılığı tam olarak netlik kazanmamakla birlikte, güncellenen DSÖ-IARC 2018 yılı bildirgesinde, RF-EMA'yı 2013 yılından bu yana Grup 2B olası Kanserojenler grubunda sınıflandırmaktadır. Bu sınıflandırma kablosuz telefonlardan gelen RF-EMA'yı kapsamaktadır (137).

2.8.3. RF-EMA ve Üreme Sistemi Etkisi

Özellikle RF-EMA maruziyetinin erkek germ hücresi ölümü, ötrüs döngüsünde bozulma, üreme endokrin hormonları ile üreme organı ağırlıklarında anomaliler, sperm hareketliliği, embriyonik gelişim anomalileri ve düşükler gibi anomalilere neden olabileceği bildirilmiştir (138). Bir çalışmada cep telefonu kaynaklı RF-EMA'nın ejakülatif semen üzerinde etkisi olup olmadığı incelenmiş ve sonucunda insan sperminde oksidatif strese neden olabileceği ortaya konulmuştur. Cep telefonunu konuşma modunda pantolon cebinde tutmanın spermeleri olumsuz yönde etkileyebileceği ve erkek doğurganlığını bozabileceği sonucuna varılmıştır (139). Bu çalışma mobil cihazların bilinçli kullanımının sağlık üzerine etkilerini göstermesi bakımından önemli ve dikkat çekicidir.

RF-EMA'nın kadınlarda düşüklerle neden olabileceğine dair çalışmalar da mevcuttur (140-142). Bir diğer açıdan bakılacak olursa gebelik periyotlarının en az yarısında 0.1µT veya daha fazla maruziyete uğrayan gebelerde artmış doğumsal anomali saptanmamış olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (64).

2.8.4. RF-EMA ve Endokrin Sistem Etkisi

1999 yılında yapılan bir vaka-kontrol çalışmasında mesleki olarak EMA'ya maruz kalan radyo verici, radyo link ve radyo verici istasyonlarında çalışan personellerin hormon düzeyleri incelenmiş; radyo verici istasyonlarında çalışanların T3, T4, TSH, estradiol ve progesteron hormon seviyelerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiş; radyo link ve televizyon verici istasyonlarında çalışanların T3, T4, estradiol, testosteron ve progesteron hormon seviyeleri kontrol grubuna göre anlamlı yüksek bulunmuştur (143). Bu çalışma mesleki ekilenimin ortaya konulması açısından önemli bir çalışmadır. Cep telefonundan yayılan manyetik alanın serum kortizol ve testosteron hormonu üzerine etkisinin araştırıldığı bir deneysel çalışmanın sonucunda cep telefonu kaynaklı RF-EMA'nın adrenal bez korteksini etkilediği ve buna bağlı olarak kortizol seviyesinde artışa, bunula birlikte testisleri etkileyerek testosteron düzeyinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (144).

2.8.5. RF-EMA ve Nörolojik Etkiler

ÇDF-EMA’da olduğu gibi, RF-EMA için de nörolojik etkileri üzerine araştırmalar mevcuttur. Cep telefonları üzerine yapılan bir çalışmada cep telefonu kaynaklı RF-EMA’nın Alzheimer, Parkinson ve MS gibi nörolojik hastalıkların oluşumunda etken olabileceği tespit edilmiştir (1). Sinir sistemi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir deneysel çalışma sonucunda ise RF-EMA’ya kısa süreli maruz bırakılan sıçanlarda, maruziyet sonrası geçici olarak %82 oranında anormal beyin işleyişi olduğu gösterilmiştir (109). RF-EMA’ya maruz bırakılmış gebe sıçanlar ile yapılan bir deneysel çalışmada, maruziyet sonrası sıçanların gri cevher yüzeylerinde azalma tespit edilmiş ve gebelik sürecinde RF-EMA’ya maruz kalmanın omirilik üzerinde hasara neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır (146).

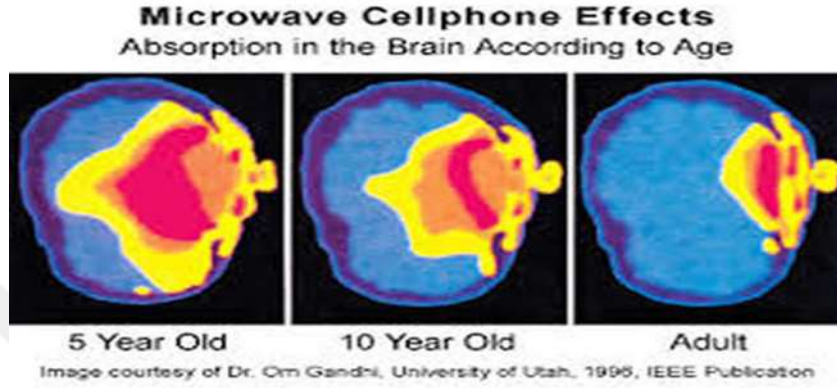
2.8.6. RF-EMA ve Isıl Etki

RF-EMA madde ile karşılaştığında ısı etkiye neden olabilirler. Vücuda giren EMA ışıınımları vücuttaki doku ve hücreleri meydana getiren elementlerin atomlarıyla etkileşerek enerjilerini aktararak ya da titreştirerek vücut ısını yükselmesine neden olmaktadır. EMA’nın bu etkisine ısı etki denilmektedir. İyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik radyasyonun termal etkisi en açık ve ölçülebilir etkidir ve standartlar belirlenirken bundan faydalanılmaktadır (12).

Bu termal etkilerin moleküler hareketlilik ve sıcaklık oluşumuna neden olduğu söylenmektedir. Termal etkilenim; elektrik alanın titreşen akımına bağlı olarak enerjilerini moleküllere aktararak ya da moleküllerin spin hareketinden ötürü zorlanıp enerjilerini moleküllere aktarması şeklinde gerçekleştirir. Termal etkiye sahip olan RF-EMA’nın biyolojik açıdan zararlı olduğu saptanmıştır (138).

İnsan fizyolojisinin vücudun ısını dengelemek için çeşitli mekanizmaları vardır fakat yüksek RF-EMA maruziyetlerinde bu mekanizmalar etkili çalışamazlar. Sağlıklı kişilerde cep telefonu kullanımı ile ilgili bir araştırmada, daha önce hiç cep telefonu kullanmamış katılımcılar ile düzenli olarak cep telefonu kullanan katılımcılar karşılaştırılmış, 50 dakika telefon görüşmesi yapan katılımcıların özellikle telefonun anten kısmına denk gelen beyin kesiminde glikoz metabolizmasında artış saptanmıştır (147). Bununla birlikte ÇDF-EMA’nın ısı etkisinden ötürü canlı hücrelerin morfolojisinde farklılaşmalara sebep olabileceği de bildirilmiştir (148). Cep telefonu görüşmelerinin kafa bölgesinde ısı artışına neden olduğunu gösteren araştırmalar da mevcuttur (149).

Isıl etki, anatomik yapıdaki farklılıklar nedeniyle çocuk ve yetişkinlerde farklı boyutta etkilenime neden olmaktadır. Çocukların kafa kemiklerinin daha ince ve yoğunluğunun daha az olması, beyin ve nörolojik sisteminin gelişmekte olması etkilenim miktarını artırırken; ısı etki beyinin orta hattına kadar ilerleyebilmektedir. Yetişkinlerde ise etkilenim daha çok kulak ve çevresinde gerçekleşmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Cep telefonu kaynaklı elektromanyetik dalgaların beyinde absorbe edilmesi (150)

2.8.7. RF-EMA'nın Diğer Etkileri

Çocuk ve ergenlerin RF-EMA maruz kalmaları sonucunda oluşabilecek akut etkileri inceleyen bir kesitsel çalışmaya 148 çocuk ve 1508 ergen dahil edilmiş ve 24 saat maruz kalma profilleri oluşturularak incelenmiştir. Öğle saatlerinde en fazla maruziyete uğranan dönemde ergenlerin istatistiksel olarak anlamlı yüksek baş ağrısı olduğu saptanmıştır. Daha dikkat çekici başka bir nokta ise; çocukların ergenlere oranla istatistiksel olarak daha anlamlı bir konsantrasyon eksikliği olduğu saptanmış olmasıdır (151).

Hastahane ya da kliniklerde bulaşın büyük risk olduğu bilinmektedir. Bu açıdan bakılarak kurgulanan bir çalışmada diş hekimliği öğrencileri ve diş hekimlerinin cep telefonu temizleme rutini ve kullanım alışkanlıkları incelenmiştir. Sonuç olarak incelenen 50 cep telefonunun 49 'unun kültür sonuçları pozitif olduğu, kontaminasyon oranı personelde %96 iken, öğrencilerde %100 olduğu tespit edilmiştir (152).

Bu noktaya kadar bilimsel dayanaklar eşliğinde ÇDF/RF-EMA'nın sağlık üzerinde oluşturabileceği etkilerden bahsedilmiştir. Bazı kaynaklar olumsuz bir etkiden bahsederken, bazı çalışmalarda olumsuz bir etkisi olmadığı yönünde sonuçlanmıştır.

Buradan anlaşılacağı üzere, kesin ve ortak bir sonuca varmak mevcut teknoloji ve çalışmalar ile henüz mümkün değildir.

Sağlık ya da çevreyle ilgili ciddi, telafisi olmayan zararların ortaya çıkabileceği bilimsel boşlukların olduğu konularda gerekli önlemlerin alınma ilkesi “ihtiyatlılık ilkesi” olarak bilinmektedir. Elektromanyetik alanların sağlık etkileri üzerine yapılmış çalışmalar ihtiyatlılık ilkesinin uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır. İhtiyatlılık ilkesi, belirli bir konuda kişilerin olumsuz etkileneceği doğrultusunda ciddi şüpheler varsa, bilimsel bir kanıt sunulmasını beklemeden, geç kalınmadan gerekli önlemlerin alınması anlamını taşır (153).

2.9. Uluslararası ve Ulusal Sınır Değerler

1992 yılında Almanya’da kurulan Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) ve sekreterliği de belirtilen tarih itibarıyla Münih’te bulunmaktadır. İnsanları ve çevreyi iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun olumsuz etkilerine karşı korumayı amaçlayan ICNIRP, iyonlaştırıcı olmayan radyasyona sınırları hakkında bilime dayalı tavsiyeler geliştirir. Komisyonunda biyoloji, tıp, epidemiyoloji, fizik ve kimya gibi farklı alanlardan ve ülkelerden uzmanlar yer almaktadırlar. ICNIRP uzmanları tavsiyelerinin tamamını bilimsel yayınlara dayandırmaktadır (34). Kesin bir kural olmamakla birlikte genel olarak Avrupa ülkeleri bu komisyonun belirlediği limit değerleri baz almaktadır.

2.10. Uluslararası Düzenlemeler ve Sınır Değerler

Uluslararası düzeyde; “Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ile Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) gibi örgütler ile Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi (ICNIRP), Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) ve Avrupa Komisyonu (EC)” gibi uluslararası organizasyonlar uzun çalışmalar sonucu EMA etkilerinin araştırılması ve gerekli sınır değerini belirlenmesini hedeflemektedir (36).

ICNIRP tarafından belirlenen sınır değerler uluslararası düzeyde birçok alanda kabul görmüştür. 2010 ve 2020 yılında yayınlanmış olan “ICNIRP Guidelines” a göre EMA maruziyet sınır değerleri Tablo 2 ve 3’te verilmektedir (154, 155).

Tablo 2.100kHz ile 300 GHz arasındaki elektromanyetik alanlara ortalama 30 dakikada ve tüm vücutta maruz kalma için referans seviyeler

Maruziyet senaryosu	Frekans	E. Alan Şiddeti (V/m)	Manyetik Alan (A/m)	Güç Yoğunluğu (W/m^2)
Mesleki	0.1 – 30MHz	$660/f_M^{0.7}$	$4.9/f_M$	Mevcut değil
	> 30 – 400MHZ	61	0.16	10
	> 400 – 2000MHZ	$3f_M^{0.5}$	$0.008f_M^{0.5}$	$f_M/40$
	> 2 – 300GHZ	Mevcut değil	Mevcut değil	50
Genel Halk	0.1 – 30MHz	$300/f_M^{0.7}$	$2.2/f_M^4$	Mevcut değil
	> 30 – 400MHZ	27.70	0.073	2
	> 400 – 2000MHZ	$1.375f_M^{0.5}$	$0.0037f_M^{0.5}$	$f_M/200$
	> 2 – 300GHZ	Mevcut değil	Mevcut değil	10

Tablo 3. ICNIRP 2010(1 Hz-100kHz) mesleki maruziyet sınır değerleri

Frekans Aralığı	Elektrik Alan E(kV/m)	Manyetik Alan Şiddeti H(A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu (T)
1Hz-8 Hz	20	$1.63 \times 10^5/f^2$	$0.2/f^2$
8Hz-25 Hz	20	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^{-2}/f$
25Hz-300 Hz	$5 \times 10^{2/f}$	8×10^2	1×10^{-3}
300 Hz-3kHz	$5 \times 10^{2/f}$	$2.4 \times 10^5/f$	$0.3/f$
3kHz-10MHz	1.7×10^{-1}	80	1×10^{-4}

Günümüzde İletişim teknolojilerindeki gelişmeler hız kesmeden ilerlemekte ve artık toplum 5G gibi RF-EMA kaynakları ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu teknoloji, kurulacak olan yüzbinlerce baz istasyonu ve anten anlamına gelmektedir. Sağlık için oluşturabileceği en küçük bir risk uzun vadede neye dönüşeceği, ya da nasıl sonuçlanabileceği ise hakkında endişe konusudur.

2.11. Ulusal Yasal Düzenlemeler ve Sınır Değerler

Yasal düzenlemeler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Bakanlığın adı 29 Ekim 2021 tarihinde Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmiştir) ile Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından gerçekleştirilmektedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik

Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik” 24 Temmuz 2010 tarihinde yürürlüğe girmiştir (156). 276511 Sayılı resmi gazeteye göre bu yönetmeliğin amacı;

“İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun yayılımı sonucu oluşan elektromanyetik alanların, insan sağlığı ve çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin bilimsel olarak araştırılmasını sağlamak ve bu olumsuz etkilerin azaltılmasına esas olacak kriterleri belirlemek, İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun bu radyasyonu oluşturan cihazların insan ve çevre sağlığı üzerinde sebep olduğu olumsuz etkiler konusunda halkın bilgilendirilmesini sağlamak, Kurum ve kuruluşların alması gereken tedbirleri belirlemektir.”

Bu düzenleme, 0 Hz-300 GHz frekans bandındaki elektromanyetik alanları ve kişilerin bu alanlara karşı maruziyetini kapsamaktadır. Yönetmelikte belirtilen 0 Hz- 300 GHz bandındaki; elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti gibi değerler için belirlenen limitler aşağıda belirtilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. (0Hz-300GHz) Frekans bantlarındaki elektrik alan, manyetik alan ve elektromanyetik alanlar için sınır değerler

Frekans Aralığı, f (Hz)	Elektrik Alan Şiddeti, E(V/m)	Manyetik Alan Şiddeti, H(A/m)	Manyetik Akı Yoğunluğu, B (μT)	Güç Yoğunluğu, Seq(W/m2)
1 Hz' e kadar	-	32 000	40 000	-
1 Hz-8Hz	10 000	$32\,000f^2$	$40\,000f^2$	-
8Hz-25Hz	10 000	$4\,000/f$	$5\,000f$	-
0.025kHz-0.8kHz	$750/f$	$8/f$	$10/f$	-
0.8kHz-3kHz	$250/f$	5	6.25	-
3kHz-150kHz	87	5	6.25	-
0.15MHz-1MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	-
1MHz-10MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	-
10MHz-400MHz	$28/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.092/f^{1/2}$	2
400MHz-2000MHz	$1.375f$	$0.037/f^{1/2}$	$0.0046f$	$f/200$
2GHz-300GHz	61	0.16	0.20	10

Yönetmelikte belirtilen, Elektronik haberleşme cihazları için 10 kHz-60 GHz RF-EMA frekans bandındaki elektrik alan şiddeti, manyetik akı yoğunluğu ve diğer parametreler Tablo5'te belirtilmiştir.

Tablo 5. (10 KHz-60 GHz) Arasında haberleşme cihazları sınır değerleri

Frekans Aralığı(Mhz)	Elektrik Alan Şiddeti		Manyetik Alan Şiddeti, H (A/m)		B Manyetik Alan Yoğunluğu (μT)		Güç Yoğunluğu (W/m ²)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortaman limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortaman limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortaman limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortaman toplam limit değeri
0.0100-0.015	22	87	1.3	5	1.5	6.25	-	-
0.015-1	22	87	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
1-10	22f ^{1/2}	87f ^{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	0.0125	2
400-2 000	0.341f ^{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
2 000-60 000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.02	0.625	10

Yasada ayrıca; ortamdaki EMA değerlerinin ICNIRP'nin belirlediği değerlerin dörtte üçünden (3/4) daha fazla olamayacağı, tek bir cihaz için ise belirlenen dozun dokuzda ikisinden (2/9) daha fazla olamayacağı belirtilmiştir.

Türkiye’de mesleki maruziyete yönelik herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak TS EN 50413 standartlarına göre; mesleki maruziyet sınır değerleri Avrupa Birliği Direktifi ve ICNIRP'nin belirlediği sınır değerlere uyulması gerektiği önerilmektedir (157).

2.12. ÇDF/RF EMA ve Mühendisler

ÇDF/RF-EMA’lar özellikle son dönemde gelişen teknoloji ve giderek artan çevresel maruziyetle birlikte endişe kaynağı olarak gösterilmektedirler. Günümüzde toplumun her kısmı farklı derecelerde ÇDF/RF-EMA’ya maruz kalmaktadır ve teknoloji ilerledikçe bu seviyenin daha da artacağı öngörülmektedir. Bu yönden bakıldığında gerek eğitim hayatı gerekse iş alanında sürekli teknolojiyle iç içe olan Elektrik-Elektronik Mühendislerinin bu etkilenimin toplumun diğer fertlerine oranla daha fazla olabileceği söylenebilir.

Cihaz teknolojilerinin gelişim aşamasında da önemli role sahip olan mühendisler, yaptıkları tasarımlar ve teknolojinin gelişmesine sağladıkları katkılarla toplumu belki de farkında olmadan, dolaylı olarak etkilemektedirler. Gelişen teknoloji, ilerleyen yıllarda daha da farklı model ya da yeni cihazlar kullanıma sunacağı öngörülürse; EMA’ların küçük dahi olsa bir sağlık etkisinin olması ilerde çok büyük sağlık sorunlarının doğmasına

neden olabilecektir. EMA riskleri hesaplanırken, hatta cihaz tasarımları yaparken de dikkatli ve öngörülü olunmalıdır. Örneğin; son dönemde artan troid kanser insidansının nedeni çevresel birçok neden olabileceği gibi; cep telefonu teknolojisinin ve tasarımının yıllar içindeki değişimide neden olarak gösterilebilmektedir. Şuan ki modellerde anten cep telefonun alt kısmında ve telefonun 1/4'ünü kaplamaktadır. Mevcut durumda anten ile troid bezi arasındaki mesafenin azalması dikkat çekicidir (158).

Araştırmalar çoğunlukla sağlık etkilerinden söz ederken, sağlık etkilerine neden olan cihazı tasarlayan; bu tasarımı uygulayan ve cihaz teknolojinin gelişimine katkı sağlayan mühendislerin perspektifinden yürütülen sağlık çalışmaları sınırlıdır. Yaptıkları ufak bir teknik değişimin bile sağlık açısından doğurabileceği sonuçlar hakkında yeterli bilgi, bilinç ve hassasiyete sahip olmalarının önemi ise ortadadır.

Başka bir açıdan bakıldığında ise bütün bu tasarımları yapan, cihaz gelişimine katkıda bulunan mühendisler aynı zamanda bu teknolojinin kullanıcısı konumundadır. Unutulmaması gereken bir diğer nokta ise bu teknolojinin, kullanım aşamasına kadar gelişimi, üretimi, denetimi ve sürdürülebilirliğini sağlama aşamalarında doğrudan ilişkili olan mühendisler aynı zamanda bu teknolojinin birer kullanıcısı konumundadır.

