

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK ANABİLİM DALI

ELEKTROMANYETİK RADYASYONUN PSİKOLOJİK VE FİZYOLOJİK
ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eren BİNAY

MART 2025

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK ANABİLİM DALI

**ELEKTROMANYETİK RADYASYONUN PSİKOLOJİK VE FİZYOLOJİK
ETKİLERİ**

Eren BİNAY

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK LİSANS (FİZİK)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14 / 02 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 12 / 03 / 2025

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Engin TIRAŞOĞLU

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

“Elektromanyetik Radyasyonun Psikolojik ve Fizyolojik Etkileri” isimli bu tez Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı’nda hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca hiçbir desteğini esirgemeyen ve bilim insanı olma yolundaki ilk adımlarımı atarken kıymetli bilgileriyle ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Engin TIRAŞOĞLU’na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, yapıcı eleştirileri ve önerileri ile tezime büyük katkıları bulunan saygıdeğer hocalarım Sayın Prof. Dr. Gökhan APAYDIN’a ve eğitim öğretim hayatımda katkısı olan tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecinde bana desteklerini esirgemeyen Fizik Bölümü’ndeki tüm değerli hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının bundan sonraki çalışmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Eren BİNAY

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Elektromanyetik Radyasyonun Psikolojik ve Fizyolojik Etkileri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Engin TIRAŞOĞLU sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 12/03/2025

Eren BİNAY

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Elektron	3
1.2. Elektronun Fiziksel ve Kuantum Özellikleri.....	4
1.2.1. Temel Özellikler	4
1.2.2. Kuantum Mekaniği ve Elektronun Davranışı	4
1.2.3. Elektronun Keşfi ve Tarihi.....	4
1.2.4. Elektronun Atom Modelindeki Rolü.....	5
1.3. Elektronun Önemi ve Uygulamaları.....	5
1.3.1. Elektrik ve Manyetizma	5
1.3.2. Modern Teknolojilerde Elektronların Kullanımı	6
1.3.3. Elektron Araştırmalarının Geleceği	6
1.3.4. Yüklü Parçacıklar.....	6
1.3.5. Elektrik Yüğü.....	6
1.4. Milikan'ın Yağ Damlası Deneyi	7
1.4.1. Deneyin Yöntemi	7
1.4.2. Fotoelektrik Etki Çalışmaları.....	8
1.5. Elektromanyetik Alan.....	8
1.6. EMD'nin Oluşumu	11
1.6.1. Elektrik ve Manyetik Alanların Etkileşimi	11
1.7. Elektromanyetik Dalga'nın Özellikleri.....	13
1.7.1. Dalga Doğası.....	13
1.7.2. Frekans ve Dalga Boyu	13

1.7.3. Enerji Taşınması	13
1.7.4. Polarizasyon	13
1.7.5. Hız	13
1.8. Elektromanyetik Dalgaların Özellikleri	14
1.9. Elektromanyetik Spektrum (Tayf)	15
1.9.1. Radyo Dalgaları	15
1.9.2. Mikrodalga	16
1.9.3. Kızılötesi (Infrared)	16
1.9.4. Görünür Bölge	16
1.9.5. Morötesi Işınlr (Ultraviyole)	16
1.9.6. X-Işınlr (Röntgen)	16
1.9.7. Gama Işınlr	17
1.10. Elektromanyetik Dalgaların (EMD) İnsan Üzerine Etkileri: Sosyolojik ve Psikolojik Bir Değerlendirme	17
1.11. Manyetik Alanın Kısa Vadede Etkileri	18
1.12. Manyetik Alanın Uzun Vadede Etkileri	18
1.13. Elektromanyetik Dalgaların Psikolojik Etkileri	18
1.13.1. Elektromanyetik Hiper-Sensitivite (EHS)	18
1.13.2. Teknoloji Bağımlılığı ve Stres	19
1.13.3. Uyku Bozuklukları	19
1.13.4. Uyku ve Melatonin Baskılaması	19
1.14. Elektromanyetik Dalgaların Sosyolojik Etkileri	20
1.14.1. Toplumsal Algı ve Endişeler	20
1.14.2. İletişimde ve Sosyal İlişkilerde Değişim	20
1.15. Elektromanyetik Dalgaların Etkilerinin Azaltılması	20
1.16. Elektromanyetik Ölçüm Cihazı ve Çalışma Prensibi	23
1.17. EMA Cihazının Kullanımı:	26
1.18. Ölçüm Yapılacak Ortamların Belirlenmesi	26
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	28
3. BULGULAR	30
4. TARTIŞMA	32
5. SONUÇLAR	34
6. KAYNAKÇA	35
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ELEKTROMANYETİK RADYASYONUN PSİKOLOJİK VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Eren BİNAY

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Engin TIRAŞOĞLU
2025, 36 Sayfa

Günümüz teknolojilerinin hayatımızın her anına yerleşmesi dolayısıyla yararlarıyla beraber zararları da ele alınmalıdır. Günlük hayatta farkında olmadan etrafımızdaki elektronik aletler ve elektrikli cihazlardan dolayı farkında olmadan elektromanyetik radyasyona maruz kalıyoruz. Bu da birçok riski beraberinde getiriyor. Elektromanyetik radyasyonu hayatımızdan tamamen çıkarmasak da olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli önlemleri alabiliriz. Bu çalışmada elektromanyetik radyasyona maruz kalındığında oluşan olumsuz etkileri ve bunları en aza indirilmesi için gerekli olan tedbirlerin alınması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalarda risk şüphesinin doğruluğu kabul edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik alan, Radyasyon, Elektrik alan, Manyetik alan

Master Thesis

SUMMARY

**PSYCHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC
RADIATION**

Eren BİNAY

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural
Physics Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Engin TIRAŞOĞLU
2025, 36 Pages

As today's technology continues to embed itself in our lives', its harms should be talked about as much as its benefits. While proceeding in our daily lives', without noticing, we expose ourselves to electromagnetic radiation due to the electronic devices and electrical devices we use. This comes with many risks. Although we cannot completely eliminate electromagnetic radiation from our lives, we can take the necessary precautions to minimize its negative effects. In this study, it is aimed to minimize the negative effects caused by electromagnetic radiation and take the necessary precautions to do so. The risk probability has been accepted as true in the studies conducted.

Key Words: Electromagnetic field, Radiation, Electrical field, Magnetic field

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Milikan yağ damlası deneyi.....	7
Şekil 2. Pusula.....	9
Şekil 3. Elektromanyetik dalgalar.....	11
Şekil 4. Elektrik yükleri etrafında oluşan elektrik alan temsili.....	12
Şekil 5. Üzerinden akım geçen iletkenin etrafında oluşan manyetik alan	12
Şekil 6. Işımanın türünü, dalga boyunu, frekansını, kara cisim emisyon sıcaklığını gösteren Milton spektrumu diyagramı (NASA)	15
Şekil 7. Elektromanyetik alan ölçüm cihazı	23
Şekil 8. Cihaz bilgileri	24
Şekil 9. Burada elektromanyetik ölçüm cihazı sondası takılıyken görülüyor	25
Şekil 10. Burada frekans aralığındaki bağlantılarıyla küresel iki sonda görülmektedir.....	25
Şekil 11. Elektromanyetik alan ölçüm cihazı wireless LAN tespiti	25
Şekil 12. Lutron marka EMA ölçer ve veri yakalama yazılımı	26
Şekil 13. Çalışır haldeki bilgisayar monitöründen alınan ölçüm fotoğrafı.....	28
Şekil 14. Arama sırasında cep telefonundan alınan ölçüm fotoğrafı	28
Şekil 15. Fizik bölümünde network ağ bağlantı noktasında alınan ölçümler	29
Şekil 16. Fizik bölümünde kablosuz internet dağıtıcısından (Wi-Fi) alınan ölçüm fotoğrafı	29
Şekil 17. Fizik bölümü ölçüm grafiği	30
Şekil 18. Kurs merkezi ölçüm grafiği	31

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ölçüm alınan ortam ve cihaz listesi.....	30
Tablo 2. Fizik bölümünde ve kurs merkezinde alınan ölçümlerin tablosu	30



SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EMA : Elektromanyetik Alan
EMD : Elektromanyetik Dalga
UV : Ultraviyole



1. GENEL BİLGİLER

Günümüzde sürekli gelişen ve yenilenen teknoloji ile birlikte hayatımız çoğu alanda kolaylaşmaktadır. Bununla birlikte bazı sağlık ve güvenlik alanında riskler de hayatımızda yer edinmiştir. Bu olumsuz etkiler kimileri tarafından önemsenmeyen ve etkilerini uzun zaman sonunda gösteren elektromanyetik alanın zararlarıdır (Saygın ve ark. 2009). Okulda, evde, sağlık alanında, sanayide ve bunun gibi birçok yerde hayatı kolaylaştıran elektronik aletler aynı zamanda sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu olumsuz etkilerden korunmak ya da olumsuz etkileri en aza indirmek için kullanılan cihazların sağlığınıza zararları ne miktarda ve kullanım sıklığında ne miktarda zarar verdiğini bilip önlem almaktır. Bu alanda en önemli teknolojik gelişmeler sağlık alanındadır fakat dijital platformların gelişmesiyle birlikte elektronik cihazların tüm alanlarda kullanımı daha da artmaktadır. Teknolojideki gelişmeler günlük hayatımızda da önemli ölçüde yer etmektedir. Yararlarıyla birlikte zararları da bizleri etkilemektedir. Baz istasyonlarının, yüksek gerilim hatlarının, elektronik cihazların vb. aletlerin oluşturduğu elektromanyetik kirlilik son zamanlarda birçok bilimsel araştırmaya konu olmuştur (Sarigöz, Karakuş, & İrak, 2012). Özellikle cep telefonları, akıllı saatler, tablet gibi cihazların kullanımı çok fazla radyasyona maruz kalmayı beraberinde getirmektedir. Bu teknolojik cihazlarının kullanım alanına en güzel örnek sınav hazırlığı yapan öğrenci grupları verilebilir. Dijital platformlarda ders videoları veya soru çözüm videoları izlenmekte ve bu da beraberinde kas-iskelet sistemi hastalıkları strese bağlı anksiyete ve hatta depresyon gibi hastalıkları tetiklemektedir.

Bu hastalıkların saptanmış olmasına rağmen çağın getirdiği teknolojik faydalar bu hastalıkları oluşturan durumların çözülmesinin önüne geçmiştir. Her ne kadar az da olsa çözüm üretilmesine rağmen yeterli tedbirler henüz alınmamıştır veya çok az miktarda düzeltme sağlanmıştır. Çünkü asıl bu rahatsızlıklara sebep teknolojik cihazların olduğu ve kullanıldığı alanlarda oluşan elektrik ve manyetik alan kaynağına maruz kalırken ne tür bir önlem alınacağı konusunda eksik kalınmasıdır. Bununla birlikte bu cihazların kullanım kolaylığı ve her yerde kullanılması gibi avantajlardan dolayı yan etkileri göz ardı edilmektedir.

