

**İSTANBUL ESENYURT ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ DERGİSİ**



***ISTANBUL ESENYURT UNIVERSITY  
JOURNAL OF HEALTH SCIENCES***

***2024, Cilt / Volume: 2, Sayı / Issue: 2***

ISSN: 3023-5049

**İstanbul Esenyurt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi**  
**Istanbul Esenyurt University Journal of Health Sciences**  
*Hakemli Akademik Dergi / Peer Reviewed Academical Journal*

Yılda üç kez yayınlanır / Published three times a year

2024, Cilt / Volume: 2, Sayı / Issue: 2

ISSN: 3023-5049

**İMTİYAZ SAHİBİ/ PRİVİLİGE OWNER**

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

**BAŞ EDITÖR/EDITOR-IN-CHIEF**

Prof. Dr. Orhan BAT

**EDİTÖR YARDIMCISI / ASSISTANT EDITOR**

Prof. Dr. Gıyasettin BAYDAŞ

**DİL EDİTÖRLERİ/ LANGUAGE EDITORS**

Dr. Öğr. Üyesi Bahar TAYMAZ/ Dr. Öğr. Üyesi Bora Kazım BÖLEK

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

Prof. Dr. Gıyasettin BAYDAŞ	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan BAT	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Prof. Dr. Ali UZUNKÖY	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Prof. Dr. Victor S. NEDZVETSKY	Oles Honchar Dnipro National University
Doç. Dr. Merve UCA	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Burak ERİM	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Serdar SONCELEY	İstanbul Esenyurt Üniversitesi

**YAYIN İDARE MERKEZİ / PUBLICATION OFFICE**

Zafer Mah. Adile Naşit Bulv. No:1 Esenyurt İstanbul / Türkiye

+ (90) 212 444 9 123 + (90) 212 444 9 123

iesujhs@esenyurt.edu.tr

**Yayın Tarihi / Published on:** 23.08.2024

Dergide yayınlanan makalelerin bilim, içerik ve dil bakımından sorumluluğu yazarlarına aittir. Dergide yayınlanan makaleler kaynak gösterilmeden kullanılamaz. Yayın Kurulu, yayınlanan makalelerde, konu ile ilgili en yüksek etik ve bilimsel standartlarda olması ve ticari kaygı taşıması şartını gözetir.

The responsibility in terms of science, content and language of the articles published in the journal belongs to their authors. Articles published in the journal cannot be used without citation. In the published articles, the Editorial Board observes the highest ethical and scientific standards in relation to the issue and the requirement not to bear commercial concern.

### **AMAÇ VE KAPSAM**

İstanbul Esenyurt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi yılda üç kez yayınlanan, hakemli, açık erişimli elektronik akademik bir dergidir. Dergi yılda üç sayı olarak (Nisan – Ağustos- Aralık) elektronik ortamda yayınlanır. Derginin dili Türkçe olmakla birlikte İngilizce makalelere de yer verilir. Dergide akademisyenlerin yanı sıra uzman araştırmacıların makaleleri de değerlendirilir.

Dergide yayınlanan makaleler ilgili makaleye atıf yapılmaksızın kullanılamaz.

Dergide yayınlanan makalelerin bilim, içerik ve dil bakımından sorumluluğu yazarlarına aittir.

### **AIM AND CONTENT**

Istanbul Esenyurt University Journal of Health Sciences is a peer-reviewed, open-access electronic academic journal published three times a year (April – August – December). While the language of the journal is Turkish, English articles are also accepted. In addition to academics, articles from expert researchers are also considered for publication. Articles published in the journal cannot be used without citation to the relevant article. Authors are responsible for the scientific, content, and linguistic accuracy of the articles published in the journal.

## ***DANIŐMA KURULU / ADVISORY COMMITTEE***

Prof. Dr. Gıyasettin BAYDAŞ	AltınbaŐ Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan BAT	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Prof. Dr. Ali UZUNKÖY	Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Serkan ULUDAĞ	İstanbul Esenyurt Üniversitesi
Prof. Dr. Gülđen OMURTAG	Marmara Üniversitesi
Prof. Dr. Doğaç Niyazi ÖZÜÇELİK	İstanbul Üniversitesi CerrahpaŐa
Prof. Dr. Özer ERGÜN	İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer ÇETİN	İstanbul Rumeli Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet Zeki ŐENGÜL	Medipol Üniversitesi
Prof. Dr. AyŐe KAYPMAZ	Beykent Üniversitesi
Prof. Dr. Serdal SEVEN	İstanbul Üniversitesi CerrahpaŐa
Doç. Dr. Halime Pulat DEMİR	Beykent Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet Emin GÜNEŞ	İstanbul Esenyurt Üniversitesi

## ***Bu Sayının Hakemleri / Reviewers of This Issue***

Prof.Dr. İhsan GÜNGÖR ŞAT

Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Bora K. BÖLEK

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Demet BİÇKİ

İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk YAŞAR

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ülkü ÇOBAN

Yalova Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim BİNİCİ

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Burcu ÇAKMAK SANCAR

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Eda GÖKÇELİK

İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Burak ERİM

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

THE İMPACT OF THE İSRAELİ WAR ON CARDİOVASCULAR DİSEASE İN GAZA STRİP <b>Mohammed HABİB</b>	7-13
RETROSPECTİVE EVALUATİON OF THE EFFECT OF MUSCLE SHORTNESS, BODY MASS İNDEX AND GENDER ON POSTURE İN UNİVERSİTY STUDENTS <b>Emine AYTİŞ, Muhsin ÖZTÜRK, Ömer ÖNDER, Şeyda YILDIZ</b>	14-43
Heterocyclic Aromatic Amines in Chicken Products <b>Adem SAVAŞ</b>	44-51
THE EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON THE CARDİOVASCULAR SYSTEM <b>Merve UCA Hamdi ÖZİVGEN</b>	52-61
ELEKTROMANYETİK RADYASYON MARUZİYETİNİN ERKEK ÜREME SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİSİ <b>Ömer Serdar SONCELEY, İrfan AYDIN, Vesile KÜÇÜK, Fazıl SABUNCUOĞLU</b>	62-76

