



T.C.  
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR EKCRANININ NEDEN OLDUĞU  
ELEKTROMANYETİK RADYASYONUN  
İNSAN KANININ BAZI HEMATOLOJİK VE  
BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Sefa YEŞİLBAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim  
Dalı

Şubat-2023  
MUŞ  
Her Hakkı Saklıdır



T.C.  
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR EKCRANININ NEDEN OLDUĞU  
ELEKTROMANYETİK RADYASYONUN  
İNSAN KANININ BAZI HEMATOLOJİK VE  
BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Sefa YEŞİLBAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim  
Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ

Şubat-2023  
MUŞ  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ KABUL ve ONAYI

Sefa YEŞİLBAŞ tarafından hazırlanan “Bilgisayar Ekranının Neden Olduğu Elektromanyetik Radyasyonun İnsan Kanının Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerindeki Etkisi” adlı tez çalışması 24/01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç. Dr. Hüseyin KOÇ  
Muş Alparslan Üniversitesi,  
Mühendislik- Mimarlık Fak,  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

.....

#### Danışman

Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ  
Muş Alparslan Üniversitesi,  
Sağlık Bilimler Fakültesi  
İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

.....

#### Üye

Doç. Dr. Yusuf Alan  
Bitlis Eren Üniversitesi,  
Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu  
Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü

.....

Yukarıdaki sonuç;  
Enstitü Yönetim Kurulu ...../...../..... Tarih ve ...../..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Sedat BOZARI  
FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Sefa YEŞİLBAŞ

Tarih

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# BİLGİSAYAR EKCRANININ NEDEN OLDUĞU ELEKTROMANYETİK RADYASYONUN İNSAN KANININ BAZI HEMATOLOJİK VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Sefa YEŞİLBAŞ

**Muş Alparslan Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ**

Günümüz modern dünyasında günlük hayatımızın her alanına giren elektrikli cihazlar insan yaşantısına birçok kolaylık sağlarken birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Bu olumsuz etkilerin en önemlilerinden birisi etkisini uzun zaman sonunda gösterebilen elektromanyetik alan (EMA) kaynaklı radyasyondur.

Radyasyon, en temel tanımı ile bir kaynaktan dalga ya da parçacık halinde yayılan enerjidir. Karşılaştığı atomun yapısında değişikliğe sebep olamayacak kadar düşük enerjiye sahip radyasyon çeşidine ise noniyonizan ya da iyonize olmayan radyasyon adı verilir ve bu tip radyasyon elektromanyetik dalga formundadır. Elektromanyetik radyasyon doğrudan ya da dolaylı olarak insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu etki moleküler, hücresel, doku veya sistem düzeyinde olabilmektedir. Son 30 yıldır yapılan çalışmaların çoğunda elektromanyetik radyasyonun insan sağlığını olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda çalışmamızda, günlük hayatta ve iş hayatında uzun saatler boyunca bilgisayar ekranı karşısında çalışan kişilerin bilgisayar ekranı kaynaklı elektromanyetik radyasyona maruz kalmalarının kan parametrelerine ve melatonin hormonuna olası etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır.

Çalışmamız gönüllü 45 sağlıklı birey (yaş aralığı: 18-50) üzerinde yapılmıştır. Birinci (kontrol) grup bilgisayar kullanmayan sağlıklı 15 kişiden oluşmuştur. İkinci grup yarım gün 0-4 saat bilgisayar başında çalışan 15 kişiden, üçüncü grup tam gün 8 saat veya daha fazla bilgisayar başında çalışan kişilerden oluşturulmuştur. Yapılan gruplandırmanın ardından deneklerden kan örnekleri alınarak tahlillerin hematolojik ve biyokimyasal parametrelerine bakılmıştır. Çalışmamızın ilk kısmında araştırma gruplarında incelenen 11 kan parametresinde de (WBC, LYMPH, MONO, EOS, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT) radyasyona maruz kalan ve kalmayan kişiler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızın ikinci kısmında bilgisayar ekranı kaynaklı EMR'nin kandaki melatonin hormonu üzerindeki etkilerini inceledik. Kan parametrelerinin aksine araştırma gruplarının melatonin hormonu değerlerinin mukayesesinde istatistiksel açıdan anlamlı fark elde edilmiştir. Kontrol grubu ile 0-4 saat bilgisayar başında çalışan grup arasında ( $p=0<0,05$ ) ve kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla bilgisayar başında çalışan grup arasında ( $p=0<0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,295>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çalışmada elde ettiğimiz bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, EMR'nin kişilerde kan parametrelerini anlamlı düzeyde etkilemediği fakat melatonin hormonu sentezini önemli ölçüde düşürebileceği sonucuna varılmıştır.

**2023, 54 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Elektromanyetik alan, Kan Parametreleri, Melatonin, Radyasyon

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

# **EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION CAUSED BY COMPUTER SCREEN ON SOME HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF HUMAN BLOOD**

**Sefa YEŞİLBAŞ**

**Muş Alparslan University  
Natural and Applied Science  
Department of Nuclear Energy and Energy Systems**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ**

In today's modern world, electrical devices that take place in all areas of our daily life have brought many negativities to human life, while providing many conveniences. One of the most important of these negative effects is electromagnetic field (EMF) induced radiation, which can show its effect after a long time.

Radiation, with its most basic definition, is the energy emitted from a source in the form of waves or particles. The type of radiation that has too low energy to cause a change in the structure of the atom it encounters is called non-ionizing or non-ionizing radiation, and this type of radiation is in the form of electromagnetic waves. Electromagnetic radiation can directly or indirectly affect human health negatively. This effect can be at the molecular, cellular, tissue or system level. Most of the studies conducted in the last 30 years have concluded that electromagnetic radiation adversely affects human health. In this context, in our study, it is aimed to determine the possible effects of exposure to electromagnetic radiation from computer screens on blood parameters and melatonin hormone of people who work in front of a computer screen for long hours in daily and business life.

Our study was conducted on 45 healthy volunteers (age range: 18-50). The first (control) group consisted of 15 healthy individuals who did not use computers. The second group consisted of 15 people who worked at the computer for 0-4 hours half day, and the third group consisted of people who worked at the computer for 8 hours or more full day. After the grouping, blood samples were taken from the subjects and the hematological and biochemical parameters of the analyzes were examined. In the first part of our study, no statistically significant difference was found between people who were exposed to radiation and those who were not exposed to radiation in 11 blood parameters (WBC, LYMPH, MONO, EOS, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT) examined in the research groups. In the second part of our study, we examined the effects of computer screen-induced EMR on the melatonin hormone in the blood. Contrary to the blood parameters, a statistically significant difference was obtained in the comparison of the melatonin hormone values of the research groups. A statistically significant difference was found between the control group and the group working at the computer for 0-4 hours ( $p=0.05$ ), and between the control group and the group working at the computer for 8 hours or more ( $p=0.05$ ). There was no statistically significant difference between the groups working 0-4 hours and working 8 hours or more ( $p=0.295>0.05$ ).

When the results we obtained in the study were evaluated as a whole, it was concluded that EMR did not significantly affect blood parameters in individuals, but could significantly reduce the synthesis of melatonin hormone.

**2023, 54 Pages**

**Keywords:** Blood Parameters, Electromagnetic field, Melatonin, Radiation

## TEŞEKKÜR

“Bilgisayar Ekranının Neden Olduğu Elektromanyetik Radyasyonun İnsan Kanının Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerindeki Etkisi “adlı bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Öncelikle tez çalışmalarım süresince danışmanlığımı üstlenerek, her aşamada bana rehberlik eden, hocam Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ’a bizlerin yetişmesine katkıda bulunan hocalarıma, bürokratik işlemlerde yardımcı olan Fen Bilimleri Enstitüsü personeline, sınıf arkadaşlarıma ve bütün hayatım boyunca büyük bir sabır ve alaka ile beni destekledikleri için aileme en içten dileklerimle şükranlarımı arz ederim.

Sefa YEŞİLBAŞ  
MUŞ-2023

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vi</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1 Elektromanyetik Alan ve Elektromanyetik Dalgalar .....	4
2.2 Radyasyon Kavramı.....	6
2.2.1 İyonlaştırıcı Radyasyon .....	7
2.2.2 İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon .....	11
2.3 Bilgisayar Ekranı Kaynaklı Elektromanyetik Radyasyon .....	12
2.4 Elektromanyetik Radyasyonun Biyolojik Etkileri .....	13
2.4.1 Elektromanyetik Radyasyonun Etki Mekanizması.....	14
2.4.2 Elektromanyetik Radyasyonun Erken Dönem Etkileri.....	16
2.4.3 Elektromanyetik Radyasyonun Geç Dönem Etkileri.....	17
2.4.4 Elektromanyetik Radyasyonun Kan Hücrelerine Etkileri .....	17
2.5 Araştırmada Kullanılan Kan Parametreleri.....	18
2.5.1 WBC (Lökosit, Akyuvarlar).....	18
2.5.2 LYMPH (Lenfositler).....	18
2.5.3 MONO (Monositler).....	19
2.5.4 EOS (Eozinofiller).....	19
2.5.5 RBC (Eritrositler, Alyuvarlar).....	20
2.5.6 HGB (Hemoglobin).....	20
2.5.7 HCT (Hematokrit) .....	21
2.5.8 MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi).....	21
2.5.9 MCH (Ortalama Hemoglobin).....	22
2.5.10 MCHC (Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu) .....	22
2.5.11 PLT (Trombositler) .....	22
2.6 Melatonin Hormonu.....	23
2.7 Elektromanyetik Radyasyonun Melatonin Hormonuna Etkileri.....	25
<b>3. GEREÇ ve YÖNTEM</b> .....	<b>27</b>
3.1 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi .....	27
3.2 Araştırmanın Sınırlılıkları .....	27
3.3 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları.....	28
3.3.1 Kişisel Anket Formları .....	28
3.3.2 Kan Parametre ve Melatonin Düzeyi Ölçümleri .....	28
3.4 Araştırmada Kullanılan Verilerin İncelenmesi .....	28

<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI .....</b>	<b>29</b>
4.1 Deneklerin Kan Parametrelerine İlişkin Bulgular .....	29
4.1.1 WBC (Lökosit, Akyuvarlar) .....	29
4.1.2 LYMPH (Lenfositler) .....	29
4.1.3 MONO (Monositler) .....	30
4.1.4 EOS (Eozinofiller) .....	30
4.1.5 RBC (Eritrositler, Alyuvarlar) .....	31
4.1.6 HGB (Hemoglobin) .....	32
4.1.7 HCT (Hematokrit) .....	32
4.1.8 MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi) .....	33
4.1.9 MCH (Ortalama Hemoglobin) .....	33
4.1.10 MCHC (Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu) .....	34
4.1.11 PLT (Trombositler) .....	34
4.2 Deneklerin Melatonin Hormonu Değerlerine İlişkin Bulgular .....	35
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>36</b>
<b>6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>42</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>44</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>51</b>

## SİMGELER ve KISALTMALAR

### Simgeler

$\gamma$	:	Gama
$\beta$	:	Beta
$\alpha$	:	Alfa

### Kısaltmalar

EMA	:	Elektromanyetik alan
G	:	Gauss
EMR	:	Elektromanyetik radyasyon
NIEHS	:	Ulusal Çevre Sağlığı Bilimleri Enstitüsü
IARC	:	Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı
Hz	:	Hertz
eV	:	elektronVolt
GHz	:	Gigahertz
T	:	Tesla
$\mu$ T	:	mikroTesla
IR	:	İyonize Radyasyon
ELF-MA	:	Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik alan
LF	:	Düşük frekans
RF	:	Radyofrekans
HF	:	Yüksek Frekans
LCD	:	Sıvı Kristal Ekran
CRT	:	Katot Işın Tüpü
fL	:	Femtolitre
SKN	:	Suprakiazmatik Çekirdek
DNA	:	Deoksirübo Nükleik Asit
RNA	:	Ribo Nükleik Asit
mG	:	miliGauss
WHO	:	Dünya Sağlık Örgütü
ICNIRP	:	Uluslararası Non-İyonizan Radyasyon Koruma Komisyonu

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Elektromanyetik dalga bileşenlerinin sinüzoidal gösterimi .	4
Şekil 2.2 Dalga boyu ve frekans	5
Şekil 2.3 Radyasyon Kaynakları	6
Şekil 2.4 Alfa ( $\alpha$ ) Işıması	8
Şekil 2.5 Beta ( $\beta$ ) Işıması	8
Şekil 2.6 X-Işını Oluşumu	9
Şekil 2.7 Gama ( $\gamma$ ) Işıması Oluşumu	10
Şekil 2.8 Nötron Radyasyonu	10
Şekil 2.9 Elektromanyetik Spektrum	11
Şekil 2.10 Ekrandan yayılan elektromanyetik alanın mesafe ile ilişkisi	13
Şekil 2.11 Radyasyonun biyolojik etkilerinin dalga boyu ile ilişkisi	14
Şekil 2.12 Elektrik alan uygulanması sonucunda dokudaki su moleküllerinin polarizasyonu	15
Şekil 2.13 Kandaki oksijen taşınma mekanizması	21
Şekil 2.14 Damar yaralanması ve pıhtı oluşumu	23
Şekil 2.15 Işık uyarılması ile suprakiazmatik nükleus (SKN) tarafından epifiz (pineal) bezden melatonin sentez ve salınımı	24
Şekil 2.16 EMA etkisi ile insan kanındaki melatonin hormonu seviyesinin değişimi	25
Şekil 4.1 WBC parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	29
Şekil 4.2 LYMPH parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	29
Şekil 4.3 MONO parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	30
Şekil 4.4 EOS parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	30
Şekil 4.5 RBC parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	31
Şekil 4.6 HGB parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	32
Şekil 4.7 HCT parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	32
Şekil 4.8 MCV parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	33
Şekil 4.9 MCH parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	33
Şekil 4.10 MCHC parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	34
Şekil 4.11 PLT parametresi ortalamaları ve standart sapmaları	34
Şekil 4.12 Deneklerin melatonin hormonu ortalamaları ve standart sapmaları	35

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 2.1</b> Ani radyasyon maruziyeti sonucu oluşabilecek etkiler .....	16
---	----



## 1. GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin neticesinde hayatımızı kolaylaştıran dijital araçların kullanılması hepimiz için vazgeçilmez olmuştur. Günümüz modern dünyasında günlük hayatımızın her alanına giren bu cihazlar birçok kolaylık sağlarken birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Bu olumsuz etkilerin en önemlilerinden birisi de birçok kişi tarafından önemsenmeyen ve etkisini uzun zaman sonunda gösterebilen elektromanyetik alan (EMA) kaynaklı radyasyondur. EMA, 20. yüzyılın başlarından bu zamana kadar hızla gelişen elektrik ve elektronik teknolojilerinin kullanılmasıyla birlikte ortaya çıkan bir kavramdır. Buna ek olarak etrafımızı hızlı bir şekilde saran ve sürekli etkileşim halinde olduğumuz elektrikle çalışan cihazlar sebebi ile elektromanyetik kirlilik kavramı gündeme gelmiş olup son 30 yıldır bilim adamları tarafından birçok yönden araştırılmaktadır. Başta tıp olmak üzere birçok alanda EMA'nın insanlık yararına kullanıldığı bir gerçektir fakat asıl sorun çevremizdeki insan yapımı yapay elektromanyetik alanların insan sağlığına etkilerinin kulak ardı edilmesidir. Enerji nakil hatları, baz istasyonları, radyo ve televizyon vericileri, tıbbi görüntüleme sistemleri, evlerde kullanılan elektrikli cihazlar, cep telefonları, televizyon ve bilgisayar ekranları EMA yayan yapay kaynaklara örnek olarak gösterilebilir (Redlarski ve ark., 2015).

Elektromanyetik alan, elektrik yüklerin hareketi sonucunda meydana gelen, elektrik ve manyetik alan kuvvetlerinin birleşmesi ile oluşan elektromanyetik enerji taşıyan kuvvet alanı olarak tanımlanabilir (Türkkan ve Kayıhan, 2009). Hareketli bir yükün meydana getirdiği elektrik ve manyetik alanlar sürekli birbirini tetikler ve devamlı bir şekilde tekrarlanan bu süreç sonucunda ortamda dalgalar formunda yol alırlar. Sinüs eğrisi formunda zaman ile değişen ve belirli bir hızla yayılan bu enerjiye elektromanyetik dalga denilmektedir (Alkış, 2017). Elektromanyetik alanı meydana getiren bu dalgalar frekanslarına ve dalga boylarına göre tanımlanmaktadır. Kozmik dalgalar, gama, x, mikrodalga, morötesi, kızılötesi, radyo ve iletişim sistemlerinde kullanılan dalgalar, bilgisayar ya da televizyon ekranlarının yaydığı dalgalar elektromanyetik dalgalara örnek olarak gösterilebilir. Elektrik ve manyetik alanların yayılım özellikleri farklıdır. Voltaj sebebi ile oluşan elektrik alan volt/metre (V/m) birimi ile ölçülürken, elektrik akımından kaynaklanan manyetik alan ise gauss (G) veya Tesla (T) birimi ile ölçülmektedir (Atakır ve ark., 2022).

Radyasyon, en temel tanımı ile bir kaynaktan dalga ya da parçacık halinde yayılan enerjidir (Atakır ve ark., 2022). Karşılaştığı atomun yapısında değişikliğe sebep olamayacak kadar düşük enerjiye sahip radyasyon çeşidine ise noniyonizan ya da iyonize olmayan radyasyon adı verilir ve bu tip radyasyon elektromanyetik dalga formundadır (Çerezci ve Yener, 2016). Günlük hayatta maruz kaldığımız elektromanyetik radyasyon genel olarak iki ayrı frekans bandında değerlendirilmektedir. Bunlardan ilki ve yaygın olanı çok düşük frekanslı elektromanyetik alan olarak tanımlanan elektrikle çalışan cihazlardan yayılan düşük frekans bandıdır. Modern dünyada bu tip radyasyondan izole yaşamak artık mümkün olmamaktadır (Kumar ve ark., 2019).

Elektromanyetik radyasyon doğrudan ya da dolaylı olarak insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu etki moleküler, hücresel, doku veya sistem düzeyinde olabilmektedir (Yaren ve Karayılanoğlu, 2005). EMA'lar yaşayan organizmalara verdiği zararları tartışılmaz olan yüksek frekansa ve yüksek enerjiye sahip "İyonlaştırıcı Radyasyon" ve zarar verip vermediği hâlâ tartışmalı olan "İyonlaştırmayan Radyasyon" şeklinde iki gruba ayrılırlar. İyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik radyasyon biyolojik dokuda termal ve termal olmayan olmak üzere 2 tür etkiye sebep olabilmektedir (Alkış, 2017). Yapılan bazı araştırmalar termal olmayan radyasyon formlarına maruziyetin hücresel düzeyde geri dönüşümü olan veya geri dönüşümü olmayan yapısal ve işlevsel değişikliklere ya da bozukluklara yol açabileceğini ileri sürmüştür. Bu hasar elektromanyetik alanların frekansına, uygulanan elektrik alanına ve yoğunluğuna ve maruz kalma süresine bağlı olduğu düşünülmektedir (Sani ve ark., 2018).