Dünyadaki canlı ya da cansız tüm varlıklar az ya da çok bir manyetik alan oluştururlar. Canlı varlık olan insanlar ve hayvanlar sahip oldukları beyin, kalp, sinirler gibi bazı organlar kendilerine has bir manyetik alan oluştururlar (Widgery, 2002). Bu organlar çevreyle ve

birbirleriyle uyum içinde çalışmaktadır. Bu uyum dışardan maruz kalınan bazı etkenlerle bozulabilir. Bu bozulmaya sebep olan en önemli etken günlük hayatta sürekli maruz kalınan elektromanyetik alandır. İnsanın kimyasal ve biyolojik dengesini bozabilecek etkiye sahip olan bu manyetik radyasyon, çoğunlukla insanlar tarafından icat edilen elektronik cihazların oluşturup yaydığı elektromanyetik dalgalardan oluşur (Sarigöz, Karakuş, & İrak, 2012).

Elektromanyetik alanın insan sağlığı açısından etkileri uzun zamandır üzerinde araştırmalar yapılan bir ilgi alanıdır. Elektromanyetik alan etkileri üzerine pek çok çalışmalar yapılmıştır ve bu çalışmalar sonucunda elektromanyetik alan baş ağrısı, halsizlik, stres, uyku bozukluğu, deride kızarma, karıncalanma ve yanma hissi, kas ağrısı, boyunda sertlik, kalp sorunları, bazı beyin fonksiyonlarının yavaş çalışıp genel yorgunluğa sebep olduğu saptanmıştır (Vangelova & İsrail, 2005). Baş ağrısı ve bulantı ile ilgili çalışmalar varken (Savitz & Loomis, 1995), bazı çalışmalarda Parkinson hastalığı, depresyon ve kanser gibi hastalıkların olgularında olduğu gibi faydalı ve teröpatik etkileri olduğu ifade edilmektedir (CA, 1993). Elektromanyetik alan maruziyetinin insan vücudunda melatonin salınımının azalttığı ve buda vücut ritminin bozulmasına neden olduğu öne sürülmektedir (WHO, 2008). Melatonin salınımı meme kanseri oluşumunda koruyuculuğu olduğundan EMA maruziyeti herhangi bir sebeple oluşan meme kanseri riskini artırdığı düşünülmektedir (RG & S, 1996). Bu etkilerin var olması, elektromanyetik dalga yayan cihazların kullanılmaması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaz. Elektromanyetik dalga yayan cihazlar kullanımı sırasında çevresel ölçümler alınarak etki alanı hesaplanmalı ve ne kadar olduğu bilinmeli, ne kadar sürede, ne kadar şiddette ve ne sıklıkla kullanılacağı hesaplanarak ve kullanılan cihazların etkileri dikkate alınarak önlemler alınmalıdır. Eğer bu önlemler alınır ve dikkatlice uygulanırsa insan sağlığına olan zararları en aza indirilerek daha doğru kullanım sağlanmış olur.

Elektromanyetik alanları, çevremizdeki tüm akım taşıyan kablolar, elektrikli aletler, yüksek gerilim hatları, TV ve kişisel bilgisayarlar, radyo vericileri, mikrodalga fırınlar, cep telefonları, uydu antenleri oluştururlar. Evlerimizde kullandığımız beyaz eşyalar (buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi), tıraş makineleri gibi aletlerin çevresinde elektromanyetik alan vardır.

Elektromanyetik alana maruz kalma cep telefonlarıyla süregelen ve günümüzde akıllı cihazların (tablet, akıllı telefonlar, akıllı saatler ve bileklikler) kullanıma girmesiyle daha da artmıştır. Bu manyetik değişimlerin sağlık açısından etkileri toplumda ve bilim dünyasında kaygı ve bununla birlikte merak uyandırmaktadır (OCAKTAN & AKDUR, 2008). Bunun

gibi yine günlük hayatta çokça maruz kalınan iyonize olmayan radyasyon yayan yüksek frekanslı radyo, televizyon, bilgisayar, mikrodalga fırınlar gibi elektrikli araçların kullanımının her geçen daha da artmasından dolayı elektromanyetik radyasyon konusuna olan ilgi artmıştır ve bilim insanları tarafından gündeme getirilmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Elektromanyetik alan elektrik yüklü parçacıkların birbirine uyguladığı itme ya da çekme kuvveti sayesinde oluşan alandır. Yani yüklü parçacıkların kendi özelliklerini gösterdiği alana elektrik alan denir. Elektrik alanı meydana getiren yüklerin yer değiştirmesiyle de manyetik alan oluşur.

Elektrik ve manyetik alanlar Maxwell denklemleriyle açıklanmaktadır. Manyetik alan manyetik yük içermez bundan dolayı manyetik alanlar elektrik alanlarda olduğu gibi ortamın dielektrik ve manyetik geçirgenliği zayıflamamaktadır. Maxwell denklemlerinden ikincisi olan manyetizmada Gauss yasasında bu açıklanmıştır. Bu yasa çevrelenmiş bir yüzeyde toplam manyetik akının sıfır olduğunu açıklar. Bu da izole manyetik kutupların var olmadığı anlamına gelir. Bu sonuçla manyetik alanlar canlı dokularda akım oluşmasına sebep olur ve insanların dikkat etmesi gereken yer bu noktada başlar. Manyetik alana maruz kalma süresi ve kullanım süresi iyi hesaplanıp yapılacak çalışmalar bu ölçüm sonuçlarına göre sınırlandırılmalıdır.

Elektronlar, negatif yüklü parçacıklar olduğundan yörüngeler arası hareketlerinde elektromanyetik radyasyon oluşumunda önemli rol oynarlar. Elektromanyetik radyasyon günlük hayatta sıkça maruz kalınan ve etkisi gözle görülmediği için etkileri önemsenmeyen bir durumdur. Günlük hayatta kullanılan iletişim araçları, evlerde ve iş yerlerinde kullanılan elektronik cihazlar hatta bunlara elektrik enerjisi sağlayan elektrik kablolarında çokça radyasyon oluşmaktadır. Bu radyasyondan korunmak için kullanılan cihazların yaydığı elektromanyetik radyasyon miktarı ve maruz kalınma süresi net olarak hesaplanmalı ve tedbirler alınarak kullanılmalıdır.

1.1. Elektron

Elektron atomun üç temel parçacıklarından kütlesi en küçük olanıdır. Elektron sadece atomun değil biz insanların en küçük parçasıdır. Her madde elektronların sistematik olarak dizilişinden oluşmuştur (Karakale, 1986). Elektron negatif elektrik yüküne sahip atom altı parçacıklardan biridir. Lepton parçacık grubuna ait elektronu oluşturan temel bir parçacık

yoktur. Bundan dolayı temel parçacık grubunda yer aldığı düşünülür. Elektronların kütleleri proton kütlesinin yaklaşık $1/1836$ 'sı kadardır. Bu temel parçacık atom çekirdeği çevresindeki enerji seviyelerinde (orbitallerde) hareket eder. Elektronun incelenmesi, yalnızca atomun yapısının anlaşılmasında değil, aynı zamanda modern fizik, kimya ve teknolojinin gelişmesine de katkı vermiştir.

1.2. Elektronun Fiziksel ve Kuantum Özellikleri

1.2.1. Temel Özellikler

Elektron, nötron ve protonla kıyaslandığında çok küçük bir kütleye sahiptir. Elektronun kütlesi yaklaşık olarak $9,1093 \times 10^{-31}$ kg olup yükü $-1,6 \times 10^{-19}$ coulomb değerindedir. Elektronun negatif yükü protonun pozitif yüküyle eşit büyüklüktedir ve bu durum atomun elektriksel nötrlüğünü sağlar. Elektronun kuantum özelliklerinden biri de spindir. Spin, elektronun kendi eksenini etrafındaki dönüşünü ifade eder ve bu spin değeri $+1/2$ veya $-1/2$ olabilir.

1.2.2. Kuantum Mekaniği ve Elektronun Davranışı

Newton mekaniği olarak da bilinen klasik fizik elektronun hareketini ve davranışını incelemede yetersiz kalmaktadır. Hysenberg belirsizlik ilkesi gereğince elektronlar çekirdek çevresinde kesin bir yörünge üzerinde bulunmazlar, bunun yerine belirli enerji seviyelerinde bulunma olasılıkları olarak tanımlanır. Schrödinger denklemi, bu olasılıkları yüksek matematik hesaplamalarıyla ifade etmiştir.

1.2.3. Elektronun Keşfi ve Tarihi

1897 yılında İngiliz fizikçi J.J. Thomson tarafından keşfedilmiştir. Thomson, katot ışınlarıyla yaptığı deneylerde, bu ışınların negatif yüklü parçacıklardan oluştuğunu ve bu parçacıkların atomun bilinen en küçük yapı taşı olduğu yönündeki klasik atom teorisini değiştirmiştir.

1.2.4. Elektronun Atom Modelindeki Rolü

J.J. Thomson'un keşfi, atomun yapısına ilişkin ilk modellerin geliştirilmesine öncülük etmiştir. Thomson atomun pozitif yükten oluşan bir maddenin içine gömülü negatif yüklü elektronlardan oluştuğunu öne sürmüştür. Daha sonra, 1911 yılında Ernest Rutherford, atom çekirdeğini keşfederek, elektronların çekirdek etrafında döndüğünü öngören çekirdek modelini geliştirmiştir. 1913 yılında Niels Bohr, elektronların yalnızca belirli enerji seviyelerinde hareket ettiğini öne sürerek modern atom modelinin temelini atmıştır.

1913'te Niels Bohr, elektronların yalnızca belirli enerji seviyelerinde açısız momentumuyla tanımlanan yörüngelerde bulunduğunu tespit etti. Fakat Bohr'un açıkladığı model spektrum çizgilerinin göreceli yoğunluğunun hesaplanmasında yarıldı ve daha karmaşık yapıya sahip atomların spektrumlarının açıklanmasında başarısız oldu (Smirnov, 2003).

1.3. Elektronun Önemi ve Uygulamaları

1.3.1. Elektrik ve Manyetizma

Bir maddenin çekirdeğindeki proton yük miktarı elektron yük miktarından fazlaysa madde pozitif, elektron yük miktarı proton yük miktarından fazla ise yükü negatiftir. Proton ve elektron miktarı eşit ise yükler birbirini nötrler.

Elektronlar, elektrik akımının oluşmasında temel taşıyıcılarıdır. Bir iletkenin içinde hareket eden bağımsız elektronlar serbest elektron gibi davranır. Metallerdeki elektronlar hareket etmiyorsa elektrik alanı oluştururlar bununla birlikte hareket ettiklerinde, manyetik alan oluşturan ve elektrik akımı olarak adlandırılan bir yük hareketi oluştururlar. Manyetik alanda değişim olursa bu değişim elektrik akımını meydana getirir.

Elektronların spin ve yörüngesel hareketleri, maddenin manyetik özelliklerini belirler.

Özellikle ferromanyetik maddeler, elektron spinlerinin düzenli hizalanmasıyla güçlü manyetik alanlar oluşturabilirler.

1.3.2. Modern Teknolojilerde Elektronların Kullanımı

Elektronlar, transistör, diyot ve entegre sistemler gibi teknolojilerin, temelini oluşturan parçacıklardır. Bununla birlikte televizyon ve bilgisayar ekranlarından lazer teknolojisine kadar birçok alanda elektronların kontrolü temel alınır.