## THE İMPACT OF THE İSRAELI WAR ON CARDIOVASCULAR DISEASE IN GAZA STRIP

Mohammed Habib<sup>1</sup>

### Background

Because of the Israel's war started at 7 October 2023 and after 18 years restricted Gaza-strip siege from 2007, the healthcare system of Gaza was destroyed by Israeli attacks on hospitals and health facilities, killing of healthcare workers, and blockade of medical supplies from entering Gaza. The resulting collapse of the healthcare system was part of a broader humanitarian crisis in the Gaza Strip caused by the war. In this study we assess the impact of Israeli military operation of Gaza on cardiovascular disease.

### Methods

We evaluate the number of cardiology department, cardiac surgery department and cardiac catheterization laboratory were destroyed after Israeli attack on Gaza and we compare the number of cardiovascular procedures (average daily percutaneous coronary intervention and cardiac operation) and daily total mortality rate in the first 230 days after 7 October 2023 and 230 days before 7 October 2023 in Gaza Strip

### Result

After 230 days from 7 October 2023. A 3 from 4 (75%) cardiology department were destroyed, the only one cardiac catheterization laboratory from 6 still working (17%) and only one cardiac surgery department from 4 (25%) still working. Israel's military is killing 35,903 Palestinians at an average rate of 156 people a day, the total coronary angiography and/or PCI for 230 days was 89 cases and no cardiac surgery operation for coronary artery disease or valve was done.

Before 230 days before 7 October; The daily total coronary angiography and/or PCI was 16 cases per a day and 1.5 operation cardiac surgery, and the daily death rate was 14 cases.

### Conclusion

After 7 October 2023, The Israeli army killed over 1.5% of the Gaza's population, but the total death estimate that up to 186000 or even more effect more than 8% of the Gaza's population, the cardiac catheterization and cardiac surgery procedures were dramatically decreased because of most of cardiology department, cardiac catheterization laboratory and cardiac surgery departments are completely destroyed. And most of cardiologist were dead or injured or migrated to another countries.

**Key words;** Cardiovascular Disease, Mortality Rate, Gaza

1 Head of cardiology Department- Alshifa Hospital - Gaza- Palestine

Address for Correspondence / Yazışma Adresi: Head of cardiology Department- Alshifa Hospital - Gaza- Palestine

E-posta / E-mail: yazarın mail adresi: cardiomohammad@yahoo.com

Telif Hakkı 2022 İstanbul Esenyurt Üniversitesi. Makale metnine <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2021 by İstanbul Esenyurt University - Available on-line at web site <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr>

## Özet

İsrail'in 7 Ekim 2023'teki askeri operasyonu ve 2007'den bu yana Gazze kuşatmasının 18 yıl kısıtlanması nedeniyle, Gazze'nin sağlık sistemi İsrail'in hastanelere ve sağlık tesislerine yönelik saldırıları, sağlık çalışanlarının öldürülmesi ve tıbbi malzemelerin Gazze'ye girmesinin engellenmesiyle yok edildi. Sağlık sisteminin çökmesi, savaşın neden olduğu Gazze Şeridi'ndeki daha geniş bir insani krizin parçasıydı. Bu makalede, İsrail'in Gazze'ye yönelik askeri operasyonunun kardiyovasküler hastalık üzerindeki etkisini değerlendiriyoruz.

## Yöntem

İsrail'in Gazze'ye saldırısından sonra yok edilen kardiyoloji bölümü, kalp cerrahisi bölümü ve kalp kateterizasyon laboratuvarı sayısını değerlendiriyoruz ve 7 Ekim 2023'ten sonraki ilk 230 günde ve 7 Ekim 2023'ten önceki 230 günde Gazze Şeridi'ndeki kardiyovasküler prosedürlerin (ortalama günlük perkütan koroner girişim ve kalp ameliyatı) sayısını ve günlük toplam ölüm oranını karşılaştırıyoruz.

## Sonuç

7 Ekim 2023'ten itibaren 230 gün sonra. 4'ten 3'ü (75%) kardiyoloji bölümü yok edildi, 6'sından sadece bir kardiyak kateterizasyon laboratuvarı hala çalışıyor (17%) ve 4'ünden sadece bir kardiyak cerrahi bölümü hala çalışıyor (25%). İsrail ordusu günde ortalama 156 kişi olmak üzere 35.903 Filistinliyi öldürüyor, 230 gün boyunca toplam koroner anjiyografi ve/veya PCI vaka sayısı 89'du ve koroner arter hastalığı veya kapakçık için hiçbir kardiyak cerrahi operasyonu yapılmadı. 7 Ekim'den önceki 230 günden önce; Günlük toplam koroner anjiyografi ve/veya PCI vaka sayısı günde 16 ve 1,5 kardiyak cerrahi operasyonu ve günlük ölüm oranı 14 vakaydı.

## Sonuç

7 Ekim 2023'ten sonra İsrail ordusu Gazze nüfusunun %1,5'inden fazlasını öldürdü, ancak toplam ölüm tahmini 186000'e kadar veya daha da fazla Gazze nüfusunun %8'inden fazlasını etkiledi, kardiyak kateterizasyon ve kardiyak cerrahi prosedürleri önemli ölçüde azaldı çünkü kardiyoloji bölümü, kardiyak kateterizasyon laboratuvarı ve kardiyak cerrahi bölümlerinin çoğu tamamen yıkıldı. Ve kardiyologların çoğu öldü veya yaralandı veya başka ülkelere göç etti.