Elektrik-Elektronik mühendislerinin mesleki maruziyete uğrayabileceği birçok çalışma ortamı mevcuttur. Ayrıca EMA üreten cihazların geliştirilmesi ve üretimlerinde görev alan Elektrik-Elektronik mühendisleri, mesleki açıdan en yoğun çalışılan sektörler arasındadır. Bunun yanında EMA'nın güçlü olarak üretilebildiği yerler arasında olan elektrik üretimi, dağıtımı ve kablosuz haberleşme yapılan tesislerde yoğun EMA'ya maruz kalma olasılıkları yüksektir. Elektrik üretimi ve dağıtımı, 50 Hz'de çalışan çok çeşitli cihazları içerir. Daha önce de bahsedildiği gibi burada elektrik alan da işin içine girmekte, maruziyet şekli değişmektedir.

2013/35/EU sayılı direktif ilk kez dördüncü maddesinde özellikle risk altındaki işçilerden bahsetmekte ve işverenlerin risk değerlendirme sürecinde özellikle risk altındaki işçilerin sağlık ve güvenliği üzerinde herhangi bir etkinin önlenmesine özel dikkat göstermeleri gerektiğini belirtmektedir.

Bir cep telefonu operatörü adına, çalışırken operasyonel personelin radyo frekansı elektromanyetik alanlara maruz kalmasını araştırmak için, 23 Teknik Operasyon Personeli (cep telefonu bakım personeli) ve ayrıca 22 diğer işçi üzerinde bireysel kayıtlar yapmak için exposimetreler kullanılarak bir çalışma yapılmıştır (159). Araştırmaya dahil olan

Teknik Operasyonel Personelin, diğer çalışanlarla karşılaştırıldığında, daha yüksek bir EMA maruziyetini gösteren sonuç elde edilememiştir. Ancak, RF teknik tesislerinin bakımıyla ilgili beceri disiplinleri arasındaki geniş çeşitlilik nedeniyle, bu sonuçlara göre genelleme yapmak doğru olmayacaktır. Bir diğer çalışmada, Birleşik Krallık'ın yayın ve telekomünikasyon endüstrilerinde çalışanlar tarafından kullanılan kişisel monitörlerden alınan verileri kullanan bir maruziyet anketinden elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Günlük aktivite günlüklerinden elde edilen sonuçlar; radyo ve televizyon yayıncıları için çalışan donanımcıların, mobil operatörler için çalışan meslektaşlarına kıyasla çok daha uzun sürelerde EMA'ya maruz kaldıklarını ortaya koymuştur(160). Endüstriyel ısıtma, iletişim, radar, araştırma ve tıbbi temsil eden, ~100 kHz ve 40 GHz arasındaki frekanslarda mesleki RF alan seviyelerine ilişkin bir İsrail Ulusal Araştırmasının sonuçları (161)'te sunulmuştur. Çalışmada, telsiz, plastik kaynak ve indüksiyonlu ısıtma çalışanlarının en yüksek yıllık kümülatif kişisel maruziyete sahip olduğu bildirilmiştir. Mesleki RF-EMA'ya maruz kalma ölçümlerinin sistematik bir literatür incelemesi yapılmıştır (162). Dielektrik ısıtma, radyo frekansı tanımlama tarayıcıları, plazma cihazları ve telekomünikasyon vericileri için limitleri aşan maruziyetlerin rapor edildiği bildirilmiştir. Mikrodalga ısıtma ve radar uygulamaları için sınırları aşan mesleki maruziyetin nadir olarak belirtildiği bildirilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada, elektrik hattı çalışanlarının periferik kan hücrelerinde DNA hasarı araştırılmıştır (163). Elde edilen sonuçlara göre ÇDF-EMA'ya mesleki maruziyet seviyeleri, Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyen Konferansı tarafından önerilen eşik sınır değerlerinden daha düşük olarak bulunmuştur. Çalışma alanlarındaki manyetik alanın medyan değeri 0.85µT olarak ölçülmüştür. Kontrol grubuna kıyasla ÇDF-EMA'ya maruz kalan işçiler için DNA hasarı indüksiyonu gözlemlenmiştir. Yapılan, sistematik literatür taramasında ÇDF-EMA'yamesleki olarak maruz kalan çalışanlar arasında Alzheimer hastalığı riski için bir meta-analiz yapılmıştır. Sonuçlar, mesleki olarak ÇDF-EMA'ya maruz kalmanınAlzheimer hastalığı riskini artırabileceğini göstermiştir (164). Bir güç santralinde çalışan erkek çalışanlarda ÇDF-EMA maruziyeti ile bazı üreme hormonlarının düzeyi arasındaki ilişki araştırılmış ve santrallerde manyetik alana maruz kalma ile üreme hormonu seviyeleri arasında bir ilişki bulunamamıştır (165).

Genel halk ve mesleki EMA maruziyetine karşı kurallar ile sınırlara sahip olmak önemlidir. Özellikle Elektrik-Elektronik Mühendisleri gibi mesleki olarak yoğun bir EMA maruziyetine uğrama ihtimali yüksek olan grupların bu kuralları ve sınırları bilmesi ayrı bir önem taşımaktadır.

ÇDF/RF-EMA'nın etkilerinde hiçbir zaman sıfır riskten bahsedilemez fakat insanlar mevcut riskleri çoğunlukla göz ardı edebilmektedirler. Bu durumu kişinin yaşı, cinsiyeti, eğitim durumu, kültürü etkilemektedir. Diğer yandan kişinin teknik detaylara olan hâkimiyeti de risk algısını etkileyen faktörlerden biridir (166). Bu çalışma; cihaz teknolojilerine hâkimiyeti toplumun diğer fertlerine oranla yüksek olan mühendislerin bu hâkimiyetinin ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerini ne denli etkilediğini, mevcut sağlık düşünceleriyle EMA'ya neden olan cihazların bilinçli kullanımına yönelik davranışları ve farkındalıkları arasında nasıl bir ilişki olduğunu göstermesi açısından önemlidir.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma, Trabzon Elektrik-Elektronik mühendisleri odasına kayıtlı mühendisler ile Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik mühendisliği ve Of Teknoloji Fakültesi Elektrik- Elektronik mühendisliği öğrencileri üzerinde yapılmış tanımlayıcı tipte bir çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Özellikleri

Araştırma verileri Trabzon EMO'ya kayıtlı mühendisler ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik mühendisliği ve Of Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği'nden Mayıs 2021- Ocak 2022 arasında toplanmıştır.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Trabzon Elektrik-Elektronik mühendisleri odasına kayıtlı mühendisler ile Karadeniz Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik mühendisliği ve Of Teknoloji Fakültesi Elektrik- Elektronik mühendisliği öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem belirlemeye gidilmemiş, evrenin tamamına ulaşmak hedeflenmiştir.

Araştırmaya, çalışmaya katılımı gönüllü olarak kabul eden 444 Doktora/Yüksek lisans/Lisans öğrencisi ve 56 aktif çalışan mühendis olmak üzere 500 kişi dâhil edilmiştir.

3.4. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın bağımsız değişkenleri: Cinsiyet (kadın ve erkek), medeni durum (bekar ve evli), yaş (katılımcılara ucu açık şekilde sorulmuş, yıl cinsinden cevaplamaları istenmiştir), aylık gelir (katılımcılara ucu açık şekilde yöneltilmiş ve çalışmada ortalama olarak kullanılmıştır), birlikte yaşayan kişiler (ailesi ile birlikte yaşayanlar, yalnız yaşayanlar, arkadaşlarıyla birlikte yaşayanlar), eğitim/çalışma durumu (aktif çalışan mühendis ve öğrenci), çalışma süresi(ucu açık şekilde yöneltilmiş, katılımcıların yıl cinsinden cevaplanması beklenmiştir), kronik hastalığa sahip olma durumu (hayır ve evet seçenekleri sunulmuş, katılımcının cevabı evet ise; sunulan seçeneklerden işaretlemeleri ya da ucu açık şekilde sunulan seçekenden yazmaları istenmiştir)'dir. Ayrıca mühendisler için çalışma süresi 10 yıl altı ve 10 yıl üstü, öğrenciler için ise EMA ile ilgili derslerin 2. Sınıf müfredatında yer alması nedeniyle 1. Sınıf ve diğerleri şeklinde iki grupta kategorize edilmiştir.

Araştırmanın bağımlı değişkenleri: Katılımcıların, ÇDF-EMA'ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışları, RF-EMA ile ilgili düşünceleri, RF-EMA'ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışları, ÇDF/RF EMA'nın sağlık üzerine etkileri hakkındaki görüşleri, sağlık ile ilgili bazı durumlar ile EMA türleri arasındaki ilişkiye yönelik düşünceleri, ÇDF/RF-EMA'nın sağlık üzerine etkileri hakkındaki düşünceleri, EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerine göre davranışları, Teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği alt boyut puanları ve ölçek toplam puanı, ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerine göre teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği alt boyut puanları ve ölçek toplam puanıdır.

3.5. Veri Toplama Yöntemi

Bu çalışmada veriler çevrim içi yöntem ile toplanmıştır.

3.5.1. Veri Toplama Formu

Veri toplama formu; katılımcıların sosyodemografik özellikleri, ÇDF-EMA, RF-EMA ve kablosuz ağ teknolojileri/mobil iletişim araçlarının kullanımına ilişkin davranışlar, katılımcıların ÇDF-EMA ve RF-EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerini belirlemeye yönelik araştırmacı tarafından literatür taraması sonucu hazırlanan sorular ve “Elektromanyetik Kirliliğe Sebep Olan Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği” kullanılmıştır (EK 1).

3.5.2. Sosyodemografik Özellikler ve Teknolojik Cihaz/ Mobil Ağ Teknolojileri Kullanımına İlişkin Davranışlar

Veri toplama formunun birinci bölümünde; sosyodemografik özellikler (cinsiyet, yaş, ikamet edilen şehir, medeni durum, nerede/kimlerle yaşadığı, haneye giren toplam gelir miktarı, öğrenciyse kaçınıcı sınıfta olduğu, mezunsalar meslekte kaç yıl geçirdikleri, kronik hastalık durumu, mevcut sağlık sorunları) ve teknolojik cihaz/mobil ağ teknolojileri kullanımına ilişkin davranışları (iş yeri/okulda cihaz kullanım durumu, iş yeri/okulda cihaz kullanım süresi, mobil iletişim araçlarını kullanım amaçları) içeren sorular yer almaktadır.

3.5.3. ÇDF/RF EMA ile İlgili Düşünceler ve ÇDF/RF EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımı ile İlgili Davranışlar

Veri toplama formunun bu bölümündeki sorular/maddeler araştırmacı tarafından gerekli literatür taraması yapıldıktan sonra hazırlanmıştır. Bu bölümde; ÇDF-EMA'ya

neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlar (Televizyon izlemiyorken elektrik bağlantısını kapatırım, saçımı kurutmak için saç kurutma makinesi kullanırım, tıraş makinesi kullanırım, aydınlatmada floresan ve halojen lamba kullanırım, aydınlatmada LED lamba kullanırım, uyurken başucumda gece lambasını açık tutarım, çalışırken masamda masa üstü lambasını açık tutarım, elektrikli ısıtıcı kullanırım, elektrikli ısıtıcıyı yakın mesafede kullanırım, evde klima kullanırım, evde vücuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım, ofiste/iş yerinde klima kullanırım, ofiste vücuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım, elektrikli battaniye kullanırım, çay/kahve makinesi kullanırım), RF-EMA ile ilgili düşünceler (Günlük hayatımda elektromanyetik alana çok fazla maruz kaldığımı düşünüyorum, elektromanyetik alanların zararlı olduğu düşüncesi beni endişelendirir, evimin/ apartmanımın çatısına baz istasyonu kurulmasına izin veririm, yaşadığım yerde ya da yakın çevrede baz istasyonu olmasından rahatsız olurum, cep telefonu kullanımının artmasıyla uyku kalitemin kötüleşeceğini düşünüyorum, çocukların baz istasyonuna yakın bir okula gitmemesi gerektiğini düşünüyorum, çocukların telefon görüşmelerinde kulaklık kullanılmasına özen gösterilmesi gerektiğini düşünüyorum, çocuklar ve gençlerin EMA maruziyetlerini azaltmak için cep telefonu/tablet kullanımının sınırlandırılması gerektiğini düşünüyorum)ve RF-EMA'ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlar (Cep telefonum şarjdayken kullanırım, tabletim/bilgisayarım şarjdayken kullanırım, uyurken cep telefonumu başımın 1 metreden yakınında açık bulundururum, uyurken cep telefonumu kapatırım, kullanmadığım zamanlarda tabletimi/bilgisayarımı kapatırım, cep telefonu görüşmelerimde kablolu kulaklık kullanırım, cep telefonu görüşmelerimde bluetooth kulaklık kullanırım, arama yaptıktan sonra cevaplanana kadar telefonu kulağıma tutarım, telefonumu ya da herhangi bir dijital cihazı çalar saat olarak kullanırım, cep telefonumu kıyafetimin göğüs cebinde taşıyım, cep telefonumu kıyafetimin yan cebinde taşıyım, arka cebinde taşıyım, cep telefonumu kemerimde/bel çantamda taşıyım, cep telefonumu çantada taşıyım, cep telefonumu elimde taşıyım) ile ilgili sorular/maddeler yer almaktadır. Sorular/maddeler 5'li Likert tipi; "Hiç", "Nadiren", "Bazen", "Sık sık", "Her zaman" seçeneklerinden oluşmaktadır. Ancak analiz sırasında "Hiç" seçeneği ile "Nadiren" seçeneği; "Sık sık" seçeneği ile de "Her zaman" seçeneği birleştirilmiştir. Böylece "Hiç/Nadiren", "Bazen" ve "Sık sık/Her zaman" şeklinde üç seçenek oluşturulmuştur. Ardından her bir soru/madde "Hiç/Nadiren=1", "Bazen=2" ve "Sık sık/Her zaman=3" olacak şekilde puanlanmıştır. Olumsuz sorular/maddeler için ters puanlama yapılmıştır. Bu bölümde ÇDF-EMA'ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlardan

alınabilecek puanlar 15-45 arası iken RF-EMA'ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlardan alınabilecek puanlar 16-48 arasındadır. Her iki EMA türünde de alınan puanlar artıka katılımcılar, daha sorumlu davrandıkları şeklinde değerdendirilmiştir. Ayrıca her iki EMA türünden alınan puanlar toplanarak toplam puan üzerinden de analiz yapılmıştır.

3.5.4. ÇDF/RF EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Bilgi ve Görüşleri

Bu bölümdeki sorular araştırmacı tarafından gerekli literatür taraması yapıldıktan sonra hazırlanmıştır. Katılımcılara ÇDF/RF EMA'nın sağlık üzerine etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Sorusuna “Evet”, “Hayır”, “Fikrim Yok” seçeneklerinden kendilerine en yakın seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. Devamında; beyin kanseri riskini artırabilir, gebelikte düşük riskinin artmasına neden olabilir, üreme sistemini etkileyerek kısırlığa neden olabilir, çocuklarda kan kanserine neden olabilir, kişilerde sinirlilik, yorgunluk ve strese neden olabilir, kaslarda ağrı ve genel vücut yorgunluğuna neden olabilir, konsantrasyon bozukluğuna neden olabilir, kişilerde genetik hasara neden olabilir, yüksek tansiyon, baş dönmesine neden olabilir, mide yakınmalarına neden olabilir, nefes darlığına neden olabilir, çarpıntıya neden olabilir, Baş ağrısı, migrene neden olabilir, Alzheimer, Parkinson ve Multiple Sclerosis (MS) gibi sinir hastalıkları oluşum riskini artırabilir, kulak rahatsızlıklarına (ağrı, çınlama, sıcaklık hissi) neden olabilir, ciltte lekelenmeler, his/duyu kaybı, yanma hissi, kuruluk, karıncalanma, kaşıntı, kızarıklık, tahrişe neden olabilir şeklinde sorular yöneltilerek “RF-EMA ile ilişkilidir”, “ÇDF-EMA ile ilişkilidir”, “Fikrim yok” seçeneklerinden kendilerine uygun olan seçeneği işaretlemeleri istenmiştir.

3.5.5. Elektromanyetik Kirliliğe Sebep Olan Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına Yönelik Farkındalık Ölçeği

Köklükaya ve ark. tarafından geliştirilen ölçek (2015); cep telefonu ve dizüstü bilgisayar ilişkin farkındalık, baz istasyonuna ilişkin farkındalık, kablosuz modeme ilişkin farkındalık olmak üzere 3 alt boyuttan oluşmaktadır (167). Ölçek, cep telefonu ve dizüstü bilgisayar ilişkin farkındalık için 13, baz istasyonuna ilişkin farkındalık için 8, kablosuz modeme ilişkin farkındalık için 3 olmak üzere toplam 24 sorudan oluşmaktadır. Beşli Likert tipde hazırlanmış ölçek maddeleri için; “kesinlikle katılıyorum”, ”katılıyorum”, ”kararsızım”, ”katılmıyorum” ve “kesinlikle katılmıyorum” ifadeleri yer almaktadır. Katılımcıların olumlu maddelere “kesinlikle katılıyorum” şeklinde verdikleri yanıtlara (5)

puan, “katılıyorum” şeklindeki yanıtları (4) puan, “karasızım” şeklindeki verilen yanıtlara (3) puan, “katılmıyorum” şeklindeki yanıtlara (2) puan, “kesinlikle katılıyorum” şeklindeki yanıtlara (1) puan verilmiştir. Olumsuz maddelerde, bu puanlama ters şekilde yapılmıştır. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 24, en yüksek puan ise 120 olarak belirlenmiş olup herhangi bir kesme değeri belirtilmemiştir.

Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeğinin Cronbach Alpha değeri 0,93’tür. Ölçek alt boyutları için Cronbach Alpha değerleri ise şu şekildedir: Cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık için 0,90, Baz istasyonuna ilişkin farkındalık için 0,90, Kablosuz modeme ilişkin farkındalık 0,86’dir.

3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, yalnızca Trabzon EMO’ya kayıtlı mühendisler ve KTÜ Elektrik-Elektronik mühendisliği öğrencileri üzerinde yapıldığı için araştırma sonuçları bütün mühendislere ve öğrencilere genellenmemelidir.

3.7. Etik Kurul Onayı ve Kurum izinleri

Çalışma bütün aşamalarında “sadakat-gizlilik” ilkesine bağlı kalınarak etik kurallar çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırma için Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığından alınan 444 sayılı izinle yürütülmüştür (EK 2).