1.3.3. Elektron Araştırmalarının Geleceği

Elektronların araştırılması ve anlaşılması, gelişmekte olan kuantum hesaplama, nanoteknoloji ve yenilenebilir enerji gibi geleceğin çığır açacak teknolojilerinin yanı sıra parçacık hızlandırıcılarda da kullanımıyla birlikte gelecekteki gelişmelere yeni kapılar açmaktadır. Elektronların yönlendirilmesi, daha hızlı ve verimli teknolojik cihazların geliştirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, kuantum fiziği çalışmaları, elektronların daha derin özelliklerini ve potansiyellerini keşfetmeyi taahhüt etmektedir

1.3.4. Yüklü Parçacıklar

Yüklü parçacıklar, elektrik yüküne sahip atom altı parçacıklar veya iyonlar olarak tanımlanır. Elektrik yükü, parçacığın proton ve elektron sayılarındaki dengesiz durumdan kaynaklanır. Bu yüklü parçacıklar, elektriksel ve manyetik alanlarla etkileşim kurabilmektedirler.

Yüklü parçacıklar, maddeyi oluşturan pozitif ve negatif yüklerin dengede olmadığı yani pozitif ve negatif yüklerin eşit olmadığı parçacıklara denir. Bu parçacıklar, fiziksel ve kimyasal durumların anlaşılmasında, teknolojik cihazların geliştirilmesinde ve yenilenmesinde, enerji üretiminden birçok alana kadar geniş bir yelpazede önemli roller üstlenir.

1.3.5. Elektrik Yükü

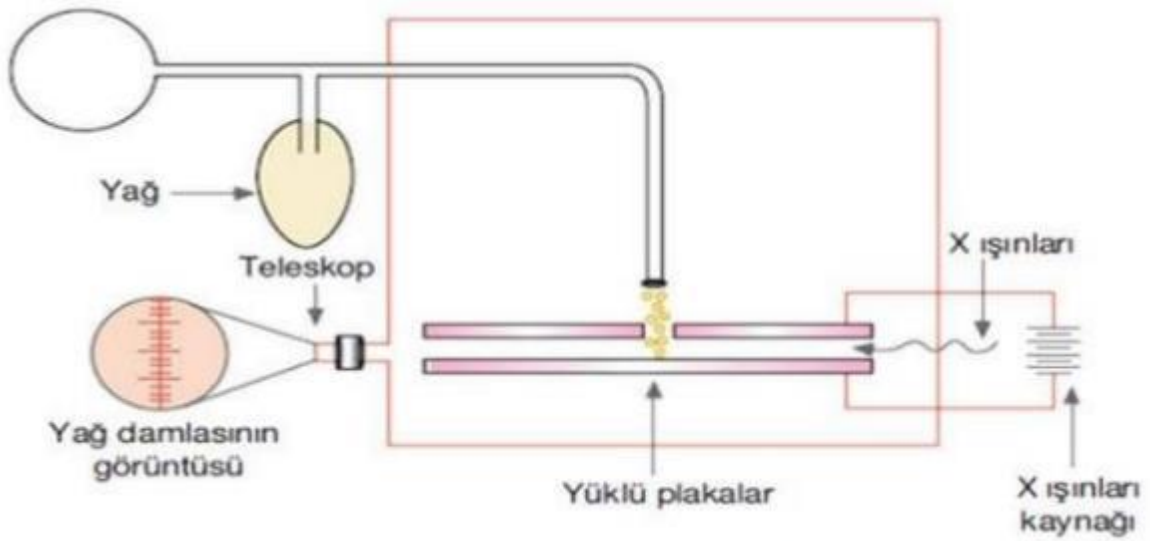
Elektrik yükü, yüklü parçacıkların temel özelliğidir. Pozitif veya negatif olabilir:

Pozitif Yüklü Parçacıklar: Protonlar ve pozitif iyonlar bu gruba girer. Pozitif yük, elektron kaybı sonucunda oluşur.

Negatif Yüklü Parçacıklar: Elektronlar ve negatif iyonlar bu gruba girer. Negatif yük, elektron kazanımıyla oluşur.

Yüklü parçacıkların kütlesi ve boyutları, türlerine göre değişir. Proton ve nötron gibi atom altı parçacıklar oldukça küçük kütlelere sahiptir ($1,67 \times 10^{-27}$ kg), elektronlar ise çok daha hafiftir (9.109×10^{-31} kg).

1.4. Milikan'ın Yağ Damlası Deneyi



Şekil 1. Milikan yağ damlası deneyi (Hayret, 2021)

Robert Andrews Millikan (1868-1953), 20. yüzyılın en etkili deneysel fizikçilerinden biri olarak tanınır. Elektronun yükünü ölçmek için yaptığı yağ damlası deneyi ve fotoelektrik etki gibi çalışmaları, modern fiziğin temellerini atmıştır.

Millikan'ın en ünlü çalışması, 1909 yılında gerçekleştirdiği yağ damlası deneyidir. Bu deneyde Millikan, bir elektronun yükünü yüksek hassasiyetle ölçmeyi başardı. Bu başarı, modern atom fiziğinin gelişmesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur

1.4.1. Deneyin Yöntemi

Deney, küçük yağ damlacıklarının yerçekimi ve elektrik alan etkisi altında nasıl davrandığını gözlemlemeye dayanır:

- Bir sprey yardımıyla yağ damlacıkları ince bir odacığa püskürtülür.

- Odacık içinde, damlacıkların serbest düşüşü mikroskopla gözlemlenir.
- Üst ve alt plakalara bir elektrik alan uygulanarak, damlacıkların düşme hızları ve hareketleri kontrol edilir.
- Elektrik alan sayesinde bazı damlacıklar asılı kalır. Bu noktada yerçekimi kuvveti ve elektrik kuvveti dengede olur: $qE=mg$ Burada q damlacığın yükü, E elektrik alan, m damlacığın kütlesi, g yerçekimi ivmesidir.

Millikan, farklı damlacıkların yüklerinin her zaman bir temel yükün (e^-) tam katı olduğunu keşfetti. Bu, elektronun yükünün belirlenmesini sağladı:

$$e^- = 1,602 \times 10^{-19} \text{ coulomb} \quad (1)$$

1.4.2. Fotoelektrik Etki Çalışmaları

Millikan, Albert Einstein'ın 1905 yılında geliştirdiği fotoelektrik etki teorisini deneysel olarak doğruladı. Fotoelektrik etki, ışığın(fotonun) metal yüzeyine çarpması sonucu elektronların metal yüzeyden kopmasını ve yayılmasını ifade eder. Einstein'ın teorisine göre:

$$E=hy \quad (2)$$

Burada E , foton enerjisi; h , Planck sabiti; γ , ışığın frekansıdır. Millikan, bu deneyi kullanarak Planck sabitini (h) doğruladı ve kuantum mekaniği için deneysel kanıt bulmuş oldu.

1.5. Elektromanyetik Alan

Yerküre 25-65 μT arasında durgun manyetik alanla çevrelenmiştir (Feychting, 2005). Elektromanyetik alanlar, teknoloji ilerledikçe hakkındaki tereddütlerimizin arttığı hayatımızın her alanında var olan çevresel faktörlerden biridir. Canlıların tamamı, günlük yaşantıda çeşitli seviyelerde EMA'lara maruz kalmakta olup teknolojinin hızla ilerlemesi EMA'yla olan etkileşimi ve etkilene durumunu artırmaktadır. Elektromanyetik radyasyon, evrenin oluşmaya başlamasıyla birlikte var olmaya başlayan ve en bilindik hali ışık olan bir olgudur.

Elektromanyetik dalgaların temel kaynağı, değişken olan ve sürekli birbirini oluşturan elektrik ve manyetik alanlardır. James Clerk Maxwell'in geliştirdiği teorilere göre zamanla değişen elektrik ve manyetik alanlar birbirlerini oluştururlar. Zamanla değişen manyetik alanlar elektrik alanları, elektrik alanlarda manyetik alanları oluşturur.

Bu iki olay, dalgaların birbirine dik düzlemlerde yayılan elektrik ve manyetik alan bileşenlerinden oluşmasına neden olur. Elektromanyetik dalgalar, enerjinin uzayda taşındığı bir yapı oluşturur.

Elektromanyetik dalgalar bir parçacığın yüklenmesi sonucunda ivmeli hareket ettirilmesiyle oluşur. Manyetik alan, hareketli yükler veya manyetik malzemelerin çevresinde oluşan bir alan olup, bu alan içinde yer alan diğer yükler ve manyetik dipoller üzerinde bir kuvvet uygular. Bir iletken içinden geçen akım veya doğal mıknatıslar manyetik alan oluşturur. Dünyanın yüzeyinde oluşan manyetik alanın, dünyanın yarı sıvı ferromanyetik çekirdeğinin derinliklerinde üretilen elektrik akımları tarafından üretildiği düşünülmektedir. Bu alanın pusulalarla etkileşime girerek yön bulmada kullanılır(Şekil 1.2). Ayrıca bazı canlılarda göç sırasında iç güdüsel bu manyetik alanı kullanarak gidecekleri yerlere sorunsuz ulaşırlar. Benzer şekilde, fırtına bulutlarının birbirine teması sonucu üretilen elektrik yükü, bulutlar ve dünyanın yüzeyi arasında çok yüksek gerilimlere neden olur. Bu gerilimler, yıldırım olarak bildiğimiz bulut ile yeryüzü arasında büyük, hızlı elektrik akımının boşalmasına neden olarak elektrik alanları oluşturur.



Şekil 2. Pusula (Juliasv)

Elektrik ve manyetik alanlar, doğada gözlemlenebilir birçok fiziksel olguyu açıklamakla kalmaz, aynı zamanda modern teknolojinin temel taşlarını oluşturur.

Elektrik alan, bir elektrik yükünün çevresinde, diğer yükler üzerinde bir kuvvet oluşturan bölgedir. Elektrik alan, pozitif veya negatif yüklerin varlığıyla ortaya çıkar ve bir yükün diğer yükler üzerinde oluşturduğu etkileri tanımlamak için kullanılır.

Elektrik alanlar, statik yükler (elektrostatik alan) veya hareketli yükler (akım kaynaklı alan) tarafından oluşturulur. Statik elektrik alanları sabit yüklerden kaynaklanırken, değişken elektrik alanları alternatif akım ve değişken manyetik alanlarla ilişkilidir.

Manyetik alan, hareketli yükler veya manyetik malzemelerin çevresinde oluşan bir alan olup, bu alan içinde yer alan diğer yükler ve manyetik dipoller üzerinde bir kuvvet uygular. Bir iletken içinden geçen akım veya doğal mıknatıslar manyetik alan oluşturur.

Manyetik alanlar, hareket eden yükler (elektrik akımı) veya manyetik malzemelerdeki elektron spinlerinin hizalanması sonucu oluşur. Doğal mıknatıslar, elektromıknatıslar ve gezegenlerin manyetik alanları buna örneklerdir.

Elektromanyetik ışınlamalar iyonize ve iyonize olmayan ışınlamalar olarak ikiye ayrılır. İyonize ışınların kanserojen etkisi olduğu bilinir (Luc Verschaeve, 1998).