**Anahtar kelimeler;** Kardiyovasküler Hastalık, Ölüm Oranı, Gazze

## INTRODUCTION

The Gaza Strip is about 365 square kilometers and contains 2.3 million people, making it one of the world's most densely populated regions. The narrow area of land is located on the coast of the Mediterranean Sea. Gaza has a southern border crossing with Egypt, and the border separating Gaza and Israel is Ariz.

In recent Israeli military operation, such indirect deaths range from three to 15 times the number of direct deaths. Applying a conservative estimate of four indirect deaths per one direct death (1), it is not implausible to estimate that up to 186000 or even more deaths could be attributable to the current conflict in Gaza. Using the 2022 Gaza Strip population estimate of 2 375 259, this would translate to 7.9% of the total population in the Gaza Strip (2)

## HEALTH SERVICES IN GAZA

Four main sectors supervise the provision of health services in Gaza: the government Ministry

### The Palestinian population in Gaza

The most Palestinian population is young; more than One-third of the Population is Less than 15 Years. The percentage of individuals aged (0-14) years constituted 41% in Gaza Strip. The percentage of elderly population aged (65 years and above) at the end of 2022 reached 3% in Gaza Strip).



## **The prevalence of chronic diseases**

The percentage of individuals aged 18 years and above with at least one chronic disease has increased slightly over the past decade, reaching about 20% in 2021. The prevalence of chronic diseases increases with age, where data showed that more than two-thirds of the elderly in Palestine in 2021 suffer from at least one chronic disease. This percentage varied greatly between males and females, reaching 66% and 76%, respectively. Mental health is a basic human right.” Data of the Psychological Conditions Survey in 2022 showed that more than half of the individuals aged 18 years and above in Palestine suffer from depression, with the percentage reached 71% in Gaza strip.

## **Cardiology Department resources**

Of Health hospitals, UNRWA, NGOs and the private sector. These sectors played a complementary role in improving health services and the health situation in Gaza over the past decade. In the last of 2021 total 35 hospitals with total number of hospital beds 3,026 in Gaza Strip  
There are 4 cardiology departments in Gaza Strip

### **PCI resources**

There are 6 percutaneous coronary intervention (PCI) centers which performed 2,300 PCIs in 2022; 58% of all PCI procedures were acute interventions.

### **CABG resources**

There are 4 coronary artery bypass grafting centers (CABG) centers which performed 196 PCIs in 2022; another patient (about 300 cases) who needs CABG were transferred to west Bank, Jordan, or Egypt.

### **Cardiologists and cardiac surgeon**

There are 11 boarded cardiologist, and 3 cardiac surgeons working at governmental hospitals in Gaza.

### **Palestinian board General Cardiologist**

Palestinian board General Cardiologist started at 2018 in Gaza

Duration of Educations: The recommended duration of postgraduate education is a minimum of 6 years, to include 2 years of common trunk (internal medicine and/or related specialties) and a minimum of 4 years of full-time and exclusive training in cardiology.

Place of education: Al- Shifa Hospital: Cardiology and Cardiac Catheterization Department, Cardiac surgery Department, internal medicine hospital, cardiac surgery, vascular surgery and Radiology Department

### **Population growth rate**

2.25% (2018 est.)

### **Birth rate**

30.5 births/1,000 population (2018 est.)

### **Mortality rate**

3 deaths/1,000 population (2018 est.). The cardiovascular disease (CVD) mortality level accounts for 46 % of the total mortality in the country

In the morning of October 7, 2023, Israel's military operation began with genocide of Gaza. During the Israel war on Gaza, the healthcare system of Gaza was destroyed by Israeli attacks on hospitals and health facilities, killing multiple of doctors, nurses and other healthcare workers, and blockade of medical supplies from entering Gaza. The resulting collapse of the healthcare system was part of a broader humanitarian crisis in the Gaza Strip caused by the war. The hospitals faced a lack of fuel due to the Israeli siege and relied on backup

generators for the first two weeks of the war. By 23 October, Gaza hospitals began shutting down as they ran out of fuel, starting with the Indonesia Hospital. When hospitals lost power completely, multiple injured patient, cardiac patient in coronary care unit and premature babies in NICUs died.

Numerous medical staffers were killed, many health institutions, medical headquarters, and multiple hospitals were destroyed. Many of ambulances and medical facilities were damaged or destroyed. By late-October, the Gaza Health Ministry stated the healthcare system had "totally collapsed", while on January 13 out of Gaza's 35 hospitals reportedly remained partially functional. At 12 November two of Gaza's main hospitals, Al-Shifa and Al-Quds, closed down. At 18 November 2023 an evacuation of al-Shifa began. The hospital stated six doctors would remain behind with 120 patients too sick to be transferred and "we were forced to leave at gunpoint at this time

In this trial we evaluate the efficacy of Israel's military operation on health sector of Gaza after 230 days of war or genocide in Gaza.

## **METHODS**

1. We calculate the number of cardiac departments, cardiac catheterization laboratory and cardiac surgery department which still working after 230 days October 2023.
2. We describe the daily mortality rate in Gaza at 2023 during 230 days before of 7 October and 230 days after 7 October 2023.
3. We calculate the daily number of percutaneous coronary interventions (PCI), cardiac surgery operation during 230 days before and after 7 October 2023.

## **RESULTS**

### **Number of cardiac departments, cardiac catheterization laboratory and cardiac surgery department which still working after 230 days October 2023**

Before 7 October 2023. Total 35 hospitals with total number of hospital beds 3,026 in Gaza Strip. As of this writing, 32 hospitals were destroyed and cannot be restored. The total cardiac catheterization laboratory (CCL) was 6 in Gaza. 2 CCL in the government health hospitals (Alshifa hospital and European Gaza Hospital), 2 CCL in at NGOs (Al-Quds hospital and Public Aid hospital) and 2 CCL in private (Al-Hayat hospital and Julis special center) centres ministry of health hospitals. Only European Gaza hospital is found in south Gaza and another 5 CCL were found in Gaza City.