3.8. Verilerin Analizi ve İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Windows 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotları (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Değerlendirme sonuçları tanımlayıcı istatistikleri; kategorik değişkenler için sayı (n) ve yüzde (%), sayısal değişkenler için ortalama (ort), standart sapma (ss), minimum (min), maksimum (maks) değerler olarak belirtilmiştir. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı, normal dağılım uygunluk normallik testleri ve basıklık çarpıklık değerleri ile kontrol edilmiştir. Verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 3 arasında olması normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 6). Bu durumda niceliksel verilerin karşılaştırılmasında iki gruplu değişkenler için bağımsız t testi ve ikiden fazla gruplu değişkenler için tek yönlü varyans analizi ANOVA testi, farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için Bonferroni posthoc testi uygulanmıştır. Kategorik verilerin analizinde ise ki-kare testi kullanılmıştır. Bilgi puanları ileri diğer ölçümsel

değişkenler arasında korelasyon olup olmadığını değerlendirmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Tüm istatistik analizlerinde anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Tablo 6. Normallik analizine ilişkin bulgular

Ölçek ve Alt Boyutları	Çarpıklık	Basıklık	Durum
Cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık puanı	1.045	-0.150	Normal
Baz istasyonuna ilişkin farkındalık puanı	0.684	-0.121	Normal
Kablosuz modeme ilişkin farkındalık puanı	-0.180	-0.487	Normal
Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği toplam puanı	0.974	-0.073	Normal

Araştırmacı tarafından hazırlanan soruların iç tutarlılık sonucu elde edilen Cronbac'h Alpha değerleri; katılımcıların ÇDF-EMA ile ilgili önermelere verdikleri cevapları için 0.511; katılımcıların RF-EMA'ya sahip olan önermelere verdikleri cevapları için 0.718; katılımcıların ÇDF/RF-EMA ile ilgili düşünceleri için 0.848 şeklinde bulunmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Sosyo-Demografik Özellikler

Çalışmaya toplam 500 kişi dahil edilmiştir. Katılımcıların %79.4'ü (n=397) erkektir. Katılımcıların yaş ortalamaları 22.6 ± 6.5 (17-66)'dır. Medeni durum dağılımları incelendiğinde %91.6'sının (n=458) bekâr olduğu, birlikte yaşadıkları kişiler incelendiğinde ise %54.0'ının (n=270) ailesiyle birlikte yaşadığı görülmektedir. Katılımcıların eğitim/çalışma durumları incelendiğinde, %11.2'sinin (n=56) aktif çalışan mühendis, %88.8'inin (n=444) doktora/yüksek lisans/lisans öğrencisi olduğu görülmektedir. Çalışmaya %64.6'sı (n=323) Trabzon, %6.0'sı (n=30) İstanbul, %5.0'ı (n=25) Ankara ve % 2.2'si (n=11) Bursa olmak üzere toplam 45 şehirden katılım olmuştur. Diğer sosyodemografik özellikler Tablo7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Katılımcıların bazı sosyo-demografik özellikleri (N=500)

Özellikler	n	%
Yaş Ortalama $\pm$ SS (min-maks)		22.6 $\pm$ 6.5 (17-66)
Cinsiyet		
Erkek	397	79.4
Kadın	103	20.6
Medeni Durum		
Bekâr	458	91.6
Evli	42	8.4
Birlikte Yaşanılan Kişiler		
Ailesi ile birlikte yaşayanlar	270	54.0
Yalnız yaşayanlar	120	24.0
Arkadaşları ile birlikte yaşayanlar	110	21.8
Eğitim/Çalışma Durumu		
Öğrenci*	444	88.8
Aktif Çalışan Mühendis	56	11.2
Öğrencilerin Sınıf Düzeyi (n=441)**		
1	178	35.6
2	136	27.2
3	75	15.0
4	36	7.2
5	9	1.8
6	6	1.2
7	1	0.2
Aylık Gelir (min-maks/Ort$\pm$SS)	5855.00 $\pm$ 4222.9/(1-25000)	
Meslekte Çalışma Süresi (min-maks/Ort$\pm$SS)	7.2 $\pm$ 9.3/(0-41)	

*Lisans, Yüksek lisans ve Doktora öğrencileri**Üç tane missing veri mevcut

Katılımcıların sağlık durumları incelendiğinde %9.6'sının (n=48) doktor tarafından tanısı konulmuş uzun süreli (kronik) bir hastalığı olduğu görülmektedir. Katılımcıların kronik hastalıklarının %20.8'i (n=10) migren, %10.4'ü (n=5) akciğer hastalıkları, %6.3'ünün (n=3) depresyon, %43.8'inin (n=21) diğer olduğu görülmektedir. Katılımcıların diğer kronik hastalık durumları Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Katılımcıların kronik hastalığa sahip olma durumları ile ilgili bilgiler (N=500)

Kronik Hastalığa Sahip Olma Durumu	n	%
Hayır	452	90.4
Evet	48	9.6
Sahip Oldukları Kronik Hastalıklar (n=48)		
Migren	10	20.8
Akciğer hastalıkları	5	10.4
Depresyon	3	6.3
Kalp/damar hastalığı	4	8.3
Hipertansiyon	4	8.3
Kanser	1	2.1
Diğer	21	43.8

Katılımcılara EMA ile ilişkili olabilecek sağlık semptomları verilmiş ve kendilerine uygun olanı/olanları seçmeleri istenmiştir. Katılımcıların EMA ile ilişkili olabileceği düşünülen mevcut sağlık sorunları/semptomları dağılımı incelendiğinde ise %25.2'sinin(n=126) yorgunluk, %22.8 (n=114)'ünün uyku sorunları, %22.2'sinin (n=111) baş ağrısı olduğu görülmektedir. Katılımcıların diğer sağlık durumları Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Katılımcıların ema ile ilişkili olabileceğini düşündükleri mevcut sağlık sorunları/semptomları(N=500)*

Mevcut Sağlık Sorunları/Semptomlar	n	%
Yorgunluk	126	25.2
Uyku sorunları	114	22.8
Baş ağrısı	111	22.2
Unutkanlık	84	16.9
Göz Hastalıkları	84	16.8
Mide Yakınmaları	49	9.8
Cilt Hastalıkları	39	7.8
Kas iskelet sistemi hastalıkları	32	6.4
Kulak hastalıkları	27	5.4
Baş dönmesi	21	4.2

*Birden fazla seçenek işaretlenebilir.

Katılımcıların işyerinde/okulda, teknolojik cihazları kullanım durumları incelendiğinde cep telefonu kullanımı için; %94.4'ünün (n=472) kullandığı görülmektedir. Cep telefonu sayıları yönünden incelendiğinde, %91.4'ünün (n=457) 1 adet, %3'ünün (n=15) 2 adet ve üzeri olduğu görülmektedir. Cep telefonu evde kullanımına bakıldığında ise %97.6'sının (n=488) kullandığı görülmektedir. Katılımcıların işyerinde/evde laptop kullanımı durumları incelendiğinde, %74.4'ünün (n=387) kullandığı, görülmektedir. İşte/okulda laptop sayıları incelendiğinde ise, %73.2'sinin (n=366) 1 adet, %4.2'sinin (n=21) 2 adet ve üzeri olduğu görülmektedir. Evde laptop kullanım durumlarına bakıldığında ise, %89.8'inin (n=449) kullandığı görülmektedir. Katılımcıların Bluetooth işyerinde/okulda kulaklık kullanım durumları incelendiğinde, %44.6'sının (n=223) kullandığı %55.4'ünün (n=277) kullanmadığı, görülmektedir. Bluetooth kulaklık sayıları incelendiğinde, %42.2'sinin (n=211) 1 adet, %2.4'ünün (n=12) 2 adet ve üzeri olduğu görülmektedir. Evde Bluetooth kulaklık evde kullanım durumları incelendiğinde ise, %52.8'inin (n=264) kullanmadığı, %47.2'sinin (n=236) kullandığı görülmektedir. Katılımcıların diğer teknolojik cihaz kullanım durumları Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10. Katılımcıların iş yeri/okulda ve evde teknolojik cihaz kullanma durumları ile kullandıkları teknolojik cihaz sayıları (N=500)

İş Yeri/Okulda	Teknolojik Cihaz Kullanıyorum		1 adet		2 ve üzeri		Teknolojik Cihaz Kullanmıyorum	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Cep telefonu	472	94.4	457	91.4	15	3.0	28	5.6
Laptop	387	77.4	366	73.2	21	4.2	113	22.6
Bluetooth kulaklık	223	44.6	211	42.2	12	2.4	277	55.4
Masaüstü bilgisayar	91	18.2	85	17.0	6	1.2	409	81.8
Tablet	62	12.4	60	12.0	2	0.4	438	87.6
Taşınabilir müzik/oyuncaklar	41	8.7	33	7.0	8	1.7	469	93.8
Evde								
Cep telefonu	488	97.6	439	87.8	49	9.8	12	2.4
Laptop	449	89.8	404	88.8	45	9.0	51	10.2
Bluetooth kulaklık	236	47.2	204	40.8	32	6.4	264	52.8
Tablet	111	22.2	101	20.2	10	2.09	389	77.8
Masaüstü bilgisayar	104	20.8	100	20.0	4	0.8	396	79.2
Taşınabilir müzik/oyuncaklar	56	11.2	51	10.2	5	1.0	444	88.8

Katılımcıların işyerinde/okulda cep telefonu kullanım süreleri dağılımı incelendiğinde,%12.3'ünün (n=60) 30 dk' dan az, %29.3'sının (n=143) 30 -59 dk, %38.3'ünün (n=182) 1-3 saat, %20.1'ünün(n=103) 4-6 saat ve üzeri kullanımı olduğu görülmektedir.

Katılımcıların işyerinde/okulda Laptop kullanım süreleri dağılımı incelendiğinde ise, %20.2'sının (n=78) 30 dk dan az, %27.6'ının (n=107) 30-59 dk, %28.7'inin (n=111) 1-3 saat, %23.5'sinin (n=91) 4-6 saat ve üzeri kullanımı olduğu görülmektedir.

Katılımcıların evde cep telefonu kullanım süreleri dağılımı incelendiğinde, %7.0'sının (n=34) 30 dk'dan az, %25.8'inin (n=126) 30 -59 dk, %40.6'ünün (n=198) 1-3 saat, %26.6'sının (n=130) 4-6 saat ve üzeri olduğu görülmektedir.

Katılımcıların evde Laptop kullanım süreleri dağılımı incelendiğinde,%12.7'sının (n=57) 30 dk'dan az, %28.7'inin (n=129) 30 -59 dk, %31.0'sinin (n=139) 1-3 saat, %27.6'ının (n=91) 4-6 saat ve üzeri olduğu görülmektedir. Katılımcıların diğer teknolojik cihazları kullanım süreleri Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Katılımcıların iş yeri/okulda ve evde kullandıkları teknolojik cihazları kullanım süreleri (N=500)

İş yeri/okulda	30 dk'dan az		30 -59 dk		1-3 saat		4-6 saat ve üstü	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Cep telefonu	60	12.3	143	29.3	182	38,3	103	20.1
Tablet	38	61.4	17	27.4	5	8.0	2	3.2
Laptop	78	20.2	107	27.6	111	28.7	91	23.5
Masaüstü bilgisayar	23	25.5	19	20.3	16	17.8	33	36.4
Taşınabilir müzik oynatıcılar	20	49.0	14	34.1	3	7.2	4	9.7
Bluetooth kulaklık	80	35.9	75	33.6	38	17.0	30	13.5
Evde								
Tablet	67	60.5	22	20.1	12	10.2	10	9.2
Laptop	57	12.7	129	28.7	139	31.0	124	27.6
Masaüstü bilgisayar	34	32.8	25	24.0	15	14.4	30	28.8
Cep telefonu	34	7.0	126	25.8	198	40.6	130	26.6
Taşınabilir müzik oynatıcılar	29	51.7	17	30.4	8	14.3	2	3.6
Bluetooth kulaklık	82	34.7	82	34.7	45	19.2	27	11.4

Katılımcıların günlük hayatta mobil iletişim cihazlarını kullanım amaçları dağılımı incelendiğinde, %94'ünün (n=470) konuşmak, %91'inin (n=455) mesajlaşmak, %84.4'ünün (n=422) sosyal medyaya girmek, %81.6'sının (n=408) e-postalarını kontrol etmek olduğu görülmektedir. Katılımcıların diğer günlük hayatta mobil iletişim cihazlarını kullanım amaçları Tablo12'de verilmiştir.

Tablo 12. Katılımcıların günlük hayatta mobil iletişim cihazları kullanım amaçları (N=500)*

Katılımcıların Günlük Hayatlarında Mobil İletişim Cihazlarını Kullanım Amaçları	n	%
Konuşmak	470	94.0
Mesajlaşmak	455	91.0
Sosyal medyaya girmek	422	84.4
Epostalarını kontrol etmek	408	81.6
Araştırma yapmak	401	80.2
Film video izlemek	391	78.2
Bankacılık işlemleri	378	75.6
Haber okumak	354	70.8
Oyun oynamak	243	48.6
Mesleki görevler	172	34.4

*Birden fazla seçenek işaretlenebilir.

4.2. EMA

Katılımcıların “Elektromanyetik alanların zararlı olduğu düşüncesi beni endişelendirir.” ifadesi sunulmuş ve “kesinlikle katılmıyorum/katılmıyorum”, “kararsızım”, “katılıyorum/kesinlikle katılıyorum” seçeneklerinden birini seçmeleri istenmiştir. Katılımcıların verdikleri cevaplar incelendiğinde; %32.0'ının (n=160) kesinlikle katılmıyorum/katılmıyorum, %23.2'sinin (n=116) kararsızım %44.8'inin (n=224) katılıyorum/kesinlikle katılıyorum cevabını verdikleri görülmektedir.

Katılımcılara “Günlük hayatımda elektromanyetik alana çok fazla maruz kaldığımı düşünüyorum.” ifadesine ise; %26.8'inin (n=134) kesinlikle katılmıyorum/katılmıyorum, %14.4'ünün (n=72) kararsızım, %58.8'sinin (n=294) katılıyorum/kesinlikle katılıyorum cevabını verdikleri görülmektedir.

4.2.1. ÇDF-EMA

Katılımcılara ÇDF-EMA ile ilgili önermeler sunulmuş; “hiç”, “nadiren”, “bazen”, “sık sık” ve “her zaman” yanıtlarından kendilerine en uygun olanı işaretlemeleri istenmiştir. Katılımcıların “Elektrikli battaniye kullanırım.” ifadesine %97.2’si (n=486), “Ofiste vücuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım.” %97.2’si (n=486), “Uyurken başucumda gece lambasını açık tutarım.” İfadesine %96.0’sı (n=480), “Evde klima kullanırım.” İfadesine %85.8’si (n=429) hiç/nadiren cevabı verdikleri görülmektedir. “Aydınlatmada LED lamba kullanırım.” ifadesine %41.6’sı (n=208) Sık sık/her zaman yanıtını vermiştir. ÇDF-EMA ile ilgili önermeler ve cevapları Tablo 13’te gösterilmektedir.

Tablo 13. Katılımcıların ÇDF-EMA’ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlara yönelik verdikleri cevaplar (N=500)

	Hiç/Nadiren		Bazen		Sık Sık/Her zaman	
	n	%	n	%	n	%
Televizyon izlemiyorken elektrik bağlantısını kapatırım.	290	58.0	49	9.8	161	32.2
Uyurken başucumda gece lambasını açık tutarım.	480	96.0	9	1.8	11	2.2
Aydınlatmada LED lamba kullanırım.	183	36.6	109	21.8	208	41.6
Elektrikli ısıtıcıyı yakın mesafede kullanırım.	418	83.6	57	11.4	25	5.0
Ofiste vücuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım.	486	97.2	8	1.6	6	1.2
Saçımı kurutmak için saç kurutma makinesi kullanırım.	212	42.4	89	17.8	199	39.8
Tıraş makinesi kullanırım.	222	44.4	110	22.0	168	33.6
Aydınlatmada floresan ve halojen lamba kullanırım.	253	50.6	121	24.2	126	25.2
Çalışırken masamda masa üstü lambasını açık tutarım.	392	78.4	51	10.2	57	11.4
Elektrikli ısıtıcı kullanırım.	385	77.0	86	17.2	29	5.8
Evde klima kullanırım.	429	85.8	46	9.2	25	5.0
Evde vücuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım.	482	96.4	13	2.6	5	1.0
Ofiste/iş yerinde klima kullanırım.	412	82.4	53	10.6	35	7.0
Elektrikli battaniye kullanırım.	486	97.2	9	1.8	5	1.0
Çay/kahve makinesi kullanırım.	339	67.8	95	19	136	27.2

4.2.2. RF-EMA

Katılımcılara RF-EMA ile ilgili düşünceleri tablo halinde kesinlikle katılmıyorum, katılmıyorum, kararsızım, katılıyorum ve kesinlikle katılmıyorum seçeneklerinden kendilerine en uygun olan seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. Katılımcıların “Evimin/

apartmanımın çatısına baz istasyonu kurulmasına izin veririm.” ifadesine %61.0’inin (n=305) kesinlikle katılmıyorum/katılmıyorum, “Çocuklar ve gençlerin EMA maruziyetlerini azaltmak için cep telefonu/tablet kullanımının sınırlandırılması gerektiğini düşünüyorum.” ifadesine ise %52.4’sının (n=262) katılıyorum cevabı verdikleri görülmektedir. Katılımcıların RF-EMA ile ilgili diğer düşünceleri Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Katılımcıların RF-EMA ile ilgili düşünceleri (N=500)

	Kesinlikle Katılmıyorum/ Kararsızım Katılmıyorum		Katılıyorum/ Kesinlikle Katılıyorum	
	n	%	n	%
Evimin/ apartmanımın çatısına baz istasyonu kurulmasına izin veririm.	305	61.0	125	25.0
Yaşadığım yerde ya da yakın çevrede baz istasyonu olmasından rahatsız olurum.	173	36.6	143	28.6
Cep telefonu kullanımının artmasıyla uyku kalitemin kötüleşeceğini düşünüyorum	151	30.2	87	17.4
Çocukların baz istasyonuna yakın bir okula gitmemesi gerektiğini düşünüyorum	155	31.0	115	23.0
Çocukların telefon görüşmelerinde kulaklık kullanılmasına özen gösterilmesi gerektiğini düşünüyorum.	150	30.0	131	26.2
Çocuklar ve gençlerin EMA maruziyetlerini azaltmak için cep telefonu/tablet kullanımının sınırlandırılması gerektiğini düşünüyorum.	137	27.4	101	20.2

RF-EMA ile ilgili önermelere verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların; “Telefonumu ya da herhangi bir dijital cihazı çalar saat olarak kullanırım.” ifadesine %69.4’sı (n=347)sık sık/her zaman cevabı verirken, “Arama yaptıktan sonra cevaplanana kadar telefonu kulağıma tutarım.” ifadesine %27.3’si (n=197)hiç/nadiren, “Uyurken cep telefonumu kapatırım.” ifadesine %89.0’inin (n=445) ve “Cep telefonu görüşmelerimde bluetooth kulaklık kullanırım.” ifadesine %70.8’ünün (n=354) hiç/nadiren, “Tabletim/bilgisayarım şarjdayken kullanırım.” ifadesine %64.4’ü (n=322) sık sık/her zaman cevabı verirken, “Cep telefonum şarjdayken kullanırım.” ifadesine %42.4’ünün (n=212) hiç/nadiren cevaplarını vermişlerdir. Katılımcıların RF- EMA ile ilgili diğer önermelere verdikleri cevaplar Tablo 15’te gösterilmektedir.

Tablo 15. Katılımcıların RF-EMA’ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlara yönelik verdikleri cevaplar (N=500)

	Hiç/Nadiren		Bazen		Sık Sık/Her zaman	
	n	%	n	%	n	%
Cep telefonum şarjdayken kullanırım.	212	42.4	149	29.8	139	27.8
Kullanmadığım zamanlarda tabletimi/bilgisayarımı kapatırım.	96	19.2	61	12.2	343	68.6
Tabletim/bilgisayarım şarjdayken kullanırım.	111	22.2	67	13.4	322	64.4
Uyurken cep telefonumu başımın 1 metreden yakınında açık bulundururum.	151	30.2	64	12.8	285	57.0
Uyurken cep telefonumu kapatırım.	445	89.0	28	5.6	27	5.4
Cep telefonu görüşmelerimde kablolu kulaklık kullanırım.	314	62.8	124	24.8	62	12.4
Cep telefonu görüşmelerimde bluetooth kulaklık kullanırım.	354	70.8	94	18.8	52	10.4
Arama yaptıktan sonra cevaplanana kadar telefonu kulağıma tutarım.	197	27.3	103	20.6	200	40.0
Telefonumu ya da herhangi bir dijital cihazı çalar saat olarak kullanırım.	100	20	53	10.6	347	69.4
Cep telefonumu kıyafetimin göğüs cebinde taşıyım.	449	89.8	42	8.4	9	1.8
Cep telefonumu kıyafetimin yan cebinde taşıyım.	266	53.2	88	17.6	146	29.2
Cep telefonumu pantolon/eteğimin ön cebinde taşıyım.	159	31.8	65	13.0	276	55.2
Cep telefonumu pantolon/eteğimin arka cebinde taşıyım.	372	74.4	52	10.4	76	15.2
Cep telefonumu kemerimde/bel çantamda taşıyım.	438	87.6	35	7.0	27	5.4
Cep telefonumu çantada taşıyım.	373	74.6	65	13.0	62	12.4
Cep telefonumu elimde taşıyım.	286	57.2	128	25.6	86	17.2

4.2.3. Sosyo-demografik Özelliklere Göre Davanışlar

Katılımcıların cinsiyetlerine göre ÇDF-EMA ile ilgili sorumlu davranış puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<0.05$). Kadın katılımcıların RF-EMA ile ilgili sorumlu davranış puanlarının, erkek katılımcılara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Katılımcıların diğer demografik özelliklerine göre ÇDF-EMA ile ilgili sorumlu davranış puanları, RF-EMA ve ÇDF/RF-EMA ile ilgili toplam sorumlu davranış puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0.05$). Katılımcıların bazı sosyo-demografik özelliklere göre ÇDF/RF-EMA ile ilgili sorumlu davranış puanları aşağıda verilmiştir (Tablo 16).