Kanserojen etkisi ise henüz kesin olarak kanıtlanmamış olmasına rağmen düşük frekanslı EMA 'ya maruz kalmak çocukluk kanserlerini tetiklediği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. ÇDF EMA'ların sağlığa etkileri 1979 yılında Wertheimer ve Leeper'in çok düşük frekanslı elektromanyetik alan maruziyetinin çocukluk çağı kanserleri arasındaki ilişkiyi göstermeleri sonucunda dikkat çekmiştir. Bu çalışmadan sonra ÇDF'nin biyolojik etkileri ile ilgili çalışmalar artmıştır (Wertheimer, 1979). Bu olumsuzlukla ilgili çok fazla araştırma yapılmış fakat olumlu olumsuz kesin sonuçlar yoktur. Yapılan çalışmaların birbirleriyle çelişmesi dolayısıyla korunma amaçlı yeterli açıklamalarda yapılmamaktadır. Elektromanyetik alanların kanser oluşturma riski insan ve hayvan deneyleriyle desteklenmektedir.

Yapılan çalışmalar ile ÇDF EMA'ların sağlık etkilerinin ortaya konması sonucu, Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) çok düşük frekanslı manyetik alanı insanda sınırlı ispata sahip kanserojen deneylerinde yeterli kanserojen olarak tanımlanan grup 2B'de sınıflandırılmıştır ((IARC), 2002).

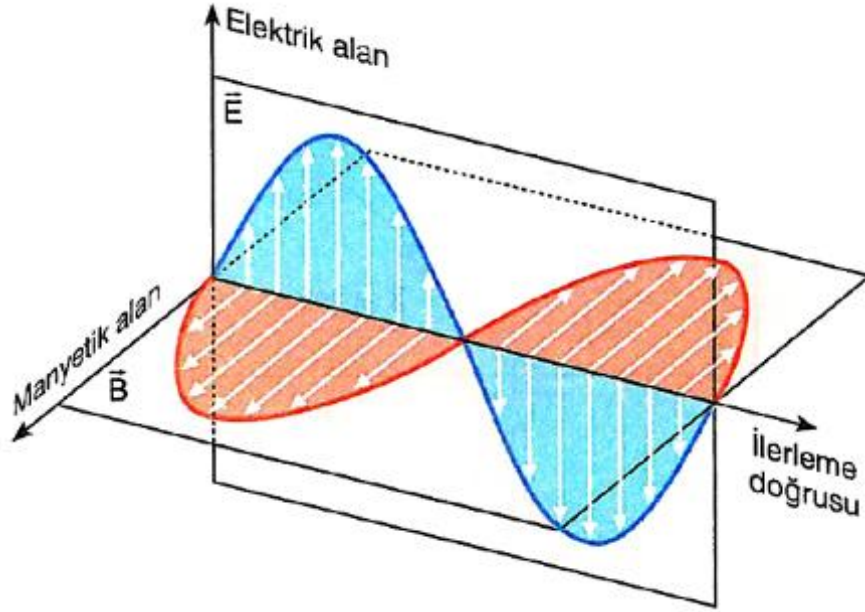
EMA maruziyeti arttıkça oluşan riskin de arttığı ortaya konmuştur. Elektromanyetik alanlar gözle görülüp hissedilmediği için insanlar farkında olmadan bu alana bilinçsizce maruz kalmakta ve bu bağlamda oluşan riskleri de bertaraf edememektedir. Günlük hayatta kullanılan elektrikli cihazların kullanım oranının her geçen gün artması bu durumu daha ciddi boyuta taşımaktadır.

1.6. EMD'nin Oluşumu

1.6.1. Elektrik ve Manyetik Alanların Etkileşimi

Elektromanyetik dalgaların temel kaynağı, değişken elektrik ve manyetik alanların birbirini sürekli olarak doğurmasıdır. James Clerk Maxwell'in geliştirdiği teorilere göre zamanla elektrik yükünün yer değiştirmesi bir elektrik alanı, bu yer değişiminden kaynaklanan akım da bir manyetik alan oluşturur. Manyetik alanın değişimi de elektrik alanı oluşturur.

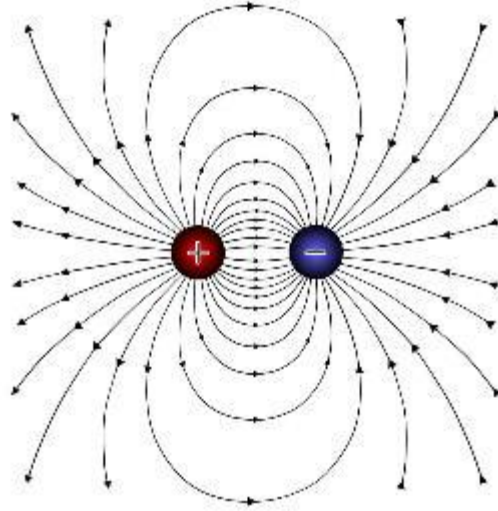
Bir cisim üzerindeki zamanla değişen elektrik yükü, zamanla değişen elektrik ve manyetik alanlar doğurur. Bu değişim salınımların birim zamanda üretilen dalga sayısına yani frekansına (sıklığına) bağlıdır. Düşük salınımlarda elektrik ve manyetik alanlar birbirinden bağımsız olarak kabul edilebilir. Frekans, radyo-frekans bölgesine doğru arttıkça, alanlar birbirleri ile daha yakın etkileşir ve zamanla değişen elektrik alan, manyetik bir alanı indükler veya tam tersi. Elektromanyetik radyasyonun uzun mesafeler kat etmesini sağlayan, Şekil 3'teki elektrik ve manyetik alanlar arasındaki bu etkileşimdir.



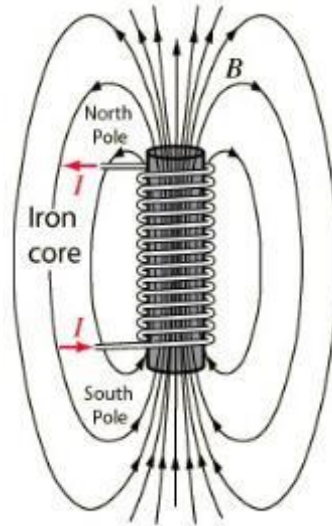
Şekil 3. Elektromanyetik dalgalar (Yılmaz)

Bu iki olay, dalgaların birbirine dik düzlemlerde yayılan elektrik ve manyetik alan bileşenlerinden oluşmasına neden olur. Elektromanyetik dalgalar, enerjinin uzayda taşındığı bir yapı oluşturur.

Elektromanyetik dalgaların oluşumu yüklü parçacıkların ivmeli hareketleri sonucudur. Buna örnek olarak elektrik devrelerindeki AC (Alternatif Akım) akımlarının oluşturduğu elektromanyetik dalgalar, uyarılmış elektronların enerji seviyeleri arasındaki geçişi sırasında foton yayması örnek verilebilir.



Şekil 4. Elektrik yükleri etrafında oluşan elektrik alan temsili (Yılmaz)



Şekil 5. Üzerinden akım geçen iletkenin etrafında oluşan manyetik alan (Atmaca, 2013)

1.7. Elektromanyetik Dalganın Özellikleri

1.7.1. Dalga Doğası

EMD'ler genellikle enine dalga özelliği gösterir. Manyetik alan ve elektrik alan vektörleri birbirlerine ve yayılma doğrultusuna dik düzlemlerde bulunur. Bu da dalganın üç boyutlu bir yapı olduğunu gösterir.

1.7.2. Frekans ve Dalga Boyu

Frekans, Elektromanyetik dalgaların en önemli yönlerinden biridir. Frekans(f) birim zamanda ki titreşim(salınım) sayısıdır. Hertz birimiyle ifade edilir. Elektromanyetik dalgalar peş peşe gelen dalga tepeleri ve dalga çukurlarından oluşur. Bir dalganın art arda gelen iki tepe arası ya da iki çukur arası uzaklığı dalga boyuna eşittir.

1.7.3. Enerji Taşınması

Bütün dalgalar gibi elektromanyetik dalgalarda enerji taşınır. Bu dalgalar maddeyle etkileştiklerinde absorbe edilerek ya da saçılarak enerjilerini kaybederler.

1.7.4. Polarizasyon

Elektromanyetik dalgaların polarizasyon ışık gibi elektromanyetik dalgaların da belirli bir doğrultuda elektrik alanının olduğunu belirtir. Bu da enerjinin belli bir yere yoğunlaşmasını sağlar.

1.7.5. Hız

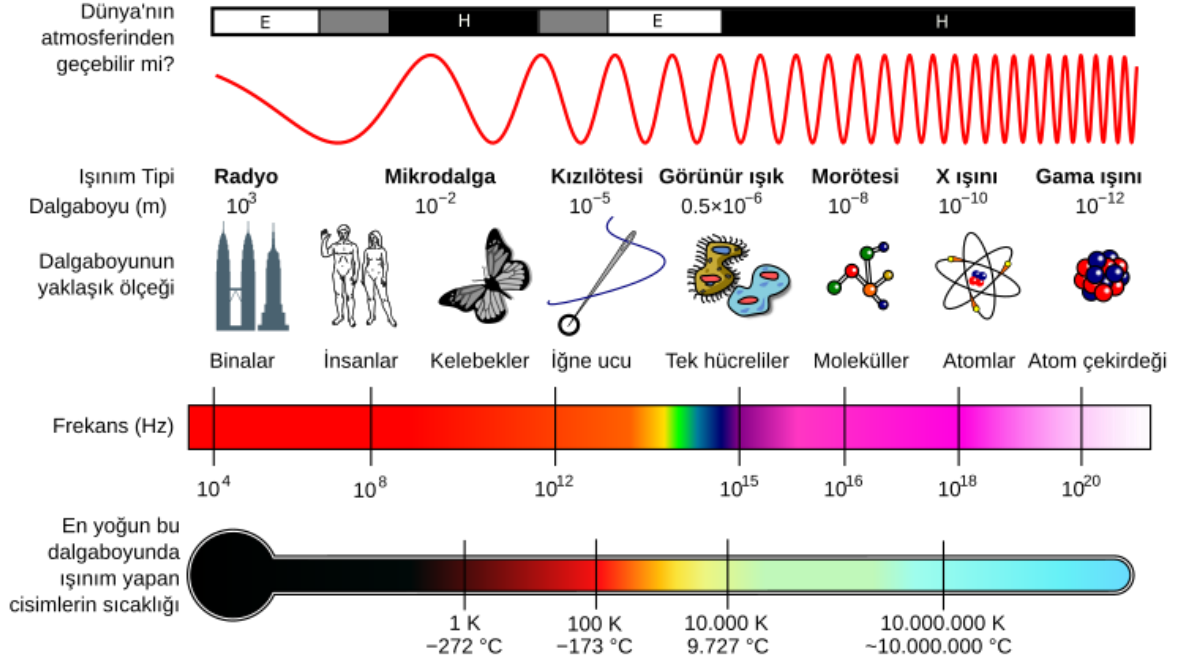
Elektromanyetik dalgaların hızı boşlukta sabittir ve yaklaşık olarak $(2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s})$ eşittir. Elektromanyetik dalgalarda farklı ortama girdiklerinde hızlarında ortamın kırıcılık indisiyle orantılı değişimler olur.