4 cardiac surgery department were found in Gaza. 3 (Alshifa hospital- Al-Quds hospital and public aid hospital) in Gaza city, and one (European Gaza Hospital) in south of Gaza.

Cardiology department is found in 4 hospitals one (Alshifa hospital) in Gaza city, one (Indonesian hospital) in North of Gaza, one (Al Aqsa military hospital) in middle zone of Gaza and one (European Gaza Hospital) in south of Gaza.

After 7 October; only 2 hospitals still working in south Gaza European Gaza hospital and AlAqsa military hospital in mid Gaza. So that only one cardiac catheterization laboratory and one cardiology department and one cardiac surgery department still working.

**Table 1. Number of cardiac departments before and after 7 October**

	Before 7 October	After 7 October
Cardiac catheterizationlaboratory	6	1 (European Gaza hospital)
Cardiac surgery	4	1 (European Gaza Hospital)
Cardiology department	4	1 (Al Aqsa military hospital)

**The daily morality rate in Gaza at 2023 during 230 days before of 7 October and 230days after 7 October 2023**

Since the first days of the war, the Gaza health care system has suffered. The logistics of helping all patients, especially patients with combined cardiovascular pathology and oncology, severe pulmonary hypertension, and others requiring special supervision, were destroyed. With the efforts of our doctors and the help of international funds, only some of these patients were saved and continued treatment in European Gaza hospital. Medical services have been badly disrupted especially in Alshifa hospital and Naser hospital.

Personnel, patients, transportation, and supply depots. After 230 days of 7 October 2023, Gaza’s economy and infrastructure collapsed because of destruction wrought by Israel’s military operation combined with the tightening of Israel’s 16-year illegal blockade. After the first month of conflict, the UN Development Program found that 96% of people in Gaza needed basic support for survival. In Gaza, Israeli forces killed 35,903 Palestinians, with an average rate of 156 people a day making 2024 the deadliest years since at least 1967. Whereas the daily death rate before 7 October was 14 cases. Furthermore, Palestinian MoH data did not differentiate between whether deaths were caused directly (eg, trauma injuries) or indirectly (eg, through service disruptions or inability to access health care) by the war. And the number of injured people were 80,420 during first 230 days after 7 October 2023 and the number of patients were dead duo to type II myocardial infarction. **We calculate the daily number of percutaneous coronary interventions (PCI), cardiac surgery operation during 230 days before and after 7 October 2023.**

The PCI daily average before 7 October was 16 cases/day. After 7 October the total PCI for 230 days were 89 cases, the average cardiac surgery was 1.5 cases per day. After 7 October no cases was done.

The number of boarded cardiologists in Gaza were 11, now just 2 boarded cardiologists in Gaza. Because of 2 cardiologists died and one cardiologist injured during this war and another migration to another countries.

**Discussion**

The war that started on October 7, 2023 has killed over 1.5% of the Gaza’s population and injured more than 3.5% of people. At least 80% of the population is internally displaced. Most of hospitals and cardiac departments are destroyed. In previous trial (3) a marked increase was observed in a 65.7% increase of the frequency of STEMI admissions at war 2014 in Gaza. Oxfam calculated that the number of average deaths per day for Gaza is higher than any recent major armed conflict including Syria (96.5 deaths per day), Sudan (51.6), Iraq (50.8), Ukraine (43.9) Afghanistan (23.8) and Yemen (15.8) (4). Medical crisis in Gaza hospitals at ‘unimaginable’ level. Without an immediate and sustained ceasefire, and the entrance of meaningful humanitarian assistance, we will continue to see more people die.

## **Conclusion**

The number of average deaths per day for Gaza is higher than any recent major armed conflict in the world. The Israeli army killed over 1.5% of the Gaza's population. The mortality related to cardiac disease is increased due to destruction of most cardiac surgery and cardiac catheterizations departments and related to dead or injured or migrated most of boarded cardiologist in Gaza. And to lack of availability of most cardiovascular drugs.

## REFERENCES

1. Geneva Declaration Secretariat. Global burden of armed violence. 2008. <https://www.refworld.org/reference/research/gds/2008/en/64390> (accessed April 10, 2024)
2. Rasha Khatib, Martin McKee, Salim Yusuf. Counting the dead in Gaza: difficult but essential. *Lancet*. 2024; Vol 404 July;237-238
3. Habib M, Aldabbour B. Impact of the Israeli attacks at 2014 on incidence of STEMI in Gaza. *J Cardiol Cardiovasc Med*. 2019; 4: 036-037
4. Deaths per day statistics for Afghanistan, Iraq, Syria and Yemen from: Human Cost of Post-9/11 Wars: Direct War Deaths in Major War Zones, Afghanistan (October 2001 –October 2019); Iraq (March 2003 – October 2019); Syria (September 2014-October 2019); Yemen (October 2002-October 2019); and other. Neta C. Crawford and Catherine Lutz, November 13, 2019

Geliş Tarihi/Received: 17.07.2024  
Kabul Tarihi/Accepted: 13.08.2024

DOI:

## ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE KAS KISALIKLARI VÜCUT KİTLE İNDEKSİ VE CİNSİYETİN POSTÜR ÜZERİNE ETKİSİNİN RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

RETROSPECTIVE EVALUATION OF THE EFFECT OF MUSCLE SHORTNESS, BODY MASS INDEX AND GENDER ON POSTURE IN UNIVERSITY STUDENTS

Emine AYTİŞ<sup>1</sup>, Muhsin ÖZTÜRK, Ömer ÖNDER, Şeyda YILDIZ

### Özet

**Amaç:** Araştırmanın amacı İstanbul Esenyurt Üniversitesi Öğrencilerinde Vücut Kitle İndeksi, Kas Kısallıkları ve Cinsiyetin Postür Üzerine Etkilerini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntemler:** Araştırmada Fizyoterapi bölümü 2. Sınıf öğrencilerinin ‘Fizyoterapide Temel Ölçme Değerlendirme’ dersinin pratik ders uygulamaları analiz edildi. Gönüllü öğrencilerin hazırladığı öğrenci dosyalarının taranması ile elde edilen veriler retrospektif olarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Bu araştırmada, üniversite öğrencilerinin vücut kitle indekslerinin postürleri üstüne etkili olmadığı kas kısallıkları ve cinsiyet farklılıklarının postürleri üstüne etkili olduğu görülmektedir.