Tablo 16. Katılımcıların bazı sosyo-demografik ve sağlık durumları ile ilgili özelliklere göre ÇDF/RF-EMA’yaneden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranış puanları

	DAVRANIŞ PUANLARI		
	ÇDF-EMA	RF-EMA	ÇDF+RF EMA
	Ortalama Puan± SS	Ortalama Puan±SS	Ortalama Puan ±SS
Cinsiyet			
Kadın	21.71±3.4	31.38±6,0	53.08±7.2
Erkek	21.56±3.6	27.47±5,0	49.03±6.7
t	0.369	6.173	5.287
p	0.712	p<0.001*	p<0.001*
Medeni durum			
Evli	21.81±4.0	26.81±5.4	48.61±7.5
Bekar	21.57±3.5	28.41±5.2	49.98±7.0
t	0.412	-1.888	-1.169
p	0.681	0.060	0.143
Birlikte yaşanan kişiler			
Ailesiyle birlikte yaşayanlar	21.73±3.6	28.34±5.1	50.06±6.8
Arkadaşlarla	21.26±3.5	27.89±5.5	49.14±7.0
Yalnız yaşayanlar	21.62±3.5	28.43±5.4	50.04±7.3
F	0.682	0.357	0.735
p	0.506	0.700	0.480
Eğitim/Çalışma Durumu			
Aktif Çalışan Mühendis	22.25±4.0	27.04±5.03	49.28±8.0
Doktora/yüksek lisans/Lisans öğrencisi	21.51±3.5	28.43±5.3	49.93±6.9
t	1.473	-1.871	-0.596
p	0.141	0.062	0.551
Sınıf			
1.sınıf	21.24±3.2	28.30±4.9	49.54±6.2
Diğerleri	21.70±3.6	28.39±5.4	50.09±7.2
t	-1.355	-0.174	-0.816
p	0.176	0.862	0.415
Çalışma süresi			
10 yıl altı	21.96±5.0	27.71±6.30	49.68±9.2
10 yıl ve üstü	22.40±3.6	27.06±5.0	49.46±7.4
t	-0.383	0.463	0.106
p	0.692	0.645	0.916

*p<0.05

4.3. ÇDF/RF EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri

Katılımcıların “Çok düşük frekanslı (ÇDF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde %40.8'inin (n=204) evet, %22.6'sının (n=113) hayır, %36.6'sının (n=183) fikrim yok cevabını verdikleri görülmektedir.

Katılımcıların “Radyo Frekans (RF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde %55.2'sinin (n=276) evet, %20.6'sının (n=113) hayır, %24.2'sinin (n=121) fikrim yok cevabını verdikleri görülmektedir (Tablo17).

Tablo 17. Katılımcıların ÇDF/RF EMA'nın sağlık üzerine etkileri hakkındaki görüşleri

	Evet		Hayır		Fikrim yok	
	n	%	n	%	n	%
Çok düşük frekanslı (ÇDF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünüyor musunuz?	204	40.8	113	22.6	183	36.6
Radyo Frekans (RF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine düşünüyor musunuz?	276	55.2	103	20.6	121	24.2

4.3.1. Katılımcıların, Sağlık ile İlgili Bazı Durumlar ile EMA Türleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Düşünceleri

Katılımcılara bazı sağlık durumları ile EMA türü arasındaki ilişki üzerine düşünceleri ile ilgili sorular yöneltilmiş, “RF-EMA ile ilişkili” , “ÇDF-EMA ile ilişkili”, “Fikrim yok”, “RF-EMA + ÇDF-EMA ile ilişkili” seçenekleri sunulmuştur. Katılımcıların, “Kişilerde genetik hasara neden olabilir.” İfadesine %13.4'ü (n=67), “Beyin kanseri riskini artırabilir.” İfadesine, %16'sı (n=80), “Çocuklarda kan kanserine neden olabilir.” ifadesine %16.2'si(n=81) “RF-EMA ile ilişkilidir.” cevabını verdikleri görülmektedir. “Nefes darlığına neden olabilir.” ifadesine %49.6'sı (n=248), “Kişilerde sinirlilik, yorgunluk ve strese neden olabilir.” ifadesine %46.2'si (n=231) “Fikrim Yok” yanıtını vermişlerdir.

“Üreme sistemini etkileyerek kısırlığa neden olabilir.” ifadesine %14.4'ü (n=72) ‘RF-EMA ile ilişkilidir.’ cevabını verirken, aynı soruya % 40.0 ‘lık(n=200) kısım “fikrim yok” yanıtını vermiştir. Katılımcıların ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Etkileri ve Bazı Sağlık

Durumları ile EMA Türü Arasındaki İlişki Üzerine diğer düşünceleri Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Katılımcıların, sağlık ile ilgili bazı durumlar ile EMA türleri arasındaki ilişkiye yönelik düşünceleri (N=500)

	RF-EMA ile ilişkili		ÇDF- EMA ile ilişkili		RF-EMA.+ ÇDF- EMA ile ilişkili.		Fikrim Yok	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Beyin kanseri riskini artırabilir.	80	16.0	17	3.4	0	0.0	82	16.4
Gebelikte düşük riskinin artmasına neden olabilir	80	16.0	17	3.4	35	7.0	82	16.4
Üreme sistemini etkileyerek kısırlığa neden olabilir.	72	14.4	28	5.6	38	7.6	200	40.0
Çocuklarda kan kanserine neden olabilir.	81	16.2	27	5.4	41	8.2	191	38.2
Kişilerde sinirlilik, yorgunluk ve strese neden olabilir.	56	11.2	25	5.0	21	4.2	231	46.2
Kaslarda ağrı ve genel vücut yorgunluğuna neden olabilir.	73	14.6	23	4.6	58	11.6	183	36.6
Konsantrasyon bozukluğuna neden olabilir.	65	13.0	26	5.2	54	10.8	191	38.2
Kişilerde genetik hasara neden olabilir.	67	13.4	27	5.4	57	11.4	185	37.0
Yüksek tansiyon, baş dönmesine neden olabilir.	63	12,6	23	4,6	31	6,2	216	43,2
Mide yakınmalarına neden olabilir.	58	11,6	27	5,4	36	7,2	213	42,6
Nefes darlığına neden olabilir.	43	8,6	22	4,4	18	3,6	248	49,6
Çarpıntıya neden olabilir.	38	7,6	30	6,0	17	3,4	247	49,4
Baş ağrısı, migrene neden olabilir.	44	8,8	27	5,4	28	5,6	231	46,2
Alzheimer, Parkinson ve Multiple Sclerosis (MS) gibi sinir hastalıkları oluşum riskini artırabilir.	67	13.4	25	5.0	63	12.6	181	36.2
Kulak rahatsızlıklarına (ağrı, çınlama, sıcaklık hissi) neden olabilir.	52	10.4	26	5.2	37	7.4	219	43.8
Ciltte lekelenmeler, his/duyu kaybı, yanma hissi, kuruluk, karıncalanma, kaşıntı, kızarıklık, tahrişe neden olabilir.	62	12.4	33	6.6	48	9.6	193	38.6

4.3.2. Katılımcıların Sosyo-demografik Özelliklerine Göre ÇDF/RF-EMA’nın Sağlık Üzerine Etkileri Hakkındaki Düşünceleri

Katılımcıların eğitim/çalışma durumları ile “Çok düşük frekanslı (ÇDF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünüyor musunuz?” sorusuna ve “Radyo Frekans (RF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu Tablo 19’da görülmektedir ($p<0.05$).

Tablo 19. Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine göre ÇDF/RF-EMA'nın sağlık üzerine etkileri hakkındaki düşünceleri

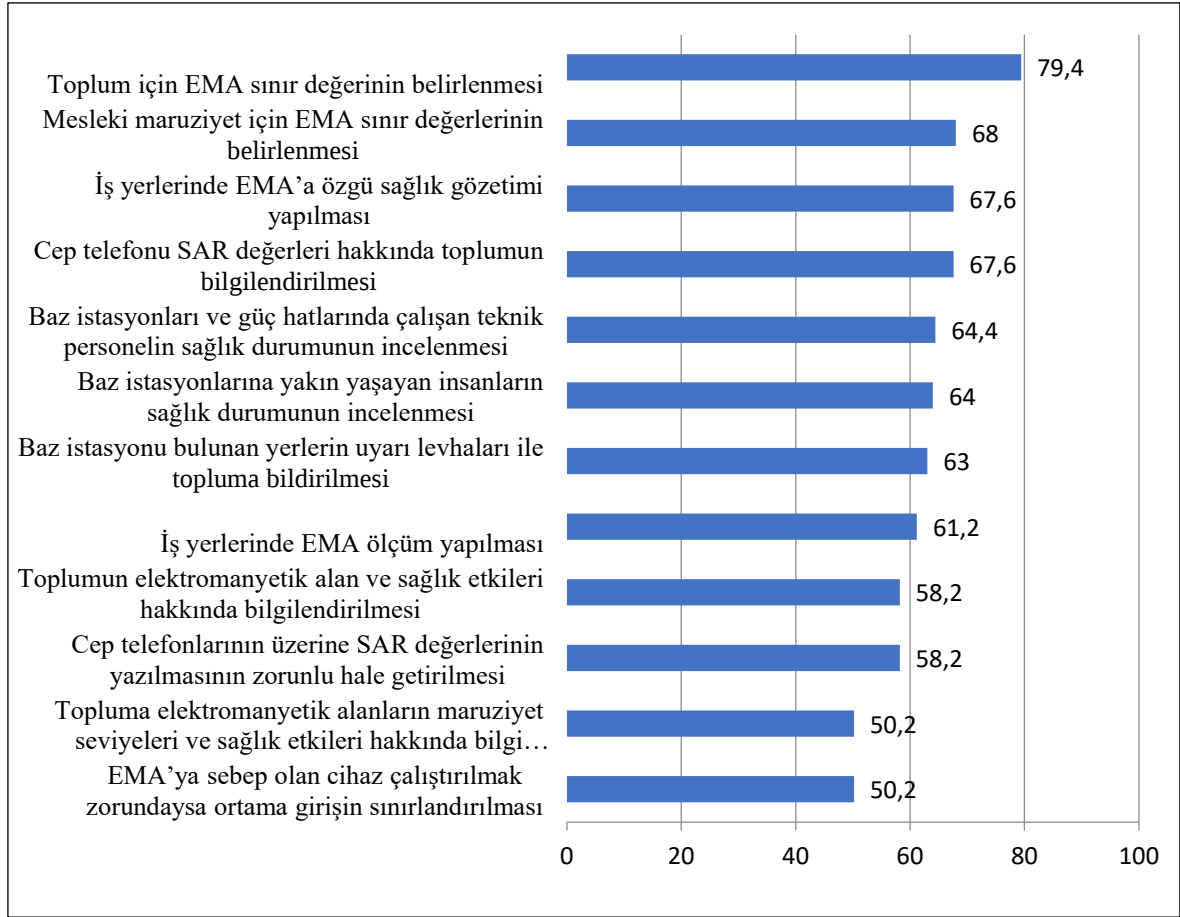
	ÇDF-EMA'nınSağlık Üzerinde Olumsuz Etkileri						RF-EMA'nınSağlık Üzerinde Olumsuz Etkileri					
	Var		Yok		Fikrim yok		Var		Yok		Fikrim yok	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Cinsiyet												
Kadın	51	49.5	14	13.6	38	36.9	64	62.1	12	11.6	27	26.2
Erkek	153	38.5	99	25	145	36.5	212	53.4	91	23.0	94	23.6
p				0.276						0.503		
Medeni durum												
Evli	19	45.2	14	33.3	9	21.5	26	62.0	9	21.4	7	16.6
Bekâr	185	40.4	99	21.6	174	38.0	250	54.6	94	20.5	114	24.9
p				0.066						0.481		
Birlikte yaşanan kişiler												
Ailesiyle birlikte yaşayanlar	110	40.8	61	22.6	99	37.0	155	56.4	56	20.7	59	21.9
Arkadaşlarla	51	46.8	25	22.9	33	30.3	62	52.1	21	17.6	26	21.8
Yalnız yaşayanlar	42	35.0	27	22.5	51	42.5	58	48.3	26	21.7	36	30.0
p				0.369						0.439		
Eğitim/Çalışma Durumu												
Aktif Çalışan Mühendis	29	51.8	17	30.4	10	17.9	39	69.6	10	17.9	7	12.5
Doktora/yüksek lisans/Lisans öğrencisi	175	39.4	96	21.7	173	39.0	237	53.4	93	20.9	114	25.7
p				0.008*						0.045*		
Sınıf												
1.sınıf	63	35.4	33	18.5	82	46.1	82	46.1	39	21.9	57	32.0
2. sınıf ve üstü	112	42.6	61	23.2	90	34.2	154	58.6	53	20.2	56	21.3
p				0.043*						0.018*		
Çalışma süresi												
10 yıl altı	10	35.7	8	28.6	10	35.7	15	53.6	7	25.0	6	21.4
10 yıl ve üstü	20	57.1	11	31.4	4	11.4	26	74.3	6	17.1	3	8.6
p				0.417						0.134		

*p<0.05

Katılımcıların ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Düşüncelerine göre ÇDF/RF-EMA sorumlu davranış puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı Tablo 20'de gösterilmektedir (p>0.05).

Tablo 20. Katılımcıların EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerine göre davranış puanları

	Davranış Puanları		
	ÇDF-EMA EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımına Yönelik Davranış Puanı	RF-EMA EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımına Yönelik Davranış Puanı	ÇDF+RF EMA EMA'ya Neden Olan Cihazların Kullanımına Yönelik Davranış Puanı
	Ortalama puan± SS	Ortalama puan± SS	Ortalama puan± SS
ÇDF-EMA'nın sağlık üzerinde olumsuz etkileri			
Var	21.72±3.7	28.65±5.8	50.36±7.2
Yok	21.84±3.7	28.40±5.0	50.23±7.1
Fikrim yok	21.31±3.3	27.78±4.8	49.08±6.6
F	1.001	1.367	1.841
p	0.368	0.256	0.160
RF-EMA'nın sağlık üzerinde olumsuz etkileri			
Var	21.66±3.7	28.77±5.7	50.42±7.3
Yok	21.73±3.6	27.43±4.5	49.15±6.3
Fikrim yok	21.34±3.1	27.86±4.7	49.19±6.7
F	0.429	2.952	1.915
p	0.651	0.053	0.148



Şekil 8. Katılımcılara göre EMA'nın sağlık üzerindeki etkilerini azaltmaya yönelik yapılması gereken düzenlemeler (birden fazla seçenek işaretlenebilir)

Katılımcılara EMA'nın sağlık üzerine etkilerini azaltmaya yönelik yapılması gereken önerileri sorulduğunda görüşleri; % 79.4'ünün toplum için EMA sınır değerinin belirlenmesi, %68'inin mesleki maruziyet için EMA sınır değerlerinin belirlenmesi, %63'ünün baz istasyonu bulunan yerlerin uyarı levhaları ile topluma bildirilmesi, %64'ünün baz istasyonlarına yakın yaşayan insanların sağlık durumunun incelenmesi, %64.4'ünün baz istasyonları ve güç hatlarında çalışan teknik personelin sağlık durumunun incelenmesi şeklinde olduğu görülmektedir (Şekil 8)

4.4. Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına Yönelik Farkındalık Ölçeği ve Alt Boyutları ile Demografik Değişkenlerin ve Katılımcıların Sağlık Etkileri Hakkındaki Görüşlerinin Karşılaştırılması

Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği puanı ortalama 85.35 ± 17.02 olarak, cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık alt boyut puanı ortalama 46.59 ± 9.30 olarak, baz istasyonuna ilişkin farkındalık alt boyut puanı

ortalama 28.32 ± 5.89 olarak, kablosuz modeme ilişkin farkındalık alt boyut puanı ortalama 10.44 ± 3.06 olarak ve RF-EMA ile ilgili düşünceleri toplam puanı ortalama 22.46 ± 7.49 olarak, olarak bulunmuştur.

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine göre teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği toplam puanı ve alt boyut puanları karşılaştırıldığında; katılımcıların cinsiyetlerine göre kablosuz modeme ilişkin farkındalık alt boyut puanları istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$).

Çalışmaya katılan aktif çalışan mühendislerin çalışma sürelerine göre baz istasyonuna ilişkin farkındalık puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0.05$). Çalışma süresi 10 yıl altı olan katılımcıların baz istasyonuna ilişkin farkındalık puanlarının çalışma süresi 10 yıl üstü olan katılımcılara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 21).

Tablo 21. Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine göre teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği alt boyut puanları ve ölçek toplam puanı

	Cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık	Baz istasyonuna ilişkin farkındalık	Kablosuz modeme ilişkin farkındalık	Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Cinsiyet				
Kadın	48.17±7.5	28.5±5.1	11.0±2.0	87.6±13.9
Erkek	46.2±9.7	28.3±6.1	10.3±3.0	84.8±18.0
t	1.939	0.369	2.255	1.746
p	0.053	0.712	0.025*	0.082
Medeni durum				
Evli	47.6±9.3	27.8±7.5	11.3±2.9	86.6±18.1
Bekâr	46.5±9.3	28.4±5.7	10.4±3.1	85.2±16.9
t	0.744	-0.518	1.831	0.513
p	0.457	0.607	0.068	0.609
Birlikte yaşanan kişiler				
Ailesiyle ile birlikte yaşayanlar	46.4±8.5	28.2±5.5	10.5±2.9	85.03±15.5
Arkadaşları ile birlikte yaşayanlar	47.2±10.05	28.9±6.2	10.3±3.5	86.3±18.5
Yalnız yaşayanlar	46.5±10.4	28.2±6.4	10.4±3.1	85.1±18.9
F	0.303	0.505	0.160	0.231
p	0.739	0.604	0.852	0.794
Eğitim/Çalışma Durumu				
Aktif Çalışan Mühendis	48.04±9.8	27.5±7.8	11±3.0	86.5±19.1
Doktora/Yüksek lisans/Lisans öğrencisi	46.41±9.2	28.43±5.6	10.36±3.1	85.2±16.8
t	1.230	-0.869	1.465	0.551
p	0.219	0.388	0.144	0.582
Sınıf				
1. Sınıf	46.03±9.6	28.18±5.7	10.30±3.0	84.52±17.3
2. Sınıf ve Üstü	46.84±9.0	28.67±5.6	10.48±3.1	86.00±16.5
t	-0.903	-0.892	-0.617	-0.909
p	0.367	0.373	0.538	0.364
Çalışma Süresi				
10 yıl altı	49.42±10.2	30.25±6.8	10.96±3.1	90.64±19.0
10 yıl ve üstü	45.91±9.30	25.20±7.51	10.85±3.0	81.97±18.4
t	1.427	2.765	0.140	1.829
p	0.159	0.008*	0.889	0.072
Kronik hastalığa sahip olma durumu				
Evet	46.7±10.9	28.3±6.9	10.4±3.0	85.3±19.9
Hayır	46.6±9.1	28.33±5.8	10.4±3.1	85.36±16.7
t	0.072	-0.063	-0.195	-0.018
p	0.943	0.950	0.846	0.986

*p<0.05

Katılımcıların EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Düşüncelerine Göre Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği Toplam Puanı ve Alt Boyut Puanları incelendiğinde; “Çok düşük frekanslı (ÇDF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünüyor musunuz?” sorusuna verilen cevaplara göre Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği puanları, cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık alt boyut puanları, kablosuz modeme ilişkin farkındalık alt boyut puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

Katılımcıların “Radyo Frekans (RF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplara göre kablosuz modeme ilişkin farkındalık alt boyut puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<0.05$).

Katılımcıların ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerine göre teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği alt boyut puanları ve ölçek toplam puanı ile ilgili diğer bulgular aşağıdaki gibidir (Tablo 22).

Tablo 22. Katılımcıların ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkileri hakkındaki düşüncelerine göre teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği alt boyut puanları ve ölçek toplam puanı

	Cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık	Baz istasyonuna ilişkin farkındalık	Kablosuz modeme ilişkin farkındalık	Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
ÇDF-EMA'nın sağlık üzerinde olumsuz etkileri				
Var	48.0±9.6	29.0±6.2	11.04±2.9	88.0±17.6
Yok	45.7±9.7	28.0±6.3	9.6±3.5	83.0±18.2
Fikrim yok	45.6±8.5	28.0±5.1	10.3±2.8	83.9±15.2
F	4.088	2.086	8.578	4.369
p	0.017	0.125	p<0.001	0.013
RF-EMA'nın sağlık üzerinde olumsuz etkileri				
Var	47.4±9.4	28.47±6.1	10.9±2.9	86.72±17.2
Yok	45.3±9.8	27.9±6.4	9.5±3.3	82.67±18.3
Fikrim yok	46.0±8.6	28.3±5.0	10.2±3.0	84.52±15.2
F	2.215	0.348	8.623	2.330
p	0.110	0.706	p<0.001	0.098

Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği toplam puanı ile katılımcıların ÇDF-EMA ‘ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlara yönelik verdikleri cevaplar, katılımcıların RF-EMA’ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili davranışlara yönelik verdikleri cevaplar ile ilgili soru/maddelerden aldıkları puanlar ve ÇDF/RF-EMA ile ilgili düşünce puanları arasında korelasyon olup olmadığına bakılmış, istatistiksel olarak önemli fakat düşük veya önemsiz korelasyon tespit edilmiştir (168), (Tablo 23).