1.8. Elektromanyetik Dalgaların Özellikleri

1. Yüklerin ivmeli hareket ettirilmelri sonucu oluşurlar.
2. Boşlukta ve maddesel ortamda ışık hızıyla yayılırlar.
3. Eş fazlıdır. Aynı anda artar ve azalırlar.
4. Enine dalga özelliği gösterirler.
5. Elektrik ve manyetik alan, ilerleme doğrultuları birbirine diktir. Elektrik alanın büyüklüğü manyetik alanın büyüklüğüyle ışık hızının çarpımına eşittir.
6. Yayılmaları için ortama ihtiyaçları yoktur. Boşlukta da yayılabilirler.
7. Enerji taşırlar, bu enerjiyi soğuran yüzeylerde ısınmaya sebep olurlar.
8. Yansıma, kırılma, soğurulma, kırınım ve girişim gibi ışığın gösterdiği tüm davranışların hepsini gerçekleştirebilirler.
9. Yüksüz fotonlardan oluştukları için elektrik ve manyetik alan içinden geçerken sapmaya uğramazlar.
10. Frekans artarsa enerjisi de artar, dalga boyları ile ters orantılıdır.
11. Kütlesizdirler. Fakat basınç yaparlar ve momentumları vardır.
12. Polarize edilebilirler.

Herhangi bir kaynak tarafından üretilen elektromanyetik dalgalar, birbirine dik ve aynı fazda salınım yapan elektrik ve manyetik alanlardan oluşur. Bu tür dalgaların her ikisini içeren elektromanyetik dalgalara polarize olmamış ışık dalgaları denir. Işığın elektrik alan vektörünün titreşim yönünde hazırlanan polarize ışık filtresi, bu düzlemdeki dalgaları geçirirken bu düzleme dik salınım yapan manyetik alan dalgalarını tutar veya yansıtır. Dolayısıyla, tek düzlemde titreşim yapan ışık, bu yöntemle polarize edilmiş olur.

1.9. Elektromanyetik Spektrum (Tayf)



Şekil 6. Işımanın türünü, dalga boyunu, frekansını, kara cisim emisyon sıcaklığını gösteren Milton spektrumu diyagramı (NASA)

Evrenin herhangi bir yerinde elektrik alanlar ve manyetik alanlar, elektromanyetik radyasyonu frekanslarına ve dalga boylarına göre düzenlemeye elektromanyetik spektrum denir.

1.9.1. Radyo Dalgaları

Radyo titreşim sayısı ile ortaya çıkan elektromanyetik dalgalara denir. İletken telden geçen yük sonucunda oluşabileceği gibi somut bir durum olmadan da oluşabilir. Radyo, TV, cep telefonu gibi iletişim araçlarının sinyallerini taşır. Radyo dalgalarını elektromanyetik spektrumdaki diğer dalgalardan ayıran en önemli özellik en uzun dalga boyuna sahip olmasıdır.

1.9.2. Mikrodalga

Genel olarak 300mhz ile 300000 mhz frekans aralığını kapsayan mikrodalgalar, soğuk yiyeceklerin ısıtılmasında radarlarda, güvenlik sistemlerinde, kablosuz internette (Wi-Fi) ve telefon, bilgisayar, elektronik cihazların data transferinde kullanılan dalgalardır.

Işık, toz ve yağmur gibi doğa olaylarından etkilenmedikleri için uzaydan dünyayı görüntülemek için kullanılmaktadırlar.

1.9.3. Kızılötesi (Infrared)

Frekansı görünür ışıktan küçük, mikrodalgaların frekansından büyüktür. TV'lerin uzaktan kumandalarında meteorolojide radar takip sistemlerinde kullanılırlar.

1.9.4. Görünür Bölge

Elektromanyetik spektrumun insan gözü tarafından algılanabilen aralığıdır. Çeşitli renklerde kendini gösterir. Bu renkler; mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu, kırmızı renkleridir. Dalga boyu kırmızı renkten mor renge doğru azalır. Tüm bu renkler bir araya geldiğinde, dalga boylarının toplamı, görünür ışığı oluşturur.

1.9.5. Morötesi Işımlar (Ultraviyole)

Morötesi ışınlar ultraviyole (UV) ışın olarak da adlandırılır. Dalga boyu görünür ışıktan kısa, X-ışınlarından uzundur. Dünya da doğal ultraviyole ışığın neredeyse tamamı güneşten gelir. Kısa dalga boyuna sahip UV ışınları DNA'ya zarar verebilir ve temas ettiği yüzeyi sterilize edebilir. Günlük hayatta maruz kalınan UV ışınlarının çoğu yüzeylere çarpıp yansısıyla olur. Sterilizasyon, dezenfektan gibi işlemlerde sıkça kullanılır.

Bunun yanında morötesi ışınım, oksijenle tepkimeye girerek ozon (O₃) tabakasını oluşturan faydalı bir işleve de sahiptir. UV ışınımına fazla maruz kalındığında cilt hastalıkları gibi ciddi sorunlar ortaya çıkabilir.

1.9.6. X-Işımları (Röntgen)

Dalga boyu 10nm ile 0.01nm aralığında olan elektromanyetik dalgalardır. X-ışınları, yüksek enerjili ve çok küçük dalga boylu elektromanyetik dalgalardır. X-ışınları, tıpta bir

tanı aracı olarak ve belirli kanser türlerinin tedavisinde kullanılır. X-ışınları canlı dokulara ve organizmalara zarar verici etkileri olduğundan bu ışınlara maruz kalmak tehlikelidir. X-ışınlarının dalga boyları oldukça küçük olduğundan kristal madde yapısı analizinde kullanışlıdır. X-ışınları deprem dayanıklılığı, otomotiv alanındaki dökümler, kaynak yapılan malzemenin sağlamlığının kontrol edilmesinde kullanılır. Bu nedenle X-ışınları bilimsel araştırmaların gelişmesinde de büyük katkı sağlamıştır.

1.9.7. Gama Işınları

Atomların parçalanması ve bozunması sonucu yani nükleer reaksiyonla üretilen yüksek enerjili ışınlardır. .

Radyoaktif çekirdeklerin nükleer tepkimeleri sırasında açığa çıkar ve giriciliği çok fazladır. Bu özelliği ile maddelerin içine kolayca nüfuz edebilir. Gama ışınları, tıpta kanser ve bir çok hastalığın ortaya çıkarılmasında ve iyileştirilmesinde ayrıca gıda alanında yiyeceklerin zararlı etkenlerden arındırılmasında kullanılır. Gezegenlerin gaz miktarının belirlenmesinde kullanılır. Nükleer tıpta görüntüleme işleminde kullanılır.

1.10. Elektromanyetik Dalgaların (EMD) İnsan Üzerine Etkileri: Sosyolojik ve Psikolojik Bir Değerlendirme

Elektromanyetik dalgalar doğal kaynaklardan yayılabildiği gibi insan yapımı teknolojik kaynaklarda da yayılmaktadır. Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte günlük yaşamda sıkça kullanılan elektronik cihazların yaydığı elektromanyetik dalgaların (EMD) günlük yaşamımızdaki etkisi giderek artmıştır. Cep telefonları, tabletler, kablosuz (Wi-Fi) internet, mikrodalga fırınlar, elektronik ev aletleri, baz istasyonları, radyo ve televizyon gibi modern yaşamın vazgeçilmez unsurları, sürekli olarak elektromanyetik radyasyona maruz kalmamıza neden olmaktadır. Bu teknolojiler sosyal hayatta iş dünyasında, sanayide, eğlence sektöründe devrim yaratmış olmasına rağmen EMA'ya sürekli maruz kalmanın olumsuz etkileri de sürekli araştırma konusudur. Bu durumun insan sağlığı üzerindeki biyolojik etkileri uzun yıllardır bilim insanları tarafından araştırılmaktadır. Ancak, EMA'nın sadece fiziksel değil, sosyolojik ve psikolojik etkileri de sosyal yaşantıda büyük bir öneme sahiptir. Bu tez niteliğindeki yazıda, EMA'nın birey ve toplum üzerindeki etkileri sosyolojik ve psikolojik açıdan ele alınacaktır.

1.11. Manyetik Alanın Kısa Vadede Etkileri

- Stres
- Görüş alanında daralma
- Kulak bölgesinde ısınma
- Kalp pilinin bozulma etkisi
- Kulak çınlaması
- Yorgunluk hissi
- Konsantrasyon bozulması
- Baş ağrıları
- İşitmede geçici aksaklıklar
- Sersemleme

1.12. Manyetik Alanın Uzun Vadede Etkileri

- Genetik yapının bozulması
- Beyin hücrelerinde ölüm ve beyin tümörü
- Beyaz kan hücresi (lenfoma) kanseri
- Kan beyin duvarlarının zedelenmesi
- Kalp rahatsızlıkları
- Hafıza zayıflaması
- Kalıcı işitme bozuklukları
- Embriyo gelişiminin zarar görmesi
- Düşük riskinin artması
- Kan hücrelerinin bozulması

olarak sıralanabilir (Şube).

1.13. Elektromanyetik Dalgaların Psikolojik Etkileri

1.13.1. Elektromanyetik Hiper-Sensitivite (EHS)

Bazı bireyler, EMA'ya aşırı duyarlılık gösterebilir. EMA'ya maruz kalınma süresi veya kişinin bu alana maruz kaldığında verdiği biyolojik veya fiziksel tepkiler farklı olabilir.

Elektromanyetik hiper-sensitivite (EHS) adı verilen bu durum, bir çok hastalıkla benzer semptomlar göstererek baş ağrısı, yorgunluk, bitkinlik, konsantrasyon eksikliği, uykusuzluk, stres ve anksiyete gibi belirtilerle kendini gösterebilir. Her ne kadar bu durumun biyolojik olarak kesin sonuçlarla kanıtlanmamış olsa da, psikolojik rahatsızlıklar yaşayan bireyler üzerinde kişinin yaşam şeklini değiştirecek kadar gözle görülür etkiler yaratmaktadır (Alpaslan Türkkkan, 2009).

1.13.2. Teknoloji Bağımlılığı ve Stres

EMA yayan cihazların sürekli kullanımı, teknoloji bağımlılığını arttırdığı düşünülmektedir ve bununla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle mobil cihazlar ve sosyal medya platformları, bireylerin sürekli bağlantıda kalma isteğini tetikleyerek stres ve kaygı seviyelerini yükseltebilir. Bu durumda çeşitli psikolojik sorunların oluşmasına neden olabilir.

1.13.3. Uyku Bozuklukları

EMA'nın psikolojik etkileri arasında en çok araştırılan konulardan biri uyku bozukluklarıdır. Özellikle mobil cihazların ve Wi-Fi cihazlarının sinyallerinin yaydığı radyofrekans dalgalarının, melatonin salgısını etkileyerek uyku düzenini bozarak uyku problemlerine yol açtığı öne sürülmüştür. Bu durum, bireylerin zihin performansını ve günlük sosyal yaşantısını olumsuz yönde etkilemektedir.