Radyasyon ile ilgili yapılan birçok araştırma elektromanyetik radyasyonun insan sağlığı üzerindeki gerek tespit edilebilen gerek tespit edilemeyen etkileri ile ilgili birçok soruya açıklık getirmeyi amaçlamaktadır. Son 30 yıldır yapılan çalışmaların birçoğunda elektromanyetik radyasyonun insan sağlığını birçok farklı şekillerde olumsuz etkilediği sonucuna varılmışken (Kıvrak ve ark., 2017; Sage ve Burgio, 2018; Mohril ve ark., 2020), bazı araştırmalarda ise insan sağlığını etkilemediği rapor edilmiştir (Lantow ve ark., 2006; Lim ve ark., 2013; Kang ve ark., 2014). Bu çelişkili sonuçlara rağmen tüm verileri inceleyen NIEHS [National Institute of Environmental Health Sciences] ve IARC, [International Agency for Research on Cancer] düşük frekanslı elektromanyetik alanları kanserojen (2B sınıfı) etken olarak belirlemiştir (Mega Tiber ve İnhan Garip, 2008). Biz de çalışmamızda, iş hayatında uzun saatler boyunca bilgisayar ekranı karşısında

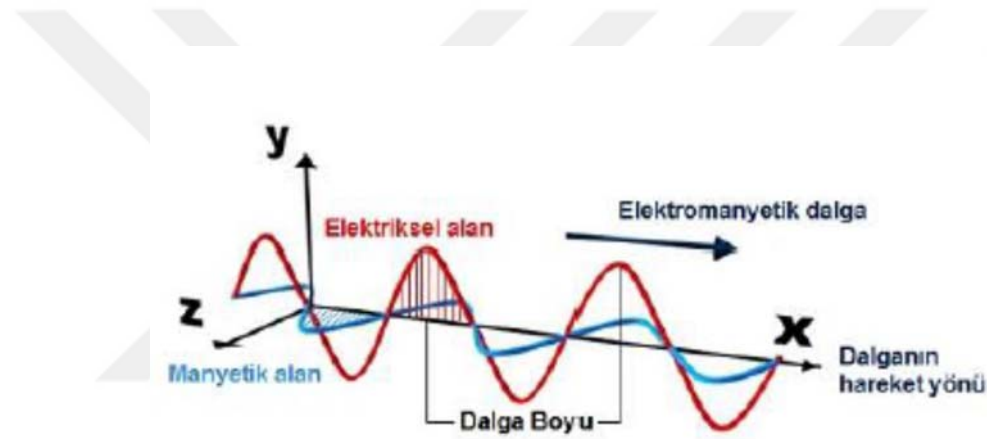
çalışmakta olan kişilerin ekran kaynaklı elektromanyetik radyasyona maruz kalmalarının kan parametreleri ve kandaki melatonin düzeyi üzerindeki etkilerini inceleyerek konuya açıklık getirmeyi amaçladık. Gündelik hayatlarımızda bilgisayar karşısında geçirilen sürelerin artmasına rağmen bilgisayar ekranı kaynaklı elektromanyetik radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri ile ilgili güncel çalışmaların olmaması, olan çalışmaların da sınırlı sayıda ve eski tip ekranlar ile yapılmış olması çalışmamızın önemini arttırmaktadır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1 Elektromanyetik Alan ve Elektromanyetik Dalgalar

Elektromanyetizma teorisi ilk olarak 1873 yılında James Clerk Maxwell tarafından formüle edilmiştir. Günümüzde bu denklemler ve bulgular elektromanyetik alan teorisinin temelleri olarak kabul görmektedir (Atakır ve ark., 2022). Elektromanyetik alanlar iki bileşenden oluşmaktadır. Bu iki bileşen elektrik alan ve manyetik alandır. Bu iki alan aralarında 90 derecelik açı ile, birbirine dik olarak, sinüs dalgası şeklinde hareket etmektedirler. Bu hareket sırasında elektrik alan maksimum değere ulaştığında, manyetik alan minimum, manyetik alan maksimum değere ulaştığında elektrik alanı minimum değere gelir (Şekil 2.1).

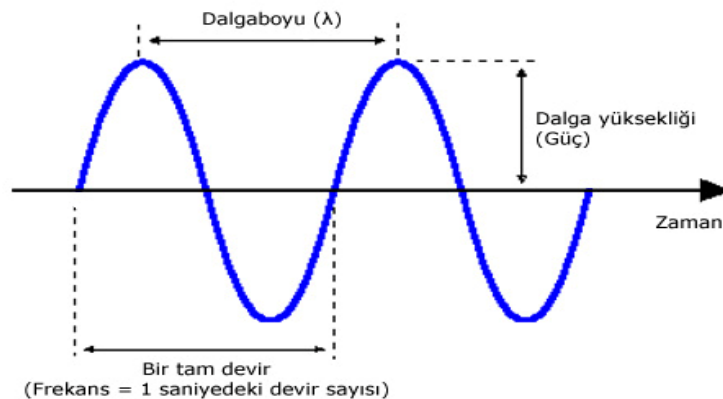


Şekil 2.1 Elektromanyetik dalganın sinüzoidal gösterimi (Önlü, 2022).

Elektromanyetik dalgaların ayırt edici özellikleri dalga boyları ve frekanslarıdır. Bir saniyedeki dalga sayısına frekans denir ve birimi Hertz (Hz)'tir. Dalga boyu ise bir titreşim hareketi sırasında dalganın aldığı mesafe olarak tanımlanabilir (Şekil 2.2). Birimi uzunluk ölçü birimi olan metredir (m). Dalga boyu ile frekans ters orantılıdır. Bir başka deyişle frekansı düşük dalgalar; yüksek dalga boylarına sahiptir ve enerjileri düşüktür. Tam aksine frekansı yüksek dalgalar ise düşük dalga boyuna sahiptir fakat yüksek enerjilidir (Önlü, 2022). Bu ilişki matematiksel ifade ile aşağıdaki denklemlerde gösterilmiştir;

$$E = (h \times c) / \lambda \quad C = \lambda \times f$$

Formülde E enerji (j), h Planck sabiti ( $6,627 \times 10^{-34}$  joule.s), c ışık hızını ( $3 \times 10^8$  m/s),  $\lambda$  dalga boyunu, f frekansı ifade eder (Van Bladel, 2007).



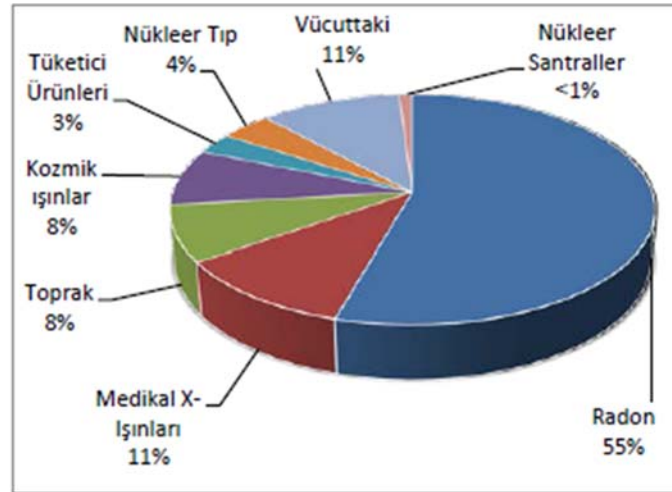
Şekil 1.2 Dalga boyu ve frekans (Alkış, 2017)

Elektromanyetik alanlar, her an her yerde oluşabilmektedir. Bu alanlar doğal yollarla oluşabilirken yapay yollarla da oluşabilmektedir. Elektromanyetik alan elektrik akımı sırasında ortaya çıkar. Elektrik süpürgesi, saç kurutma makinesi ve televizyon gibi günlük hayatta kullanılan elektrikli aletler fişe takılıp çalıştığı zaman kaynaktan akım çekerler ve bu elektrik akımı etkisi ile elektromanyetik alan oluşmuş olur. Bu tip alanlara yapay yol ile oluşturulmuş elektromanyetik alan denilebilir. Bunların yanında doğal yolla oluşan elektromanyetik alanlar da vardır. Mesela yıldırım doğal elektromanyetik alan oluşturmaktadır (Gajšek ve ark., 2016).

Elektromanyetik radyasyon belirli bir kaynaktan elektromanyetik dalgalar şeklinde salınan enerji olarak tanımlanabilir (Türkkan ve Kayıhan, 2009). Birimi joule veya eV'tur. En bilinen doğal radyasyon kaynağı güneşten gelen ışınlardır. Bunun yanında uzaydan dünya atmosferine giren yüksek enerjili kozmik ışınlar ve parçacıklar, doğada radyoaktif elementlerden yayılan gama ışınları da birer doğal radyasyon kaynağıdır. Bunun haricinde televizyon ve bilgisayar ekranları, baz istasyonları, medikal görüntüleme kullanılan x-ışını kaynakları, hatta evlerde kullanılan neredeyse bütün elektrikli cihazlar yapay radyasyon kaynakları olarak nitelendirilebilir. Bu bağlamda insan hayatı boyunca kendi yararına kullanılan yapay radyasyona veya doğal radyasyon kaynaklarından değişik seviyelerde elektromanyetik radyasyona maruz kalmaktadır (Daşdağ, 2010).

Dünyadaki tüm canlı ve cansız varlıklar havadaki, sudaki ve topraktaki doğal radyasyon kaynaklarından, buna ek olarak insan kaynaklı yapay radyasyon

oluşumlarından etkilenmektedir. Şekil 2.3’de görüldüğü üzere doğal radyasyon kaynakları ile etkileşim %80 oranında iken yapay radyasyon kaynaklarına olan maruziyet %20 mertebesindedir (Çimen ve ark., 2017).



Şekil 2.2 Radyasyon Kaynakları (Çimen ve ark., 2017)

## 2.2 Radyasyon Kavramı

Canlı ve cansız tüm varlıkların yapı taşları atomlardır. Elementlerin karakteristik özelliklerini belirleyen en küçük bileşenler olan atomlar pozitif yüke sahip çekirdekler ve çekirdek etrafında dönen negatif yüklü elektronlardan oluşmaktadırlar (Khalil, 2017). Atom çekirdeğini nükleon ismi verilen pozitif yüklü protonlar ile yüksüz nötronlardan oluşturur. Normal şartlar altında kararlı atomlarda, atom içerisindeki proton ve nötron oranı dengeli iken kararsız atomlarda bu oran dengesizdir. Bu dengesizlik durumunda atomlar kararlı hale gelmek için parçacık ya da dalga şeklinde enerji yaymaktadır. Bu yolla dışarıya enerji veren elementlere radyoaktif element denilir. Kararsız atomların kararlı hale gelmek için yaptıkları bu ışımaya radyoaktif parçalanma veya radyoaktivite denilmektedir (Alkis ve ark., 2019). Bir diğer ifade ile radyoaktivite; kararsız atomların parçacık ya da foton yayarak kendi kendine kütle kaybetme özelliği olarak tanımlanabilir (Şenlik, 2010).

Radyoaktif parçalanma sürecinde ortamda hareket eden enerjiye radyasyon denilmektedir (Coşkun, 2011). Bir başka tanımda radyasyon, doğal veya yapay radyoaktif atom çekirdeklerinin kararlı bir yapıya geçmek için parçacık ya da elektromanyetik dalga şeklinde dışarıya verdikleri fazla enerjilerdir (Güntürk, 2021). Radyasyon “parçacık” ve “dalga” tipi olarak iki ana başlık altında incelenebilir. Parçacık radyasyonu; belli bir kütle

ve enerjisi olan, aşırı hızlı hareket eden parçacıkları tanımlar. Dalga tipi radyasyon ise yine belli bir enerjiye sahip ancak kütlesi olmayan radyasyondur. Dalga tipi radyasyon elektrik veya manyetik alanlar gibi ışık hızında ( $3 \times 10^8$  m/s) titreşerek hareket ederler (Yaren ve Karayılanoğlu, 2005).

Radyasyonlar iki grup şeklinde sınıflandırılır. İlki iyonlaştıran radyasyon yani atom ve moleküllerden elektron koparabilen radyasyon tipidir. İyonlaştırmayan radyasyon ise yeterli enerjisi olmadığı için atomlardan elektron koparamayan radyasyon tipi olarak tanımlanmaktadır (Belpomme ve ark., 2018).

## 2.2.1 İyonlaştırıcı Radyasyon

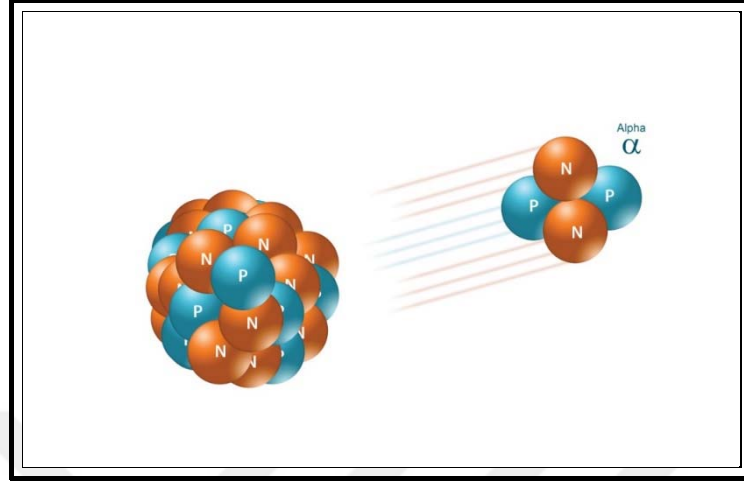
Etki ettiği atomlarda iyon oluşturabilecek seviyede yüksek bir enerjiye sahip elektromanyetik ya da parçacık tipi radyasyona iyonlaştırıcı radyasyon denilmektedir (Güntürk, 2021). İyonlaştırıcı radyasyon, etkilediği atom ya da atom grubunun elektron kaybetmesine veya kazanmasına sebep olabilmektedir. Bunun neticesinde artı ya da eksi elektrik yüklü iyonlar oluşabilmektedir. Bu tip radyasyonlar, gerekli önlemler alınmaz ise tüm canlılara kalıcı hasarlar bırakabilmektedir (Tang ve Loganovsky, 2018).

İyonlaştırıcı radyasyon, dalga ve parçacık tipi olmak üzere iki gruba ayrılır. X ışını ile gama ışını dalga özelliği gösteren iyonlaştırıcı radyasyona örnek olarak gösterilebilir. Parçacık tipi radyasyona ise alfa parçacıkları ile beta parçacıkları örnek olarak verilebilir. Dalga özelliği gösteren X ışınları ve gama ışınları insan vücudundan rahatlıkla geçebilmekte ve bu sebeple kalıcı iç radyasyon riski oluşturmamaktadır. Ancak alfa ile beta parçacıkları kütlelerinden dolayı havada uzun süre kalamazlar, bu sebeple insan vücuduna etki etmesi durumunda özellikle sindirim ve solunum sistemlerinde yaralara sebep olarak kalıcı iç radyasyon riski oluşturabilirler (Daşdağ, 2010). İyonlaştırıcı radyasyonlar; alfa parçacıkları, beta parçacıkları, X ışınları, gama ışınları ve nötronlar şeklinde gruplandırılabilir;

### 2.2.1.1 Alfa ( $\alpha$ ) Parçacıkları:

Kararsız atom çekirdeğindeki proton ve nötron fazlalığından kaynaklanan radyasyon tipidir (Bagher ve ark., 2014). 1903 yılında Rutherford tarafından keşfedilen bu ışına genel olarak 2 proton ve 2 nötronun çekirdekte atılması ile oluşmaktadır. Kinetik enerjisi fazla olmakla beraber menzili kısadır. Havada 40 mm kadar ilerleyebilir.

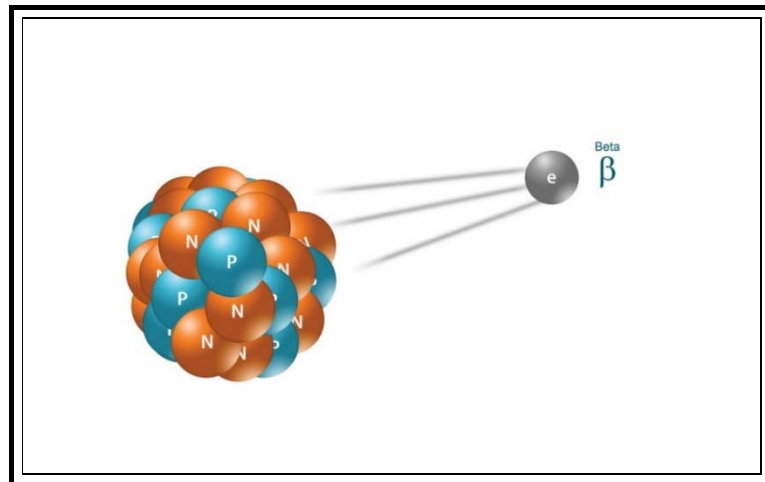
Doku üzerinde ise 20-40 mikron arası girginliğe ulaşabilir. Bu sebeple deriyi geçemezken ağız ya da nefes ile alınması halinde sağlık açısından tehlikeli olabilmektedir (L'Annunziata, 2020).



Şekil 2.3 Alfa ( $\alpha$ ) Işıması (L'Annunziata, 2020)

#### 2.2.1.2 Beta ( $\beta$ ) Parçacıkları:

Birçok radyoaktif atom çekirdeğinden salınan yüksek hızlı negatif yüklü elektronlardan oluşmaktadır. Alfa parçacıklarına göre diğer maddeler ile daha az etkileşime girerler. Alfa ( $\alpha$ ) partiküllerinden daha hafif oldukları için iyonize etkileri daha fazla olmaktadır. 1-2 cm. suya veya deriyi girebilirler. Giricilikleri alfa ( $\alpha$ ) ışımaya göre 100 kat daha fazladır. Alfa ( $\alpha$ ) parçacıkları gibi, ağız yoluyla ya da nefesle alınması durumunda tehlikeli durumlara sebebiyet verebilmektedir (Güntürk, 2021).

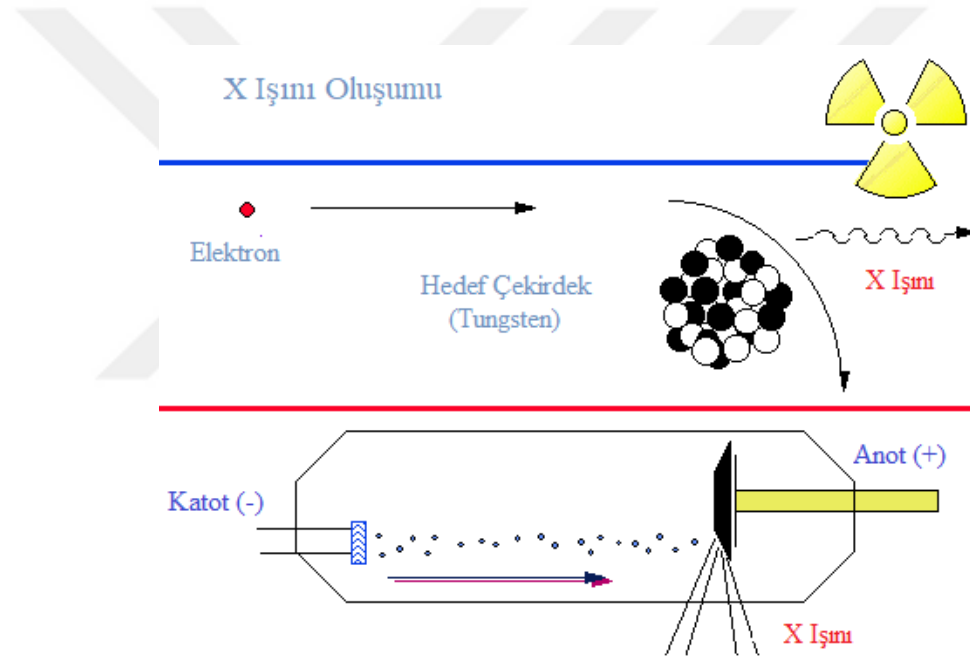


Şekil 2.4 Beta ( $\beta$ ) Işıması (L'Annunziata, 2020)

### 2.2.1.3 X-Işınları:

Yüksek kinetik enerjisi olan elektronların metal bir yüzeye çarptırılması ile elde edilebilmektedir (Mba ve ark., 2012). Dokuların içinden geçebilmesinden ötürü doku yoğunluğuna bağlı olarak günümüzde birçok teşhis ve tedavide kullanılmaktadır. Doz ve maruziyet süresine göre ısı artışı, genetik bozukluklar, deride yanıklar, hücre ölümü gibi olumsuz etkilere sahip olabilmektedir (Kara, 2020).

Havası boşaltılmış bir tüp içinde bulunan ve ısıtılan katottan çıkan hızlı elektronlar çarptıkları anottan X ışını yayılmasına neden olmaktadır. Bu çarpışma sonucunda elektronların enerjisinin % 0,5'lik kısmı X ışını haline dönüşür. Kalan kısmı ise ısı enerjisi olarak dışarıya salınmaktadır (Cesareo, 2000).