**Sonuç:** Diğer araştırmalar fazla kilo ve obezitenin postürü olumsuz olarak etkilemesinde yaşın önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ergenlik öncesi dönemde çocuğun yaşının küçük olması sebebiyle obezitenin postür üzerine olumsuz etkisinin arttığını belirtmektedirler. Araştırmanın sonuçlarında ergenlik dönemini geride bırakan üniversite öğrencilerinin vücut kitle indeksleri ile postür değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı. Cinsiyet ve kas kısallıklarının postür üzerine etkili olduğu görüldü. Bu araştırmanın sonuçları diğer araştırmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Cinsiyet, Kas Kısallıkları, Postür, Üniversite Öğrencileri, Vücut Kitle İndeksi.

<sup>1</sup> İstanbul Esenyurt Üniversitesi, İstanbul// ORCID IDs: <https://orcid.org/0000-0002-6768-1360>

Address for Correspondence / Yazışma Adresi: Emine AYTİŞ, İstanbul Esenyurt Üniversitesi

E-posta / E-mail: [emineaytis@esnyurt.edu.tr](mailto:emineaytis@esnyurt.edu.tr) / Tel: (90) 05334402891

Telif Hakkı 2022 İstanbul Esenyurt Üniversitesi. Makale metnine <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2021 by İstanbul Esenyurt University - Available on-line at web site <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr>

## Abstract

**Objective:** The aim of the research is to investigate the effects of muscle shortness, body mass index and gender on posture in Istanbul Esenyurt University students.

**Material and Methods:** In the research, the practical course practices of the 'Basic Measurement and Evaluation in Physiotherapy' course of the 2nd year students of the Department of Physiotherapy were analyzed. The data obtained by scanning the student files prepared by volunteer students were evaluated retrospectively.

**Results:** In this research, it is seen that the body mass index of university students does not have an effect on their posture but muscle shortness and gender differences have an effect on their posture.

**Conclusion:** Other studies emphasize that age is important in the negative impact of overweight and obesity on posture. They state that the negative effect of obesity on posture increases due to the young age of the child in the pre-adolescent period. In the results of the study, no statistically significant relationship was found between body mass indexes and posture variables of university students who have left adolescence behind. It was observed that gender and muscle shortness had an impact on posture. The results of this research are similar to the results of other studies.

Keywords: Body Mass Index, Gender, Muscle Shortness, Posture, University Students.

## 1. GİRİŞ

Araştırmanın amacı Kas Kısıkları Vücut Kitle İndeksi ve Cinsiyet farklılığının Postür üzerine etkilerini ölçmektir. Ağrı ve sakatlıklara neden olarak yaşam kalitesini olumsuz bir şekilde etkileyen postürdeki deformiteler, erken fark edilirse uygun egzersizlerle düzeltilebilir (Kapo S et al. 2018). Bu araştırma, Koruyucu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon kapsamındaki bu konuyla ilgili olarak, en etkili yöntem olan gençlerin bilinçlenmesine katkı sağlayacaktır.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma İstanbul Esenyurt Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü 2. Sınıf öğrencilerinin Fizyoterapide Temel Ölçme Değerlendirme dersinin 2015-2016 ile 2016-2017 akademik eğitim öğretim yıllarındaki iki yıllık süreçteki pratik ders uygulamalarının analizidir. Veriler gönüllü 194 öğrencinin hazırlanan öğrenci dosyalarının taranması ile sağlandı ve derse katılan öğrencilerin dersin pratik eğitiminde öğrendikleri bilgi ve becerileri retrospektif olarak değerlendirildi. Öğrenci onamları, demografik bilgiler, kendi yaptıkları postür analizleri ve Adam's öne eğilme testi, skolyometre ile yaptıkları skolyoz ölçümleri ve kas kısıklıklarına yönelik bilgilerin bulunduğu dosyalar değerlendirilmeye alındı.

## 3. BULGULAR

Öğrencilerin Vücut Kitle İndeksleriyle postür değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 1.).

“Cinsiyet” ve “Göğüs Tipi” değişkenleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Kızların%4,8’inde güvercin tipi göğüs görülürken erkeklerde hiç görülmedi. Erkeklerin %3,6’sında huni tipi göğüs görülürken kızlarda hiç görülmedi. “Cinsiyet” ve “Genu vorum” değişkenleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Erkeklerde %16,4 oranında genu vorum görülürken, kızlarda %6 oranında genu vorum görüldü. Cinsiyet ve diğer postür değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 2.).

Omuz addüktör kasının kısıklığı ile halluks valgus, lordoz, yuvarlak sırt, karın kası değişkenleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Omuz add kısıklığı olan katılımcılarda hallux valg görülmeme oranı %20,5 iken omuz add kısıklığı olmayan katılımcılarda bu oran %3,2’ idi. Omuz add kısıklığı olan katılımcılarda lordoz görülmeme oranı %7,7 iken omuz add kısıklığı olmayan katılımcılarda bu oran %0,6’dır. Omuz add kısıklığı olan katılımcılarda yuvarlak sırt görülmeme oranı %7,7 iken omuz add kısıklığı olmayan katılımcılarda bu oran %0,6’dır. Omuz add kısıklığı olan katılımcılarda zayıf karın kası oranı %15,4 iken omuz add kas kısıklığı olmayan katılımcılarda bu oran %15,4’tür.

katılımcılarda bu oran %5,2'dir. Omuz addüktör kasının kısılığı ile diğer postür değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 3.).