Tablo 23. Teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği toplam puanı ve alt boyut puanları ile katılımcıların ÇDF/RF-EMA ile ilgili cihazların kullanımına yönelik davranış puanları arasındaki korelasyon analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7
1-Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği toplam puanı	1	0.972**	0.919**	0.837**	-0.167**	-0.223**	-0.158**
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2-Cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık puanı	0.972**	1	0.826**	0.775**	-0.158**	-0.205**	-0.165**
	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3-Baz istasyonuna ilişkin farkındalık puanı	0.919**	0.826**	1	0.674**	-0.167**	-0.228**	-0.163**
	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
4-Kablosuz modeme ilişkin farkındalık puanı	0.837**	0.775**	0.674**	1	-0.124**	-0.180**	-0.067
	0.000	0.000	0.000		0.006	0.000	0.136
5-ÇDF-EMA kaynaklı cihazların kullanımına yönelik davranış puanları	-0.167**	-0.158**	-0.167**	-0.124**	1	0.229**	0.134**
	0.000	0.000	0.000	0.006		0.000	0.003
6-RF-EMA kaynaklı cihazların kullanımına yönelik davranış puanları	-0.223**	-0.205**	-0.228**	-0.180**	0.229**	1	0.192**
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
7- Katılımcıların ÇDF/RF-EMA ile ilgili düşünce puanı	-0.158**	-0.165**	-0.163**	-0.067	0.134**	0.192**	1
	0.000	0.000	0.000	0.136	0.003	0.000	

*p<0.05 **p<0.01

5. TARTIŞMA

Teknolojinin hızla gelişmesi günümüzde pek çok alanda insanı etkilemektedir. Bu etki bireysel anlamda kişinin yaşam kalitesinin artırdığı tartışılmaz bir gerçektir. Diğer taraftan bu teknoloji kurumsal işleyiş, eğitim, iş gibi alanlarda ne kadar etkili ve önemli olduğu gerçeği aşikâr olup, bu gerçek özellikle pandemi dönemi ile birlikte pekişmiştir. Kurumlar bu süreçte teknoloji sayesinde işleyişini sürdürmüş, kişiler, yine teknoloji sayesinde sevdikleriyle iletişim halinde kalabilmiştir. İş ve eğitim hayatı uzaktan yürütülmeye başlanmış, ekrana maruz kalma oranı artmıştır. Pandemi sonrasında bile evden çalışmayı yeni rutinleri haline getiren iş kolları artmıştır. Zaten var olan teknoloji kullanımı, bu zorunluluklarla birlikte iyice artmış, artık yeni normalimiz olmuştur. Kullanımı bu kadar yaygın hala gelen teknolojik cihazların getirdikleri faydayla birlikte birer RF/ÇDF-EMA kaynağı olarak herhangi bir sağlık sorunu oluşturuyor mu? Toplum sağlığı için bir tehdide neden olur mu? Soruları özellikle son dönemde araştırmalara konu olmaktadır. Birçok araştırma sağlık etkilerinden bahsederken yine birçok araştırma hiçbir zararlı etkisi olmadığını göstermektedir. Araştırmalar daha çok sağlık etkilerine odaklanmış; konuyla ilgili toplumun bilgisi, düşünceleri ya da davranışlarına yönelik çalışmalar ise sınırlıdır. Biz bu çalışmada; toplumun büyük kısmı gibi teknolojiyle iç içe olan; topluma göre icra ettiği meslek gereği teknik bilgisinin yanında mesleki maruziyetinin daha yüksek olduğu ve mevcut teknolojinin geliştirilmesinde etkin rol sahibi olan, elektrik-elektronik mühendisleri ve mühendislik öğrencilerinin konuyla ilgili bilgi, düşünce ve farkındalıklarını incelemektedir.

5.1. Sosyo-Demografik Özellikler

Çalışmamıza dâhil olan katılımcıların %88'ini öğrenciler ve %11.2'sini aktif çalışan mühendis oluşturmaktadır. Selim Ö ve ark, tarafından üniversite öğrencileri üzerinde yapılan çalışmada katılımcıların beyan ettikleri sağlık sorunları incelendiğinde %74.3 ile yorgun hissi ilk sırada yer alırken, konsantrasyon bozukluğu (%52.2), kas ağrısı (%47.5) onu takip etmiştir (145). Bizim çalışmamızda da katılımcılarının çoğunluğunu öğrenciler oluşturmakta ve belirtilen sağlık yakınmalarında yorgunluk ilk sırada yer alırken, onun ardından uyku sorunları, baş ağrısı ve unutkanlık takip etmiştir. Bizim katılımcıların çoğunluğunun lisans öğrencisi olduğu düşünülecek olursa benzer yakınmalar beyan edildiği söylenilebilir. Fakat, söz konusu semptomlar genel anlamda ÇDF/Rf-EMA maruziyeti fazla ya da az olsun toplumun bütün kesiminde görülme sıklığı yüksek olan

semptomlar olduğu için kesinlikle ÇDF/RF-EMA ile ilişkilidir denilemez. Kronik hastalıklar yönünden incelendiğinde ise migren başı çekmektedir.

Günümüzde teknolojik cihazlar yaşamın her alanında kişilerin vazgeçilmezi haline gelmiştir. Çalışmaya dâhil edilen katılımcıların kullandıkları mobil cihazlar incelendiğinde iş yerinde/okulda ve evde en çok kullanılan cihazın cep telefonu, en az kullanılan cihaz ise iş yerinde/okulda ve evde taşınabilir müzik oynatıcılar olduğu tespit edilmiştir. Buna sebep son dönem geliştirilen telefonlara birçok özelliğin yüklenmiş olması ve tablet, bilgisayar gibi diğer cihazlardan yapılacak işlemlerin tek cihaza indirgenmiş olması olarak düşünülmüştür. Bu durum kullanılan cihaz çeşitliliğini azaltmaya yönelik olumlu bir gelişme olarak yorumlanabilir.

Teknolojik cihazlara yüklenen yeni özellikler, kullanım alanlarının genişlemesine neden olmuştur. Bavlı ve ark. 'nin yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin cep telefonunu kullanım amaçlarının %51.9 ile sosyal medyada gezinmek olduğunu tespit etmiştir(169). Bizim çalışmamızda ise en çok kullanılan cihazın cep telefonu olmasına paralel olarak, kullanılan mobil cihazların kullanım amacına bakıldığında konuşmak (%94), mesajlaşmak (%91), sosyal medyaya girmek (%84.4), e-postaları kontrol etmek (%81.6) başı çekmektedir. Bu durum bizim çalışmamızdaki katılımcıların cep telefonu kullanım amaçları açısından daha bilinçli olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Kişilerin cihaz kullanımına ayırdıkları zaman, cihazın kişinin hayatındaki rolünü ortaya koyma yönünden önemli bir göstergedir. Macbe ve ark.'nin yapmış olduğu çalışmada katılımcıların %23'ü 30 dk.' dan az, %17'si 30-60 dk. ve %15.5'i 61-90 dk. arasında günlük cep telefonu kullanım süresi olduğu tespit edilmiştir(170). Bizim çalışmamızda ise katılımcılar cihaz kullanım alışkanlıkları açısından incelediğimizde; katılımcıların işyeri/okulda %12.3'ü 30 dk'dan az, %38.3'i 1-3 saat, %20.1'i 4-6 saat cep telefonu kullandıkları tespit edilmiştir. Bu durum çalışmaya dâhil edilen katılımcıların cep telefonu kullanım süreleri benzer çalışmalara göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

5.2. EMA

EMA'ya maruz kalındığı düşüncesi kişilerde anksiyete ya da korkuya neden olabilir. Macbe ve ark.' nin lisans öğrencileri ile yaptığı bir çalışma katılımcıların %45.7'si iletişim teknolojileri kaynaklı manyetik alana maruz kalmaktan çok endişelendiğini ortaya koymaktadır (170). Bizim çalışmamızda da, katılımcıların büyük çoğunluğu (%58.8) "Günlük hayatta elektromanyetik alana çok fazla maruz kaldığımı düşünüyorum"

ifadesine katılıyorum/kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir. “Elektromanyetik alanların zararlı olduğu düşüncesi beni endişelendirir” ifadesine ise %44.8’i katılıyorum/kesinlikle katılıyorum şeklinde cevaplamıştır. Sonuçların benzer çalışmalarla yakın olduğu şeklinde yorumlanabilir. Diğer taraftan bu durum katılımcılardan %55.2’sinin herhangi bir endişe taşımadığı ve %41.2’sinin manyetik alana maruz kalmadıklarını düşündüklerini göstermektedir.

5.2.1. ÇDF-EMA

Günlük rutinitimizde teknolojik cihazlar sürekli kullanmakta, kişi primer kullanıcı olmasa dahi diğer kullanıcılar nedeniyle ÇDF-EMA’ya maruz kalınmaktadır. Çalışmamızda ÇDF-EMA kaynağı cihazların kullanım durumları incelendiğinde katılımcıların; aydınlatma için daha çok LED lamba kullandıkları, elektrikli battaniye, klima, fanlı ısıtıcı gibi cihazların genel anlamda kullanım düzeyinin düşük olmasıyla birlikte; saç kurutma makinesi, tıraş makinesi gibi cihazların kullanımının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum cihazın bilinçli kullanımından ziyade sağladıkları faydalarının; kullanımının günlük hayatta ne kadar role sahip olduğunun, daha çok etkili olduğu düşünülmektedir.

Kişilerin EMA’ya maruz kalma endişesi, teknolojik cihaz kullanım alışkanlıklarını etkileyebilir. ÇDF-EMA yayan cihazları kullanım davranışları açısından incelendiğinde katılımcıların; çoğunluğu TV izlemiyorken TV bağlantısını hiç/nadiren kesmekte ve tablet bilgisayarını şarja takılı olarak kullanmakta, bununla birlikte; gece uyurken başucunda gece lambası açmadıkları ya da çalışırken masa üstünde lamba açık bulundurmadıkları, yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanmadıkları ve elektrikli battaniye kullanmadıkları görülmektedir (Tablo 13). Bu durum katılımcıların günlük hayatta daha fazla karşılaşılan cihazların bilinçli kullanılmadığını gösterse de; daha önce de bahsedildiği gibi rutinde daha az role sahip cihazların bilinçli kullanıldığını da tam olarak göstermez. Bahsedilen cihazların günlük rutinde daha az kullanılan cihazlar olduğu, katılımcıların büyük çoğunluğunun öğrenci olduğu düşünülürse, katılımcıların söz konusu teknolojik cihazla karşılaşma oranının düşük olmasının sonucu etkilemiş olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

5.2.2. RF-EMA

Son dönemde gerek çevre kaynaklı ya da çocuklar arası cihaz kullanımının yaygınlaşması nedeniyle, çocukların olası sağlık etkileri açısından etkilenimi gündeme gelmekte ve kişileri özellikle çocuklar için tedbirler almaya yönlendirmektedir. Öztürk ve

ark.'nın yapmış olduğu bir çalışmada dizüstü bilgisayar kullanımına bağlı eritama gelişiminin gözleendiği bir olgu sunulmuştur (171). Siegrist ve ark.'nınİsvire'de yaptığı bir çalışmada “Olası sağlık etkilerine karşın çocukların ve gençlerin cep telefonu kullanımı sınırlandırılmalı” sorusuna katılımcıların %40'ı tamamen katılıyorum yanıtını vermiştir (172). Bizim alışmamızda ise katılımcıların % 52,4'üocuklar ve gençlerin RF-EMA maruziyetlerini azaltmak için cep telefonu/tablet kullanımının sınırlandırılması gerektiğini düşünmekte olduğu tespit edilmiş ve katılımcıların %43,8'i çocukların telefon görüşmelerinde kulaklık kullanılmasına katılıyorum/tamamen katılıyorum demiş ve gerekli özen gösterilmesi gerektiğini düşünmektedir (Tablo 14). Bu durum, çalışmamıza dahil olan katılımcıların diğer çalışmaya göre daha yüksek oranla elektromanyetik alana maruz kaldığını düşünmekte olduklarını ve önlem alma konusunda daha fazla duyarlılığa sahip olmadıklarını göstermektedir.

Anaokulu ocuklarının RF-EMA maruziyetini inceleyen bir çalışmada (173) çevresel maruziyetin, kişisel maruziyet seviyesini aştığını göstermektedir. Toplum üzerinde yapılan bir çalışmada %26,2 oranında katılımcı baz istasyonu olan okula çocuğunu gönderirim derken Bhatt C R, Redmayne M, Billah B, Abramson M J, Benke G (2017). Radiofrequency-electromagnetic field exposures in kinder gartenchildren. Journal of Exposure Science&Environmental Epidemiology 27(5): 497-504.

174), başka bir çalışmada katılımcıların %67,4'ü çocuğunu baz istasyonuna yakın bir okula göndermek istemediğini belirtmiştir (175). Bizim alışmamızda RF-EMA ile ilgili düşünceler incelendiğinde; “ocukların baz istasyonuna yakın bir okula gitmemesi gerektiğini düşünüyorum.” sorusuna toplam %46,0 katılımcı katılıyorum/kesinlikle katılıyorum yanıtını vermiştir (Tablo 14). Katılımcılarımızın konu ile ilgili diğer çalışmaya göre daha az duyarlılığgösterdiğisöylenebilir.

Kaynar ve ark.'nın yürüttüğü toplum bazlı bir çalışmada katılımcıların %83,6'sı çatısında baz istasyonu olan bir evde yaşamak istemediklerini belirtmişlerdir(175). Çalışmamızdaki katılımcıların %61'i evinin çatısına baz istasyonu kurulumuna izin vermeye karşı olduklarını beyan etmişlerdir. Çalışmamızdaki katılımcıların çoğunluğın baz istasyonuna karşı olmakla birlikte, diğer çalışmaya oranla daha olumlu bir yaklaşım gösterdikleri görölmektedir. Bu sonuç katılımcılarımızın teknik bilgilerinin topluma göre daha fazla olmasından kaynaklanabileceği gibi, sağlık etkileri hakkında yeterli duyarlılığa sahip olmadıkları şeklinde de yorumlanabilir.

Çalışmamızda kullanılan ölçekte “Uyurken, cep telefonu yatağa konulmamalıdır” sorusuna %40,6’sı kesinlikle katılıyorum ve %37,6’sı katılıyorum, “Cep telefonu kullanımının artmasıyla uyku kalitemin düşeceğini düşünüyorum” sorusuna katılımcıların %30’u Katılıyorum, %23’ i ise kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir. Bu durum katılımcıların büyük çoğunluğunun (%52.4) uyku kaliteleri ile cep telefonu kullanımının ilişkili olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Diğer taraftan RF-EMA ili ilgili davranışlar incelendiğinde; katılımcıların büyük çoğunluğu sık sık/her zaman uyurken telefonunu yakın mesafede başucunda açık bulundurmakta (%57), uyurken dahi hiç ya da nadiren telefonunu kapatmamakta (%89), görüşmelerinde hiç ya da nadiren kulaklık kullanmaktadır (%70.4). Bu durum katılımcıların RF-EMA’ya karşı belli bir farkındalığa sahip ve kaygılı olmalarına rağmen, önlem almak konusundaki davranışlarının aynı paralelde gelişmemiş olduğunu göstermektedir. Katılımcıların büyük oranda RF-EMA’ya karşı alınması gereken önlemler konusunda bireysel bir önlem almamalarını, RF-EMA hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları, teknolojik cihaz kaynaklı EMA’yı sağlıkları için bir tehdit olarak görmedikleri şeklinde yorumlanabilir.

5.2.3. Sosyo-demografik Özelliklere Göre Davanışlar

Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri ile ÇDF/RF-EMA’ya neden olan cihazların kullanımı ile ilgili ortalama davranış puanları ve ÇDF+RF-EMA toplam ortalama davranış puanı karşılaştırıldığında, RF-EMA ortlamadavranışpuanı ve ÇDF+RF-EMA toplam ortalama puanları incelendiğinde kadınların erkeklere göre daha yüksek ortalama puana sahip olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin sınıf düzeylerine göre, çalışan mühendislerin de çalışma yıllarına göre incelendiğinde davranış puanları arasında anlamlı bir sonuç bulunamamıştır. Diğer sosyo-demeografik özellikler ve EMA türleri arasında bir ilişki bulunamamıştır.

5.3. ÇDF/RF EMA’nın Sağlık Üzerine Etkileri

Günümüzde RF-EMA kaynağı olarak cep telefonlarından sonra ilk akla gelen baz istasyonlarıdır. Özel Vd. tarafından yapılan bir araştırmada katılımcıların %77’si baz istasyonlarından yayılan RF-EMA’nın sağlık üzerinde olumsuz etkisi olduğunu düşündüğü sonucuna ulaşılmıştır (67). Bizim çalışmamızda ise katılımcıların sağlık etkileri hakkında düşünceleri incelendiğinde; “RF-EMA’nın sağlık üzerine olumsuz etkisi olabileceğini düşünüyor musunuz?” sorusuna % 55.2’si (n=276) “Evet”, %24’lik (n=113) bir kısım “Fikrim yok” cevabını vermiştir. Bu da çalışmamızdaki katılımcıların RF-EMA ile ilgili

olumsuz sađlık etkisinin olabileceđi dűşüncesi, diđer çalıřmaya gűre daha dűřűk olduđunu gűstermektedir.

Katılımcıların“DF-EMA’ nın sađlık űzerinde olumsuz etkileri olabileceđini dűřűnűyor musunuz?” sorusuna %40.8’i (n=204) evet, %36.6’sı (n=183) fikrim yok cevabını vermiřtir. Bűyűk çođunluđun fikrim yok ve hayır (%59.2) yanıtını vermiř olmaları katılımcıların DF-EMA’nın sađlık etkileri hakkında sınırlı bilgiye sahip oldukları gűstermektedir. Diđer taraftan bakıldıđında ise katılımcıların evet yanıtının yűksek olmasıyla birlikte; RF-EMA ile karřılařtırıldıđında RF-EMA’yı, DF-EMA’ya gűre daha fazla sađlık için tehdit olarak gűrdűklerini gűstermektedir. Katılımcıların fikrim yok yanıtının DF-EMA’ ya gűre daha dűřűk olması RF-EMA’ nın sađlık etkileri hakkında daha fazla bilgi sahip olduklarını dűřűndűkleri řeklinde yorumlanabilir.

5.3.1. Katılımcıların, Sađlık ile İlgili Bazı Durumlar ile EMA Tűrleri Arasındaki İliřkiye Yűnelik Dűřűnceleri

İlhan Vd. ‘nin Ankara il merkezinde yaşayanların elektromanyetik alan hakkındaki bilgi durumlarını incelediği çalışmada, katılımcıların %50.8’i kanseri,%39.8’i uyku sorunlarını elektromanyetik alanların neden olabileceği sağlık sorunları arasında gűrmekte olduğunu gűstermiřtir (176). Bizim alışmamızda katılımcıların DF-EMA ilişkili olabileceğini dűřűndűkleri sağlık sorunları ise “Ciltte lekelenmeler, his/duyu kaybı, yanma hissi, kuruluk, karıncalanma, kaşıntı, kızarıklık, tahrişe neden olabilir.”(%6.6), “Beyin kanserine neden olabilir” (%16) şeklinededir. Katılımcıların %49.6’sı “Nefes darlığına neden olabilir” , % 38.2’si “ocuklarda kan kanserine neden olabilir”, “Bař ağrısı, migren neden olabilir” sorusuna ise %46.2’si fikrim yok cevabını vermişlerdir. Bu durum katılımcıların DF-EMA’nın sağlık űzerinde olası olumsuz bir etkiye neden olabileceği doğrultusunda belli bir űn yargıya sahip olmalarına rağmen, bu etkilerinin neler olabileceği hakkında bilgi karmaşası ve eksikliği olduğunu gűstermektedir.

İlhan Vd. ‘nin Ankara il merkezinde yařayanların elektromanyetik alan hakkındaki bilgi durumlarını incelediđi çalıřmada cep telefonlarının neden olabileceđi dűřűnűlen sađlık sorunları arasında iřitme kaybı %77 ile ilk sırada gelirken, %67.5 ile kanser, %52 ile kısırlık onu takip etmektedir (176). Bizim alıřmamızda ise katılımcıların RF-EMA iliřkili olabileceđini dűřűndűđű sađlık durumlarının bařında “ocuklarda kan kanserine neden olabilir” (%16.2), “Kiřilerde sinirlilik, yorgunluk ve strese neden olabilir.”(%16.2), “Kaslarda ađrı ve genel vűcut yorgunluđuna neden olabilir”(%14.6) geldiđi gűrűlmektedir.