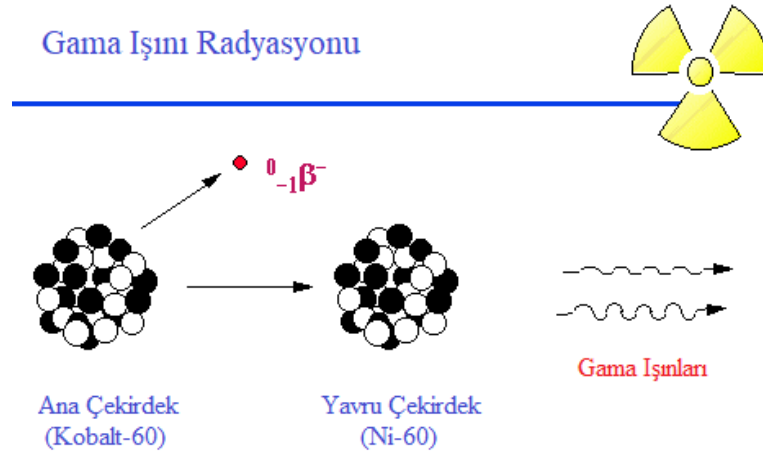


Şekil 2.5 X-Işını Oluşumu (Cesareo, 2000)

### 2.2.1.4 Gama ( $\gamma$ ) Işınları:

Gama ışınlarının kaynağı radyoaktif atom çekirdekleridir (Cesareo, 2000). Radyoaktif çekirdek alfa yada beta parçacığı çıkarttıktan sonra büyük oranda kararlı duruma gelemmez. Fazla kalan çekirdek enerjisi bir elektromanyetik radyasyon yani gama ışınları halinde yayınlanır. Gama ışınları yüksüzdür bu sebeple elektrik yada manyetik alanda sapma göstermezler. Gama ışınlarının giricilikleri alfa yada beta ışınlarına göre daha fazla olmasına rağmen iyonlaştırıcı etkileri daha azdır. Yüksek giriciliklerinden

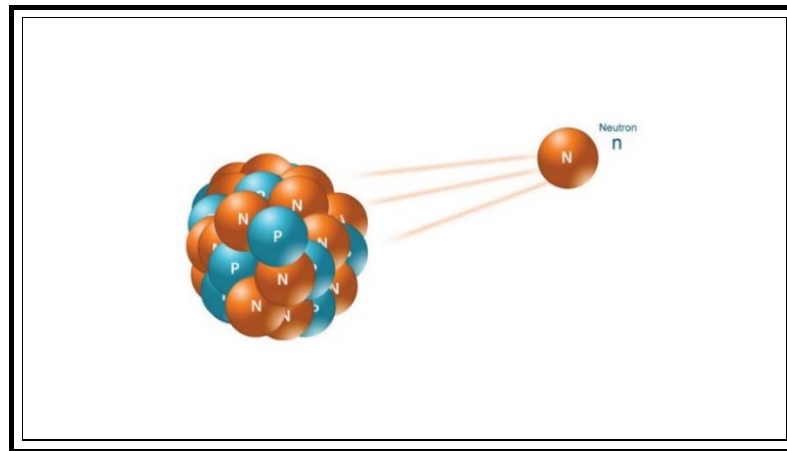
dolayısı gama ışınları birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun plakalar ile durdurulabilirler (Köklü, 2006).



Şekil 2.6 Gama ( $\gamma$ ) Işınması Oluşumu (Cesareo, 2000)

### 2.2.1.5 Nötronlar:

Nötron radyasyonu atomun birleşme yada parçalanma sürecinde kararlı hale gelmeye çalışırken dışarıya verdiği nötrondan kaynaklanmaktadır. Kütleli yaklaşık olarak protonla aynı olmakla birlikte elektriksel olarak yüksüzdür. Bu sebeple maddeyle etkileşime girmezler ve madde içine rahatlıkla nüfuz edebilir. Kalın beton bloklar, su yada hidrojen atomu bakımından zengin özel malzemeler ile durdurulabilmektedir. Nötronlar çekirdeğin dışında kararlı değildir ve bu yüzden çekirdeğin dışına ömürleri çok kısadır. (Güntürk, 2021).

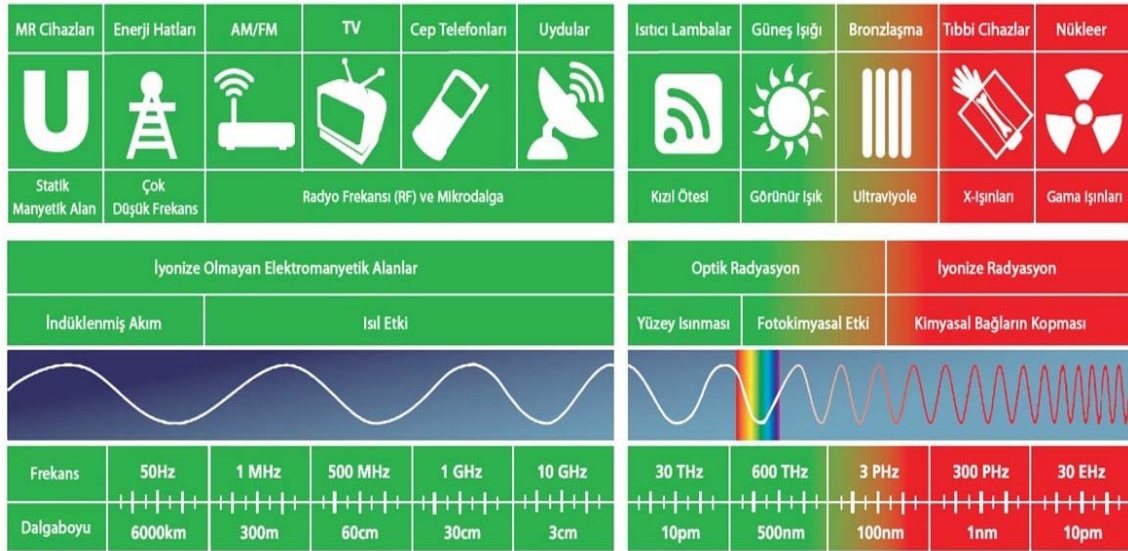


Şekil 2.7 Nötron Radyasyonu (L'Annunziata, 2020)

## 2.2.2 İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon yeterli enerjisi olmadığı için ( $<1$  eV) maddeyle olan etkileşiminde iyonizasyon meydana getiremeyen radyasyon türüdür. Bu radyasyon tipi atom ile etkileşime giremezler, fakat atomun dış yörüngesindeki elektronlarda değişime yol açabilirler. Bu etkileşim canlı organizmalarda iyonlaştırıcı radyasyona oranla daha az zarara sebep olabilmektedir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon türlerinin yaydığı radyasyon X ve gamma ışınlarından büyük ölçüde farklıdır (Zorlu, 2015).

Elektromanyetik spektrumda (Şekil 2.9) bulunan **radyo, televizyon veya bilgisayar ekranının yaydığı dalgalar, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışıklar ve mor ötesi ışınlar** iyonlaştırıcı olmayan radyasyona örnek olarak verilebilir (Güntürk, 2021). Elektromanyetik spektrum 300 GHz frekans değerinden bölünmüş olup bu değer altındaki dalgalar iyonlaştırmayan, bu değer üzerindeki dalgalar iyonlaştıran olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2.8 Elektromanyetik Spektrum (Uthman ve ark., 2020)

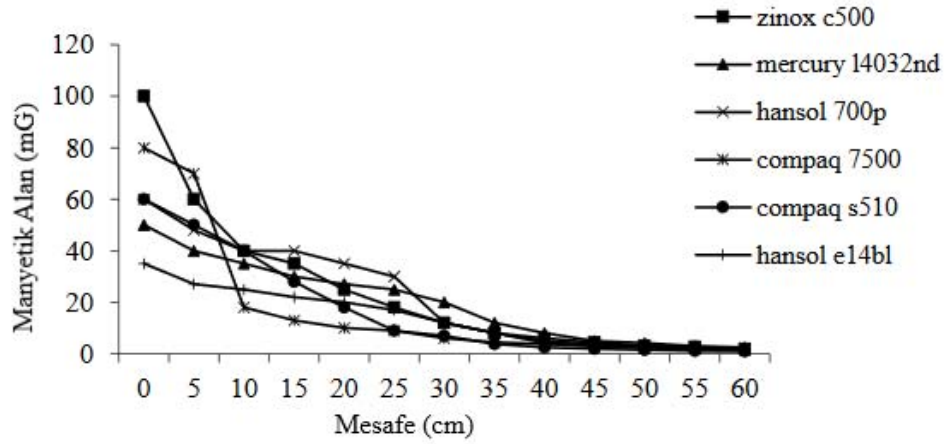
Elektromanyetik spektrumda elektromanyetik dalgalar, frekanslarına ve dalga boylarına göre sınıflandırılmış ve sıralanmıştır (Şekil 2.9). Elektromanyetik spektrumun büyük bir kısmını iyonlaştırıcı olmayan dalga türleri oluşturmaktadır. Spektrumun ilk sırasında enerji iletim hatlarında ve evdeki şebeke elektriğinde kullanılan (50-60 Hz) en düşük frekanslı (ELF - Extremely Low Frequency) kısımlar bulunur. Daha sonra radyo yayınlarında kullanılan düşük frekanslı (LF - Low Frequency) kısımlar gelir. Frekans

değeri daha yüksek olan radyo dalgaları (RF - Radio Frequency) ise radyo ve TV yayınlarında, veri iletiminde, cep telefonlarında, baz istasyonlarında ve bazı medikal uygulamalarda kullanılmaktadır (Uthman ve ark., 2020). Mikrodalgalar ise (MF - Microwave Frequency) termal ısıtmada, bazı cep telefonları ve baz istasyonlarında, uydu iletişimlerinde ve X-Ray cihazlarında kullanılabilir. Görünür ve ultraviyole ışınların ise büyük kısmı güneşten gelmektedir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık %10'u ultraviyole radyasyondur (Alkış, 2017).

### **2.3 Bilgisayar Ekranı Kaynaklı Elektromanyetik Radyasyon**

Teknolojik cihazlara erişimin kolaylaşması ve daha bütçe dostu sistemlerin üretilmesi ile 1990'lı yıllarda gelişmiş ülkelerde hane sahiplerinin evlerinde bilgisayara sahip olma oranı %15 mertebesinde iken 2000'li yıllarda bu rakam %50'ye yükselmiştir (Blehm ve ark., 2005). Günümüzde ise özellikle Covid-19 pandemisinden sonra yüz yüze yapılan birçok işlemin online olarak bilgisayar başında yapılması ile bu oran maksimum seviyelere ulaşmıştır. Hemen hemen bütün bilgisayarlarda kullanılan sıvı kristal ekranlar (LCD), sıvı kristallerin elektronik kontrolü mantığı ile çalışmaktadır. LCD ekranlarda arka plan ışık kaynağı tipik olarak bir soğuk katot floresan lamba veya bir dizi ışık yayan diyot (LED) modülüdür. LCD ekranlar, nispeten düşük voltaj ve akım değerlerinden dolayı eski tip katot ışıklı tüp (CRT) ekranlar kadar güçlü elektromanyetik alanlar üretmezler. Bununla birlikte LCD ekranlar, içlerindeki elektronik devrelerden dolayı da elektromanyetik alan oluşturmakta ve bu da kullanıcı üzerindeki elektromanyetik yükü arttırmaktadır (Hagström ve ark., 2012).

Yapılan araştırmalar ekrandan yayılan elektromanyetik radyasyonun yüksek olduğunu ancak ekran ile kullanan kişi arasındaki mesafe ile ters orantılı olarak hızla düştüğünü göstermiştir (Nyitamen, 2008). Genel olarak ekranlardan 50 cm ve daha uzun mesafelerdeki ölçümler standartlar dahilinde ve zararsız kabul edilir (Şekil 2.10). Diğer önemli bir husus, ekranların yanlarından ve arkalarından da çok fazla elektromanyetik radyasyon yayılması ve bu nedenle kullanan kişi haricindeki diğer kişilerin de risk altında olduğudur.



Şekil 2.9 Ekrandan yayılan elektromanyetik alanın mesafe ile ilişkisi (Nyitamen, 2008)

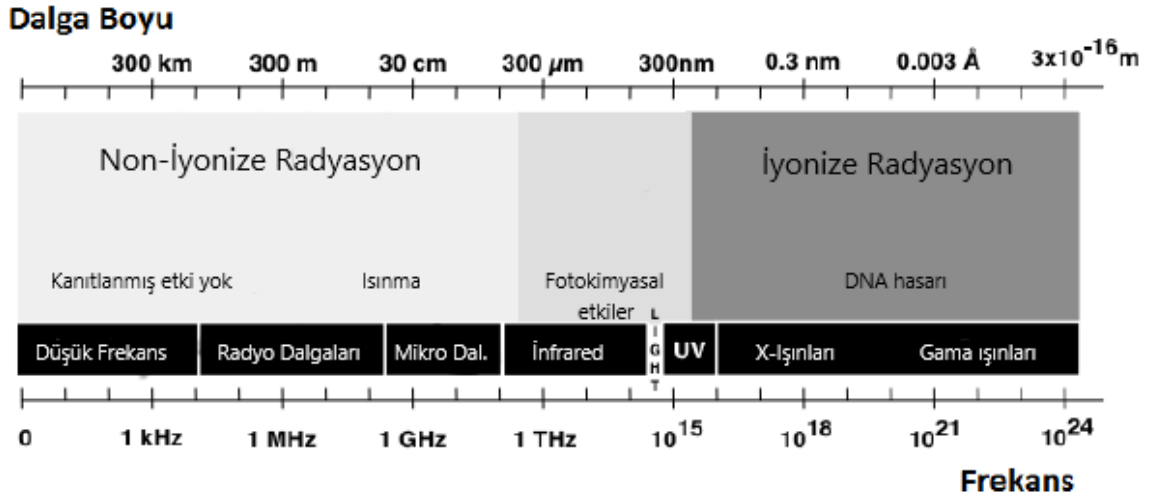
Giderek hayatımızın bir parçası haline gelen bilgisayarların kullanımları arttıkça bilgisayar kullanan kişiler tarafında görülen sağlık sorunları da artış göstermektedir (Zakerian ve Subramaniam, 2009). Özellikle göz yorgunluğu, gözlerde tahriş, kızarıklık, bulanık yada çift görme gibi semptomlara sıkça rastlanılmaktadır. Yapılan birçok araştırmada göz şikayetleri en yaygın olan şikayetler gibi gösterilse de ekran kaynaklı radyasyonun baş ağrısı, bel ve boyun ağrıları ile olumsuz psikolojik etkilerinin olduğu da tartışma konusudur (Palm ve Risberg, 2007; Harrington ve ark., 2021). Yapılan bir araştırmada haftalık 30 saat ve daha fazla bilgisayar ekranına bakan ve bunu 10 yılı aşkın sürelerde devam ettiren kişilerde depresyon, takıntı, asabiyet gibi somatik bozuklukların daha fazla görüldüğü sonucuna varılmıştır (Blehm ve ark., 2005).

## 2.4 Elektromanyetik Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Günümüzdeki teknolojik gelişmeler neticesinde radyasyondan medikal ve bilimsel çalışmalarda önemli ölçüde faydalanılmaktadır. Ancak radyasyonun bu yararlarının yanında önemli zararlarının olabileceği de tartışılmaktadır. Önemsenmeyecek dozda radyasyonun bile insan sağlığını olumsuz etkileyebileceği ve genetik bozulmalara sebep olabileceği bazı araştırmalarda vurgulanmıştır (Yavaş ve ark., 2018; Kara, 2020).

Radyasyon dokuları etkilediğinde atom ve molekülleri uyarılır bununla birlikte hücreler mutasyona uğrayabilir, mutasyona uğrayan hücreler bu şekilde yaşamaya devam edebilir ya da moleküler yapıları bozularak ölürler. Radyasyonun biyolojik etkileri

radasyon dozuna, radyasyona maruz kalan bölgeye ve bölgenin özelliklerine, radyasyonun tipine ve süresine göre değişim göstermektedir (Güntürk, 2021).



**Şekil 2.10** Radyasyonun biyolojik etkilerinin dalga boyu ile ilişkisi (Alkış, 2017)

Radyasyonun dokulara olan etkisi somatik (bedensel) ve genetik (kalıtsal) olarak iki gruba ayrılabilir. Radyasyondan etkilenen bireyde yaşamının ilerideki evresinde ortaya çıkabilecek veya gözlemlenebilecek etkilere somatik etkiler, sonraki kuşaklarında ortaya çıkabilecek etkilere de genetik etkiler denir. Bu etkiler maruziyetten hemen sonra geliyor ise erken dönem, maruziyetten daha sonra geliyor ise geç dönem etkileri olarak gruplandırılmaktadır (Daşdağ, 2010).

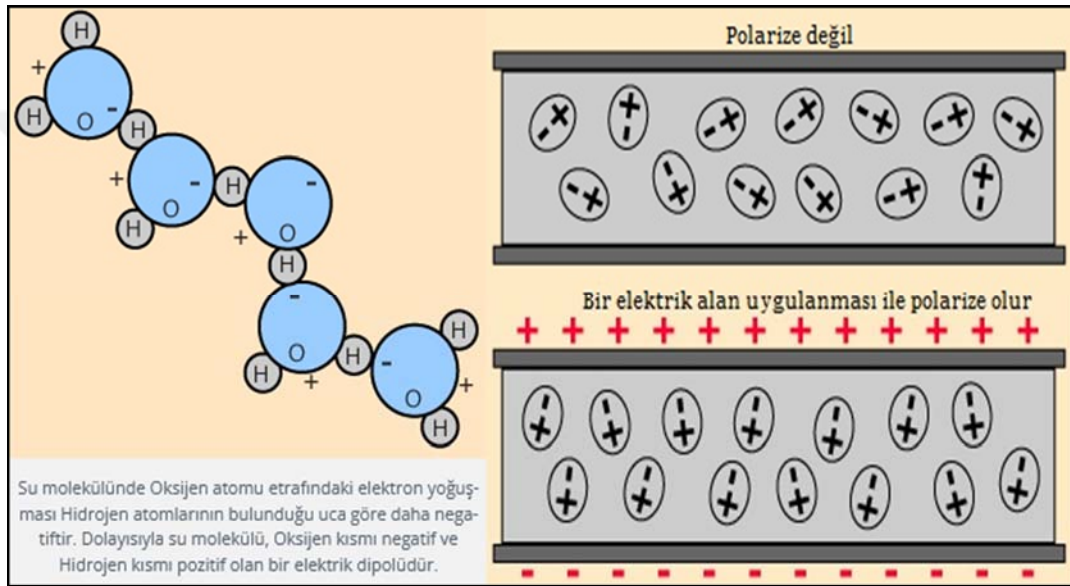
Düşük frekanslı elektromanyetik dalgalara uzun süreli maruziyet durumunda ise dokularda **termal** (ısı) ve **non-termal** (ısı olmayan) etki olmak üzere iki tür etki gözlemlenebilir (Şekil 2.11). Yüksek dozlarda ısı etki gözlemlenirken daha düşük tehlikesiz kabul edilen dozların soğurulmasında ise kimyasal etkiler oluşabilmektedir (Belpomme ve ark., 2018).

#### 2.4.1 Elektromanyetik Radyasyonun Etki Mekanizması

Elektromanyetik enerjinin vücut tarafından soğurulması ile molekül hareketlerinde artış gerçekleşir. Bu hareketlilik daha fazla sürtünmeye yol açar ve dokularda ısı enerjisi oluşmaya başlar. Bu ısı artışı elektromanyetik alan kaynaklı termal etki olarak tanımlanmaktadır. Bu ısı artışının miktarı gelen elektromanyetik dalganın frekansına, şiddetine ve ilgili dokunun özelliklerine göre değişim gösterebilmektedir. İlgili dokudaki

sıcaklık artışı tüm vücudu etkileyebilir, vücut genelinde sıcaklık artışı meydana gelebilir (Israel ve ark., 2013).

Kinetik enerji artışı ile gerçekleşen ısı artışı haricinde doku içerisinde bulunan su moleküllerinin elektrik alan etkisi ile konumlanması sonucunda da ısı artışı gerçekleşebilmektedir. Normal şartlar altında polarize olmayan ve düzensiz halde bulunan su molekülleri elektrik alan etkisi altında polarize olup elektrik alan yönünde konumlanırlar (Şekil 2.12). Bu şekilde moleküller tarafından dokuya uygulanan tork ısı artışına sebep olabilmektedir (Wei ve ark., 2008).