1.13.4. Uyku ve Melatonin Baskılaması

Yüksek frekanslı EMA, özellikle gece maruziyeti sırasında epifiz bezinden salgılanan melatonin baskılayabilir. Melatonin azalması; uykusuzluk, depresyon, kaygı bozuklukları gibi durumlarla ilişkilendirilmiştir (James B Burch, 2005). Pineal bezi tarafından salgılanan bir nörohormon olan melatoninin onkostatik özelliklere sahip olduğu gösterildiğinden, EMF'ye maruz kalmanın melatonin üretimini azaltabileceğini ve dolayısıyla insanlarda meme kanseri gelişimini teşvik edebileceğini belirten bir "melatonin hipotezi" ortaya atılmıştır. Burada incelenen literatürden elde edilen veriler çelişkilidir (Yvan Touitou, 2012).

"Süper hormon" olarak melatonin, çok yönlü biyolojik işlevlere sahiptir ve diğerlerinin yanı sıra günlük ritimleri, mitokondriyal biyogenezi, redoks homeostazını, bağırsak motor

fonksiyonunu ve fetal gelişimi kontrol eder. Melatonin ve metabolitleri antioksidan aktiviteye sahiptir ve bu da onu oksidatif stresle ilişkili birçok bozukluğa karşı endojen, evrensel bir koruyucu faktör haline getirir (Marta Woldanska-Okonska, 2024).

Sıçanlarda melatonin sentezi üzerinde güç frekansı (50-60 Hz) elektromanyetik alanlarının (EMF) etkisini araştıran çalışmalar tutarsız olmuştur; birkaçı melatonin sentezinin baskılandığını, diğerleri hiçbir etki göstermediğini ve birkaçı da aslında küçük artışlar gösterdiğini göstermiştir. EMF'ye maruz kalan sıçanların sonraki uyku düzenlerine odaklanan sınırlı sayıda araştırma vardır (Jeff Dyche, 2012).

1.14. Elektromanyetik Dalgaların Sosyolojik Etkileri

1.14.1. Toplumsal Algı ve Endişeler

EMD'nin potansiyel zararları hakkındaki tartışmalar, toplumda ciddi endişelere yol açmıştır. Bazı bireyler, özellikle baz istasyonlarının ve yüksek gerilim hatlarının çevresinde yaşamının kansere neden olabileceğine dair korkular yaşamaktadır. Bu durum, EMD kaynaklarına yakın bölgelerde yaşayan bireylerin sosyal ve ekonomik durumlarını etkileyebilir; örneğin, emlak değerlerinin düşmesi veya toplumsal ayrışmalar.

1.14.2. İletişimde ve Sosyal İlişkilerde Değişim

EMD'nin yaygınlaşması, iletişim teknolojilerinin kullanımını artırmıştır. Ancak bu durum, yüz yüze iletişim alışkanlıklarını değiştirmiş ve bireyler arasındaki sosyal bağları zayıflatmıştır. Özellikle gençler arasında, dijital bağımlılık nedeniyle sosyal izolasyon ve yalnızlık hissi artmıştır.

1.15. Elektromanyetik Dalgaların Etkilerinin Azaltılması

EMD'ye maruziyeti tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa da, bireysel ve toplumsal düzeyde alınabilecek bazı önlemler vardır:

1. Bilinçlendirme ve Eğitim: EMD'nin etkileri hakkında halkın bilinçlendirilmesi, endişeleri azaltabilir ve önlem alınmasını kolaylaştırabilir.
2. Teknoloji Kullanımının Sınırlandırılması: Özellikle çocukların ve gençlerin EMD'ye maruziyetini azaltmak için ekran süreleri sınırlandırılmalıdır.

3. Koruyucu Teknolojiler: Anti-radyasyon kılıflar ve EMD'yi azaltan cihazlar gibi koruyucu teknolojiler kullanılabilir.
4. Politikalar ve Düzenlemeler: Devletler, EMD'ye maruziyet sınırlarını belirleyen ve denetleyen yasal düzenlemeler yapmalıdır
5. Üniversiteler ve kamu hizmeti veren meslek odaları gibi bağımsız ve tarafsız kuruluşlar gerekli ölçüm ve denetimleri gerçekleştirmek suretiyle halktan gelen şikâyetlere cevap verilebilecek şekilde yapılandırılmalı ve elektromanyetik kirliliğin denetimi konusunda tek yetkili kurum, BTK olmamalıdır.
6. Avrupa ülkelerinde olduğu gibi insanların yoğun elektromanyetik dalgalara maruz kalmamaları için baz istasyonlarının üzerine rahatlıkla görülebilecek biçimde tehlike veya güvenlik levhaları konulmalı ve bilgilendirme levhalarının konulması yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmelidir.
7. Baz istasyonlarının inşa edilmesinde cep telefonu işletmecileri; yerel yönetimlere, yerel çevre ve sağlık otoritelerine kurdukları antenin yükseklik, frekans, güç yoğunluğu ve elektromanyetik alan şiddeti gibi teknik detaylarını içeren ölçüm değerleri tablosu ve güvenlik sertifikası bilgilerini vermekle yükümlü tutulmalıdır.
8. Bu değerin üzerindeki cep telefonlarının ithalatının sınırlandırılarak denetim altına alınması ve kullanılmaması tercih edilmelidir. Ayrıca Tüketicinin korunması veya bilgilendirilmesi için üretici veya ithalatçı firmanın cep telefonları üzerine SAR değerlerinin yazılması zorunlu hale getirilmelidir.
9. Trafo merkezleri sınırlı lokal kaynaklar olarak düşünülmeden imalatları esnasında son derece kaliteli oldukları ve standartlara göre imalatlarının yapıldığı denetlenmeli ve bu sağlanmalıdır.
10. Ev aletlerinin küçük motorları ve dönüştürücüleri, bu cihazların kablolarından çok daha önemli manyetik alan kaynakları olduğu göz önüne alınarak kullanımında azami dikkat edilmeli ve kullanım süresi kısa tutulmalıdır.
11. Elektrik akımından dolayı oluşan; İndüklenen gerilimlerin ortaya çıkmasını engellemenin en basit ve kesin yolu nesnenin/cismin topraklanmasıdır. Manyetik alan oluşturan her aletin topraklı hatta çalıştığına dikkat edilmelidir.
12. Yüksek gerilim hattı altında veya yakın yerde bulunan metalik aletler mutlaka topraklandığına dikkat edilmelidir.

13. İnsan vücudunda; cilt ile cisimler arasında oluşan mikro kıvılcım, saçların ve vücut tüylerinin titreşmesi, cildin üzerine “üfleniyormuş” duygusu, deri iğnelenme hissi ve nahoş bir his algılanması durumunda elektrik alan etkisinde kalındığına dikkat edilmelidir.
14. Yüksek değerde olan alanlardan veya söz konusu alan içinde mevcut bulunan özellikle metal cisimlerden uzak durulmalıdır.
15. Elektrik ve manyetik alan üreten kaynakların kontrollü çalıştırılarak daha az alan üretilmesi veya cisimlerde daha az temas akımı oluşturacak şekilde değişiklikler yapılması sağlanmalıdır.
16. Temas akımları cisimlerin topraklanmasıyla veya yalıtkan bir madde ile kaplanması ile azaltılmalıdır.
17. Düşük frekanslı elektrik alanların etkisini azaltmak için metal perdeler (Faraday Kafesi) yerleştirilmeli ya da ekranlama yapılmalıdır.
18. Düşük frekanslı manyetik alanlar metal perdeleme ile yok edilemeyeceğinden aktif sistemler geliştirilerek alan etkisi azaltılmalıdır.
19. Alan değerlerinden vazgeçilemediği durumlarda elektrik ve manyetik alan üreten kaynakların bulunduğu ortamlara fiziksel giriş önlenmelidir.
20. Söz konusu alanlara girenler ve bu alanlarda çalışanlar için uygun elbiseler ve eldivenler gibi kişisel koruyucu donanım sağlanmalıdır.
21. Günlük hayatta kullandığımız elektrikli cihazlar ülkemizce kabul edilen standartları taşımalıdır.
22. Günlük hayatta kullandığımız elektrikli radyolu saatler, tele-sekreterler vb. cihazların yatak odalarında bulunmamasına dikkat edilmelidir.
23. Evlerde ve bürolarda kullanılan bilgisayarlar monitörlerinin arka kısımları yüksek değerde alan oluşturdıklarından, söz konusu monitörlerin arkası kullanılmayan alana yönlendirilmeli ve uzak durulmalıdır.
24. Yaşam mahallerinde elektrik hatlarının geçtiği duvar ve bölmelerden uzak durulmalıdır.
25. Cep telefonları ile görüşmeler olabildiğince kısa tutulmalıdır.
26. Cep telefonu ile görüşmeler çocuklardan uzak yerlerde yapılmalıdır.
27. Cep telefonları kullanım sırasında bir kulaklık kullanılmalıdır.
28. Cep telefonu kullanım harici ya kapalı ya da beyin ve göğüs hizasından uzak tutulmalıdır.

29. Cep telefon satın alırken kesinlikle SAR değeri düşük olan makineler tercih edilmelidir.
30. Cep telefon satın alırken kesinlikle SAR değeri düşük olan makineler tercih edilmelidir.
31. Küçük çocukların ve gençlerin kablosuz telefon ve cep telefonu kullanımı mümkün olduğunca kısıtlanmalı ve telefon şirketlerinin onlara yönelik pazarlama yapmalarının önüne geçilmelidir.
32. Dünya Sağlık Örgütü, Uluslararası Elektromanyetik Güvenlik Komisyonu gibi birimlerce yapılan ve özellikle çocukların cep telefonu kullanımlarının kısıtlanması gerektiğini vurgulayan uyarılar dikkate alınmalıdır. Reklam kampanyalarında özellikle çocukların kullanılmaması gerektiği tüm dünyada bilim insanlarınca kabul edilmiş olduğu halde ülkemizde çocukların reklam kampanyalarında kullanılmaları trajik bir göstergedir. Tüketicinin ilgisini çekmek için REKLAMDA ÇOCUKLAR KULLANILMAMALIDIR.
33. Baz istasyonlarının kurulumunda uyulması gereken noktalar ve halk sağlığı konusunda Ulaştırma Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, BTK, GNRK ve kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları (TMMOB, TTB gibi) ile işbirliği yapılmalıdır. İlgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından basın-yayın yolu ile elektromanyetik kirlilik konusunda uluslararası çalışmalara ilişkin halkı bilgilendirecek programlar yapılmalıdır (Şube).

1.16. Elektromanyetik Ölçüm Cihazı ve Çalışma Prensibi



Şekil 7. Elektromanyetik alan ölçüm cihazı (PCE Instruments, 2024)

Elektromanyetik Alan Ölçüm, elektromanyetik radyasyon tespiti için küre biçiminde iki triaksial sondası vardır. Mutlak sıfırdan yüksek sıcaklığa sahip herhangi bir gövde, yani $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ veya $0\text{ }^{\circ}\text{K}$ 'dan büyük sıcaklıktaki bir gövde, elektromanyetik radyasyon formunda enerji yayar. Bu bulgu bizi kuantum teorisine kadar götürür; atom çekirdeği ve elektronların arasındaki enerji yükünün manyetik etkileşimi uygun salınım oluşturur ve bu elektromanyetik radyasyon olarak tespit edilir. $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de herhangi bir elektromanyetik radyasyon algılanmaz. Bu yüzden bu nokta mutlak sıfır olarak tanımlanmıştır. Bu cihaz ile bilgisayar monitörleri, televizyon, elektrik adaptörleri gibi elektrik aygıtlarının elektromanyetik alanlarını ölçebilirsiniz. Elektromanyetik Alan Ölçüm Cihazıyla ekranda direkt, manyetik alanlarının manyetik akış kuvvetini (EMF) V/m , W/m^2 , mW/cm^2 olarak okuyabilirsiniz. Ölçüm değerleri ile elektriksel smog ve elektromanyetik uygunluğa (CEM) dair sonuçlar çıkarabilirsiniz.