Lumbal ekstansör kasının kısılığı ile Karın kası ve Göğüs tipi değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Lumbal eks kas kısılığı görülen katılımcılarda zayıf karın kası oranı %13 iken lumbal eks görülmeyen katılımcılarda zayıf karın kası oranı %4'tür. Lumbal ekstansör kas kısılığı ile postüre ait diğer değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 4.).

“Kalça fl kısılığı” ve “Karın kası” değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Kalça fl kısılığı görülen katılımcılarda zayıf karın kası oranı %13 iken kalça fl kısılığı görülmeyen katılımcılarda zayıf karın kası oranı %4'tür. Kalça fl kısılığı ile postüre ait diğer değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 5.).

Hemstring kasların kısılığı ile halluks valgus arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Hemstring kasların kısılığı ile postüre ait diğer değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 6.).

Tensör fasya lata kasının kısılığı ile karın kası değişkenleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Tensor fas kas kısılığı görülen katılımcılarda zayıf karın kası oranı %14,9 iken tensör fas kas kısılığı görülmeyen katılımcılarda zayıf karın kası oranı %4,8 bulundu. Tensor fasya lata kas kısılığı ile halluks valgus arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Tensor fas kas kısılığı görülen katılımcılarda hallux valg görölme oranı %14,9 iken tensor fas görülmeyen katılımcılarda hallux valg görölme oranı %4,1'dir. Tensör fasya lata kas kısılığı ile genu vorum arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Tensor fas görülen katılımcılarda genu vorum görölme oranı %21,3 iken tensor fas görülmeyen katılımcılarda genu vorum görölme oranı %8,8'dir. Tensör fasya lata kasının kısılığı ile diğer postür değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı ( $p>0,05$ ), (Tablo 7.).

Tablo 1. “VKİ”, “Postür” değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			VKİ				Toplam	Ki-kare	p
			Zayıf	Normal	Fazla kilolu	Obez			
Karın kası	Normal	n	13	129	22	9	173	Fisher's Exact	0,713
		%	7,5%	74,6%	12,7%	5,2%	100,0%		
		Satır							
	%	86,7%	92,1%	95,7%	100,0%	92,5%			
	Sütun								
	Zayıf	n	2	11	1	0	14		
%	14,3%	78,6%	7,1%	,0%	100,0%				
Satır									
%	13,3%	7,9%	4,3%	,0%	7,5%				
Sütun									
Göğüs tipi	Çökük	n	0	1	0	0	1	Fisher's Exact	0,127
		%	,0%	100,0%	,0%	,0%	100,0%		
		Satır							
	%	,0%	,7%	,0%	,0%	,5%			
	Sütun								
	Fıçı	n	0	8	2	0	10		
%	,0%	80,0%	20,0%	,0%	100,0%				
Satır									
%	,0%	5,7%	8,7%	,0%	5,3%				
Sütun									



	Güvercin	n	3	1	0	0	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	20,0%	,7%	,0%	,0%	2,1%		
	Huni	n	0	4	0	0	4		
		% Satır	,0%	100,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,9%	,0%	,0%	2,1%		
	Normal	n	12	126	21	9	168		
		% Satır	7,1%	75,0%	12,5%	5,4%	100,0%		
		% Sütun	80,0%	90,0%	91,3%	100,0%	89,8%		
Genu vorum	Yok	n	12	126	18	9	165	Fisher's Exact	0,174
		% Satır	7,3%	76,4%	10,9%	5,5%	100,0%		
		% Sütun	80,0%	90,0%	78,3%	100,0%	88,2%		
	Var	n	3	14	5	0	22		
		% Satır	13,6%	63,6%	22,7%	,0%	100,0%		
		% Sütun	20,0%	10,0%	21,7%	,0%	11,8%		
Genu valg	Yok	n	15	137	23	9	184	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	8,2%	74,5%	12,5%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,9%	100,0%	100,0%	98,4%		
	Var	n	0	3	0	0	3		
		% Satır	,0%	100,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,1%	,0%	,0%	1,6%		
Genu rekurvatum	Yok	n	15	138	22	9	184	Fisher's Exact	0,576
		% Satır	8,2%	75,0%	12,0%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,6%	95,7%	100,0%	98,4%		
	Var	n	0	2	1	0	3		
		% Satır	,0%	66,7%	33,3%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	1,4%	4,3%	,0%	1,6%		

Tibial torsiyon	Yok	n	14	132	23	8	177	Fisher's Exact	0,398
		% Satır	7,9%	74,6%	13,0%	4,5%	100,0%		
		% Sütun	93,3%	94,3%	100,0%	88,9%	94,7%		
	Var	n	1	8	0	1	10		
		% Satır	10,0%	80,0%	,0%	10,0%	100,0%		
		% Sütun	6,7%	5,7%	,0%	11,1%	5,3%		
Lordoz	Yok	n	15	136	23	9	183	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	8,2%	74,3%	12,6%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,1%	100,0%	100,0%	97,9%		
	Var	n	0	4	0	0	4		
		% Satır	,0%	100,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,9%	,0%	,0%	2,1%		
Kifo	Yok	n	15	127	19	8	169	Fisher's Exact	0,296
		% Satır	8,9%	75,1%	11,2%	4,7%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	90,7%	82,6%	88,9%	90,4%		
	Var	n	0	13	4	1	18		
		% Satır	,0%	72,2%	22,2%	5,6%	100,0%		
		% Sütun	,0%	9,3%	17,4%	11,1%	9,6%		
"Kifo lordoz	Yok	n	15	140	22	9	186	Fisher's Exact	0,248
		% Satır	8,1%	75,3%	11,8%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	100,0%	95,7%	100,0%	99,5%		
	Var	n	0	0	1	0	1		
		% Satır	,0%	,0%	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	,0%	4,3%	,0%	,5%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	15	137	22	9	183	Fisher's Exact	0,681
		% Satır	8,2%	74,9%	12,0%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,9%	95,7%	100,0%	97,9%		