**Şekil 2.11** Elektrik alan uygulanması sonucunda dokudaki su moleküllerinin polarizasyonu (Atmaca, 2012)

Dokuların su oranları yada elektriksel geçirgenlikleri farklı olduğundan termal etkiler kişiden kişiye değişkenlik gösterebilir. Örneğin çocuklarda dokudaki su oranı daha yüksek olduğundan elektromanyetik radyasyona karşı doku hassasiyeti daha yüksektir. Bu da çocukları için elektromanyetik radyasyonun daha tehlikeli olduğu anlamına gelir (Belpomme ve ark., 2018).

Elektromanyetik radyasyonun daha düşük dozlarında dokularda ısı olmayan etkiler gözlemlenebilir. Genel olarak daha düşük dozlarda ama uzun süreli maruziyet durumunda ortaya çıkabilecek bu etkiler hücrelerde ve dokularda kimyasal değişimlere sebep olabilmektedir. Bazı araştırmalarda bu etkilerin termal etkilere göre daha tehlikeli olduğu vurgulanmıştır (Kıvrak ve ark., 2017). Isıl olmayan etkilerden bazıları; hücre enzimlerinde ve sperm hücrelerinde bozulmalar, beyin bariyer geçirgenliğindeki

değişimler, uyku problemleri ve asabiyet gösterilebilir. İlâveten elektromanyetik radyasyonun etkisiyle serbest radikal konsantrasyonunda ve serbest radikallerin izlenebilirliğinde artış gözlenebilmektedir (Ongel ve ark., 2009). Hücreler oksijenli metabolizma sırasında sürekli ROS türlerini meydana getirirler. Aynı zamanda oluşan ROS'ların zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için doğal antioksidan savunma sistemine sahiptirler. ROS üretiminde ve miktarında artış olması ve doğal antioksidan savunma sistemini etkilemesi durumunda hücrelerde oksidatif stres oluşmaktadır (Curtin ve ark., 2002).

#### 2.4.2 Elektromanyetik Radyasyonun Erken Dönem Etkileri

Radyasyonun erken etkileri organizmanın radyasyona maruziyetinin hemen ardından meydana gelen etkilerdir. Bu etkiler kişiden kişiye değişiklik göstermekle birlikte, kısa zamana içinde ciddi miktarda radyasyona maruziyet durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu etkiler birkaç gün yada birkaç hafta içinde ortaya çıkabilmekte ve ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Radyasyon kazaları sonrası meydana gelen akut ışımların etkileri erken dönem etkilerindedir. Akut radyasyon maruziyeti neticesinde birkaç saat sonra mide bulantısı, ishal, ateş, bilinç kaybı; 1 yada 2 hafta sonra ise saç dökülmesi, iştahsızlık ve halsizlik, iç kanama, yüksek ateş, boğaz enfeksiyonları, hızlı zayıflama etkileri olabilmektedir (Morishima ve ark., 2016).

**Tablo 2.1** Ani radyasyon maruziyeti sonucu oluşabilecek etkiler (Daşdağ, 2010)

Doz (Rem) (1rem=0.01Sv)	Gözlenen Klinik Etkiler
0 – 25	Gözlenen klinik etki yok
25 -100	Kan tablosunda meydana gelebilecek değişiklikler dışında gözlenebilen etki yok
100-200	Yorgunluk ve iştahsızlık Mide bulantıları ve 3 saat içinde kusmalar Kan tablosunda orta derecede değişiklikler Kan yapıcı organlar dışında birkaç hafta içinde iyileşme
2000 – 600	2 saat veya daha kısa sürede kusmalar (300 Rem ve üzerinde doz alanlarda) İç kanamalar ve enfeksiyon Kan tablosunda büyük değişiklikler 2 hafta içinde saç dökülmesi (300 Rem ve üzerinde doz alanlarda) Alınan radyasyon dozuna bağlı olarak bir ay ile bir yıl arasında % 20 - % 100 oranında iyileşme
600 – 1000	1 saat veya daha kısa sürede kusmalar Kan tablosunda büyük değişiklikler İç kanama ve enfeksiyon 2 ay içinde % 80 - % 100 oranında ölüm gerçekleşecek. Sağ kalanların ise iyileşmesi oldukça uzun sürecektir.

Bölgesel radyasyon hasarlarında ise kısa süreli yüksek dozda radyasyona maruziyet durumunda vücutta yanıklar yada hasarlar oluşabilir. Yanıkların ve kızarıklıkların oluşma sebebi sıcaklık değil radyasyon şiddetlidir. İlâveten bu şekilde radyasyona maruz kalan kişilerde saç dökülmesi, kadınlara yumurtlama ile ilgili sorunlar, erkeklerde dönemsel kısırlık gibi durumlar oluşabilmektedir (Güntürk, 2021).

#### **2.4.3 Elektromanyetik Radyasyonun Geç Dönem Etkileri**

Canlı organizmanın uzun süreli yada belirli aralıklarla düşük dozda radyasyona maruz kalması neticesinde uzun süreler sonra oluşabilecek etkiler olarak tanımlanabilir. Hasar gören hücreler kendini onarmaya çalışırken radyasyona maruziyet devam ettiği için bozulmalar da devam edecektir. Bunun neticesinde hücrelerde ve dokularda kanser oluşumu, yaşam süresinde kısalma, kısırlık yada genetik bozukluklar gibi tehlikeli sonuçlar gerçekleşebilmektedir (Morishima ve ark., 2016). Genetik bozukluklar ilerleyen kuşaklara genler vasıtası ile geçtiği için toplum sağlığı açısından da çok önemlidir (Daşdağ, 2010).

Radyasyonun etkileri vücudun en küçük yapı taşı olan hücrelerden, organlara kadar her bölgede görülebilir. Radyasyon etkisi ile özellikle hücrelerde meydana gelen DNA hasarı, hücre bölünme ve yenilenme mekanizmasını bozmaktadır. Hasar gören hücreler yenilenemezken, hücre çoğalması olmadığı için hasarlı hücrelerin yerine yenileri de gelemmez (Phillips ve ark., 2009). Sonuç olarak etkilenen organda fonksiyonel bozukluklar ortaya çıkar. Bazı çalışmalarda kısa süre içinde alınan yüksek dozlu radyasyonun ani ölümlere sebep olduğu, düşük dozda uzun süreli alınan radyasyonun ise bu etkiyi azalttığı gösterilmiştir (Türkkan ve Kayıhan, 2009).

#### **2.4.4 Elektromanyetik Radyasyonun Kan Hücrelerine Etkileri**

Elektromanyetik radyasyonun kan hücrelerine olan etkilerini gösteren çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Kan hücrelerinin oluşumundan sorumlu hematopoietik sistemin ve buna bağlı olarak bağışıklık sisteminde görevli lenfoid sistemin radyasyon hassasiyetinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Şenlik, 2010). Lenfoid sistem, omurgalı canlılarda dolaşım sistemi ve bağışıklık sisteminin bir parçası olan sistemdir. Geniş bir lenf ağından damarlardan, lenf düğümlerinden, lenfatik organlardan ve dokulardan oluşmaktadır. Damarlar vasıtası ile lenf adlı verilen berrak sıvı kalbe doğru taşınır. Vücut savunmasında ve bağışıklık sistemi oluşmasında önemli bir role sahiptir (Natale ve ark.,

2017) . Damarlarda serbest halde dolaşan bu lenfositleri radyasyona karşı oldukça hassas oldukları ve radyasyon maruziyeti sonrası sayılarında düşüş olduğu belirtilmektedir (Şenlik, 2010). Lenfositlerin 100 mGy gibi düşük bir doz radyasyonda bile sayılarında azalma olduğu, bu azalma neticesinde platelet sayısında azalma ve bu sebeple hemoraji (kanın damar dışına çıkması), beyaz kürenin azalması ile çeşitli enfeksiyonlar, kırmızı kürenin azalması ile anemi gibi rahatsızlıklar meydana gelebilmektedir (Taqi ve ark., 2018).

Kan ve dolaşım sistemi vasıtasıyla vücutta dolaşan eritrositlerin ve plateletlerin çekirdekleri olmadıkları için radyasyona karşı dirençli oldukları düşünülmektedir (Sabagh ve Chaparian, 2019).

## **2.5 Araştırmada Kullanılan Kan Parametreleri**

Araştırmamızda bilgisayar ekranı kaynaklı elektromanyetik radyasyonun kan parametreleri üzerindeki etkileri çalışmaya katılan kişilerde tam kan sayımı yapılarak incelenmiştir. Melatonin hormonu seviyesi farklı tüplerle kan alınarak ayrıca çalışılmıştır. Araştırmada incelenen kan parametreleri; WBC, LYMPH, MONO, EOS, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT'dir.

### **2.5.1 WBC (Lökosit, Akyuvarlar)**

Organizmayı savunmakla görevli hücrelerdir. Taze kan içerisinde renksiz, parlak ve düzensiz bir şekilde gözlemlenirler. Hücre zarları olmamakla beraber, sitoplazma ve çekirdekten oluşmaktadırlar. Hareketli olan bu hücreler kırmızı kemik iliğinde üretilirler. Olgun bir erkek bireyde 1 mm<sup>3</sup> kanda ortalama 7000 adet lökosit bulunmaktadır (Demiriz, 2013). Sabah saatlerinde kandaki lökosit seviyesi en düşükken akşam saatlerinde en yüksek seviyeye ulaşır. Kandaki lökosit sayısındaki değişimler enfeksiyona karşı direncin başka bir deyişle bağışıklık sağlanmasının göstergesi olarak değerlendirilebilir. Kanda lökosit sayısında artış lökozitoz yani yabancı ajanlara karşı bir mücadele göstergesi; lökosit sayısında azalma ise lökopeni yani enfeksiyonlara karşı direncin kırılması olarak tanımlanabilir (Özbolet ve ark., 2014).

### **2.5.2 LYMPH (Lenfositler)**

Vücuttaki akyuvar türlerinden biri olan lenfositler bağışıklık sisteminin önemli hücrelerindendir ve kemik iliğindeki kök hücrelerden gelişirler. Timus ve kemik iliği

gibi lenfoid organlarda olgunlaştıktan sonra, kan vasıtası ile lenfoid doku ve organlara giderek ilgili yerlere dağılırlar. Kemik iliğinden sürekli üretilen lenfositlerden kimi kan dolaşımına girerken, çoğu lenfatik sistemden geçmektedir. Lenfatik sistem, vücudu enfeksiyonlardan korumakla görevli olan dalak, bademcikler ve lenf düğümleri gibi doku ve organlardan oluşmaktadır (Ulusoy ve ark., 2014).

Vücutta dolaşır halde bulunan lenfosit miktarları ve türleri değişiklik gösterirken erişkin bir insanda yaklaşık  $10^6$  lenfosit bulunabilmektedir. Her an ciddi oranda lenfosit üretilip kana verilmektedir. Kanda bulunan lenfositler irili ufaklıdır ve büyük çoğunluğu küçük tip lenfositlerden oluşmaktadır (Saruhan ve Dereli, 2014).

### **2.5.3 MONO (Monositler)**

Monositler vücutta bulunan bir lökosit (akyuvar) türüdür. Vücuttaki akyuvarların yaklaşık olarak %7'sini oluştururlar. Akyuvar türleri arasında en büyük olanlardır. Kemik iliğinde üretildikten sonra kan dolaşımına geçerler. Belli bir süre sonra (1-2 saat) kan dolaşımından çıkıp dokulara nüfuz ederler. Dokulara geçen monositler makrofaj denilen yapılara dönüşürler. Her doku türünün kendine özgü makrofajları vardır. Çekirdek yapılı olan monositlerin yabancı gördükleri maddeleri yutarak eritme özellikleri bulunmaktadır. Zararlı mikroorganizmaları öldürerek yabancı parçacıkları yok ederler. Kandaki monosit sayısının yüksekliği genellikle bir hastalığın belirtisi olarak değerlendirilir. Parazit ve bakteriyel enfeksiyonlar, akciğerde gelişen hastalıklar, verem ve ateşli hastalıklar monosit yüksekliğine neden olan hastalıklara örnek olarak gösterilebilir (Kutlu ve ark., 2020).

### **2.5.4 EOS (Eozinofiller)**

Eozinofiller çok hücreli parazitlere karşı savaşan bağışıklık sistemine ait lökosit hücrelerindedir. Vücuttaki akyuvarların yaklaşık olarak %3'ünü oluştururlar. Alerji ve astım ile ilgili süreçlerin tedavisinde önemli rol oynamaktadırlar. Kemik iliği vasıtası ile üretilmektedir. Birçok araştırmada solunum sistemi virüslerine karşı etkinliği incelenmiştir (Saygıdeğer ve ark., 2021). Alerjik hastalıklarda ve bazı enfeksiyonlarda eozinofil seviyesinde artış gözlemlenmektedir. Bu artış normal sınırların üzerinde olduğunda vücudun kendi dokularına zarar verme durumu olabilmektedir. Erişkin bireylerde 1 mikrolitre kanda yaklaşık olarak 500'e kadar eozinofil hücresi olabilmektedir, bunun üzerindeki değerler yüksek kabul edilir. Birkaç ay boyunca

kandaki bu değer 1.500'den fazla olması durumunda hastaya hipereozinofili teşhisi konulabilmektedir (Tayman ve ark., 2010).

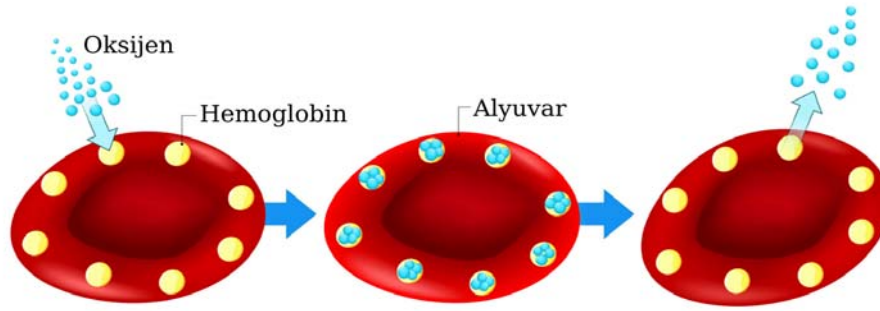
### **2.5.5 RBC (Eritrositler, Alyuvarlar)**

Kana hemoglobin yardımı ile kırmızı rengini veren alyuvarlar tüm kan hücrelerinin yarısını oluştururlar. Kanda en çok bulunan hücreler alyuvarlardır. Alyuvarların en önemli görevi oksijeni akciğerlerden dokulara götüren hemoglobini taşımasıdır. Kırmızı kemik iliğinde üretilen eritrositlerin şekli, ana amaca yani oksijen taşımaya uygundur. Bu konkav şeklin gaz alışverişine en elverişli şekil olduğu daha önceki araştırmalarda gösterilmiştir (De Oliveira ve Saldanha, 2010).

Eritrositlerin hücre membranları esnektir ve içinde taşıdığı madde miktarına göre esneyebilir,yırılmazlar. Dokudaki oksijen miktarı azaldığından kandaki eritrosit miktarı artar. Anemi hastalarında, kanama geçiren hastalarda yada akciğer ile ilgili hastalık geçirenlerde dokuların oksijenlenmesi bozulur ve eritrosit miktarlarında anormallikler görülebilir. İlaveten uyku halinde kandaki eritrosit sayısı düşerken, yoğun aktivite süreçlerinde, korku ve heyecan anlarında yada hava ve vücut ısısının yükseldiği anlarda kandaki eritrosit sayısı artar (Demiriz, 2013).

### **2.5.6 HGB (Hemoglobin)**

Hemoglobin, kırmızı kan hücrelerinde (eritrositlerde) bulunan bir protein çeşsidir. Eritrositlerin en önemli görevi akciğerlerden dokulara oksijen taşımaktır ve bu işi yapısındaki hemoglobin sayesinde gerçekleştirir. Dokulara yeterli miktarda oksijen gitmez ise dokular hayatta kalamaz. Eritrositlerin oksijen taşıma görevini yapabilmesini sağlayan hemoglobinler aynı zamanda kana kırmızı rengi verirler. Hemoglobinin en önemli özelliği oksijen ile gevşek ve ayrılıp tekrar birleşebilen şekilde bir bağ kurabilmesidir (Ahmed ve ark., 2020).



Şekil 2.13 Kandaki oksijen taşınma mekanizması (Storz, 2018)

Hemoglobin miktarı yaşa, cinsiyete, beslenme şekline ya da yaşanan yerin rakımına göre değişiklik gösterebilir. Doalysıyla herkese aynı referans değerler üzerinden değerlendirme yapılamaz. Anemi hastalarında, kan kaybeden hastalarda, bazı kanser hastalarında hemoglobin değeri düşük olabilmektedir. Tam tersine bazı kanser hastalarında, ileri seviye akciğer rahatsızlığı geçiren hastalarda ve hipoksi hastalarında ise hemoglobin seviyesi normalin üzerinde ölçülebilmektedir (Storz, 2018).

### 2.5.7 HCT (Hematokrit)

Hematokrit dolaşımında bulunan kırmızı kan hücrelerinin yüzdesini gösteren bir parametredir. Genellikle 100 ml kanda bulunan alyuvarların yine ml olarak hacmini göstermektedir. Eritrosit yüzdesi olarak ta bilinen hematokrit önemli bir parametredir. Eritrositler (alyuvarlar) kan içindeki oksijen ve karbondioksit taşınması ile görevlidirler (Çelik, 2020).

Hematokrit nominal değerleri yenidoğanda %55-68, yetişkin erkeklerde %39-48 yetişkin kadınlarda %35,5-44 aralıklarındadır. Hematokrit eritrositlere bağlı bir parametre olduğundan normalin altındaki değeri, vücuttaki hücelere yeterli miktarda oksijen gitmediği anlamına gelir (Çelik, 2020).

### 2.5.8 MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi)

MVC, kırmızı kan hücrelerinin hacmini ifade etmektedir ve bu parametre kan sayımlarında önemli bir bulgu olarak kabul edilir. Tam kan sayımından fL (femtolitre) birimi ile gösterilir. Hücrelerin dolayısıyla dokuların sağlıklı bir şekilde yaşamına devam edebilmesi için oksijene ve bu oksijeni hücelere ulaştıracak kırmızı kan hücrelerine

ihtiyaç vardır. Eritrositlerin normal boyutlarından büyük veya küçük olması anemi, vitamin ve mineral eksiklikleri veya farklı bir sağlıksal sorundan kaynaklanabilir (Aslan, 2020).

### **2.5.9 MCH (Ortalama Hemoglobin)**

MCH, kırmızı kan hücrelerinin içerdiği ortalama hemoglobin miktarı ile ilgili bilgi veren bir parametredir. Bu değere göre kırmızı kan hücrelerinde yeteri kadar hemoglobin olup olmadığı aynı zamanda vücuttaki toplam hemoglobin değeri gibi önemli verilere ulaşılabilir (Demiriz, 2013).

Normal şartlar altında her kırmızı kan hücresi eşit miktarda hemoglobin içermez. Bundan dolayı mikroskop ile bakıldığında hücrelerin ne oranda hemoglobin barındırdığına dair bir sonuca ulaşmak zordur. Bu kan parametresi ile kandaki hücrelerin ayrı ayrı hemoglobin yoğunluğunu ölçülerek ortalama bir değer olan MCH değerine ulaşılır (Von Tempelhoff ve ark., 2016).