- büyük LCD-Ekran	- tSonda
- Ölçüm büyüklükleri: V/m , W/m^2 , mW/cm^2	- iki Sonda ile
- kolay kullanım	- 100 kHz'den 3 GHz'e
- RS232 Arayüz	- ayarlanabilir Alarm-Değer
Teknik özellikler	
Frekans aralığı Sonda EP-03H	100 MHz ... 3 GHz
Sensör EP-03H aralık seçimi	900 MHz, 1 GHz, 1,8 GHz, 2,4 GHz, 2,45 GHz, 3 GHz
Frequenzbereich Sonde EP-04L	100 kHz ... 100 MHz
Frekans aralığı Sonda EP-04L	100 kHz, 200 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 10 MHz, 13,56 MHz, 100MHz
Hassasiyet	$\pm 2\text{ dB}$
Ölçüm aralığı	0 ... 199,99 V/m , 0 ... 99,999 W/m^2 , 0 ... 9,9999 mW/cm^2
Çözünürlük	0,01 V/m , 0,001 W/m^2 , 0,0001 mW/cm^2
Başlangıç değeri	$> 1\text{ V/m}$, $> 0,03\text{ W/m}^2$, $> 0,0003\text{ mW/cm}^2$
Sonda	Triaksial
Ekran	LCD 58 x 34 mm
Limit değeri	ayarlanabilir
Alarm	Limit değeri aşımında sesli sinyal
Dahili Ölçüm değeri hafızası	16000 Veri
Güç kaynağı	9 V Blok-Pil
Çevresel koşullar	0 ... 50 $^{\circ}\text{C}$ / 80 % n.o.
Boyutlar	Cihaz: 200 x 76,2 x 36,8 mm Sonda: $\varnothing 70$ x 240 mm
Ağırlık	523 gr. (pil dahil)

Şekil 8. Cihaz bilgileri (PCE Instruments, 2024)



Şekil 9. Burada elektromanyetik ölçüm cihazı sondası takılıyken görülüyor (PCE Instruments, 2024)



Şekil 10. Burada frekans aralığındaki bağlantılarıyla küresel iki sonda görülmektedir (PCE Instruments, 2024)



Şekil 11. Elektromanyetik alan ölçüm cihazı wireless LAN tespiti (PCE Instruments, 2024)

1.17. EMA Cihazının Kullanımı:

Çalışmada EMA ölçümleri, KTÜ üniversitesi Fizik Bölümü Modern Fizik laboratuvarında bulunan Lutron EMF-839-3 GHz Eksen RF Elektromanyetik Alan Ölçer cihazı kullanılacaktır. (Şekil 12). Elektromanyetik alan ölçer cihazı ile cep telefonları, baz istasyonları, radar, TV antenleri, radyo istasyonları, hastane cihazları, fabrikalar, laboratuvarlar, mikrodalga fırınlar, kayna makineleri, televizyon, bilgisayar ve ekipmanları, radyasyon çalışmaları ve diğer elektromanyetik alan yayan cihazların yaydığı elektromanyetik dalgaları tespit amacıyla kullanılmaktadır. 100 KHz ~ 100 MHz aralığında düşük 100 MHz ~ 3GHz yüksek problemleri yardımıyla geniş bir ölçüm aralığına sahiptir. Cihazın veri yakalama yazılımı sayesinde ölçüm sonuçları eş zamanlı olarak monitörden okunabileceği gibi bilgisayara kaydı da yapılabilecektir.



Şekil 12. Lutron marka EMA ölçer ve veri yakalama yazılımı

1.18. Ölçüm Yapılacak Ortamların Belirlenmesi

Her yıl ortalama 4 milyon öğrenci sınavlara hazırlanmaktadır. Bu öğrenciler çeşitli ortamlarda (kütüphane, okul, ev) ders çalışmakta ve ders videoları için teknolojik cihazlar kullanmaktadır. Kullanılan cihazların ölçümleri KTÜ Üniversitesi Fizik Bölümü Modern Fizik Laboratuvarında yapılacaktır. Ölçümü yapılacak cihazlar belirlenerek kullanım

sırasında ve kullanılmadığı anlarda ölçümler alınacak şekilde bir plan oluşturulacaktır. Laboratuvarında ölçümler yapılırken EMA ölçümleri telefonların arama sırasında ve arama olmadığı anlarda 100 cm uzaklıktan ölçümler alınacaktır.

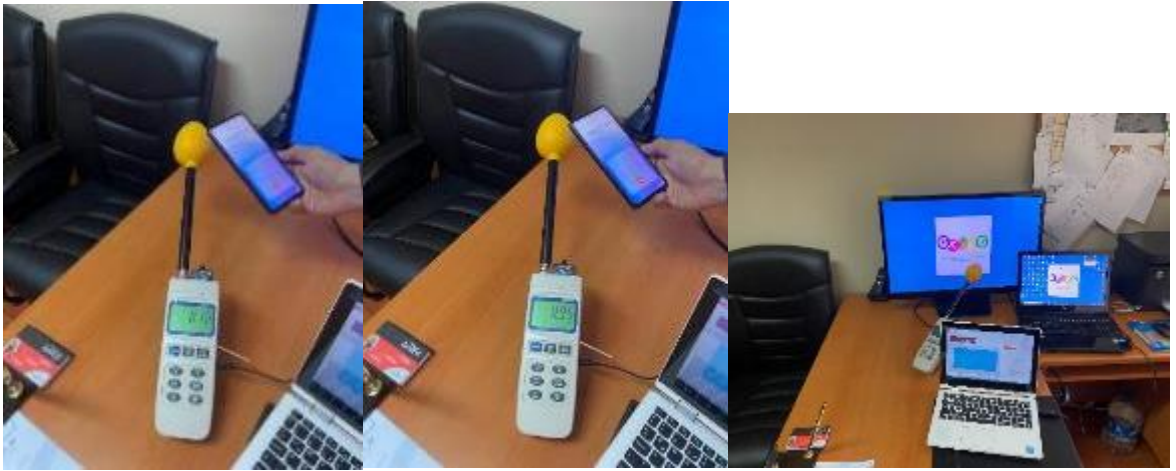


2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yüksek lisans bitirme tezi olan bu çalışmada Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü Modern Fizik Laboratuvarında ve kurs merkezinde öğrencilerin aynı anda tüm akıllı cihazları kullandıkları anda ve cihazlar normal durundayken elektromanyetik ölçüm cihazı (EMF-839) ile ölçümler yapılmıştır.



Şekil 13. Çalışır haldeki bilgisayar monitöründen alınan ölçüm fotoğrafı



Şekil 14. Arama sırasında cep telefonundan alınan ölçüm fotoğrafı



Şekil 15. Fizik bölümünde network ağ bağlantı noktasında alınan ölçümler



Şekil 16. Fizik bölümünde kablosuz internet dağıtıcısından (Wi-Fi) alınan ölçüm fotoğrafı

3. BULGULAR

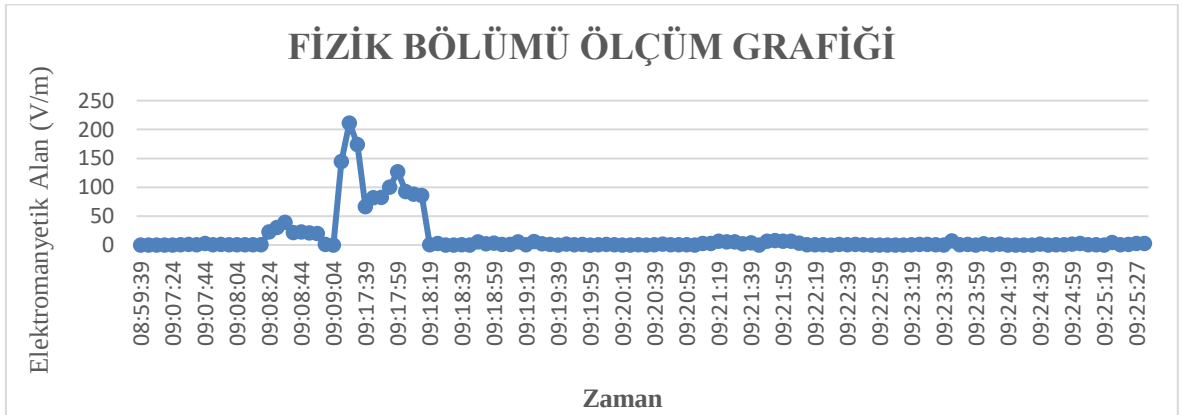
Yüksek lisans bitirme tezi çalışması kapsamında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümünde elektromanyetik ölçüm cihazı EMF-839 ile gerçekleştirdiğimiz bazı elektronik cihazların zamana göre tablosu ve zamana göre V/M grafik değerleri aşağıdaki Tablo 1’de verildiği gibidir.

Tablo 1. Ölçüm alınan ortam ve cihaz listesi

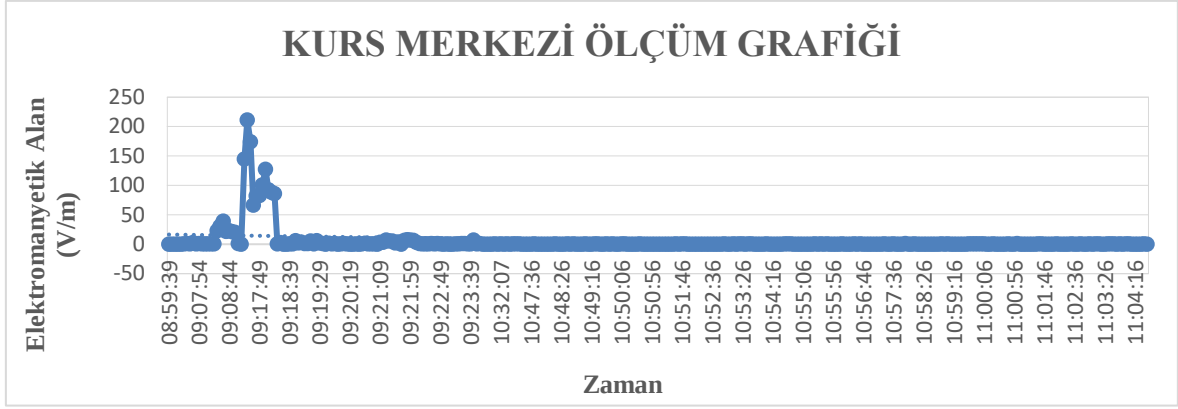
Ölçüm Alınan Cihaz Listesi	Ölçüm Zaman Aralığı
Cep telefonu (stabil)	09:06 – 09:14
Cep Telefonu (arama sırasında)	10:23 – 11:33
Monitör	08:59 – 09:03
Mikrodalga Fırın	09:17 – 09:17
Wİ-Fİ Cihazı	09:17 – 09:18
Network odası	09:23 – 09:25