Katılımcılarda %14.4'ü Üreme sistemini etkileyerek kısırlığa neden olabilir sorusuna RF-EMA ile ilişkilidir cevabını verirken, %10.4'ü kulak rahatsızlıklarına (ağrı, çınlama, sıcaklık hissi) neden olabilir sorusuna RF-EMA ile ilişkili olduğunu düşünmektedir. Ankara il merkezinde yürütülen çalışmayla karşılaştırıldığında bizim katılımcılarımızın sağlık etkileri hakkında daha az bir bilgiye ya da fikre sahip olduğu göstermektedir.

ÇDF/RF-EMA ile ilişkili olabileceği düşünülen sağlık sorunlarının başında ise “Alzheimer, Parkinson ve Multiple Sclerosis (MS) gibi sinir hastalıkları oluşum riskini artırabilir.”(%12.6) ve “Kaslarda ağrı ve genel vücut yorgunluğuna neden olabilir.”(%11.6) cevapları başı çekmektedir. Katılımcıların bazı sağlık durumları ile ÇDF/RF-EMA türü arasındaki ilişkisi üzerine düşünceleri incelendiğinde bütün sorularda yine en çok fikrim yok yanıtı verildikleri dikkati çekmektedir.

5.3.2. Katılımcıların Sosyo-demografik Özelliklerine Göre ÇDF/RF-EMA'nın Sağlık Üzerine Etkileri Hakkındaki Düşünceleri

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine göre ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkileri hakkında düşünceleri incelendiğinde eğitim/çalışma durumları ile ÇDF/RF-EMA'sağlık etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlılık belirlenmiştir. Aktif çalışan mühendisler, doktora/yüksek lisans ve lisans öğrencilerine göre daha yüksek oranda ÇDF/RF-EMA'nın sağlık üzerinde etkisi olduğunu düşündükleri görülmektedir. Öğrenciler kendi aralarında incelendiğinde ise 2. sınıf ve diğerlerinin, 1. sınıf öğrencilerine göre daha yüksek oranda ÇDF/RF-EMA'nın sağlık üzerinde etkisi olduğunu düşündükleri görülmektedir. Bu durumu öğrencilerin EMA ile ilgili mevcut derslerinin 2. sınıf müfredatında olması nedeniyle olduğu düşünülebilir.

Katılımcılara ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkilerini azaltmaya yönelik ne tür önlemler alınması gerektiği sorulduğunda; en fazla %79.4' toplum için sınır değer belirlenmeli, %68'i mesleki maruziyet için EMA sınır değerinin belirlenmesi gerektiği, %67.6'sı iş yerinde EMA'ya yönelik sağlık kontrolleri yapılması gerektiğini düşünmekte olduğu görülmektedir. Bu seçeneklere oranla daha az tercih edilen ise %52.2 ile EMA'ya sebep olan cihaz çalıştırılmak zorundaysa ortama girişin sınırlandırılması ve topluma elektromanyetik alanların maruziyet seviyeleri ve sağlık etkileri hakkında bilgi verilmesi seçenekleridir. Katılımcıların çoğunluğunun toplum için sınır değer belirlenmesi gerektiğini düşündüklerini, konu hakkında belli bir duyarlılığa sahip olduklarını fakat

topluma maruziyet seviyeleri ve sağlık etkileri konusunda bilgi verilmesinin aynı ölçüde değerli görmedikleri şeklinde yorumlanabilir.

5.4. Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına Yönelik Farkındalık Ölçeği ve Alt Boyutları ile Demografik Değişkenlerin ve Katılımcıların Sağlık Etkileri Hakkında Görüşlerinin Karşılaştırılması

Teknolojik cihazların bilinçli kullanımına ilişkin farkındalık ölçeği ve alt boyutlarının demografik özellikler ile katılımcıların teknolojik cihaz kullanım durumu ve amaçları karşılaştırması yapıldığında; kadın katılımcıların erkek katılımcılara göre kablosuz modem kullanım farkındalığının daha fazla olduğu görölmektedir.

Katılımcılar, çalışma durumu yönünden incelendiğinde ise 10 yıl ve altı süredir aktif olarak çalışan mühendislerin baz istasyonları farkındalık düzeyi 10 yıl ve üstü süredir çalışan mühendislerle oranla daha yüksek olduğu görölmüştür. Bu durum, katılımcıların meslekte çalışma süresi arttıkça teknolojik cihaz kullanımına yönelik farkındalık düzeylerinde azalma olduğunu göstermektedir.

Çok düşük frekanslı (ÇDF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünen katılımcıların cep telefonu ve dizüstü bilgisayara ilişkin farkındalık alt boyut puanları, kablosuz modeme ilişkin farkındalık alt boyut puanlarının “Fikrim yok” cevabını veren katılımcılara göre; Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeği puanlarının “Sağlık etkisi yok” ve “Fikrim yok” cevabını veren katılımcılara göre daha yüksek olduğu görölmektedir.

“Radyo Frekans (RF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünen katılımcıların kablosuz modeme ilişkin farkındalık alt boyut puanlarının “Fikrim yok” cevabını veren katılımcılara göre daha yüksek olduğu görölmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Katılımcılarını Elektrik-Elektronik mühendisleri ile mühendislik öğrencilerinin oluşturduğu çalışmamızda katılımcıların teknolojik cihaz kullanımına yönelik farkındalık düzeyleri incelendiğinde dizüstü bilgisayar ve cep telefonuna yönelik farkındalık düzeyinin diğer alt boyutlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aktik çalışan mühendisler incelendiğinde ise 10 yıl ve altı süredir çalışan mühendislerin, 10 yıl ve üstü süredir çalışan mühendislerle oranla baz istasyonuna yönelik farkındalık puanlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bütün verilerin ışığında katılımcıların cihaz kullanımına yönelik farkındalık puanlarının cihaz kullanım davranışlarını, desteklenmediği görülmektedir. Teknolojik cihaz kullanım davranışlarını daha çok cihazın kişi yaşamındaki rolü ve sağladığı faydaya göre şekillendiği, teknolojik cihaz kullanım farkındalıklarını davranışlarına yansıtmadıkları tespit edilmiştir.

Sağlık etkileri açısından incelendiğinde öğrenci olan katılımcıların sınıf düzeyi arttıkça ÇDF/RF-EMA'nın sağlık etkileri olabileceği düşüncesi artmakta olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların ÇDF/RF-EMA'nın sağlık üzerinde olumsuz bir etki göstereceği konusunda genel bir öngörüye sahip olmakla birlikte, büyük çoğunluğun sağlık etkileri hakkında bilgi eksikliğinin fazla olduğunu söylemek mümkündür. Olası sağlık etkileri ile ilgili soruların çoğunluk tarafından "fikrim yok" şeklinde yanıtlanmış olması bu görüşü desteklemektedir. Bütün bu verilerin ışığında katılımcıların ÇDF/RF-EMA ve sağlık etkileri hakkında genel anlamda öğrenilmiş bir öngörüye sahip olmalarına rağmen, bu öngörünün altını doldurabilecek sağlık etkileri hakkında bilgilerinin zayıf olduğu şeklinde yorumlamak mümkündür.

Katılımcıların cihaz kullanım farkındalığını pratikte de uygulamaya koymak, kişileri bilgilendirmek, konu hakkında hatırlatmalar yapmak adına okul ve iş yerlerinde sağlık eğitimi çalışmaları yapılabilir. Sağlık etkileri açısından bilgi düzeyini ve farkındalığı artırmak adına öğrenciler için ilave dersler ya da ilgili derslere ilave konular eklenebilir, mevcut müfredat zenginleştirilebilir. Çalışan mühendisler için hizmet içi eğitimler sayıca artırılabilir, mevcut eğitimlere içerik olarak sağlık etkileri konusu eklenebilir, var olan eğitimler zenginleştirilebilir.

Katılımcılarını Elektrik-Elektronik mühendisleri ve mühendislik öğrencilerinin oluşturduğu bu çalışma alanında özgün olma niteliğinde ve sonuçlarının ilgili alana ışık tutması açısından önem arz etmektedir. Toplumun bir parçası olan, ilgili alanda eğitim

almış mühendis ve almakta olan mühendislik öğrencileri üzerinden elde edilen mevcut sonuçlardan yola çıkarak, toplumda da konuyla ilgili farkındalığın eksik olabileceği düşünülebilir. Toplum bazında benzer çalışmalar yapılması ve ihtiyatlık ilkesi ışığında halk sağlığı politikaları geliştirilmesi önerilir.



7. KAYNAKLAR

1. Seyhan N (2010). Elektromanyetik kirlilik ve sağlığımız/electromagnetic pollution and our health. *Noro-PsikiyatriArsivi* 47(2): 158.
2. Sarmaşık G, Durusoy R, Özkurt A (2012). Bilgisayar laboratuvarlarında maruz kaldığımız elektromanyetik alanların zararları ve çözüm önerileri. XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Uşak Üniversitesi 1-3.
3. Cowan D, Girdlestone R (1996). Safe as Houses?:Ill HealthandElectro-stress in the Home. Gateway Books.
4. Türkkın A, Kayıhan Pala (2009). Çok düşük frekanslı elektromanyetik radyasyon ve sağlık etkileri. *Uludağ University Journal of TheFaculty of Engineering* 14(2).
5. Tamam C, Evrensel M, Tamam Y (2016). Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Bilimsel tamamlayıcı Tıp Regölasyon ve Nöral Terapi Dergisi* 10(3): 19-25.
6. Yalçın A, Saygın M (2016). Elektromanyetik alanların üreme sistemi üzerine etkileri. *Mühendislik bilimleri ve tasarım dergisi* 4(2):105-124.
7. National Aeronautics and Space Administration, Science Mission Directorate (2010). Anatomy of an Electromagnetic Wave[online]. Availablefrom: http://science.nasa.gov/ems/02_anatomy. [Accesed 1 Ekim 2022].
8. World Health Organization. (1993). Electromagnetic fields (300 Hzto 300 GHz. World Health Organization.
9. World Health Organization. (n.d.). The International EMF Project. World Health Organization [online]. Availablefrom: [fromhttps://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project](https://www.who.int/initiatives/the-international-emf-project). [Accesed 31 Mart 2022].
10. Polat A Ö (2013). Karaman ili şehir merkezi ve Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Yunus Emre Yerleşkesi'ninelektromanyetik kirlilik haritasının çıkarılması, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
11. Canseven, AG., Seyhan, N., Aydın, A., Çevik, C., Işımer, A., (2005) Effects of ambient ELF magnetic fields: variations in electrolytelevels in the brain and blood plasma, *Gazi Medical Journal*, 16(3): 121-127.

12. Çerezci O, Yener ŞÇ (2016, November). Sağlık kuruluşlarında elektromanyetik kirliliğin incelenmesi. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016), Alanya/Antalya-Turkey, 3-5 Kasım 2016.
13. Sheppard A R, Eisenbud M (1977). Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency. New York universitypress.
14. Şeker S, Çerezci O (2000). Radyasyon Kuşatması. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi-matbaası, İstanbul.
15. FIELDS, Extremely Low Frequency Fields (1993). Environmental Health Criteria. Power, 2, 5-1.
16. Canseven, A., Atalay Seyhan, N., 1995. Elektromanyetik kirlenme ve biyolojik boyutları, EMO Dergisi, 39, 394, 87-91
17. Okur, Z. H. (2019) Elektromanyetik alan maruziyetinin gelişmekte olan sıçan (wistaralbino) beyni hipokampusunda oluşturduğu etkilerin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Çevre Sağlığı Anabilim Dalı, Sinop
18. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Johansson O, Thill R (2015). Retraction of: EUROPAEM EMF Guideline 2015 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. Reviews on Environmental Health 30(4): 337-337.
19. World Health Organization. (n.d.). Radiation: Electromagnetic fields. World Health Organization [online]. Available from: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/radiation-electromagnetic-fields> [Accessed 31 Mart 2022].
20. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Sege R (2007). Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochemical Journal 405(3): 559-568.
21. ICNIRP International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (Uluslararası İyonlaştırmayan Radyasyondan Koruma Komitesi), ICNIRP Guidelines For Limiting exposure To Time-Varying Electric, Magnetic And Electromagnetic Fields (Up To 300 GHz), Health Physics 74 (4), Sayfa: 494-522, 1998.

22. IEEE Standards Coordinating Committee, 2. (1992). IEEE Standard for safety level with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3kHz to 300GHz. IEEE (95): 1-1991.
23. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2002). IEEE Standard for safety level with respect to human exposure to electromagnetic fields, 0–3 kHz. Report (95): 6.
24. Rüdiger M, Maria F, Rodney C, Adele G, Kari J, Carmela M, Soichi W (2014). (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electric fields Induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz. Health Physics 106: 418-425.
25. Cooper T G (2002). Occupational exposure to electric and magnetic fields in the context of the ICNIRP guidelines (No. NRPB-W--24). National Radiological Protection Board (United Kingdom).
26. Hietanen M, Hämäläinen A M (2002). VonNandelstadh p. Electromagnetic fields in the work environment Guidance for occupational exposure assessment. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health (FIOH).
27. Bolte J F B, Pruppers M J M (2006). Electromagnetic fields in the working environment. RIVM rapport 610015001.
28. Dural G, Ruacan Ş (2001). Elektromanyetik dalgalar ve insan sağlığı (Sıkça sorulan sorular ve yanıtları). Ankara: Tübitak-Bilten.
29. Taktak F, Tiryakioğlu I, Yılmaz, I. Gps’de Kullanılan Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığına Etkilerinin İrdelenmesi. Istanbul Teknik Üniversitesi 2.
30. Grüner O. (1980). Intermittent electromagnetic fields and their effect on awareness and headache. Fysiatrickya Reumatologicky Vestnik, 58(4): 206-215.
31. Wertheimer N, Leeper E D. (1979). Electrical wiring configurations and childhood cancer. American journal of epidemiology 109(3): 273-284.
32. WHO. (1999). What are electromagnetic fields [online]. Available from: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/en/> [Accessed Ekim 18 2022].

33. Lai H, Singh NP (1997) Acute Exposure to a 60 Hz Magnetic Field Increases DNA Strand Breaks in Rat Brain Cells. *Bioelectromagnetics* 18:156-165.
34. Harada S, Yamada S, Kuramata O, Gunji Y, Kawasaki M, Miyakawa T, Yonekura H, Sakurai S, Bessho K, Hosono R, Yamamoto H (2001) Effects of high ELF magnetic fields on enzyme-catalyzed DNA and RNA synthesis in vitro and on a cell-free DNA mismatch repair. *Bioelectromagnetics* 22(4): 260–266.
35. Luceri C, De Filippo C, Giovannelli L, Blangiardo M, Cavalieri D, Aglietti F, Pampaloni M, Andreuccetti D, Pieri L, Bambi F, Biggeri A, Dolara P (2005) Extremely low-frequency electromagnetic fields do not affect DNA damage and gene expression profiles of yeast and human lymphocytes. *Radiat Res* 164 (3): 277 – 285.
36. Frahm, J, Lantow, M, Lupke, M, Weiss, D.G, Simkó M (2006). Alteration in cellular functions in mouse macrophage after exposure to 50 Hz magnetic fields. *Journal of Cellular Biochemistry* 99 (1):168 – 177.
37. Roda-Murillo, O, Roda-Moreno, JA, Morente-Chiquero, MT (2005) Effects of low-frequency magnetic fields on different parameters of embryo of gallus domesticus. *Electromagn Biol Med* 24(1): 55-62.
38. Akdağ T, Sarıyıldız L (2012). Elektromanyetik alanlara maruziyet sonrası gözlenen bazı biyokimyasal değişiklikler. *Cumhuriyet Medical Journal* 34(4): 534-539.
39. Lai H, Singh N P. (2004). Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat. *Environmental health perspectives* 112(6): 687-694.
40. Barnes, F. S, Greenebaum B (2018). Biological and medical aspects of electromagnetic fields. CRC press.
41. Santo-Domingo J, Wiederkehr A, De Marchi U (2015). Modulation of the matrix redox signaling by mitochondrial Ca²⁺. *World journal of biological chemistry* 6(4): 310.
42. Reik W (2007). Stability and flexibility of epigenetic gene regulation in mammalian development. *Nature* 447(7143): 425-432.
43. Conti P, Gigante G E, Alesse E, Cifone M G, Fieschi C, Reale M, Angeletti P U (1985). A role for Ca²⁺ in the effect of very low frequency electromagnetic field on the blastogenesis of human lymphocytes. *FEBS letters* 181(1): 28-32.

44. Golbach L A, Portelli L A, Savelkoul H F, Terwel S R, Kuster N de Vries R B, Verburg-van Kemenade B L (2016). Calcium homeostasis and low-frequency magnetic and electric field exposure: A Systematic review and Meta-analysis of in vitro studies. *Environment International* 92: 695-706.
45. Lindström E, Lindström P, Berglund A, Mild K H, Lundgren E (1993). Intracellular calcium oscillations induced in a T-cell line by a weak 50 Hz magnetic field. *Journal of Cellular Physiology* 156(2): 395-398.
46. Zeng Y, Shen Y, Hong L, Chen Y, Shi X, Zeng Q, Yu P (2017). Effects of single and repeated exposure to a 50-Hz 2-mT electromagnetic field on primary cultured hippocampal neurons. *Neuroscience Bulletin*, 33(3): 299-306.
47. Radons J (2016). The human HSP70 family of chaperones: where do we stand? *Cell Stress and Chaperones* 21(3): 379-404.
48. Corallo C, Battisti E, Albanese A, Vannoni D, Leoncini R, Landi G, Giordano N (2014). Proteomics of human primary osteoarthritic chondrocytes exposed to extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF EMFs) and to the therapeutic application of musically modulated electromagnetic fields (TAMMEF). *Electromagnetic Biology and Medicine* 33(1): 3-10.
49. Laramée, C. B., Frisch, P., McLeod, K., & Li, G. C. (2014). Elevation of heat shock gene expression from static magnetic field exposure in vitro. *Bioelectromagnetics*, 35(6): 406-413.
50. Wei J, Tong J, Yu L, Zhang J (2016). EMF protects cardiomyocytes against hypoxia-induced injury via heat shock protein 70 activation. *Chemico-biological Interactions* 248: 8-17.
51. Patruno A, Amerio P, Pesce M, Vianale G, DiLuzio S, Tulli A, Reale M (2010). Extremely low frequency electromagnetic fields modulate expression of inducible nitric oxide synthase, endothelial nitric oxide synthase and cyclooxygenase-2 in the human keratinocyte cell line HaCat: potential therapeutic effects in wound healing. *British Journal of Dermatology* 162(2): 258-266.
52. World Health Organization (2007). Extremely low frequency fields. World Health Organization.

53. Vaizoglu S A (2001). Yüksek gerilim hatlarına ve diğer faktörlere bağlı düşük frekanslı elektromanyetik kirlilik durumunun ve bazı sağlık etkilerinin belirlenmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara
54. Önal E (2005). Elektromanyetik alanların canlı organizmalara etkilerinin incelenmesi Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya
55. Floderus B, Stenlund C, Persson T. (1999). Occupational magnetic field exposure and site-specific cancer incidence: a Swedish cohort study. *Cancer Causes& Control* 10(5):323-332.
56. Yılmaz S (2018). İstanbul ilindeki yoğun yaşam alanlarında elektromanyetik kirliliğin analizi, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul
57. Gordis L WB, Saunders Co (1996).Philadelphia, PA.
58. Ahlbom I C, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A, ICNIRP (International Commissionfor Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. (2001). Review of the epidemiologic literature on EMF and Health. *Environ mental health perspectives* 109(suppl 6): 911-933.
59. Güçlü, G. G. (2011). 50 Hz elektromanyetik alanlar ve biyolojik etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul
60. Goldhaber M K, Polen M R, HiattR A (1988). The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminal sduring pregnancy. *American Journal of Industrial Medicine* 13(6): 695-706.
61. Kleckner R C, Savitz D A, John E M (1990). Magnetic field exposure from electric appliances and childhood cancer. *American Journal of Epidemiology* 131(5): 763-773.
62. Bracken M B, Belanger K, Hellenbrand K, Dlugosz L, Holford TR, McSharry J-E, Addesso K, Leaderer B (1995) Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds: Association with birth weight and intrauterine grow thretardation, *Epidemiology* 6:263-270.