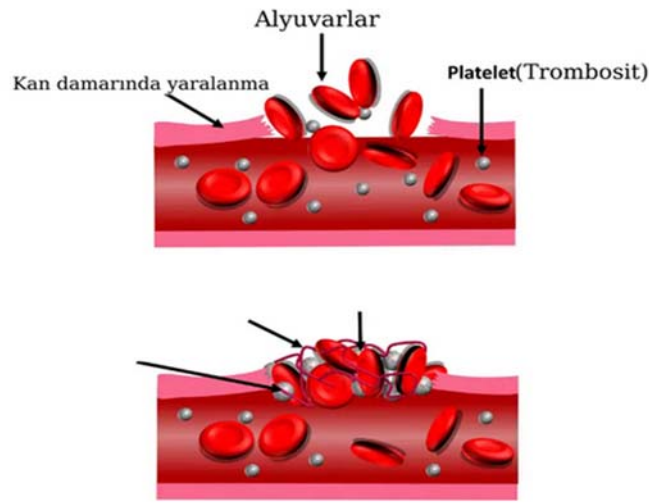
### **2.5.10 MCHC (Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu)**

MCHC kırmızı kan hücreleri içerisindeki hemoglobin miktarının ölçümü olarak ifade edilebilir. Eritrosit büyüklüğüne bakılmaksızın sağlıklı yetişkin bir bireyde eritrositlerin hemoglobin konsantrasyonu %30 ile %36 aralığındadır. Bu referans aralığı kan sayımlarında kontrol parametresi olarak kullanılmaktadır. MCHC düşüklüğünün sebeplerinden en yaygın olanı anemidir . Anemi hastalarında kırmızı kan hücrelerinin boyutu normalden daha düşük olur dolayısıyla hemoglobin miktarı da sağlıklı hastalara göre daha düşüktür (Demiriz, 2013).

### **2.5.11 PLT (Trombositler)**

Kandaki şekilli elemanlarından biri olan trombositler pıhtılaşma sağlamakla görevlidirler. Kan kaybının önlenmesinde kilit role sahiptirler. Oldukça hassas bir yapıya sahip olan trombositler sert bir cisme yada yabancı yüzeye temas ettiklerinde parçalanırlar. Yaralanma durumunda bu hücrelerin birbiri ile çabuk kümeleşmesi ve yapışması ile damardaki hasarlı bölgede ilk tıkanma gerçekleşir (Meenambiga ve ark., 2022) . Trombositler renksiz, oval ve çekirdeksiz hücrelerdir. Yapısının büyük bölümü adını aldığı trombosit adı verilen proteinlerden oluşmaktadır. Kemik iliği tarafından

üretilen megakaryositler daha büyüktür ve bunlar kemik iliğinden çıkarken parçalanarak daha küçük hücreler olan trombositleri oluşturmaktadırlar (Demiriz, 2013) .

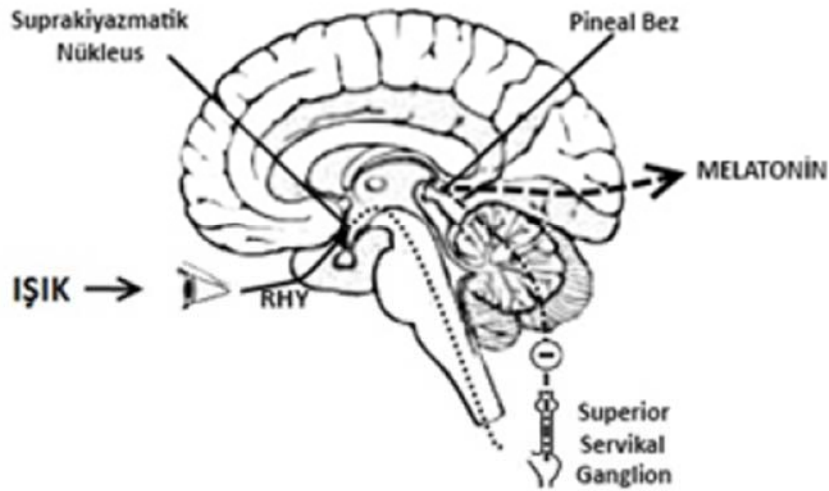


Şekil 12 Damar yaralanması ve pıhtı oluşumu (Meenambiga ve ark., 2022)

## 2.6 Melatonin Hormonu

Hormonlar endokrin bezler tarafından salgılanır ve ilgili organlara kan vasıtası ile taşınırlar. Salgılanan hormonlar ya sirkülasyon yolu ile ya da çok yoğun ortamdan az yoğun ortama yani difüzyon ile yayılırlar. Hormonların en genel tanımda görevi ilgili doku ya da organın metabolizmasını düzenlemektir (Şahin, 2019). Endokrin sistem bu düzenlemeyi ve organ-hücre arası iletişimi sinir sistemi, bağışıklık sistemi gibi diğer sistemler ile birlikte yapar. Endokrin sistem tüm metabolik aktiviteleri sinir sistemi ile birlikte koordine etmektedir (Hardeland ve ark., 2006).

Epifiz (pineal) bezinden özellikle gece salgılanan melatonin hormonu endokrin sistemin düzenlenmesinde, bağışıklık sisteminin uyarılmasında etkin bir rol oynar (Şahin, 2019). Birçok araştırma melatoninin güçlü antioksidan etkisi olduğunu göstermektedir (Rodriguez ve ark., 2004; Reiter ve ark., 2016). Oluşan serbest radikalleri yok etmede de çok etkili antioksidan etkiye sahiptir. Melatoninin sahip olduğu lipofilik özellik sayesinde hücre içinde her yere kolaylıkla ulaşabilir. Bu sayede geniş bir alanda antioksidan etki gösterebilmektedir (Altındağ ve ark., 2017). Bunlar haricinde serbest radikallerin azaltılması ve sinir sistemi üzerinde koruyucu etki gösterdiği daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Akbulut, 2016). Melatonin hormonunun kalp ritminin düzenlenmesinde, duygu durumları üzerinde ve uyku mekanizmasında önemli etkileri vardır (Selvi ve ark., 2011).



**Şekil 2.15** Işık uyarılması ile suprakıyazmatik nükleus (SKN) tarafından epifiz (pineal) bezden melatonin sentez ve salınımı (Akinci ve Orhan, 2016)

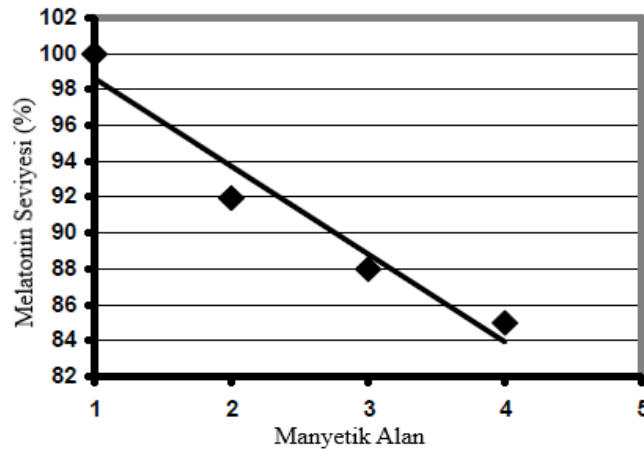
Organizmanın biyolojik saati anlamına gelen **Sirkadiyen Ritim** metabolizmanın düzgün işleyişini, bir günlük fizyolojik ve biyoloji süreçlerdeki değişimleri ifade etmektedir. Uyku döngüsü, kan basıncı, metabolik olaylar ve hormonal düzenlemeler Sirkadiyen Ritmi oluşturan etmenlerden bazılarıdır (Akbay, 2020). Sirkadiyen ritmin düzenlenmesi hipotalamusta bulunan suprakıyazmatik nükleus (SKN) tarafından gerçekleştirilir. Melatonin dahil bazı hormonların salgılanması ve uyku döngüsü SKN bir diğer adıyla merkezi zamanlayıcı tarafından kontrol edilir. Bu şekilde metabolizmanın dış çevre koşulları ile uyumlu çalışabilmesi ve farklı koşullarda ortama ayak uydurabilmesi sağlanır (Gooley ve Saper, 2005). Sirkadiyen Ritmi yani vücudün biyolojik saatini etkileyen en önemli unsurlar; ışık, radyasyon, sosyal hayat ve fiziksel aktivitelerdir (Doğan, 2021).

Melatonin salgılanması büyük oranda gece gerçekleşir. Gün ışığı hormonun salgılanmasını baskılar. Yapay ışık kaynakları da hormonun salgılanmasını bir miktar baskılayabilmektedir. Güneşin batması ile melatonin salgılanmaya başlar, gece 01.00 ile 05.00 arasında tepe değerlere ulaşır. Daha sonra güneşin doğuşuna kadar salgılama azalır. Genç erişkin bireylerde gündüz ve gece ortalama tepe değerleri 10-60 pg/ml' dir (Akbulut, 2016). Mevsimlere göre melatoninin salgılanması değişkenlik göstermektedir. Kış aylarında salınım daha erken başlarken yaz aylarında salınım daha geç başlar. Melatonin sentezine direk etki yapan etmenlerden birisi de ışıktır. Yani gece ve gündüz ritmi, aydınlık karanlık sirkülasyonu bu hormonun salgısını ve vücuttaki salınımını

belirler (Akinci ve Orhan, 2016). Melatonin salgısını etkileyen bir diğer etmen de radyasyondur. Melatonin salgısının nasıl etkilendiği ile ilgili çelişkili araştırma sonuçları olsa da literatürdeki genel kanı melatonin salgısının radyasyon etkisinde baskılandığı yönündedir.

## 2.7 Elektromanyetik Radyasyonun Melatonin Hormonuna Etkileri

Metabolizmada birçok önemli işlevi bulunan melatonin hormonunun radyasyondan nasıl etkilendiği ile ilgili farklı sonuçlar elde edilen birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada yapay elektromanyetik radyasyona maruz kalan kişilerdeki melatonin hormon seviyesindeki düşüklüğün kanser görülme oranını arttırdığı gözlemlenmiştir (Halgamuge, 2012). Yeni doğan bebekler üzerinde yapılan bir diğer çalışmada kuvözlerin yaydığı elektromanyetik alanın melatonin seviyesine olan etkileri incelenmiştir. 2012 yılında yapılan bu çalışmada kuvözde uzun süre kalan bebeklerin melatonin seviyelerinin diğer bebeklere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir (Bellieni ve ark., 2012). Kamu elektrik işlerinde çalışan bir grup işçi üzerinde yapılan çalışmada elektrik ve manyetik alana (50 Hz/60 Hz) uzun süre maruziyetin melatonin metabolizmasına olan etkileri incelenmiştir. Özellikle 3 fazlı trafo merkezlerinde çalışan işçilerde melatonin salgısının elektromanyetik alan etkisiyle baskılandığı sonucuna varılmıştır (Burch ve ark., 2000). Bir diğer çalışmada evlerinde düşük seviyelerde elektromanyetik alana maruz kalan kişilerde gece melatonin seviyesi değişimleri izlenmiştir (Şekil 2.16). Düşük dozlarda maruziyet olsa bile özellikle ilaç kullanan kadınlarda manyetik alan şiddeti ile ters orantılı olarak kandaki melatonin seviyesinde %15'e varan azalmalar gözlemlenmiştir (Cherry, 2002).



Şekil 2.16 EMA etkisi ile insan kanındaki melatonin hormonu seviyesinin değişimi (Cherry, 2002)

Bu çalışmaların aksine 2016 yılında yapılan bir çalışmada gece yatmadan önce kullanılan cep telefonunun yaydığı elektromanyetik radyasyonun melatonin salgısı üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada yatmadan önce 30 dakika boyunca kullanılan cep telefonunun melatonin salgı miktarına bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Wood ve ark., 2006). Japonya’da yapılan bir araştırmada sıçanlar laboratuvar ortamında normal cep telefonlarının yaydığı elektromanyetik alanın 4 katı gücünde ve 1439 Mhz frekansında manyetik alana kısa süreli maruz bırakılmıştır. Bu araştırma sonuçları 208 dişi sıçanda incelenmiş ve melatonin salgısında herhangi bir değişiklik saptanamamıştır (Hata ve ark., 2005).

Buna benzer birçok çalışmada elektromanyetik radyasyonun melatonin hormonuna olan etkiler incelenmiş fakat literatürde genel kabul görmüş genel bir netice bulunamamıştır. Yapılan çalışmalardan çıkarılabilecek sonuç elektromanyetik radyasyonun melatonin üzerindeki etkilerinin uygulanan alan şiddetine, frekansına veya maruz kalma süresine göre değişiklik gösterdiği (Halgamuge, 2012).

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu tez çalışması Ekim 2021 – Ağustos 2022 tarihleri arasında yapılmış orijinal ve deneysel tipte bir çalışmadır. Çalışmanın bu bölümünde gereç ve yöntem hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın evreni ve örnekleme, sınırlılıkları, araştırmanın veri toplama araçları, elde edilen verilerin analizinde kullanılan yöntemler ile ilgili bilgiler verilmektedir.

#### 3.1 Araştırmanın Evreni ve Örnekleme

Araştırmamızda hastanede çalışan personellerin bilgisayar ekranından yayılan elektromanyetik radyasyon kaynaklı oluşabilecek sağlık risklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızın ilk aşamasında katılımcıların bilgisayar kullanma alışkanlıkları belirleyebilmek amacıyla gönüllü olarak doldurulmuş ve imzalanmış anket çalışması yapılmıştır. Çalışmaya benzer elektromanyetik radyasyon yayan bilgisayar ekranı kullanan çalışanlar alınmış olup kan hastalığı olanlar ve kan ile ilgili herhangi bir operasyon geçirenler çalışmaya alınmamıştır. Bununla birlikte yüksek sıcaklık, sigara, kimyasal maruziyet, mesleki radyasyon maruziyeti, ilaç kullanımı, gruptaki kişilerin yaşı gibi standartlaştırıcı parametrelere azami dikkat edilmiştir.

Çalışmamız gönüllü 45 sağlıklı birey (yaş aralığı: 18-50) üzerinde yapılmıştır. Birinci (kontrol) grup bilgisayar kullanmayan sağlıklı 15 kişiden oluşmuştur. İkinci grup yarım gün 0-4 saat bilgisayar başında çalışan 15 kişiden, üçüncü grup tam gün 8 saat veya daha fazla bilgisayar başında çalışan kişilerden oluşturulmuştur. Daha sonraki süreçte araştırmaya katılmış çalışanların kan örnekleri alınarak hematolojik ve biyokimyasal parametrelerine bakılmıştır.

#### 3.2 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, Muş ilindeki bir sağlık kurumunda bilgisayar ekranı kaynaklı radyasyona maruz kalan 30 kişi (Hemşire, sekreter, muhasebe ve bilgi işlem personeli) ve bilgisayar kullanmayan 15 kişi (Temizlik personeli, yardımcı sağlık ve güvenlik personeli) ile sınırlıdır. Bu araştırmada elde edilen bulgular diğer kurum çalışanlarını genellemez.

### 3.3 Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

#### 3.3.1 Kişisel Anket Formları

İlk aşamada katılımcılar çalışmamız hakkında detaylı olarak bilgilendirilmiştir. Daha sonra araştırmamızda katılımcıların bilgisayar kullanma alışkanlıkları belirleyebilmek, demografik özellikleri, mesleki bilgileri ve sağlık durumları hakkında genel bilgileri elde etmek amacıyla anket formları gönüllü olarak doldurtulmuş ve imzalatılmıştır (EK-1). Formlar katılımcı bazlı doldurulmuş olup katılımcıların izinleri alındıktan sonra araştırma kapsamında kullanılmıştır.

#### 3.3.2 Kan Parametre ve Melatonin Düzeyi Ölçümleri

Öncelikle kan örneklerinin alınması için Muş Alparslan Üniversitesi etik kurul onayı alınmıştır (EK-2). İlk aşamada katılımcıların her birinden alınan 4 ml kan örneklerinden ilgili kurumun biyokimya laboratuvarında tam kan sayımı yapılmıştır (Sysmex XS-1000i- Germany). İkinci aşamada kandaki melatonin hormonu düzeyini tespit etmek adına her katılımcıdan gece 01.00 – 02.00 saatleri arasında kan örnekleri alınmıştır. Melatonin hormonunun kandaki seviyesi günün belirli saat aralıklarında değişkenlik gösterdiğinden her katılımcıdan aynı saat aralıklarında numune kan alınmasına özen gösterilmiştir. Alınan bu örnekler de özel bir dış laboratuvara gönderilip analiz ettirilmiştir.

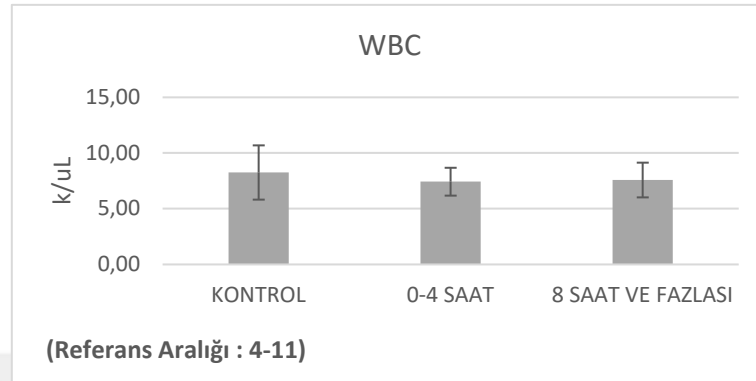
### 3.4 Araştırmada Kullanılan Verilerin İncelenmesi

Bu araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS V26 kullanılmıştır. İlk aşamada verilerin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek için Shapiro-Wilks testi uygulanmıştır. %95 oranında verilerin normal dağıldığı tespit edilmiştir. İkinci aşamada verilerin homojen dağılıp dağılmadığı kontrol edilmiş olup %95 anlamlılık düzeyinde verilerin homojen dağıldığı belirlenmiştir. Sonraki aşamada 3 araştırma grubu olduğu için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılarak verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda değişkenler bakımından hangi grupların birbirinden farklı olduğunu tespit etmek için Tukey testi uygulanmıştır.  $P < 0.05$  anlamlı olarak kabul edilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### 4.1 Deneklerin Kan Parametrelerine İlişkin Bulgular

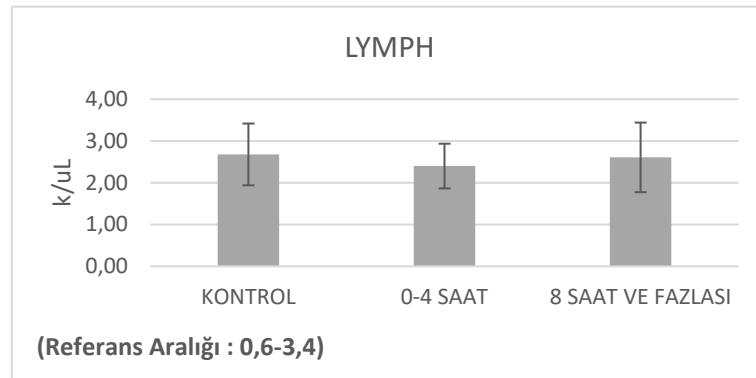
#### 4.1.1 WBC (Lökosit, Akyuvarlar)



Şekil 4.1 WBC parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.1’ de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin WBC değerleri ortalamaları  $8,25 \pm 2,44$  ,0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin WBC değerleri ortalamaları  $7,42 \pm 1,25$  ,8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin WBC değerleri ortalamaları  $7,57 \pm 1,55$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,434>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,568>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,973>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

#### 4.1.2 LYMPH (Lenfositler)

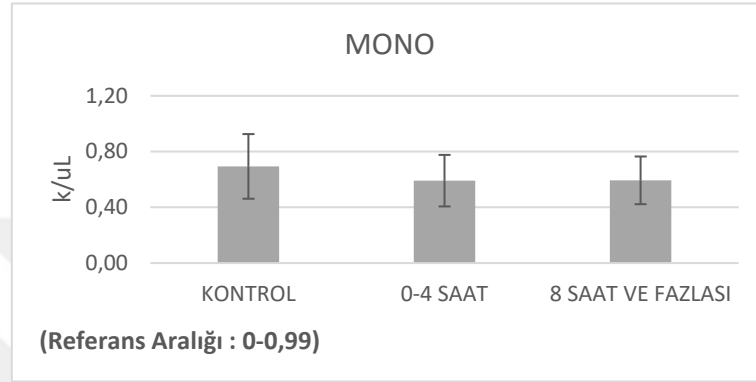


Şekil 4.2 LYMPH parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.2’ de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin LYMPH değerleri ortalamaları  $2,68 \pm 0,4$  ,0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin

LYMPH değerleri ortalamaları  $2,40 \pm 0,54$  ,8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin LYMPH değerleri ortalamaları  $2,61 \pm 0,83$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,540>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,960>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,709>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