	Var	n	0	3	1	0	4		
		%	,0%	75,0%	25,0%	,0%	100,0%		
		Satır							
		%	,0%	2,1%	4,3%	,0%	2,1%		
		Sütun							
Düz sırt	Yok	n	12	133	23	9	177	Fisher's Exact	0,072
		%	6,8%	75,1%	13,0%	5,1%	100,0%		
		Satır							
	%	80,0%	95,0%	100,0%	100,0%	94,7%			
	Sütun								
	Var	n	3	7	0	0	10		
%		30,0%	70,0%	,0%	,0%	100,0%			
Satır									
	%	20,0%	5,0%	,0%	,0%	5,3%			
	Sütun								
Skolyoz	Yok	n	14	127	21	9	171	Fisher's Exact	0,999
		%	8,2%	74,3%	12,3%	5,3%	100,0%		
		Satır							
	%	93,3%	90,7%	91,3%	100,0%	91,4%			
	Sütun								
	Var	n	1	13	2	0	16		
%		6,3%	81,3%	12,5%	,0%	100,0%			
Satır									
	%	6,7%	9,3%	8,7%	,0%	8,6%			
	Sütun								
Hallux valg	Yok	n	12	132	21	9	174	Fisher's Exact	0,161
		%	6,9%	75,9%	12,1%	5,2%	100,0%		
		Satır							
	%	80,0%	94,3%	91,3%	100,0%	93,0%			
	Sütun								
	Var	n	3	8	2	0	13		
%		23,1%	61,5%	15,4%	,0%	100,0%			
Satır									
	%	20,0%	5,7%	8,7%	,0%	7,0%			
	Sütun								
Pes planus	Yok	n	14	114	17	9	154	Fisher's Exact	0,28
		%	9,1%	74,0%	11,0%	5,8%	100,0%		
		Satır							
	%	93,3%	81,4%	73,9%	100,0%	82,4%			
	Sütun								
	Var	n	1	26	6	0	33		
%		3,0%	78,8%	18,2%	,0%	100,0%			
Satır									
	%	6,7%	18,6%	26,1%	,0%	17,6%			
	Sütun								

Pes caus	Yok	n	15	136	22	9	182	Fisher's Exact	0,761
		% Satır	8,2%	74,7%	12,1%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,1%	95,7%	100,0%	97,3%		
	Var	n	0	4	1	0	5		
		% Satır	,0%	80,0%	20,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,9%	4,3%	,0%	2,7%		
Ayak pron	Yok	n	13	117	17	9	156	Fisher's Exact	0,374
		% Satır	8,3%	75,0%	10,9%	5,8%	100,0%		
		% Sütun	86,7%	83,6%	73,9%	100,0%	83,4%		
	Var	n	2	23	6	0	31		
		% Satır	6,5%	74,2%	19,4%	,0%	100,0%		
		% Sütun	13,3%	16,4%	26,1%	,0%	16,6%		
Ay süp	Yok	n	14	130	22	9	175	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	8,0%	74,3%	12,6%	5,1%	100,0%		
		% Sütun	93,3%	92,9%	95,7%	100,0%	93,6%		
	Var	n	1	10	1	0	12		
		% Satır	8,3%	83,3%	8,3%	,0%	100,0%		
		% Sütun	6,7%	7,1%	4,3%	,0%	6,4%		
Çekiç parmak	Yok	n	14	137	22	9	182	Fisher's Exact	0,443
		% Satır	7,7%	75,3%	12,1%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	93,3%	97,9%	95,7%	100,0%	97,3%		
	Var	n	1	3	1	0	5		
		% Satır	20,0%	60,0%	20,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	6,7%	2,1%	4,3%	,0%	2,7%		
Yuvarlak omuz	Yok	n	15	133	21	9	178	Fisher's Exact	0,797
		% Satır	8,4%	74,7%	11,8%	5,1%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	95,0%	91,3%	100,0%	95,2%		

	Var	n	0	7	2	0	9		
		% Satır	,0%	77,8%	22,2%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	5,0%	8,7%	,0%	4,8%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	14	140	23	9	186	Fisher's Exact	0,124
		% Satır	7,5%	75,3%	12,4%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	93,3%	100,0%	100,0%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	0	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	6,7%	,0%	,0%	,0%	,5%		
Om prot	Yok	n	12	125	21	8	166	Fisher's Exact	0,669
		% Satır	7,2%	75,3%	12,7%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	80,0%	89,3%	91,3%	88,9%	88,8%		
	Var	n	3	15	2	1	21		
		% Satır	14,3%	71,4%	9,5%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	20,0%	10,7%	8,7%	11,1%	11,2%		
Baş öne tilt	Yok	n	12	125	21	8	166	Fisher's Exact	0,669
		% Satır	7,2%	75,3%	12,7%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	80,0%	89,3%	91,3%	88,9%	88,8%		
	Var	n	3	15	2	1	21		
		% Satır	14,3%	71,4%	9,5%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	20,0%	10,7%	8,7%	11,1%	11,2%		
Baş geriye tilt	Yok	n	14	140	23	9	186	Fisher's Exact	0,124
		% Satır	7,5%	75,3%	12,4%	4,8%	100,0%		
		% Sütun	93,3%	100,0%	100,0%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	0	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	6,7%	,0%	,0%	,0%	,5%		