63. Grajewski B, Schnorr T M, Reefhuis J, Roeleveld N, Salvan A, Mueller C, Murray W E, Conover DL (1997) Work with video display terminals and the risk of reduced birth weight and preterm birth, *American Journal of Industrial Medicine* 32:681-688.
64. Blaasaas K G, Tynes T, Lie R (2004). Risk of selected birth defects by maternal residence close to power lines during pregnancy. *Occupational and Environmental Medicine* 61(2): 174-176.
65. Reiter R J (1993). Static and extremely low frequency electromagnetic field exposure: reported effects on the circadian production of melatonin. *Journal of cellular biochemistry* 51(4): 394-403.
66. Touitou Y, Lambrozo J, Camus F, Charbuy H (2003). Magnetic fields and the melatonin hypothesis: a study of workers chronically exposed to 50-Hz magnetic fields. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 284(6): R1529-R1535.
67. Verkasalo, P.K., Kaprio, J, Varjonen, J, Romanov, K, Heikkilä, K, Koskenvuo, M. (1997). Magnetic fields of transmission lines and depression, *Am J Epidemiol*, Dec 15;146(12):1037-45.
68. Yamazaki S, Sokejima S, Mizoue T, Eboshida A, Kabuto M, Yamaguchi N, Akiba S, Fukuhara S, Nitta H (2006) Association between high voltage overhead transmission lines and mental health: A cross-sectional study, *Bioelectromagnetics* 27(6):473-478.
69. Van Wijngaarden, E, Savitz, D.A, Kleckner, R.C, Cai, J, Loomis D (2000) Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study, *Occup Environ Med* 57(4):258-63.
70. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, Rossini P M (2007). Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *European Journal of Neuroscience* 25(6): 1908-1913.
71. Vecchio F, Buffo P, Sergio S, Iacoviello D, Rossini P M, Babiloni C (2012). Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of alpha rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans. *Clinical Neurophysiology* 123(1): 121-128.

72. Tombini M, Pellegrino G, Pasqualetti P, Assenza G, Benvenga A, Fabrizio E, Rossini P M (2013). Mobile phone emissions modulate brain excitability in patients with focal epilepsy. *Brain stimulation* 6(3): 448-454.
73. Håkansson N, Johansen P, Floderus B (2003) Neurodegenerative disease in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields, *Epidemiology* 14:420-26.
74. Feychting M, Jonsson F, Pedersen NL, Ahlbom A (2003) Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease, *Epidemiology* 14(4): 413-9.
75. Sobel E, Davanipour Z, Sulkava R, Erkinjuntti T, Wikstrom J, Henderson V W, Lee P J (1995). Occupations with exposure to electromagnetic fields: a possible risk factor for Alzheimer's disease. *American Journal of Epidemiology* 142(5): 515-524.
76. Röösli M, Lörtscher M, Egger M, Pfluger D, Schreier N, Lörtscher E, Locher P, Spoerri A, Minder C (2007). Mortality from neurodegenerative disease and exposure to extremely low-frequency magnetic fields: 31 years of observations on Swiss railway employees, *Neuroepidemiology* 28(4):197-206.
77. Nizamoğlu K, İnce G.N. Elektromanyetik hipersensitivite sendromu & EHS üzerine yapılmış çalışmaların bir özeti.
78. Liden S (1996). "Sensitivity to electricity"-a new environmental epidemic. *Allergy* 51(8): 519-524.
79. Hillert L, Hedman B. K, Söderman E, Arnetz B B (1999). Hypersensitivity to electricity: working definition and additional characterization of the syndrome. *Journal of Psychosomatic Research* 47(5): 429-438.
80. Hyams K C (1998). Developing case definitions for symptom-based conditions: the problem of specificity. *Epidemiologic views* 20(2): 148-156.
81. Otto M, vonMühlendahl K E (2007). Electromagnetic fields (EMF): do they play a role in children's environmental health (CEH)? *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 210(5): 635-644.
82. Schreier N, Huss A, Röösli M (2006). The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Sozial-und Präventivmedizin* 51(4): 202-209.

83. Bioinitiative (2012). A rationale for biologically-based exposure standards for low-intensity electromagnetic radiation [online]. Available from: <https://bioinitiative.org/media/spread-the-word/>. [Accessed 13 Mart 2022].
84. Crasta K, Ganem N J, Dagher R, Lantermann A B, Ivanova E V, PanY, Pellman, D. (2012). DNA breaks and chromosome pulverization from errors in mitosis. *Nature* 482(7383): 53-58.
85. Bisht, KS, Moros E G, Straube W L, Baty J D, Roti J L R (2002). The effect of 835.62 MHz FDMA or 847.74 MHz CDMA modulated radio frequency radiation on the induction of micronuclei in C3H 10T(1/2) cells. *Radiat Res*, 157(5): 506–515.
86. McNamee J P, Bellier P V, Gajda G B, Miller S M, Lemay E P, Lavallée B F, Marro L, Thansandote A (2002). DNA damage and micro nucleus induction in human leukocyte after acute in vitro exposure to a 1.9 GHz continuous-wave radiofrequency field. *Radiat Res*, 158(4): 523–533.
87. Speit G, Schütz P, Hoffmann H (2007). Genotoxic effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) in cultured mammalian cells are not independently reproducible. *Mutat Res*, 626(1–2): 42–47.
88. Sannino A, DiCostanzo G, Brescia F, Sarti M, Zeni O, Juutilainen J, Scarfi M R (2009). Human fibroblasts and 900 MHz radiofrequency radiation: evaluation of DNA damage after exposure and co-exposure to 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone (MX). *Radiat Res* 171(6): 743–751.
89. Vijayalaxmi Reddy A B, McKenzie R J, McIntosh R L, Prihoda T J, Wood A W (2013). Incidence of micronuclei in human peripheral blood lymphocytes exposed to modulated and unmodulated 2450 MHz radio frequency fields. *Bioelectromagnetics*, 34(7): 542–548.
90. Koyama S, Nakahara T, Wake K, Taki M, Isozumi Y, Miyakoshi J (2003). Effects of high frequency electromagnetic fields on micronucleus formation in CHO-K1 cells. *Mutat Res* 541(1–2): 81–89.
91. Koyama, S, Isozumi Y, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J (2004). Effects of 2.45-GHz electromagnetic fields with a widerange of SARs on micro nucleus formation in CHO-K1 cells. *Sci World J* 4(S2): 29–40.

92. Garaj-Vrhovac V, Horvat D, Koren Z (1991).The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation. *Mutat Res* 263(3): 143–149.
93. Mazor R, Korenstein-Ilan A, Barbul A, Eshet Y, Shahade A, Jerbu E, Korenstein R (2008).Increased levels of numerical chromosome aberration after in vitro exposure of human peripheral blood lymphocytes to radiofrequency electromagnetic fields for 72 hours. *Radiat Res* 169(1): 28–37.
94. Mashevich M, Folkman D, Kesar A, Barbul A, Korenstein R, Jerby E, Avivi L (2003).Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic field associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics* 24(2): 82–90.
95. Stronati, L, Testa A, Moquet J, Edwards A, Cordelli E, Villani P, Marino C, Fresegna A M, Appolloni M, Lloyd D (2006). 935 MHz cellular phone radiation. An in vitro study of genotoxicity in human lymphocytes. *Int J Radiat Biol* 82(5): 339–346.
96. Bourthoumieu S, Joubert V, Marin B, Collin A, Leveque P, Terro F, Yardin C (2010).Cytogenetic studies in human cells exposed in vitro to GSM-900 MHz radio frequency radiation using R-banded karyotyping. *Radiat Res* 174(6a): 712–718.
97. Komatsubara Y, Hirose H, Sakurai T, Koyama S, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J. (2005).Effect of high-frequency electromagnetic fields with a widerange of SARs on chromosomal aberrations in murine m5S cells. *Mutat Res* 587(1–2): 114–119.
98. Maes A, Collier M, Verschaeve L (2001).Cytogenetic effects of 900 MHz (GSM) microwave on human lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 22(2): 91–96.
99. Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O, Rüdiger H (2005).Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transfected GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutat Res* 583(2): 178–183.
100. Miyakoshi J, Yoshida M, Tarusawa Y, Nojima T, Wake K, Taki M (2002).Effects of high frequency electromagnetic fields on DNA strand break using comet assay method. *Electr Eng Jpn* 141(4): 9–15.

101. Tice R R, Hook G G, Donner M, McRee D I, Guy A.W (2002). Genotoxicity of radio frequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells. *Bioelectromagnetics* 23(2): 113–126.
102. Lagroye I, Hook G J, Wettring B A, Baty J D, Moros E G, Straube W L, Roti L R (2004). Measurements of alkali-labile DNA damage and protein-DNA cross links after 2450MHz micro wave and low-dose gamma irradiation in vitro. *Radiat Res* 161(2): 201–214.
103. Meltz M L, Eagan P, Erwin D N (1990). Proavin and micro wave radiation: absence of a mutagenic interaction. *Bioelectromagnetics* 11(2): 149–157.
104. Koyama S, Takashima Y, Sakurai T, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J (2007). Effects of 2.45GHz electromagnetic fields with a widerange of SARs on bacterial and HPRT gene mutations. *J Radiat Res* 48(1): 69–75.
105. Velizarov S, Raskmark P, Kwee S (1999). The effects of radio frequency fields on cell proliferation are non-thermal. *Bioelectrochem Bioenerg* 48(1): 177–180.
106. Marinelli F, La Sala D, Cicciotti G, Cattini L, Trimarchi C, Putti S, Zamparelli A, Giuliani L, Tomassetti G, Cinti C (2004). Exposure to 900MHz electromagnetic field induces an unbalance between pro-apoptotic and pro-survival signals in T-lymphoblasts to leukemia CCRF-CEM cells. *J Cell Physiol* 198(2): 324–332.
107. Pacini S, Ruggiero M, Sardi I, Aterini S, Gulisano F, Gulisano M (2002). Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radio frequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts. *Oncol Res* 13: 19–24.
108. Gurisik E, Warton K, Martin D K, Valenzuela S . (2006). An in vitro study of the effects of exposure to a GSM signal in two human cell lines: monocytic U937 and neuroblastoma SK-N-SH. *Cell Biol Int* 30: 793–799.
109. Sanchez S, Milochau A, Ruf e G, Poullietier de Gannes F, Lagroye I, Haro E, Surleve-Bazeille J E, Billaudel B, Lassegues M, Veyret B (2006). Human skin cells stress response to GSM-900 mobile phone signals. In vitro study on isolated primary cells and reconstructed epidermis. *FEBS J* 273(24): 5491–5507.

110. Takashima Y, Hirose H, Koyama S, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J (2006). Effects of continuous and intermittent exposure to RF eldswith a widerange of SARs on cellgrowth, survival, and cell cycle distribution. *Bioelectromagnetics* 27(5): 392–400.
111. Hirose H, Sakuma N, Kaji N, Suhara T, Sekijima M, Nojima T, Miyakoshi J (2006). Phosphorylation and gene expression of p53 are not affected in human cells exposed to 2.1425GHz band CW or W-CDMA modula tedradiation allocated to mobile radio base stations. *Bioelectromagnetics* 27(6): 494–504.
112. Palumbo R, Brescia F, Capasso D, Sannino A, Sarti M, Capri M, GERassilli E, Scar M R (2008).Exposureto 900MHz radio frequency radiationin ducescaspase 3 activation in proliferating human lymphocytes. *RadiatRes* 170(3): 327–334.
113. Liu Y X,Tai J L, Li G Q, Zhang Z W, Xue J H, Liu H S, Zhu H, Cheng J D, Liu Y L, Li A M, Zhang Y (2012).Exposure to 1950-MHz TD-SCDMA electro magneticelds affects the apoptosis of astrocytesvia caspase-3-dependent path way. *PLoSOne*, 7(8): e42332.
114. Çiğ B, Nazıroğlu M (2015).Investigation of the effects of distance from sources on apoptosis, oxidative stres and cytosoliccal ciumac cumulationvia TRPV1 channel sinduced by mobile phones and Wi-Fi in breast cancer cells. *Biochim Biophys Acta*, 1848: 2756–2765.
115. Wang J, Koyama S, Komatsubara Y, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J (2006).Effects of a 2450 MHzhigh-frequency electromagneticeld with a widerange of SARs on the induction of heat-shock proteins in A172 cells. *Bioelectromagnetics* 27(6): 479–486.
116. Leszczynski D, Joenväärä S, Reivinen J, Kuokka R (2002).Non-thermal activation of the hsp27/ p38MAPK stres path way by mobile phone radiation in humanen do the lial cells: molecular mechanism for cancer-and blood-brain barrier-related effects. *Differentiation* 70(2–3): 120–129.
117. Miyakoshi J, Takemasa K, Takashima Y, Ding G R, Hirose H, Koyama S (2005) Effects of exposueto a 1950 MHz radio frequencyeld on expression of Hsp70 and Hsp27 in human glioma cells. *Bioelectromagnetics* 26(4): 251–257.

118. Cotgreave I A (2005). Biological stress responses to radio frequency electromagnetic radiation: are mobile phones really so (heat) shocking? *Arch Biochem Biophys*, 435(1): 227–240.
119. Simkó M, Hartwig C, Lantow M, Lupke M, Mattsson M O, Rahman Q, Rollwitz J (2006). Hsp70 expression and free radical release after exposure to non-thermal radio-frequency electromagnetic fields and ultra fine particles in human Mono
120. Hirose H, Sakuma N, Kaji N, Nakayama K, Inoue K, Sekijima M, Nojima T, Miyakoshi J (2007). Mobile phone base station-emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27. *Bioelectromagnetics* 28(2): 99–108.
121. Zhao R, Zhang S, Xu Z, Ju L, Lu D, Yao G (2007). Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microarray. *Toxicology* 235(3): 167–175.
122. Nylund R, Leszczynski D (2006). Mobile phone radiation causes changes in gene and protein expression in human endometrial cell lines and there response seems to be genome- and proteome-dependent. *Proteomics* 6(17): 4769–4780.
123. Remondini D, Nylund R, Reivinen J, Poullietier de Gannes F, Veyret B, Lagroye I, Haro E, Trillo M A, Capri M, Franceschi C, Schlatterer K, Gminski R, Fitzner R, Tauber R, Schuderer J, Kuster N, Leszczynski D, Bersani F, Maercker C (2006). Gene expression changes in human cell after exposure to mobile phone micro waves. *Proteomics* 6(17): 4745–4754.
124. Dabrowski M P, Stankiewicz W, Kubacki R, Sobiczewska E, Szmigielski S (2003). Immunotropic effects in cultured human blood mononuclear cells pre-exposed to low-level 1300MHz pulse-modulated microwave field. *Electromagn Biol Med* 22(1): 1–13.
125. Stankiewicz W, Dabrowski M P, Kubacki R, Sobiczewska E, Szmigielski S (2006). Immunotropic influence of 900MHz microwave GSM signal on human blood immune cells activated in vitro. *Electromagn Biol Med*, 25(1), 45–51.
126. Tuschl, H, Novak, W, Molla-Djafari H (2006). In vitro effects of GSM modulated radiofrequency fields on human immune cells. *Bioelectromagnetics* 27(3): 188–196.

127. Hirose H, Sasaki A, Ishii N, Sekijima M, Iyama T, Nojima T, Ugawa Y (2010). 1950 MHz IMT-2000 elddoes not activate micro glial cells in vitro. *Bioelectromagnetics* 31(2): 104–112.
128. Thorlin T, Rouquette J M, Hamnerius Y, Hansson E, Persson M, Björklund U, Rosengren L, Rönnbäck L, Persson, M. (2006).Exposure of culture dastroglial and microglial brain cells to 900 MHz micro wave radiation. *RadiatRes* 166(2): 409–421.
129. Koyama S, Narita E, Suzuki Y, Taki M, Shinohara N, Miyakoshi J (2015).Effect of a 2.45- GHz radiofrequency electromagneticeld on neutrophil chemotaxis and phagocytosis in differentiated human HL-60 cells. *J RadiatRes* 56(1): 30–36.
130. Lantow M, Lupke M, Frahm J, Mattsson M O, Kuster N, Simko M (2006). ROS releaseand Hsp70 expression after exposure to 1,800 MHz radio frequency electromagneticelds in primary human monocytes and lymphocytes. *Radiat Environ Biophys* 45(1): 55–62.
131. Zeni O, Di Pietro R, d'Ambrosio G, Massa R, Capri M, Naarala J, Juutilainen J, Scar M R (2007).Formation of reactive oxygen species in L929 cell safter exposure to 900 MHz RF radiation with and with outco-exposure to 3-chloro-4-(dichloromethyl)-5-hydroxy-2(5H)-furanone. *Radiat Res* 167(3): 306–311.
132. Liu K, Zhang G, Wang Z, Liu Y, Dong J, Dong X, Liu J, Cao J, Ao L, Zhang S (2014).The protective effect of autophagy on Mouse spermatocyte derived cells exposure to 1800MHz radiofrequency electromagnetic radiation. *ToxicolLett* 228(3): 216–224.
133. Luukkonen J, Hakulinen P, Mäki-Paakkanen J, Juutilaine, J, Naarala J (2008). Enhancement of chemically induced reactive oxygenspecies production and DNA damage in human SH-SY5Y neuroblastomacellsby 872 MHz radio frequency radiation. *Mutat Res* 662(1–2): 54–58.
134. Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, HanssonMild K (2008). Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours. *International journal of oncology* 32(5): 1097-1103.
135. Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M. (2004). Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 653-659.

136. Washburn E P, Orza M J, Berlin J A, Nicholson W J, Todd A C, Frumkin, H, Chalmers, T. C. (1994). Residential proximity to electricity transmission and distribution equipment and risk of childhood leukemia, childhood lymphoma, and childhood nervous system tumors: systematic review, evaluation, and meta-analysis. *Cancer Causes & Control* 5(4): 299-309.
137. Demetriou C. A., Straif K., Vineis P. (2012). From testing to estimation: the problem of false positives in the context of carcinogen evaluation in the IARC monographs testing to estimation: the problem of false positives. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention*. 21(8): 1272-1281.
138. Ş. Özen, "Mikrodalga frekanslı EM radyasyona maruz kalan biyolojik dokularda oluşan ısı etkinin teorik ve deneysel incelenmesi," Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Y. Müh., Adapazarı, 2003
139. Agarwal A, Desai N R, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, Sharma R (2009). Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertility and Sterility* 92(4): 1318-1325.
140. Windham G, C Osorio, A M (2004). Female reproductive toxicology, *Current Occupational and Environmental Medicine* 3rd ed., J. LaDou Ed., Lange Medical Books; Sayfa: 397-413
141. Li D K, Odoul R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken T D, Iriye R (2002). A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. *Epidemiology* 13(1): 9-20.
142. Frank A L, Slesin N. (1998). Nonionising Radiation, Maxcy-Rosenau-Last. *Public Health and Preventive Medicine*, WALLACE, RB ed Sayfa: 526-535.
143. Dasdag S, Balci K, Kaya H, Celik M S. (1999). Hormone levels of people occupationally exposed to radiofrequencies. *Biochemical Archives* 15.
144. Koyu A, Cesur G, Özgüner F, Elmas O (2005). Cep telefonlarından yayılan 900 MHz elektromanyetik alanın serum kortizol ve testosteron hormonu üzerine etkisi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 12(1): 52-56.

145. Selim Ö,Sevinç L, Cinemre F B S, Cinemre H, Bahtiyar N, Bektaş M, Ataman B K (2018). Sağlık Hizmetleri Meslek ve Sağlık Bilimleri Yüksekokullarındaki öğrencilerin elektromanyetik alan maruziyetinin araştırılması. Sakarya Tıp Dergisi8(4): 806-812.
146. Mercantepe T, Tümkaya L, Gökçe M F, Uzunok B, Topal Z S, ÇINAR S, Esmer E (2018). Prenatal Dönemde 900Mhz Elektromanyetik alanın sıçan omurilik dokusu üzerine etkilerinin histopatolojik olarak incelenmesi. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (2): 137-141.
147. Volkow N D, TomasiD, Wang G ,VaskaP, Fowler J S, Telang F, Wong, C. (2011). Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on braing lucosemetabolism. Jama 305(8): 808-813.
148. Racuciu M, Miclaus S, Creanga D. (2015). On the thermal effect induced in tissue samples exposed to extremely low-frequency electromagnetic field. Journal of Environmental Health Science and Engineering 13(1):1-12.
149. Preece A W (1999). Effect of a 915-MHz simulated mobile phonesignal on cognitive function in man. International Journal of Radiationbiology 75(4): 447-456.
150. Jiang F, Ku S How to display the data from database by List View on Android. In 2010 2nd International Workshop on Intelligent Systems and Applications IEEE, 2010, May, 1-4.
151. Heinrich S, Thomas S, Heumann C, vonKries R, Radon K (2010). As sociation between exposure to radio frequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectionalstudy. Environmentalhealth 9(1): 1-9.
152. Singh S, Acharya S, Bhat M, Rao SK, Pentapati KC (2010). Cep telefonu hijyeni: Hindistan'daki bir dişhekimliği okulunun kliniklerinde kullanımdan kaynaklanan potansiyel riskler. Diş Hekimliği Eğitimi Dergisi 74 (10): 1153-1158.
153. TMMOB EMO İstanbul Şubesi (2011). Çevre ve Halk Sağlığı için EMANET Elektromanyetik Alanlar ve Etkileri Sempozyumu [online]. Available from. https://www.emo.org.tr/ekler/62166ac8b06cb6f_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=6. [Erişim Tarihi Mart 31, 2022].