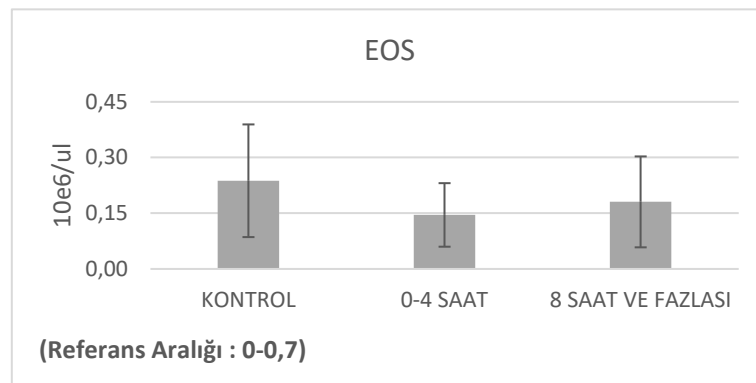
#### 4.1.3 MONO (Monositler)



Şekil 4.3 MONO parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.3' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin MONO değerleri ortalamaları  $0,69 \pm 0,23$  ,0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin MONO değerleri ortalamaları  $0,59 \pm 0,18$  ,8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin MONO değerleri ortalamaları  $0,59 \pm 0,17$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,344>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,358>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=1>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

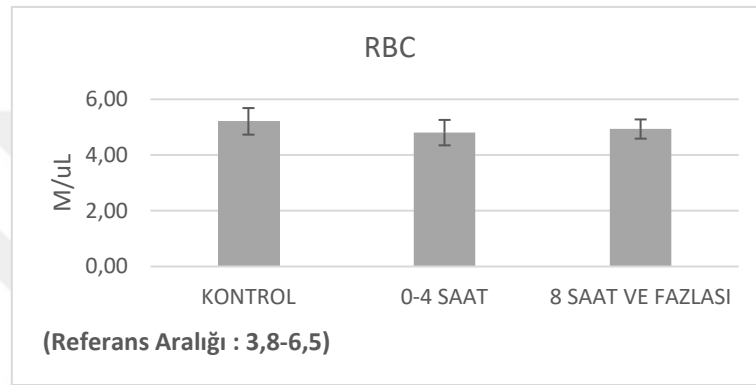
#### 4.1.4 EOS (Eozinofiller)



Şekil 4.4 EOS parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.4' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin EOS değerleri ortalamaları  $0,24 \pm 0,15$  ,0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin EOS değerleri ortalamaları  $0,15 \pm 0,09$  ,8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin EOS değerleri ortalamaları  $0,18 \pm 0,12$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,113>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,424>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,713>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

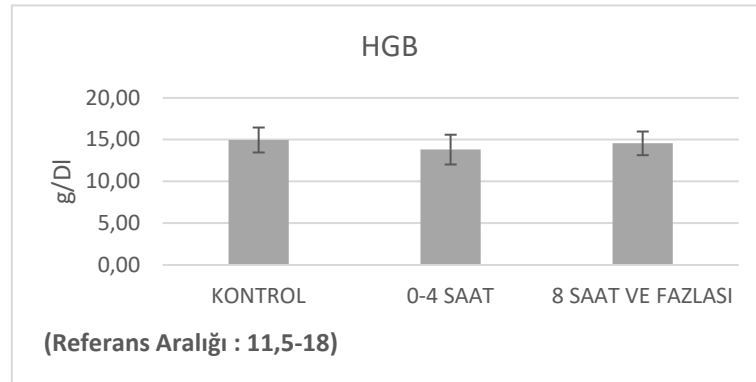
#### 4.1.5 RBC (Eritrositler, Alyuvarlar)



Şekil 4.5 RBC parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.5' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin RBC değerleri ortalamaları  $5,21 \pm 0,48$  ,0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin RBC değerleri ortalamaları  $4,81 \pm 0,46$  ,8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin RBC değerleri ortalamaları  $4,94 \pm 0,34$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,370>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,201>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,693>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

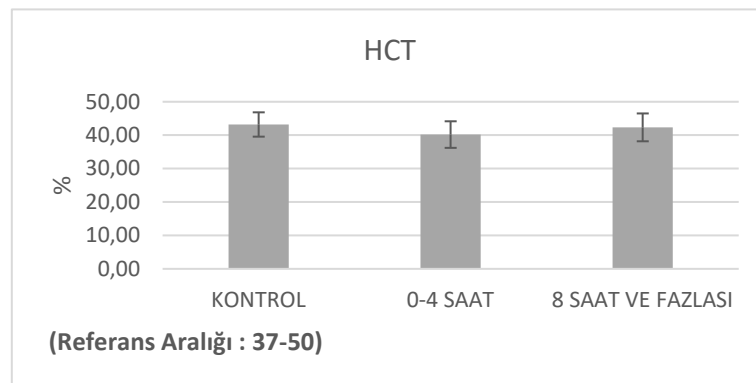
#### 4.1.6 HGB (Hemoglobin)



Şekil 4.6 HGB parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.6' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin HGB değerleri ortalamaları  $14,95 \pm 1,5$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin HGB değerleri ortalamaları  $13,81 \pm 1,78$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin HGB değerleri ortalamaları  $14,55 \pm 1,42$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,125 > 0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,767 > 0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,402 > 0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

#### 4.1.7 HCT (Hematokrit)

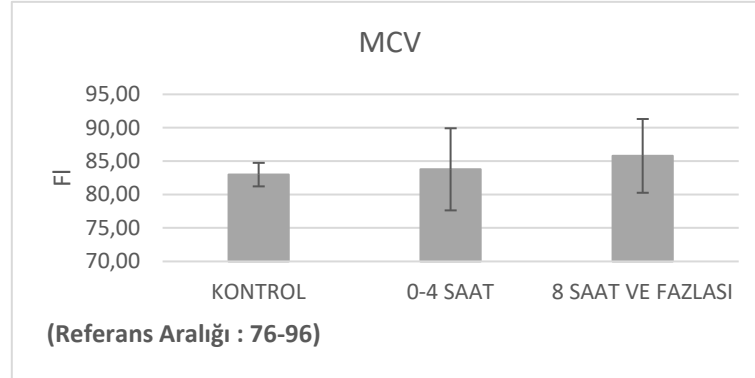


Şekil 4.7 HCT parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.7' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin HCT değerleri ortalamaları  $43,19 \pm 3,63$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin HCT değerleri ortalamaları  $40,18 \pm 3,96$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin HCT değerleri ortalamaları  $42,33 \pm 4,17$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,101 > 0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup

arasında ( $p=0,818>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,302>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

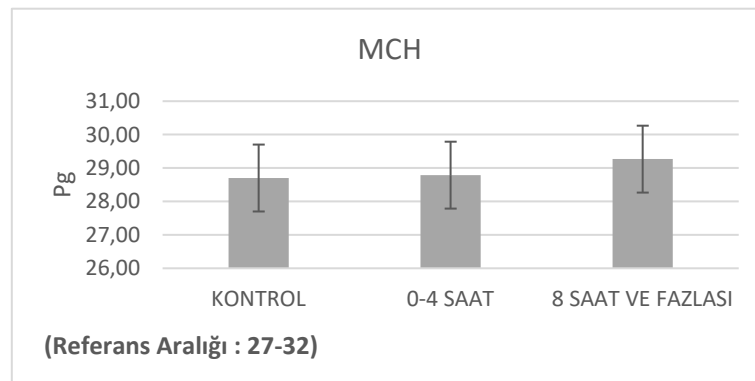
#### 4.1.8 MCV (Ortalama Eritrosit Hacmi)



Şekil 4.8 MCV parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.8' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin MCV değerleri ortalamaları  $82,98 \pm 1,76$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin MCV değerleri ortalamaları  $83,78 \pm 6,14$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin MCV değerleri ortalamaları  $85,79 \pm 5,53$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,895>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,267>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,503>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

#### 4.1.9 MCH (Ortalama Hemoglobin)

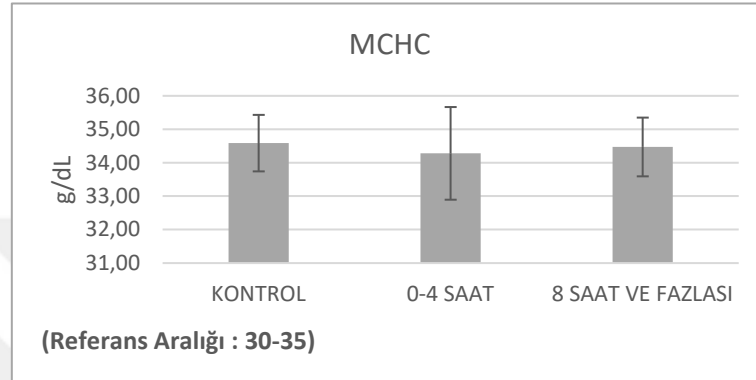


Şekil 4.9 MCH parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.9' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin MCH değerleri ortalamaları  $28,70 \pm 0,97$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin MCH

değerleri ortalamaları  $28,79 \pm 2,82$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin MCH değerleri ortalamaları  $29,27 \pm 2,12$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,993>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,745>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,809>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

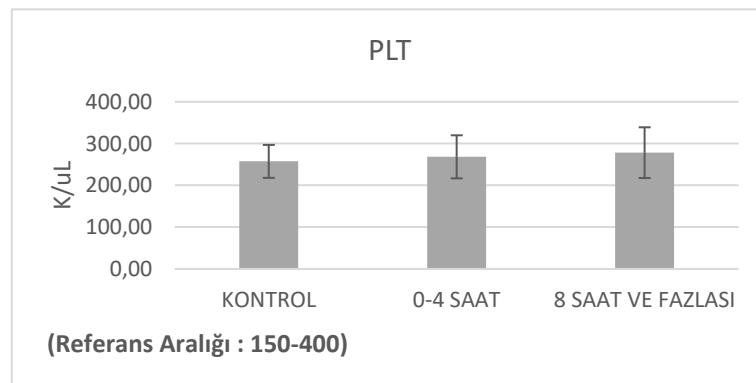
#### 4.1.10 MCHC (Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu)



Şekil 4.10 MCHC parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.10' de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin MCHC değerleri ortalamaları  $34,59 \pm 0,84$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin MCHC değerleri ortalamaları  $34,28 \pm 1,39$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin MCHC değerleri ortalamaları  $34,47 \pm 0,88$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,713>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,954>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,873>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

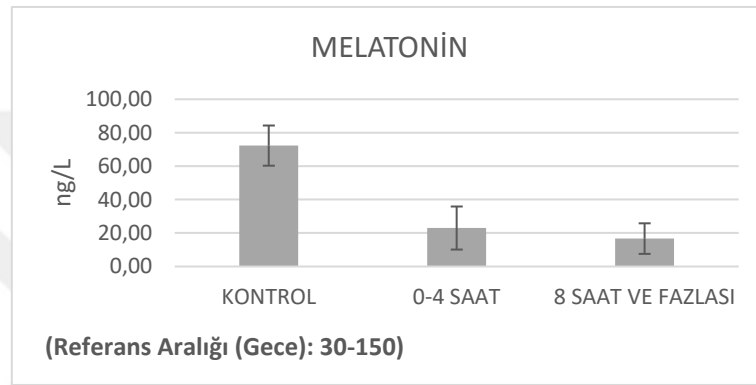
#### 4.1.11 PLT (Trombositler)



Şekil 4.11 PLT parametresi ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.11’ de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin PLT değerleri ortalamaları  $257,53 \pm 39,50$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin PLT değerleri ortalamaları  $268,33 \pm 51,63$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin PLT değerleri ortalamaları  $278,40 \pm 60,76$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0,834>0,05$ ), kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,512>0,05$ ), 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,854>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

#### 4.2 Deneklerin Melatonin Hormonu Değerlerine İlişkin Bulgular



Şekil 4.12 Deneklerin melatonin hormonu ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.12’ de görüldüğü gibi araştırmaya katılan kontrol grubuna ait deneklerin melatonin değerleri ortalamaları  $72,33 \pm 12,00$ , 0-4 saat ekran başında çalışan deneklerin melatonin değerleri ortalamaları  $23,00 \pm 12,90$ , 8 saat ve daha fazla ekran başında çalışan deneklerin melatonin değerleri ortalamaları  $16,67 \pm 9,12$  olarak bulundu. Kontrol grubu ile 0-4 saat çalışan grup arasında ( $p=0>0,05$ ) ve kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0,295>0,05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

## 5. TARTIŞMA

Teknoloji kelimesi insanların hayat kalitesini yükseltme, hayatlarını kolaylaştırma ve daha iyi yaşama imkanları yaratma kavramları ile özdeşleşmişse de 1900'lü yılların başından bu yana ortaya çıkan elektrik ve elektronik kavramları ile bazı olumsuzlukları da gündeme getirmiştir. Gelişen teknoloji ile üretilen elektrikli cihazlar ile birlikte bu cihazların yaydığı elektromanyetik alan (EMA) kavramı hayatımıza girmiştir. Yapılan birçok araştırmada günlük hayatta sürekli yakın temas haline olduğumuz elektrikli cihazların yaydığı EMA'ların sebep olduğu radyasyon ve bu radyasyonun insan sağlığı üzerine olan etkileri incelemiştir. Elektromanyetik kirlilik kavramı da bu araştırmalar sonucunda birçok bilim adamı tarafından kabul edilen bir kavram haline gelmiştir. Tıp alanındaki gelişmeler ve tıpta yeni teknolojilerin kullanılması ile EMA'lardan ciddi anlamda faydalanılsa bile asıl sorun gündelik hayatlarımızda vazgeçilmez olan elektrikli cihazlardan yayılan ve farkında olmadan maruz kaldığımız elektromanyetik alanlar ve radyasyondur (Redlarski ve ark., 2015).

EMA'ların canlı organizmalar ve biyolojik sistemler üzerine olan etkileri bilim dünyasında uzun yıllardan beri çalışılmakta, ilgili modellemeler ya da etkilerin ortaya çıktığı eşik değerleri üzerinde araştırmaları yapılmaktadır. Yapılan hemen hemen bütün çalışmalar EMA değerinin belirli bir değer altında olduğunda zararlı etkisinin de az olduğuna işaret etmektedir (Vecchia, 2007). Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) ve Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi (ICNIRP), elektromanyetik radyasyonun sağlık açısından risk kabul edilmemesi için eşik değeri kamu çalışanları için 1000 mG, işçiler için 5000 mG olarak belirlemiştir. İlaveten Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Rehberinde yayınlanan araştırmalara göre bu eşik değerler tüm gün çalışanlarda 5 Gauss, geri kalan kişiler için ise 24 saatlik süreçte 1 Gauss sınır olarak belirlenmiştir (Polat, 2016). Yapılan araştırmalarda EMA kaynaklı radyasyon maruziyetinin hücre membran fonksiyonlarını bozduğu böylelikle hücresel iletimde ve metabolizmada değişikliklere sebep olduğu tespit edilmiştir (Panagopoulos ve ark., 2002). Bunlara ek olarak DNA'da kırıklar ve kromozom anormallikleri, serbest radikal oluşumu, hücresel stres oluşumu, beyin fonksiyonlarında değişimler, kadınlarda üreme sağlığı bozuklukları, melatonin salgısında azalma ve nörolojik bozulmalar EMA'nın tespit edilen etkilerinden bazılarıdır (Curtin ve ark., 2002; Yaren ve Karayılıanoğlu, 2005; Ongel ve ark., 2009). İlaveten 2002'den bu

yana Dünya Sağlık Örgütü elektromanyetik radyasyonu grup 2B olası kanserojenler grubunda saymaktadır (Polat, 2016).

2000’li yılların başından itibaren yaşanan devrim niteliğindeki teknolojik ilerlemeler sayesinde bilgisayarlar hayatımızın her alanına girmiş aynı zamanda teknolojiye ulaşabilirliğin ve alım gücünün artması ile bu sistemlere sahip olmak kolaylaşmıştır. Bu yayılma, hayatımıza getirdiği birçok kolaylık ve faydanın yanında bilgisayar ekranı kaynaklı elektromanyetik radyasyon kavramını da gündeme getirmiştir. Tüm elektrikli cihazlarda olduğu gibi bilgisayar ekranları da birer yapay EMA kaynağı olarak çevremizdedir. Bilgisayar ekranlarından yayılan elektromanyetik radyasyon ile ilgili yapılan bazı araştırmalar incelenmiş olup; soğrulan radyasyon miktarının ekrana olan çalışma uzaklığı ile ters orantılı olduğu, aradaki mesafe kıaldıkça soğrulan radyasyon miktarının arttığı sonucuna varılmıştır (Nyitamem, 2008).

Son yıllarda elektrikle çalışan birçok cihazdan yayılan elektromanyetik radyasyonun biyolojik sistemlere zararlı etkileri üzerine ciddi sayılarda invivo ve invitro çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara rağmen ne bu konu üzerinde ne de tehlike oluşturabilecek eşik değerleri üzerinde fikir birliğine varılamamıştır (Miah ve Kamat, 2017; Magiera ve Solecka, 2020). WHO’nun elektromanyetik radyasyonu grup 2B olası kanserojenler grubunda sayması ile de bu konu araştırmaya daha açık hale gelmiştir. Yapılan literatür araştırmasında günlük hayata sık maruz kaldığımız bilgisayar ekranı kaynaklı elektromanyetik alanların biyolojik riskleri ile ilgili son yıllarda yapılan özgün bir çalışmanın bulunmaması ve daha önce yapılan sınırlı sayıdaki araştırmalarda ise eski tip bilgisayar ekranlarının kullanılması bu çalışmayı yapmamızda etkili olmuştur. Çalışmamızda, bilgisayar ekranı kaynaklı elektromanyetik radyasyonun kan parametreleri ve kandaki melatonin düzeyi üzerindeki etkilerini inceleyerek, bu radyasyonun insan sağlığına olan bazı etkilerine açıklık getirmeyi amaçladık.

Çalışmamızda düzenli olarak bilgisayar kullanan çalışanlar (0 - 4 saat ile 8 saat ve fazlası) ile bilgisayar kullanmayan çalışanların (kontrol grubu) kan parametreleri ve kanlarındaki melatonin hormonu seviyeleri karşılaştırıldı. Böylece bilgisayar ekranından yayılan elektromanyetik radyasyona düzenli olarak maruz kalan kişilerin nasıl etkilendiği tespit edilmeye çalışıldı. Çalışmamızın ilk kısmında araştırma gruplarında incelenen 11 kan parametresinde de (WBC, LYMPH, MONO, EOS, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT) radyasyona maruz kalan ve kalmayan kişiler arasında istatistiksel açıdan

anlamli bir fark bulunmamıştır. Araştırmamıza benzer bir çalışmada Usman ve arkadaşları (2012) 158 adet albino sıçanı üzerinde elektromanyetik radyasyonun kan parametrelerine olan etkilerini incelemişlerdir. Kısıtlanmış kafes koşullarında GSM antenlerinin yaydığı radyofrekans (RF) elektromanyetik alana belirlenen seviyelerde 4 hafta süresince maruz bırakılan sıçanların kan parametreleri incelenmiştir. 4 hafta sonunda alınan kan örneklerinde uzun süre elektromanyetik alana maruz kalan sıçanlar ile kontrol grubundaki izole sıçanların kan parametrelerinde bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara paralel bulgular elde edilmiş ve anlamlı farklar bulunmamıştır. Farklı bir çalışmada sanayi tesislerinde kaynakçı olarak çalışan işçilerin düşük frekanslı elektromanyetik alana uzun süreli maruz kalmasının hematolojik ve immünolojik etkileri incelenmiştir. Elektrik ark kaynağının yaydığı çok düşük frekanslı elektromanyetik alanın (ELF-MF) etkileri; en az 10 yıldır aynı coğrafi bölgede kaynakçı olarak çalışan ve günden en az 4 saat kaynak yapan işçiler üzerinde araştırılmıştır. 20-40 yaş arası gönüllü 16 erkek kaynakçıdan alınan kan örnekleri incelenmiş ve kontrol grubu ile kıyaslanmıştır. Bu araştırmanın sonucunda da istatistiksel açıdan anlamlı veriler çıkmamış ve çok düşük frekanslı elektromanyetik alanın kan parametrelerine bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Daşdağ ve ark., 2002). Yüksek frekanslı (HF) elektromanyetik alanın kan parametrelerine olan etkilerini inceleyen 2011 yılında yapılan bir çalışmada da yetişkin sıçanlarda bizim araştırmamız ile örtüşen sonuçlara varılmıştır. 70 gün boyunca günde 5 saat 900 Hz manyetik alana maruz bırakılan sıçanlardan yetişkin gruplarının kan parametrelerinde anlamlı bir değişim tespit edilememiştir (Jelodar ve ark., 2011). Bilgisayar ekranı kaynaklı radyasyonun hücrelerdeki oksidatif stres miktarını nasıl etkilediğini tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada Wistar sıçanlarının kornea ve lens dokuları incelenmiştir. 3 hafta boyunca bilgisayar ekranından 20 cm mesafede kafeslerde tutulan sıçanlar ile ekran kaynaklı EMR'ye maruz kalmayan kontrol grubu sıçanları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda EMR'ye maruz kalan sıçanların kornea ve lens dokularındaki oksidatif stresin kayda değer miktarda yükseldiği sonucuna varılmıştır (Balci ve ark., 2009).