Tablo 2. Fizik bölümünde ve kurs merkezinde alınan ölçümlerin tablosu

	Minimum değer (V/m)	Maksimum değer (V/m)
Cep Telefonu (stabil)	0.2	1.63
Cep Telefonu (arama sırasında)	22.97	30.45
Monitör	0.14	0.48
Mikrodalga Fırın	82.60	127.14
Wİ-Fİ Cihazı	144.86	211.11
Network odası	0.20	5.88



Şekil 17. Fizik bölümü ölçüm grafiği



Şekil 18. Kurs merkezi ölçüm grafiği

4. TARTIŞMA

Üzerinden akım geçen tüm iletkenler ve elektrik akımıyla çalışan tüm cihazlar çevresinde elektrik alan, manyetik alan ya da elektromanyetik alan oluşturur. Bu cihazların etrafında bulunan canlılar bu alanlara maruz kalır. Mobil cihazlar ve diğer iletişim araçları hayatımızın her anında olduğu için de özellikle insanlar hem uzun süreli hem de yüksek miktarda bu alanlara maruz kalmaktadır. Elektromanyetik alana maruz kalma sonucunda virüsler, bitkiler, domuzlar, böcekler, kurbağalar, tavşanlar ve insanlar üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen veriler ışığında negatif etkilediği görülmektedir. Bu negatif etkiler; genel keyifsizlik, boyunda sertlik, boyunda sertlik, göğüs acısı, hafıza kaybı, baş ağrısı, kalp atışında ve kimyasında değişime uğratma, sindirim ve dolaşım sorunları olarak saptanmıştır (Yakıncı, 2016).

Yapılan çeşitli çalışmalarda, iletişimin artırdığı mobil telefon sinyallerinin beynin elektriksel aktivitelerinde fonksiyonlarında ve (dikkat, algılama hatırlama, tepki verme gibi) kısa süreli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir. Özellikle okul öncesi ve ilköğretim seviyesi çocuklar, elektromanyetik alanın olumsuz etkilerine karşı, henüz gelişim dönemlerinde olduklarından dolayı bu grupta risk daha fazladır (Edvin van Wijngaarden, 2000).

Ancak cep telefonlarının ve buna bağlı olarak baz istasyonlarının artması sonrasında, günlük hayatta yaygınlaşması elektromanyetik alanın insan sağlığının olumsuz etkileneceği düşüncesi kamuoyunda yavaş yavaş oluşmaya başladı. İlgili literatürleri incelendiğimizde, sinir sistemleri üzerine elektromanyetik alanın olumsuz etkilerinin olduğunu gösteren birçok araştırma olduğunu görüyoruz. Bu araştırma sonuçlarına bağlı olası elektromanyetik sağlık etkileri yönünden kesin ve tutarlı kanıtlar gösterememekle birlikte insanların zihninde kuşku ve merak uyandırmaktadır. Bu konuda daha kapsamlı bilimsel araştırmaların yapılması, sınırlamalara ilişkin yasal önlemlerin ve düzenlemelerin uygulanması, konunun takibi ve toplumun olası etkilere karşı uyarılması önem kazanmaktadır (Yakıncı, 2016).

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü'nde yapılan ölçümlerde cep telefonu ve diğer mobil cihazlarda özellikle çalışma anlarında yüksek elektromanyetik alan yayıldığı görülmüştür. Bundan dolayı gelişimini tam olarak tamamlamamış çocuklarda ve gençlerde bu durumun ilerleyen zamanlarda sorun teşkil edeceği düşünülmüştür. Gerek iletişim çağından dolayı kullanılan iletişim araçları gerekse sosyal medyanın insanları sürekli

kendine çekmesi ve bunları yapabilmek için kullanılan mobil cihazların günlük hayatta bizleri sürekli elektromanyetik alana maruz bırakması insanlar üzerinde fizyolojik ve psikolojik sorunların ortaya çıkmasına sebep olduğu düşünülmüştür. Gözlemlediğimiz genç nesillerde psikiyatrik destek çok fazla arttığı gözlemlenmiş ve bunun bir sebebinin de maruz kalınan elektromanyetik alanlar olduğu düşünülmüştür. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara bakarsak elektromanyetik alana çok yüksek değerlerde maruz kalınmasa da maruz kalınma süreleri çok uzun olmaktadır. Bu da risk unsurlarını artırmaktadır. Sınavlara hazırlanan öğrenciler de mobil cihazları fazla kullanıp elektromanyetik alana fazla maruz kaldıklarından fizyolojik ve psikolojik olarak olumsuzluklara sebep olabilir. Yaptığımız çalışmalarda haksız rekabet olmaması açısından hiçbir markaya yer verilmemiştir. Yaptığımız yüksek lisans bitirme çalışmasında özellikle lise ve üniversite sınavlarına yönelik çalışan öğrenci gruplarında, elektromanyetik alanın öğrenciler üzerindeki olumsuz etkilerine dikkat çekmek ve önlemler alınmasını sağlamaktır.

5. SONUÇLAR

Karadeniz teknik üniversitesinde fizik bölümünde ve kurs merkezinde yapılan ölçümlerde ortalama değerlerin üzerinde EMA ölçülmüştür. Elektromanyetik alanlar insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu bilindiği için; öğrenciler, aileler, gerekli kurumlar bu konu hakkında bilgilendirilerek gerekli önlemlerin alınması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada cep telefonu, tablet, bilgisayar gibi EMA oluşturan elektronik cihazların etkilerinin insan sağlığı açısından ciddi sorunlar ortaya çıkarabileceği ve bu olumsuzlukların uzun sürede ortaya çıkacağı bilinmektedir ve bu olumsuzluklara önlemler alınması amaçlanmıştır.

6. KAYNAKÇA

- (IARC), I. A. (2002). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans.
- Alpaslan Türkkkan, K. P. (2009). Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon ve Sağlık Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 11-22.
- Atmaca, G. (2013). *Manyetizma ve Manyetik Alan*. Kuark Bilim Topluluğu, Ankara.
- CA, B. (1993). Beneficial Effects of Electromagnetic Fields. *J Cell Biochem*, 387-393.
- Edvin van Wijngaarden, D. A. (2000). Exposure to Electromagnetic Fields and Suicide Among Electric Utility Workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 258-263.
- Feychting, M. (2005). Health effects of static magnetic fields—a review of the epidemiological evidence. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 241-246.
- Gök, Ş., & Soysal, Z. (1983). Elektrik akımlarının canlı organizmada meydana getirdiği lezyonlar . İstanbul.
- Güler, Ç., & Kalitesi, S. (1997). *Çerve ve Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Dizisi*.
- Hayret, T. (2021, Temmuz 8). Mühendis Beyinler Web sitesi: <https://www.muhendisbeyinler.net/milikan-yag-damlasi-deneyi/> adresinden alındı
- James B Burch, M. Y. (2005). Melatonin, Sleep, and Shift Work Adaptation. *Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental Medicine*, 893-901.
- Jeff Dyche, M. Ç. (2012). Effects of Power Frequency Electromagnetic Fields on Melatonin. *Emerging Health Threats Journal*.
- Juliasv. (tarih yok). Pusula. *Pusula: Kim, Ne Zaman İcat Etti?*
- Karakale, R. (1986). *Modern Kimya*. İzmir: Bilim ve Teknik.
- Luc Vershaeve, A. M. (1998). Genetic, cacinogenic and teratogenetic effects. *Mutation Research*, 410-441.
- Marta Woldanska-Okonska, K. K. (2024). The Physiological Impact of Melatonin, Its Effect on the Course of Diseases and Their Therapy and the Effect of Magnetic Fields on Melatonin Secretion—Potential Common Pathways of Influence. *Biomolecules*, 929.
- NASA. (tarih yok). *Işımanın türünü, dalga boyunu, frekansını, kara cisim emisyon sıcaklığını gösteren Milton spektrumu diyagramı*.

- OCAKTAN, M. E., & AKDUR, R. (2008). Cep Telefonu Teknolojisi ve Sağlık. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, s. 58-65.
- PCE Instruments. (2024). <http://www.pce-cihazlari.com.tr/teknik-bilgiler/elektromanyetik-alan-oelcuem-cihazlari-pce-em-30.htm>. adresinden alındı
- RG, S., & S, D. (1996). The Melatonin Hypothesis: Electric Power and Breast Cancer. *Environ Health Perspect*, 135-140.
- Sarıgöz, O., Karakuş, A., & İrak, K. (2012, Aralık 31). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Elektromanyetik Kirlilik İle İlgili Görüşlerinin Değerlendirilmesi. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, s. 1-8.
- Savitz, D. A., & Loomis, D. P. (1995). Magnetic Field Exposure in Relation to Leukemia and Brain Cancer Mortality among Electric Utility Workers. *American Journal of Epidemiology*, 123-134.
- Saygın, M., Çalışkan, S., Gümral, N., & Vural, H. (2009, Aralık 30). 2450 MHz radyasyonun sıçanların FSH, LH ve Total Testosteron seviyelerinde ortaya çıkan değişiklikler. *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.*, s. 10-14.
- Smirnov, B. M. (2003). *Physics of Atoms and Ions*. United States of America: Springer.
- Şube, E. İ. (tarih yok). *Elektromanyetik Alanların Etkileri*. İzmir.
- Tekin, E., & Güneri, Y. (tarih yok). Elektrik Alan. *Elektrik Alanı*.
- Vangelova, K. K., & İsrail, M. S. (2005). Variations of Melatonin and Stress Hormones Under Extended Sshifts and Radiofrequency Electromagnetic Radiation. *Rev Environ Health*, 151-161.
- Werheimer, N. (1979). Electrical Wiring Configurations and Childhood Cancer. *American Journal of Epidemiology*, 273-284.
- WHO. (2008). Extremely Low Frequency Fields. *Environmental Health Criteria WHO*.
- Widgery, A. (2002, Kasım 13). *health-doc*. <http://www.healthdoc>. adresinden alındı
- Yakıncı, Z. D. (2016, Aralık 15). ELEKTROMANYETİK ALANIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, s. 44-54.
- Yılmaz, A. (tarih yok). Elektromanyetik Dalga. *Elektromanyetik Dalgalar*.
- Yvan Touthou, B. S. (2012). The effects of extremely low-frequency magnetic fields on melatonin and cortisol, two marker rhythms of the circadian system. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 381-399.

ÖZGEÇMİŞ

Eren BİNAY, İlköğrenimini Abdi İpekçi İlköğretim Okulu'nda bitirdikten sonra lise eğitimini 2006 yılında Ankara Prof. Dr. Şevket Raşit Hatipoğlu Lisesi'nde tamamladı. 2007-2008 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik bölümünde lisans eğitimine başladı. 2013 yılında bu bölümden mezun oldu. 2022 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim dalında tezli yüksek lisans programına başladı. 2016 yılından itibaren kurucusu olduğu dershanede öğretmen olarak görev yapmaktadır.