154. Lin J, Saunders R, Schulmeister K, Söderberg P, Swerdlow A, Taki M, Roy, C. (2010). ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Healthphysics* 99: 818-836.
155. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2020). Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). *Healthphysics* 118(5): 483-524.
156. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Alınması Gereken Tedbirlere İlişkin Yönetmelik. T.C Resmi Gazete, 27651, 24 Temmuz 2010.
157. Türk Standartları Enstitüsü (2010). TS EN 50413-‘İnsanların elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlara (0 Hz-300 GHz) maruz kalması ile ilgili ölçmeler ve hesaplama işlemlerine ait temel standard.
158. Magiera A, Solecka J (2019). Mobile telephony and its effects on human health. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 70(3).
159. Chauvin S, Gibergues M L, Wüthrich G, Picard D, Desreumaux . P, Bouillet J C (2009). Occupational exposure to ambient electromagnetic fields of technical operational personnel working for a mobile telephone operator. *Radiation protection dosimetry* 136(3): 185-195.
160. Litchfield I, Van Tongeren, M, Sorahan T (2017). Radiofrequency exposure amongs to employees of mobile network operators and broad casters. *Radiation Protection Dosimetry* 175(2): 178-185.
161. Hareuveny R, Kavet R, Shachar A, Margalioth M, Kheifets L (2015). Occupational exposures to radiofrequency fields: results of an Israel inational survey. *Journal of Radiological Protection* 35(2): 429.
162. Stam R (2021). Occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields. *Industrial Health*.
163. Zendehdel R, Yu IJ, Hajipour-Verdom B, Panjali Z (2019) DNA effects of low level occupational exposure to extremely low frequency electromagnetic fields (50/60 Hz). *Toxicology and Industrial Health* 35(6):424-430.

164. Jalilian, H, Teshnizi, S. H, Rösli, M, Neghab M (2018). Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and risk of Alzheimer disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurotoxicology* 69: 242-252.
165. Suri S, Dehghan S F, Sahlabadi A S, Ardakani S K, Moradi N, Rahmati M, Tehrani F. R (2020). Relationship between exposure to Extremely Low-Frequency (ELF) magnetic field and the level of some reproductive hormone samong power plant workers. *Journal of Occupational Health* 62(1): e12173.
166. Bilir N, Yıldız A N (2004). Risk değerlendirmesi, risk yönetimi ve risk iletişimi. Ankara. Hacettepe Üniversitesi Yayını 77-82.
167. Köklükaya, A N, Selvi M (2015). Elektromanyetik Kirliliğe Sebep Olan Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* 16(3): 105-121.
168. Hayran M, Hayran M (2011). *Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik*. Ankara, Turkey: Omega Arastırma; Sayfa 313.
169. Bavlı Ö, Katra H, Günar B B. (2018). Investigation of smart phone addiction levels among university students. *Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD)* 4(1): 326-333.
170. Mgbe E K, Mgbe C G, Ajare C E, Nnamani A O (2020). Awareness and Perception of Undergraduate Students to wards Risk Associated with Wireless Electromagnetic Field Radiation Exposure in Enugu, South-East Nigeria: A Cross-sectional Study. *Journal of Clinical & Diagnostic Research* 14(7).
171. Doğan N Ö (2014). A Case of Laptop Computer-Induced Erythema Ab Igne. *Medical Bulletin of Haseki/Haseki Tıp Bulteni* 52(4).
172. Siegrist M, Earle TC, Gutscher H, Keller C (2005). Cep telefonu ve baz istasyonu risklerinin algılanması. *Risk Analizi: Uluslararası Bir Dergi* 25(5): 1253-1264.
173. Bhatt C R, Redmayne M, Billah B, Abramson M J, Benke G (2017). Radiofrequency-electromagnetic field exposures in kinder garten children. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 27(5): 497-504.

174. Özel G, Biçer M B, Akdağlı A. Baz istasyonlarının insanlar üzerindeki sağlık, sosyal ve psikolojik etkileri. Elektromanyetik Alanlar ve Etkileri Sempozyumunda sunulan bildiri 2015
175. Kaynar, L, Özmen . Bireylerin bilinçli farkındalık düzeylerine göre Gsm baz istasyonlarının insan sağlığına etkileri konusunda bilgi ve görüşleri. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi 35(1): 1-9.
176. İlhan M, Uslu İ, Medeni V, Çetin E, Aycan S. The knowledge of the living people in Ankara about electromagnetic fields. 2014





EKLER

,

Ek 1. (Devam)

6. **Lütfen hanenize giren aylık toplam geliri belirtiniz.....**
7. **Şu anda devam etmekte olan eğitim/ çalışma durumunuza ilişkin uygun olanı işaretleyiniz:**
☐ Kamu kurumunda mühendisim
☐ Serbest mühendisim
☐ Özel kurumda mühendisim
☐ Akademisyenim
☐ Doktora öğrencisiyim
☐ Yüksek lisans öğrencisiyim
☐ Lisans öğrencisiyim
8. **Eğer öğrenciyseniz kaçınıcı sınıfta olduğunuzu belirtiniz.**
☐ 1. Sınıf ☐ 2. Sınıf ☐ 3. Sınıf ☐ 4. Sınıf
9. **Eğer mezunsanız EEM olarak bu meslekte kaç yıldır çalışıyorsunuz?:.....**
10. **Doktor tarafından tanısı konulmuş uzun süreli (kronik) bir hastalığınız var mı? Varsa lütfen belirtiniz.**
☐ Hayır
☐ Evet
O Hipertansiyon
O Kalp/damar hastalığı
O Depresyon
O Kanser
O Multiple Sclerosis (MS)
O Migren
O Akciğer hastalıkları
O Diğer:
11. **Aşağıda bazı sağlık sorunları/semptomlar yer almaktadır. Sizde olan sağlık sorunları/semptomları lütfen işaretleyiniz.**
O Baş ağrısı O Baş dönmesi
O Yorgunluk O Uyku sorunları
O Unutkanlık O Mide yakınmaları
O Göz hastalıkları (kuruluk, sulanma, batma, yanma, kaşıntı, bulanık görme)
O Kulak hastalıkları (çınlama, yanma, işitme azlığı)
O Cilt hastalıkları (kuruluk, döküntü) O Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları

Bölüm 2: Katılımcıların EMA ve kablosuz ağ teknolojileri/ mobil iletişim araçlarının kullanımına ilişkin davranışları

12. **Aşağıda bazı mobil iletişim cihazları yer almaktadır. Her biri için iş yerinizde/okulda bu cihazı kullanıyorsanız kaç cihazınız olduğunu belirten kutucuğu, kullanmıyorsanız “kullanmıyorum” kutucuğunu işaretleyiniz.**

13.

	Kullanmıyorum	1 adet	2 adet	3 adet	4 adet
Tablet					
Laptop					
Masaüstü bilgisayar					
Cep telefonu					
Taşınabilir müzik oynatıcılar					
Bluetooth kulaklık					

Ek 1. (Devam)

14. Aşağıda bazı mobil iletişim cihazları yer almaktadır. Her biri için evinizde bu cihazı kullanıyorsanız kaç cihazınız olduğunu belirten kutucuğu, kullanmıyorsanız “kullanmıyorum” kutucuğunu işaretleyiniz.

	Kullanmıyorum	1 adet	2 adet	3 adet	4 adet
Tablet					
Laptop					
Masaüstü bilgisayar					
Cep telefonu					
Taşınabilir müzik oynatıcılar					
Bluetooth kulaklık					

15. Aşağıda bazı mobil iletişim cihazları yer almaktadır. Her biri için iş yerinizde/okulda bu cihazı kullanıyorsanız günlük harcadığınız ortalama süreye uygun olan kutucuğu, kullanmıyorsanız “kullanmıyorum” kutucuğunu işaretleyiniz.

	Kullanmıyorum	30 dk'dan az	30 -59 dk	1-3 saat	4-6 saat	6 saatten fazla
Tablet						
Laptop						
Masaüstü bilgisayar						
Cep telefonu						
Taşınabilir müzik oynatıcılar						
Bluetooth kulaklık						

16. Aşağıda bazı iletişim cihazları yer almaktadır. Her biri için evinizde bu cihazı kullanıyorsanız günlük harcadığınız ortalama süreye uygun olan kutucuğu, kullanmıyorsanız “kullanmıyorum” kutucuğunu işaretleyiniz.

	Kullanmıyorum	30 dk'dan az	30 -59 dk	1-3 saat	4-6 saat	6 saatten fazla
Tablet						
Laptop						
Masaüstü bilgisayar						
Cep telefonu						
Taşınabilir müzik oynatıcılar						
Bluetooth kulaklık						

17. Günlük hayatınızda mobil iletişim cihazlarını hangi amaçla kullanırsınız? (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.)

- | | |
|---|--|
| ☐ Konuşmak | ☐ Mesajlaşmak |
| ☐ E-postalarımı kontrol etmek | ☐ Haber okumak |
| ☐ Bankacılık işlemleri | ☐ Mesleki görevler |
| ☐ Araştırma yapmak | ☐ Sosyal medyaya girmek |
| ☐ Film/ video izlemek | ☐ Oyun oynamak |
| ☐ Diğer: (lütfen belirtiniz) | |

18. Aşağıda ÇDF-EMA'a sahip olan cihazlarla ilgili bazı ifadeler yer almaktadır. Her bir ifadeye yönelik sizin için uygun olan kutucuğu işaretleyiniz.

	Hiç	Nadiren	Bazen	Sık Sık	Her Zaman
Televizyon izlemiyorken elektrik bağlantısını kapatırım.					
Saçımı kurutmak için saç kurutma makinesi kullanırım.					
Tıraş makinesi kullanırım.					
Aydınlatmada floresan ve halojen lamba kullanırım.					
Aydınlatmada LED lamba kullanırım.					
Uyurken başucumda gece lambasını açık tutarım.					
Çalışırken masamda masa üstü lambasını açık tutarım.					
Elektrikli ısıtıcı kullanırım.					
Elektrikli ısıtıcıyı yakın mesafede kullanırım.					
Evde klima kullanırım.					
Evde vucuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım.					
Ofiste/iş yerinde klima kullanırım.					
Ofiste vucuduma yakın mesafede fanlı ısıtıcı kullanırım.					
Elektrikli battaniye kullanırım.					
Çay/kahve makinesi kullanırım.					

19. Aşağıda RF-EMA'a sahip olan cihazlarla ilgili bazı ifadeler yer almaktadır. Her bir ifadeye yönelik sizin için uygun olan kutucuğu işaretleyiniz.

	Hiç	Nadiren	Bazen	Sık Sık	Her Zaman
Cep telefonum şarjdayken kullanırım					
Tabletim/bilgisayarım şarjdayken kullanırım.					
Uyurken cep telefonumu başımın 1 metreden yakınında açık bulundururum.					
Uyurken cep telefonumu kapatırım.					
Kullanmadığım zamanlarda tabletimi/bilgisayarımı kapatırım.					
Cep telefonu görüşmelerimde kablolu kulaklık kullanırım.					
Cep telefonu görüşmelerimde bluetooth kulaklık kullanırım.					
Arama yaptıktan sonra cevaplanana kadar telefonu kulağıma tutarım.					
Telefonumu ya da herhangi bir dijital cihazı çalar saat olarak kullanırım.					
Cep telefonumu kıyafetimin göğüs cebinde taşıırım.					
Cep telefonumu kıyafetimin yan cebinde taşıırım.					
Cep telefonumu pantolon/eteğimin ön cebinde taşıırım.					
Cep telefonumu pantolon/eteğimin arka cebinde taşıırım.					
Cep telefonumu kemerimde/bel çantamda taşıırım.					
Cep telefonumu çantada taşıırım.					
Cep telefonumu elimde taşıırım.					

Bölüm 3. Elektromanyetik Kirliliğe Sebep Olan Teknolojik Cihazların Bilinçli Kullanımına İlişkin Fakındalık Ölçeği

20. Bu bölümde görüşünüzü uygun seçeneği işaretleyerek belirtiniz.

Ek 1. (Devam)

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Baz istasyonlarının güvenlik sertifikaları hakkında bilgi sahibi olmak gerekir.					
Birden çok cep telefonu kullanmak sağlığa daha fazla zarar verir.					
Baz istasyonu sayısının az olması, sağlık açısından faydalıdır.					
Dizüstü bilgisayarın sürekli açık kalması, sağlığı olumsuz etkiler.					
Cep telefonu alırken SAR değerini kontrol etmek gerekir.					
Cep telefonunun, gömlek veya ceketin iç cebinde taşınması sağlık açısından sakıncalıdır.					
Sağlık için kablosuz modem yerine kablolu modem tercih etmek gerekir.					
Cep telefonunu muhabbet aracı olarak uzun süreli kullanmak sağlığa zarar verir.					
Dizüstü bilgisayarın dizüstünde kullanılması kişiye zarar verir.					
Dizüstü bilgisayarın yataкта kullanılmasının sağlık açısından sakıncası yoktur.					
Uyurken, cep telefonu yatağa konulmamalıdır.					
Kablosuz modemın zararlarından korunmak için kullanılmadığı zamanlarda kapatılması gerekir.					
Cep telefonu, konuşmanın yanı sıra mesaj çekmek, fotoğraf çekmek ve internete girmek için kullanılmasından dolayı sağlığa daha fazla zarar verir.					
Yaşanılan binanın üzerine baz istasyonu kurulması sakıncalıdır.					
Ülkemizde baz istasyonlarının kurulmasını denetleyen bir kurum yoktur.					
Evlerin bulunduğu yerlerdeki baz istasyonlarının kaldırılması gerekir.					
Uyurken cep telefonu yatılan odanın dışında bırakılmalıdır.					
Sağlık için dizüstü bilgisayarın yatılan odada kullanılmaması gerekir.					
Kablosuz modem, evin en az yaşanılan yerine kurulmalıdır.					
Baz istasyonlarının güvenlik sertifikaları gereksizdir.					
Gece uyurken, cep telefonlarının yatılan odada durmasında sakınca yoktur.					
Bir baz istasyonunun güvenlik sertifikası varsa kurulmasında hiçbir sakınca yoktur.					
Bir baz istasyonuna ne kadar yakın olunursa o kadar çok zararamaruz kalınır.					
Cep telefonundaki bedava dakikaların sonuna kadar kullanılması gerektiğini düşünüyorum.					

Bölüm 4. Katılımcıların EMA'nın Sağlık Etkileri Hakkındaki Düşünceleri**21. Çok düşük frekanslı (ÇDF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünüyor musunuz?**

() Evet () Hayır () Fikrim yok

Ek 1. (Devam)

22. Radyo Frekans (RF) elektromanyetik alanın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine düşünüyör musunuz?

() Evet () Hayır () Fikrim yok

Sayın katılımcı ÇDF-EMA ve RF EMA'nın her ikisi için de sağlık üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini düşünmüyörsanız lütfen 23.sorudan devam ediniz.

23. Sayın katılımcı aşığıda bazı sağlık etkilerine ilişkin ifadeler yer almaktadır. Lütfen bu sağlık etkilerinin EMA'la ile ilişkisi açısından uygun olduğunu düşündüğünüz kutucuğu işaretleyiniz (her bir ifade için birden fazla kutucuk işaretleyebilirsiniz).

	RF-EMA ile ilişkilidir	ÇDF- EMA ile ilişkilidir	Fikrim yok
Beyin kanseri riskini artırabilir.			
Gebelikte düşük riskinin artmasına neden olabilir			
Üreme sistemini etkileyerek kısırlılığa neden olabilir.			
Çocuklarda kan kanserine neden olabilir.			
Kişilerde sinirlilik, yorgunluk ve strese neden olabilir.			
Kaslarda ağrı ve genel vücut yorgunluğuna neden olabilir.			
Konsantrasyon bozukluğuna neden olabilir.			
Kişilerde genetik hasara neden olabilir.			
Yüksek tansiyon, baş dönmesine neden olabilir.			
Mide yakınmalarına neden olabilir.			
Nefes darlığına neden olabilir.			
Çarpıntıya neden olabilir.			
Baş ağrısı, migrene neden olabilir.			
Alzheimer, Parkinson ve Multiple Sclerosis (MS) gibi sinir hastalıkları oluşum riskini artırabilir.			
Kulak rahatsızlıklarına (ağrı, çınlama, sıcaklık hissi) neden olabilir.			
Ciltte lekelenmeler, his/duyu kaybı, yanma hissi, kuruluk, karıncalanma, kaşıntı, kızarıklık, tahriş neden olabilir.			

24. Sayın katılımcı aşığıda EMA ile ilgili ifadeler yer almaktadır. Lütfen her ifadenin karşısında sizin için uygun olduğunu düşündüğünüz kutucuğu işaretleyiniz.

Ek 1. (Devam)

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Günlük hayatımda elektromanyetik alana çok fazla maruz kaldığımı düşünüyorum.					
Elektromanyetik alanların zararlı olduğu düşüncesi beni endişelendirir.					
Evimin/ apartmanımın çatısına baz istasyonu kurulmasına izin veririm.					
Yaşadığım yerde ya da yakın çevrede baz istasyonu olmasından rahatsız olurum.					
Cep telefonu kullanımının artmasıyla uyku kalitemin kötüleşeceğini düşünüyorum.					
Çocukların baz istasyonuna yakın bir okula gitmemesi gerektiğini düşünüyorum.					
Çocukların telefon görüşmelerinde kulaklık kullanılmasına özen gösterilmesi gerektiğini düşünüyorum.					
Çocuklar ve gençlerin EMA maruziyetlerini azaltmak için cep telefonu/tablet kullanımının sınırlandırılması gerektiğini düşünüyorum.					

25. EMA'nın sağlık üzerindeki etkilerinin azaltılmasına yönelik aşağıdaki düzenlemelerin hangisi/hangilerinin yapılmasının gerektiğini düşünüyorsunuz?

- ☐ O Toplum için EMA sınır değerinin belirlenmesi
- ☐ O Mesleki maruziyet için EMA sınır değerlerinin belirlenmesi
- ☐ O EMA sınır değer belirlenirken her zaman insan sağlığını etkileyecek en düşük değerin temel alınması
- ☐ O Cep telefonu servis sağlayıcılarının, kurdukları baz istasyonunun teknik detaylarını içeren ölçüm değerleri tablosu ve güvenlik sertifikası bilgilerini vermekle yükümlü tutulması
- ☐ O Baz istasyonu bulunan yerlerin uyarı levhaları ile topluma bildirilmesi
- ☐ O Baz istasyonlarına yakın yaşayan insanların sağlık durumunun incelenmesi
- ☐ O Baz istasyonları ve güç hatlarında çalışan teknik personelin sağlık durumunun incelenmesi
- ☐ O Cep telefonu SAR değerleri hakkında toplumun bilgilendirilmesi
- ☐ O Cep telefonlarının üzerine SAR değerlerinin yazılmasının zorunlu hale getirilmesi
- ☐ O Trafo merkezlerinin standartlara uygun olup olmadığının denetlenmesi
- ☐ O EMA'ya sebep olan cihaz çalıştırılmak zorundaysa ortama girişin sınırlandırılması
- ☐ O İş yerlerinde EMA ölçüm yapılması
- ☐ O İş yerlerinde EMA'a özgü sağlık gözetimi yapılması
- ☐ O Toplumun elektromanyetik alan ve sağlık etkileri hakkında bilgilendirilmesi
- ☐ O Topluma elektromanyetik alanların maruziyet seviyeleri ve sağlık etkileri hakkında bilgi verilmesi

Katılımınız için teşekkür ederiz...