EMR'nin araştırmamızda incelediğimiz kan parametreleri üzerindeki etkileri ile ilgili şimdiye kadar elde edilen bulgular tartışmalıdır. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara paralel sonuçlara ulaşılan çalışmalar varken farklı sonuçlar elde edilen birçok çalışma da literatürde mevcuttur. Bu farklı sonuçların muhtemel nedeni kullanılan deney düzenekleri, uygulanan EMR'nin frekansı ve maruziyet süresi gibi parametrelerdir.

Deneyisel kanıtlar, maruz kalınan alan kuvvetine ek olarak, alanın zamanla değişimi gibi diğer alan özelliklerinin de biyolojik bir yanıt üretmede etkili olabileceğini göstermektedir (Daşdağ ve ark., 2002).

Çalışmamızın ikinci kısmında bilgisayar ekranı kaynaklı EMR'nin kandaki melatonin hormonu üzerindeki etkilerini inceledik. Kan parametrelerinin aksine araştırma gruplarının melatonin hormonu değerlerinin mukayesesinde istatistiksel açıdan anlamlı fark elde edilmiştir. Kontrol grubu ile 0-4 saat bilgisayar başında çalışan grup arasında ( $p=0<0.05$ ) ve kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla bilgisayar başında çalışan grup arasında ( $p=0<0.05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. 0-4 saat çalışan ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p=0.295>0.05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. Daha önce yapılan benzer bir çalışmada 1 aydan fazla olmak üzere günde en az 4 saat ve haftada 5 gün bilgisayar ekranı başında çalışan kadın çalışanların kanlarındaki melatonin hormonu seviyeleri incelenmiştir. Ortalama yaşları 30'dan küçük olan bu çalışanların melatonin değerleri bilgisayar başında çalışmayan kontrol grubu ile kıyaslanmış ve radyasyona maruz kalan grubun melatonin değerlerinde %54 gibi yüksek bir değerde azalma saptanmıştır (Santini ve ark., 2003). Yapılan bir diğer çalışmada çok düşük frekanslı EMA'nın çeşitli hormon salgılarına nasıl etki ettiği incelenmiştir. Gönüllü kadınlar üzerinde kontrollü olarak gerçekleştirilen çalışmada 5 gece boyunca yapay olarak oluşturulan 60 Hz manyetik alana maruz bırakılan kadınların melatonin salgılarının kontrol grubundaki kadınlara kıyasla azaldığı sonucuna varılmıştır (Davis ve ark., 2006). Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar bizim çalışmamızdaki sonuçlar ile örtüşmektedir.

Melatonin hormonunun önemli bir antioksidan ve doğal anti-kanser ajanı olması ilaveten insanlar üzerindeki psikolojik etkileri sebebi ile son yıllarda yaygın bir şekilde araştırılmaktadır. Asıl fonksiyonu vücudun biyolojik saatini koruyup ritmini düzenlemek olan melatonin, insan vücudunun önemli biyolojik ve fizyolojik aktivitelerinde görevlidir. Hücre onarımı, bağışıklığı güçlendirmesi, uyku ritminin ve vücut sıcaklığını düzenlenmesi görevlerinden bazılarıdır. Lipofilik özellikte olması sebebi ile en güçlü antioksidan olarak kabul edilmektedir. Lipofilik özelliği melatonin hormonuna vücudun tüm bölgelerine ulaşabilme imkanı sağlarken, kan-beyin bariyerini geçebilme özelliği kazandırmıştır (Özçelik ve ark., 2013).

Vücutun hemen hemen tüm sistemleri üzerinde etkisi olan melatonin hormonun elektromanyetik radyasyondan nasıl etkilendiği bir çok araştırmada incelenmiş fakat literatürde genel kabul görmüş bir sonuca ulaşılamamıştır. Bunun haricinde araştırmamızda incelediğimiz çok düşük frekanslı elektromanyetik (ELF-MA) alan kaynaklı radyasyonun biyolojik sistemleri etkilediği bilim çevrelerinde kabul görmüş ancak bu etkinin hücreyi ne şekilde etkileyerek değişimlere sebep olduğu tespit edilememiştir. Bu konu ile ilgili genel kabullerden biri ELF-MA'nın hücre plazma membranını etkilediğidir (Hayashi ve Kakikawa, 2021). Hücre membranının dielektrik yapısından dolayı ELF-MA'nın hücre içindeki etkisi normal şartlarda sınırlıdır fakat bu membranda başlayan değişimlerin hücreyi bu etkilere daha savunmasız hale getireceği düşünülmektedir (Hossmann ve Hermann, 2003). Yapılan bir çalışmada ÇDF-EMA'ya maruz bırakılan lenfositlerin membran potansiyellerinde hiperpolarizasyon ve hücre sayılarında azalma tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ÇDF-EMA'nın membran potansiyelini ve hücre çoğalmasını etkilediğini göstermektedir (Mega Tiber ve İnhan Garip, 2008).

Melatonin sentezi ve salınmasını etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerden en önemlisi ışıktır. Karanlık uyarısı epifiz (pineal) bezine ulaşınca bir reaksiyon serisi başlar, hücre membranında çeşitli aktivasyonlar gerçekleşir ve sonuçta melatonin sentez ve salınımı artar. Üretilen melatonin depolanmaz ve tüm vücut sıvılarına hızlı bir şekilde dağıtılır (Tang ve ark., 2022). Bu sebeple pineal bezde oluşan melatonin miktarı ile kan melatonin düzeyi arasında kuvvetli bir korelasyon vardır. Çalışmamızda bilgisayar ekranının yaydığı ışık ve bu ışığa uzun süreli maruziyetin de melatonin sentezini etkileyebileceğini düşünmekteyiz. 2011 yılında yapılan bir çalışmada 21 gönüllü lise öğrencisi, aynı oda koşullarında 19 inch bilgisayar monitörlerinde belirli süreler ile koruyucu gözlük ile ya da koruyucu gözlük olmadan çalışmışlardır. Monitörlerden 51 cm mesafede sabit 7 lüks ışık şiddetine maruz kalan kişilerin kanlarındaki melatonin konsantrasyon seviyeleri incelenmiş, koruyucu gözlük kullanan gruptaki katılımcıların melatonin değerlerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Figueiro ve ark., 2011).

Tüm bu varsayımların yanında EMA'nın epifiz bezi üzerindeki etki mekanizması ile ilgili farklı teoriler de savunulmaktadır. Bunlardan birisi epifiz bezine bağlı olup manyetik alanları algılayabilen bazı manyetosensörlerin varlığıdır. Bu teoride genel kabul manyetik alanların göz hizasında retina tarafından ışık olarak algılanabildiği ve bu algının da epifiz bezinin melatonin salgısını baskıladığı yönündedir (Tang ve ark., 2022). Bir

başka teoriye göre de manyetik alan etkisiyle indüklenen elektrik akımlarının (Eddy akımları) epifiz bezi ile gözler arasındaki sinir yolunda elektriksel değişiklikler oluşturarak fotoreseptörleri doğrudan etkileyebildiğidir (Selmaoui ve Touitou, 1995).



## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmamızda bilgisayar ekranından yayılan EMR'ye düzenli olarak maruz kalan kişilerin kan parametreleri ve kanlarındaki melatonin hormonu düzeyleri karşılaştırılmış, EMR'nin bu parametreleri nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmamız kronik sağlık sorunu olmayan 18-50 yaş aralığında 45 birey üzerinde yapılmıştır. Birinci (kontrol) grup bilgisayar kullanmayan 15 kişiden, ikinci grup günde ortalama 0-4 saat bilgisayar başında çalışan 15 kişiden, üçüncü grup ise günde ortalama 8 saat veya daha fazla bilgisayar başında çalışan kişilerden oluşturulmuştur. Bu gruplardaki her bir kişiden aynı koşullarda ve standartlarda kan örnekleri alınarak laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgulara göre;

1. Çalışmamızda tam kan sayımı yapılarak analiz edilen 11 kan parametresinde (WBC, LYMPH, MONO, EOS, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT); kontrol grubu ile günlük 0-4 saat bilgisayar başında çalışan grup arasında, kontrol grubu ile günlük 8 saat ve daha fazla bilgisayar başında çalışan grup arasında ve 0-4 saat bilgisayar başında çalışan grup ile 8 saat ve üzeri bilgisayar başında çalışan grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).
2. Çalışmamızın melatonin hormonu değerlendirmesinde istatistiksel açıdan anlamlı fark elde edilmiştir. Kontrol grubu ile 0-4 saat bilgisayar başında çalışan grup arasında ( $p = 0 < 0.05$ ) ve kontrol grubu ile 8 saat ve daha fazla bilgisayar başında çalışan grup arasında ( $p = 0 < 0.05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. 0-4 saat çalışan grup ile 8 saat ve daha fazla çalışan grup arasında ( $p = 0.295 > 0.05$ ) istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Elde ettiğimiz bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, çalışmamız "EMR'ye düzenli maruz kalmanın etkisi ile kişilerde melatonin hormonu sentezi baskılanır" yönündeki hipotezi destekler niteliktedir. Geçmiş çalışmalarda EMR'nin benzer etkileri ile ilgili çelişkili bulguların elde edilmiş olması daha kesin sonuçlara ulaşmak için ayrıntılı ve moleküler düzeydeki uzun süreli araştırmalara gereksinim olduğunu göstermektedir. Çalışmamızın bu konuda yapılan araştırmalara katkı sunabileceğini düşünmekteyiz.

Teknolojinin hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olduğu herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir. Gelişen teknoloji sayesinde elektrikle çalışan cihazlar daha

ulaşılabilir olmuş ve hayatlarımızın her alanında yer edinmiştir. Evlerimizdeki kişisel ya da iş yerlerimizdeki kurumsal bilgisayarlar da buna örnek gösterilebilir. Bütün elektrikli cihazların olduğu gibi bu bilgisayarlar ekranları da vrelerinde manyetik alan oluşturur. Bu bakımdan istesek de istemesek de bilgisayar başında olduğumuz her an elektromanyetik radyasyona maruz kalmaktayız. nemli olan bu maruziyeti en az seviyelere indirmek için gereken tedbirleri almaktır.



## 7. KAYNAKLAR

- Ahmed, M.H., Ghatge, M.S., Safo, M.K. 2020. Hemoglobin: structure, function and allostery, Vertebrate and invertebrate respiratory proteins, lipoproteins other body fluid proteins, 345-382.
- Akbay, G.D. 2020. Sirkadiyen ritim ve obezite, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5 (2), 83-90.
- Akbulut, H. (2016), "Melatonin Yoksunluğun Sepsiste Serum Prokalsitonin, Total Oksidan ve Antioksidan Status ile Lökosit, Crp ve Malondialdehit Düzeyleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması", Yüksek Lisans, *Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Selçuk Üniversitesi, Konya, 59.
- Akinci, E., Orhan, F.Ö. 2016. Sirkadiyen Ritim Uyku Bozuklukları: Circadian Rhythm Sleep Disorders, Psikiyatride Guncel Yaklaşımlar, 8 (2), 178.
- Alkis, M.E., Bilgin, H.M., Akpolat, V., Dasdag, S., Yegin, K., Yavas, M.C., Akdag, M.Z. 2019. Effect of 900-, 1800-, and 2100-MHz radiofrequency radiation on DNA and oxidative stress in brain, *Electromagnetic biology medicine*, 38 (1), 32-47.
- Alkış, M.E. (2017), "Cep Telefonlarından Yayınlanan Farklı Frekanslı Radyo Frekans Radyasyonunun Ratların Beyin Dokusundaki DNA Hasarı, Bazı Oksidan ve Antioksidan Enzimler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması ", Doktora, *Biyofizik Anabilim Dalı*, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 94.
- Altındağ, Ö.L., Kaplanoğlu, G.T., Aral, B.S., Seymen, C.M. 2017. Cep telefonu radyasyonunda melatonin'in testis dokusunda olası koruyucu etkisi, *Dicle Tıp Dergisi*, 44 (1), 71-80.
- Aslan, M. (2020), "Sağlıklı insanlarda tam kan sayım parametreleri olan ortalama trombosit hacmi (MPV), ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve eritrosit dağılım genişliğinin (RDW) yaş, cinsiyet ve kan grubuna göre değişkenliğinin incelenmesi", *Uzmanlık Tezi, Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı*, Fırat Üniversitesi, Elazığ, 46.
- Atakır, K., Özevci, G., Ceyhan, B. 2022. Elektromanyetik Radyasyon ve İnsan Sağlığına Etkileri, *Environmental Toxicology Ecology*, 2 (1), 9-21.
- Atmaca, G., 2012, Elektrik dipolü ve su molekülü [online], <http://www.kuark.org/2012/11/elektrik-dipolu-ve-su-molekulu/> [Erişim Tarihi: 17 Kasım 2022].
- Bagher, A.M., Vahid, M., Mohsen, M. 2014. Introduction to radioactive materials, *International Journal of Renewable Sustainable Energy*, 3 (3), 59-67.
- Balci, M., Namuslu, M., Devrim, E., Durak, İ. 2009. Effects of computer monitor-emitted radiation on oxidant/antioxidant balance in cornea and lens from rats, *Molecular vision*, 15, 2521.
- Belliemi, C.V., Tei, M., Iacoponi, F., Tataranno, M.L., Negro, S., Proietti, F., Longini, M., Perrone, S., Buonocore, G. 2012. Is newborn melatonin production influenced by magnetic fields produced by incubators?, *Early human development*, 88 (8), 707-710.

- Belpomme, D., Hardell, L., Belyaev, I., Burgio, E., Carpenter, D.O. 2018. Thermal and non-thermal health effects of low intensity non-ionizing radiation: An international perspective, *Environmental pollution*, 242, 643-658.
- Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S., Yee, R.W. 2005. Computer vision syndrome: a review, *Survey of ophthalmology*, 50 (3), 253-262.
- Burch, J.B., Reif, J.S., Noonan, C.W., Yost, M.G. 2000. Melatonin metabolite levels in workers exposed to 60-Hz magnetic fields: work in substations and with 3-phase conductors, *Journal of occupational environmental medicine*, 136-142.
- Cesareo, R. 2000. X-ray physics: Interaction with matter, production, detection, *La Rivista del Nuovo Cimento*, 23 (7), 1-231.
- Cherry, N.J. 2002. EMF/EMR reduces melatonin in animals and people, *Lincoln University Journal*, 14.
- Coşkun, Ö. 2011. İyonize radyasyonun biyolojik etkileri, *Teknik Bilimler Dergisi*, 1 (2), 13-17.
- Curtin, J.F., Donovan, M., Cotter, T.G. 2002. Regulation and measurement of oxidative stress in apoptosis, *Journal of immunological methods*, 265 (1-2), 49-72.
- Çelik, F. (2020), "Hematokrit değerleri ile eritrosit sedimentasyon hızı arasındaki ilişkinin in vitro araştırılması", Yüksek Lisans, *Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Kafkas Üniversitesi, Kars, 25.
- Çerezci, O., Yener, Ş.Ç., 2016, Çevremizdeki Elektromanyetik Kirlilik ve Sağlığımıza Etkileri, *3rd International Symposium on Environment and Morality (ISEM2016) 4-6 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey*.
- Çimen, B., Erdoğan, M., Oğul, R. 2017. İyonlaştırıcı radyasyon ve korunma yöntemleri, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 43 (2), 139-147.
- Daşdağ, S. 2010. İyonlaştırıcı radyasyonlar ve kanser, *Dicle Tıp Dergisi*, 37 (2).
- Daşdağ, S., Sert, C., Akdağ, Z., Batun, S. 2002. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on hematologic and immunologic parameters in welders, *Archives of medical research*, 33 (1), 29-32.
- Davis, S., Mirick, D.K., Chen, C., Stanczyk, F.Z. 2006. Effects of 60-Hz magnetic field exposure on nocturnal 6-sulfatoxymelatonin, estrogens, luteinizing hormone, and follicle-stimulating hormone in healthy reproductive-age women: results of a crossover trial, *Annals of epidemiology*, 16 (8), 622-631.
- De Oliveira, S., Saldanha, C. 2010. An overview about erythrocyte membrane, *Clinical hemorheology microcirculation*, 44 (1), 63-74.
- Demiriz, M. (2013), "Farkli Dinlenme Aralıklarında Yapılan Anaerobik İnterval Antrenmanın, Aerobik Kapasite, Anaerobik Eşik ve Kan Parametrelerine Etkilerinin Karşılaştırılması ", Yüksek Lisans, *Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı*, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 63.
- Doğan, C. 2021. Evden Çalışmada Sirkadiyen Aydınlatmanın Çalışma Verimliliğine Etkisi, *Mimarlık ve Yaşam*, 6 (2), 519-528.
- Figueiro, M.G., Wood, B., Plitnick, B., Rea, M.S. 2011. The impact of light from computer monitors on melatonin levels in college students, *Neuroendocrinology Letters*, 32 (2), 158-163.

- Gajšek, P., Ravazzani, P., Grellier, J., Samaras, T., Bakos, J., Thuróczy, G. 2016. Review of studies concerning electromagnetic field (EMF) exposure assessment in Europe: Low frequency fields (50 Hz–100 kHz), *International journal of environmental research public health*, 13 (9), 875.
- Gooley, J.J., Saper, C.B. 2005. Anatomy of the mammalian circadian system. in: *Principles and practice of sleep medicine*, Elsevier, pp. 335-350.
- Güntürk, M. (2021), "İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları ile çalışan sağlık personelinde iş sağlığı ve iş güvenliği ile radyasyon bilgi ve farkındalığının ölçülmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 41.
- Halgamuge, M.N. 2012. Pineal melatonin level disruption in humans due to electromagnetic fields and ICNIRP limits, *Radiation Protection Dosimetry*, 154 (4), 405-416.
- Hardeland, R., Pandi-Perumal, S., Cardinali, D.P. 2006. Melatonin, *The international journal of biochemistry cell biology*, 38 (3), 313-316.
- Harrington, D.M., Ioannidou, E., Davies, M.J., Edwardson, C.L., Gorely, T., Rowlands, A.V., Sherar, L.B., Staiano, A.E. 2021. Concurrent screen use and cross-sectional association with lifestyle behaviours and psychosocial health in adolescent females, *Acta Paediatrica*, 110 (7), 2164-2170.
- Hata, K., Yamaguchi, H., Tsurita, G., Watanabe, S., Wake, K., Taki, M., Ueno, S., Nagawa, H. 2005. Short term exposure to 1439 MHz pulsed TDMA field does not alter melatonin synthesis in rats, *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society*, 26 (1), 49-53.
- Hayashi, S., Kakikawa, M. 2021. Exposure to 60 Hz magnetic field can affect membrane proteins and membrane potential in human cancer cells, *Electromagnetic Biology Medicine*, 40 (4), 459-466.
- Hossmann, K.A., Hermann, D. 2003. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system, *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society*, The Society for Physical Regulation in Biology Medicine, The European Bioelectromagnetics Association, 24 (1), 49-62.
- Israel, M., Zaryabova, V., Ivanova, M. 2013. Electromagnetic field occupational exposure: Non-thermal vs. thermal effects, *Electromagnetic biology medicine*, 32 (2), 145-154.
- Jelodar, G., Nazifi, S., Nuhraresh, M. 2011. Effect of electromagnetic field generated by BTS on hematological parameters and cellular composition of bone marrow in rat, *Comparative Clinical Pathology*, 20 (6), 551-555.
- Kang, K.A., Lee, H.C., Lee, J.-J., Hong, M.-N., Park, M.-J., Lee, Y.-S., Choi, H.-D., Kim, N., Ko, Y.-G., Lee, J.-S. 2014. Effects of combined radiofrequency radiation exposure on levels of reactive oxygen species in neuronal cells, *Journal of radiation research*, 55 (2), 265-276.
- Kara, F. (2020), "İyonize Radyasyonla Çalışan Sağlık Personelinin Mesleki Radyasyon Risk Algısı ve İş Güvenliği Yönünden İncelenmesi", Yüksek Lisans, *Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı* Selçuk Üniversitesi, Konya, 130.
- Khalil, O. 2017. Theoretical Atomic Model and the Theory of Everything, *International Journal of Physics*, 5 (3), 87-91.

- Kıvrak, E.G., Yurt, K.K., Kaplan, A.A., Alkan, I., Altun, G. 2017. Effects of electromagnetic fields exposure on the antioxidant defense system, *Journal of microscopy ultrastructure*, 5 (4), 167-176.
- Köklü, N. (2006), "Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri ve Tıpta Uygulama Alanları ", Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü Selçuk Üniversitesi, Konya*, 74.
- Kumar, V., Kotnala, D., Kalra, J., Pant, B. 2019. Effects of computer/laptop screen radiation on human beings, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8, 97-100.
- Kutlu, H., Avci, E., Özyurt, F. 2020. White blood cells detection and classification based on regional convolutional neural networks, *Medical hypotheses*, 135, 109472.
- L'Annunziata, M.F. 2020. The atomic nucleus, nuclear radiation, and the interaction of radiation with matter. in: *Handbook of Radioactivity Analysis*, Elsevier, pp. 1-243.
- Lantow, M., Lupke, M., Frahm, J., Mattsson, M.O., Kuster, N., Simko, M. 2006. ROS release and Hsp70 expression after exposure to 1,800 MHz radiofrequency electromagnetic fields in primary human monocytes and lymphocytes, *Radiation and Environmental Biophysics*, 45 (1), 55-62.
- Lim, J.-H., McCullen, S.D., Piedrahita, J.A., Lobo, E.G., Olby, N.J. 2013. Alternating current electric fields of varying frequencies: effects on proliferation and differentiation of porcine neural progenitor cells, *Cellular Reprogramming*, 15 (5), 405-412.
- Magiera, A., Solecka, J. 2020. Radiofrequency electromagnetic radiation from Wi-fi and its effects on human health, in particular children and adolescents. Review, *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 71 (3).
- Mba, C., Afza, R., Shu, Q. 2012. Mutagenic radiations: X-rays, ionizing particles and ultraviolet. in: *Plant mutation breeding and biotechnology*, CABI Wallingford UK, pp. 83-90.
- Meenambiga, S.S., Sakthiselvan, P., Hari, S., Umair, D. 2022. Nanotechnology for blood test to predict the blood diseases/blood disorders. in: *Nanotechnology for Hematology, Blood Transfusion, and Artificial Blood*, Elsevier, pp. 285-311.
- Mega Tiber, P., İnhan Garip, A. 2008. The effect of extremely low frequency magnetic fields on membrane potential of lymphocytes, *Marmara Medical Journal*, 21, 238-246.
- Miah, T., Kamat, D. 2017. Current understanding of the health effects of electromagnetic fields, *Pediatric annals*, 46 (4), e172-e174.
- Mohril, S., Sankhla, M., Sonone, S. 2020. Adverse impacts of mobile phone tower radiation on human health, *International Journal of Radiology & Radiation Therapy*, 7 (5), 163-166.
- Morishima, Y., Chida, K., Katahira, Y., Seto, H., Chiba, H., Tabayashi, K. 2016. Need for radiation safety education for interventional cardiology staff, especially nurses, *Acta cardiologica*, 71 (2), 151-155.
- Natale, G., Bocci, G., Ribatti, D. 2017. Scholars and scientists in the history of the lymphatic system, *Journal of anatomy*, 231 (3), 417-429.

- Nyitamen, D. 2008. Electromagnetic Radiation Emission From Computer Monitors, *Academy Journal of Science Engineering*, 5 (1), 80-85.
- Ongel, K., Gumral, N., Ozguner, F. 2009. The potential effects of electromagnetic field: a review, *Cell Membranes Free Radical Research*, 1 (3), 85-89.
- Önlü, M.V. (2022), "Diyarbakır İl Merkezindeki Yoğun Yaşam Ortamlarında Yüksek Frekanslı Elektromanyetik Alanların ve Kaynaklarının Araştırılması ", Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 73.
- Özbolat, G., Yenilmez, E.D., Abdulah, T. 2014. İnsan Lökosit Antijenleri, Yapı ve İşlevleri, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 23 (3), 387-397.
- Özçelik, F., Erdem, M., Bolu, A., Gülsün, M. 2013. Melatonin: general features and its role in psychiatric disorders, *Current Approaches in Psychiatry*, 5 (2), 179-203.
- Palm, P., Risberg, E.H. 2007. Computer use, neck and upper-extremity symptoms, eyestrain and headache among female and male upper secondary school students, *Scandinavian Journal of Work, Environment Health*, 3, 33.
- Panagopoulos, D.J., Karabarounis, A., Margaritis, L.H. 2002. Mechanism for action of electromagnetic fields on cells, *Biochemical biophysical research communications*, 298 (1), 95-102.
- Phillips, J.L., Singh, N.P., Lai, H. 2009. Electromagnetic fields and DNA damage, *Pathophysiology*, 16 (2-3), 79-88.
- Polat, Ö. (2016), "Elektromanyetik Radyasyonun İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri Doğrultusunda İncelenmesi ", Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 83.
- Redlarski, G., Lewczuk, B., Żak, A., Koncicki, A., Krawczuk, M., Piechocki, J., Jakubiuk, K., Tojza, P., Jaworski, J., Ambroziak, D. 2015. The influence of electromagnetic pollution on living organisms: historical trends and forecasting changes, *BioMed research international*, 2015.
- Reiter, R.J., Mayo, J.C., Tan, D.X., Sainz, R.M., Alatorre-Jimenez, M., Qin, L. 2016. Melatonin as an antioxidant: under promises but over delivers, *Journal of pineal research*, 61 (3), 253-278.
- Rodriguez, C., Mayo, J.C., Sainz, R.M., Antolín, I., Herrera, F., Martín, V., Reiter, R.J. 2004. Regulation of antioxidant enzymes: a significant role for melatonin, *Journal of pineal research*, 36 (1), 1-9.
- Sabagh, M., Chaparian, A. 2019. Evaluation of Blood Parameters of the Medical Radiation Workers, *Iranian Journal of Medical Physics*, 16 (6), 439-443.
- Sage, C., Burgio, E. 2018. Electromagnetic fields, pulsed radiofrequency radiation, and epigenetics: how wireless technologies may affect childhood development, *Child development*, 89 (1), 129-136.
- Sani, A., Labaran, M., Dayyabu, B. 2018. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on hematological and biochemical parameters in male albino rats, *European Journal of Experimental Biology*, 8 (2), 11.
- Santini, R., Messagier, R., Claustrat, B., Fillion-Robin, M., Youbicier-Simo, B. 2003. Video screen exposure and 6-sulfatoxymelatonin urinary excretion in women, *Pathologie-biologie*, 51 (3), 143-146.

- Saruhan, B.G., Dereli, S. 2014. Lenfosit Çeşitleri ve İmmun Sistemdeki Görevleri, Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi (1), 41-48.
- Saygıdeğer, Y., Candevir, A.U., Özkan, H., Kömür, S., Demir, M.S. 2021. Covid-19 hastalarında Eozinofil/Lenfosit ve D-Dimer/Fibrinojen oranlarının hastalık seyri ile ilişkisi, Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 14 (2), 307-319.
- Selmaoui, B., Touitou, Y. 1995. Sinusoidal 50-Hz magnetic fields depress rat pineal NAT activity and serum melatonin. Role of duration and intensity of exposure, Life sciences, 57 (14), 1351-1358.
- Selvi, Y., Aydin, A., Gumrukcuoglu, H.A., Gulec, M., Besiroglu, L., Ozdemir, P.G., Kilic, S. 2011. Dream anxiety is an emotional trigger for acute myocardial infarction, Psychosomatics, 52 (6), 544-549.
- Storz, J.F., 2018, Hemoglobin: insights into protein structure, function, and evolution, *Oxford University Press*,
- Şahin, H. (2019), "Sedanter Bayanlarda Farklı Egzersiz Türlerinin Melatonin ve Serotonin Hormonlarına Etkisi", Yüksek Lisans, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı*, Ömer Halis Demir Üniversitesi, Niğde, 98.
- Şenlik, Z. (2010), "Ankara'da bir üniversite hastanesinde iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları ile çalışan sağlık çalışanlarında iyonlaştırıcı radyasyonun olası sağlık etkilerinin belirlenmesi", Uzmanlık Tezi, *Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 96.
- Tang, F.R., Loganovsky, K. 2018. Low dose or low dose rate ionizing radiation-induced health effect in the human, Journal of environmental radioactivity, 192, 32-47.
- Tang, L.-S., Fan, Z.-X., Tian, X.-F., He, S.-M., Ji, C., Chen, A.-Q., Ren, D.-L.J.C.I. 2022. The influences and regulatory mechanisms of magnetic fields on circadian rhythms, 39 (10), 1307-1319.
- Taqi, A.H., Faraj, K.A., Zaynal, S.A., Hameed, A.M., Mahmood, A.-A.A. 2018. Effects of occupational exposure of x-ray on hematological parameters of diagnostic technicians, Radiation Physics Chemistry, 147, 45-52.
- Tayman, C., Özmen, S., Badur, S., Arslan, Z. 2010. Üst solunum yolu infeksiyonları ile tetiklenen akut astım ataklarında viral etkenler, kan eozinofil sayısı, ECP değeri, ECP/eozinofil oranları, Asthma Allergy Immunology, 8 (1), 13-22.
- Türkkan, A., Kayıhan, P. 2009. Çok düşük frekanslı elektromanyetik radyasyon ve sağlık etkileri, Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 14 (2).
- Ulusoy, M., Musa, A., ZARARSIZ, İ. 2014. Lenfatik sistem ve klinik önemi, Kocatepe Tıp Dergisi, 15 (3), 365-370.
- Usman, A., Ahmad, W., Ab Kadir, M., Mokhtar, M., Ariffin, R. 2012. Effect of radiofrequency electromagnetic field exposure on hematological parameters of mice, World applied sciences journal, 16 (5), 656-664.
- Uthman, M., Shaibu, F.E., Najashi, G., Labran, I., Sadiq, A. 2020. 5G Radiation and COVID-19: The Non-Existent Connection, International Journal of Research in Electronics Computer Engineering, 8 (2), 34-38.
- Van Bladel, J.G., 2007, Electromagnetic fields, *John Wiley & Sons*,

- Vecchia, P. 2007. Exposure of humans to electromagnetic fields. Standards and regulations, *Annali Istituto Superiore Di Sanita*, 43 (3), 260.
- Von Tempelhoff, G.-F., Schelkunov, O., Demirhan, A., Tsikouras, P., Rath, W., Velten, E., Csorba, R. 2016. Correlation between blood rheological properties and red blood cell indices (MCH, MCV, MCHC) in healthy women, *Clinical hemorheology microcirculation*, 62 (1), 45-54.
- Wei, S., Xiaobin, X., Hong, Z., Chuanxiang, X. 2008. Effects of dipole polarization of water molecules on ice formation under an electrostatic field, *Cryobiology*, 56 (1), 93-99.
- Wood, A.W., Loughran, S.P., Stough, C. 2006. Does evening exposure to mobile phone radiation affect subsequent melatonin production?, *International journal of radiation biology*, 82 (2), 69-76.
- Yaren, H., Karayılanoğlu, T. 2005. Radyasyon ve insan sağlığı üzerine etkileri, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 4 (4), 199-208.
- Yavaş, M.C., Akpolat, V., Deveci, E., BİLGİN, H.M., Kaplan, İ., SEKER, U., YİLDİZ, İ., ALKİS, E., Çelik, M.S., Akdağ, M.Z. 2018. Determining the effect of an electromagnetic field generated by a high voltage power line on rat spermatogonia cells, *Dicle Tıp Dergisi*, 45 (4), 447-461.
- Zakerian, S.A., Subramaniam, I.D. 2009. The relationship between psychosocial work factors, work stress and computer-related musculoskeletal discomforts among computer users in Malaysia, *International journal of occupational safety ergonomics*, 15 (4), 425-434.
- Zorlu, E. (2015), "Haberleşme Sistemlerinin Yayıdığı Elektriksel Alandan Kaynaklanan Elektromanyetik Radyasyon (Emr) ve İnsan Sağlığı", Yüksek Lisans, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Ankara, 92.

## 8. EKLER

### EK-1 Kişisel Anket Formları



MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ  
KURULU

#### ANKET

Sevgili Katılımcı,

“Bilgisayar Ekranının Neden Olduğu Elektromanyetik Radyasyonun İnsan Kanının Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerindeki Etkisi” **başlıklı** bu araştırma, Muş Alparslan Üniversitesi Öğretim Üyesi Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ ve Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri ABD. yüksek lisans öğrencisi Sefa YEŞİLBAŞ tarafından yapılmaktadır. Araştırma bilgisayar ekranı kaynaklı radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkisini aydınlatmak amacıyla planlanmıştır. Sizin yanıtlarınızdan elde edilecek sonuçlarla tahlil analizi planlanabilecektir. Bu nedenle soruların tümüne ve içtenlikle cevap vermeniz büyük önem taşımaktadır.

Araştırmaya katılmanız gönüllülük esasına dayalıdır. Bu form aracılığı ile elde edilecek bilgiler gizli kalacaktır ve sadece araştırma amacıyla (veya “bilimsel amaçlar için”) kullanılacaktır. Çalışmaya katılmayı tercih edebilirsiniz veya anketi doldururken istemezseniz son verebilirsiniz.

#### **Anket formuna adınızı ve sovadınızı yazmınız!**

**Sorular 12 bölümden oluşmaktadır.** Sizden beklenen bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan içtenlikle cevaplamamızdır.

Anketi yanıtladığınız için teşekkür ederiz.

Çalışma ile ilgili herhangi bir sorunuz olduğunda aşağıdaki kişiler ile iletişim kurabilirsiniz:

Mehmet Eşref ALKIŞ

Sefa YEŞİLBAŞ

Çalışmaya katılmayı kabul ediyorsanız aşağıdaki kutucuğu “X” ile işaretleyiniz ve devam ediniz.

Kabul ediyorum

**Tarih**



MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ  
KURULU

**ANKET**

Bu anket, Bilgisayar Ekranının Neden Olduğu Elektromanyetik Radyasyonun İnsan Kanının Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerindeki Etkilerini Araştırmak amacıyla yapılmıştır.

1. Kaç yaşındasınız? .....
2. Cinsiyetiniz K  E
3. Ne iş yapıyorsunuz? Çalıştığınız kurumda hangi birimde görev almaktasınız?  
.....
4. Sigara kullanıyor musunuz?  
A. Evet B. Hayır
5. Kan ile ilgili herhangi bir hastalığınız var mı?  
A. Evet B. Hayır
6. Düzenli olarak kullandığınız bir ilaç var mı?  
A. Evet B. Hayır
7. Bilgisayar kullanıyor musunuz?  
B. Evet B. Hayır
8. Bilgisayar ekranınız hangi marka / model?  
.....
9. Günlük ortalama kaç saat bilgisayar kullanıyorsunuz?  
A. 0-4 saat B. 8 saat ve fazlası C. Kullanmıyorum D.....
10. Kaç yıldır bilgisayar kullanıyorsunuz?  
.....
11. Bilgisayarı hangi amaçla kullanıyorsunuz?  
A. Çalıştığım kurum işleri ile ilgili B. Sosyal medya  
C. İnternette bilgiye ulaşma D. Oyun, Film vb. E. Hepsi
12. Kan ve/veya biyokimya tahlil sonuçlarımızı “Bilgisayar Ekranının Neden Olduğu Elektromanyetik Radyasyonun İnsan Kanının Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerindeki Etkileri” isimli araştırma için kullanabilir miyiz?  
A. Evet B. Hayır

KATILIMINIZ VE İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİZ

## EK-2 Muş Alparslan Üniversitesi etik kurul onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 26.11.2021-30730

T.C.  
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ  
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU

Toplantı Tarihi: 25.11.2021	Toplantı Sayısı: 12	Karar Sayısı: 42
<p>Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu, Kurul Başkanı Prof. Dr. Ekrem ALMAZ başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.</p> <p><b>KARAR-6:</b> Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Müdürlüğünün 27.10.2021 tarihli ve 27916 sayılı yazısı okundu ve ekleri incelendi.</p> <p>Yapılan incelemeler sonucunda; Üniversitemiz Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Müdürü Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Eşref ALKIŞ'ın sorumlu araştırmacısı olduğu "Bilgisayar ekranının neden olduğu elektromanyetik radyasyonun insan kanının bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreleri üzerindeki etkisi" isimli projesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından <b>uygun görülmüş</b> olup, durumun Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Müdürlüğüne bildirilmesine,</p> <p style="text-align: center;">Oy birliği ile karar verildi.</p>		
<p><b>BAŞKAN</b> (e-imzalıdır) Prof. Dr. Ekrem ALMAZ Kurul Başkanı</p>		
<p>ÜYE (e-imzalıdır) Doç. Dr. Sedat KARDAŞ Fen Edebiyat Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-imzalıdır) Doç. Dr. Mehmet SALMAZZEM İslami İlimler Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-imzalıdır) Doç. Dr. Bünyamin SARIKAYA Eğitim Fakültesi Öğr. Üyesi</p>
<p>ÜYE (e-imzalıdır) Dr. Öğr. Üyesi Hasan TASALI SBF Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-imzalıdır) Dr. Öğr. Üyesi Demet DENİZ YILMAZ Eğitim Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-imzalıdır) Dr. Öğr. Üyesi Recep YILMAZ İİF Öğr. Üyesi</p>
<p>ÜYE (e-imzalıdır) Dr. Öğr. Üyesi Necmettin ÇİFTÇİ Sağlık Hizmetleri MYO Öğr. Üyesi</p>	<p>ÜYE (e-imzalıdır) Dr. Öğr. Üyesi Bolat GÜNDÜZ Spor Bilimleri Fakültesi Öğr. Üyesi</p>	

**MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ**  
**BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU DEĞERLENDİRME FORMU**

<b>Araştırmanın Başlığı:</b>	“Bilgisayar ekranının neden olduğu elektromanyetik radyasyonun insan kanının bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreleri üzerindeki etkisi” adlı çalışma.
<b>Başvuru Formunun Etik Kurula geldiği tarih:</b>	27.10.2021
<b>Başvuru Formunun Etik Kurulda incelendiği tarih:</b>	25.11.2021
<b>Karar tarihi</b>	25.11.2021

**SONUÇ**

1.	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul
2.	<input type="checkbox"/> Düzeltme gereklidir: Etik sorun olabilecek sorular/maddeler, süreçler ya da unsurlar bulunmaktadır. Açıklama:
3.	<input type="checkbox"/> Red Gerekçe, Görüş, Tavsiye ve Açıklamalar:

Başvuru dosyasının incelenmesinde hazır bulunan ve araştırmayla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkisi bulunmayan Etik Kurul başkan ve üyelerinin ad soyad ve imzaları.

Başkan  
**(e-imzalıdır)**  
Prof. Dr. Ekrem ALMAZ

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Doç. Dr. Sedat KARDAŞ

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Doç. Dr. Mehmet SALMAZZEM

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Doç. Dr. Bünyamin SARIKAYA

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Dr. Öğr. Üyesi Hasan TASALI

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Dr. Öğr. Üyesi Demet DENİZ YILMAZ

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Dr. Öğr. Üyesi Recep YILMAZ

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Dr. Öğr. Üyesi Necmettin ÇİFTÇİ

Üye  
**(e-imzalıdır)**  
Dr. Öğr. Üyesi Bolat GÜNDÜZ