Çene aşağı tilt	Yok	n	13	138	23	9	183	Fisher's Exact	0,072
		% Satır	7,1%	75,4%	12,6%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	86,7%	98,6%	100,0%	100,0%	97,9%		
	Var	n	2	2	0	0	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	13,3%	1,4%	,0%	,0%	2,1%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	14	138	22	9	183	Fisher's Exact	0,261
		% Satır	7,7%	75,4%	12,0%	4,9%	100,0%		
		% Sütun	93,3%	98,6%	95,7%	100,0%	97,9%		
	Var	n	1	2	1	0	4		
		% Satır	25,0%	50,0%	25,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	6,7%	1,4%	4,3%	,0%	2,1%		

Tablo 2. ‘‘Cinsiyet’’, ‘‘Postür’’ değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			Cinsiyet		Toplam	Ki-kare	p
			Erkek	Kız			
Karın kası	Normal	n	102	78	180	0,001	0,999
		% Satır	56,7%	43,3%	100,0%		
		% Sütun	92,7%	92,9%	92,8%		
	Zayıf	n	8	6	14		
		% Satır	57,1%	42,9%	100,0%		
		% Sütun	7,3%	7,1%	7,2%		
Göğüs tipi	Çökük	n	1	0	1	Monte Carlo	0,031*
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	,0%	,5%		
	Fiçi	n	6	4	10		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	5,5%	4,8%	5,2%		
	Güvercin	n	0	4	4		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	4,8%	2,1%		
	Huni	n	4	0	4		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	3,6%	,0%	2,1%		
	Normal	n	99	76	175		
		% Satır	56,6%	43,4%	100,0%		
		% Sütun	90,0%	90,5%	90,2%		
Lordoz	Yok	n	109	81	190	Fisher's Exact	0,318
		% Satır	57,4%	42,6%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	96,4%	97,9%		
	Var	n	1	3	4		
		% Satır	,5%	3,6%	100,0%		

		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	3,6%	2,1%		
Kifoz	Yok	n	98	78	176	0,418	0,518
		% Satır	55,7%	44,3%	100,0%		
		% Sütun	89,1%	92,9%	90,7%		
	Var	n	12	6	18		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	10,9%	7,1%	9,3%		
Kifo Lordoz	Yok	n	109	84	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	,0%	,5%		
Skolyoz	Yok	n	100	77	177	0,001	0,999
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	90,9%	91,7%	91,2%		
	Var	n	10	7	17		
		% Satır	58,8%	41,2%	100,0%		
		% Sütun	9,1%	8,3%	8,8%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	108	82	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,8%	43,2%	100,0%		
		% Sütun	98,2%	97,6%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,8%	2,4%	2,1%		
Düz sırt	Yok	n	105	78	183	Fisher's Exact	0,536
		% Satır	57,4%	42,6%	100,0%		
		% Sütun	95,5%	92,9%	94,3%		
	Var	n	5	6	11		
		% Satır	45,5%	54,5%	100,0%		
		% Sütun	4,5%	7,1%	5,7%		
Yuvarlak omuz	Yok	n	103	82	185	Fisher's Exact	0,304
		% Satır	55,7%	44,3%	100,0%		
		% Sütun	93,6%	97,6%	95,4%		
	Var	n	7	2	9		
		% Satır	77,8%	22,2%	100,0%		
		% Sütun	6,4%	2,4%	4,6%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	109	84	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	,0%	,5%		
Om prot	Yok	n	100	72	172	0,814	0,367
		% Satır	58,1%	41,9%	100,0%		
		% Sütun	90,9%	85,7%	88,7%		
	Var	n	10	12	22		
		% Satır	45,5%	54,5%	100,0%		
		% Sütun	9,1%	14,3%	11,3%		
	Yok	n	87	74	161		

		% Satır	54,0%	46,0%	100,0%		
		% Sütun	79,1%	88,1%	83,0%		
	Var	n	23	10	33		
		% Satır	69,7%	30,3%	100,0%		
		% Sütun	20,9%	11,9%	17,0%		
Pes caus	Yok	n	108	81	189	Fisher's Exact	0,654
		% Satır	57,1%	42,9%	100,0%		
		% Sütun	98,2%	96,4%	97,4%		
	Var	n	2	3	5		
		% Satır	40,0%	60,0%	100,0%		
	% Sütun	1,8%	3,6%	2,6%			
Ayak pron	Yok	n	89	73	162	0,846	0,358
		% Satır	54,9%	45,1%	100,0%		
		% Sütun	80,9%	86,9%	83,5%		
	Var	n	21	11	32		
		% Satır	65,6%	34,4%	100,0%		
	% Sütun	19,1%	13,1%	16,5%			
Ay süp	Yok	n	104	78	182	0,033	0,855
		% Satır	57,1%	42,9%	100,0%		
		% Sütun	94,5%	92,9%	93,8%		
	Var	n	6	6	12		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
	% Sütun	5,5%	7,1%	6,2%			
Çekiç parmak	Yok	n	107	82	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,6%	43,4%	100,0%		
		% Sütun	97,3%	97,6%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
	% Sütun	2,7%	2,4%	2,6%			
Hallux valg	Yok	n	103	78	181	0,001	0,999
		% Satır	56,9%	43,1%	100,0%		
		% Sütun	93,6%	92,9%	93,3%		
	Var	n	7	6	13		
		% Satır	53,8%	46,2%	100,0%		
	% Sütun	6,4%	7,1%	6,7%			
Genu vorum	Yok	n	92	79	171	3,994	0,046*
		% Satır	53,8%	46,2%	100,0%		
		% Sütun	83,6%	94,0%	88,1%		
	Var	n	18	5	23		
		% Satır	78,3%	21,7%	100,0%		
	% Sütun	16,4%	6,0%	11,9%			
Genu valg	Yok	n	108	83	191	Monte Carlo	0,999
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	98,2%	98,8%	98,5%		
	Var	n	2	1	3		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
	% Sütun	1,8%	1,2%	1,5%			
Genu rekurvatum	Yok	n	108	83	191	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	98,2%	98,8%	98,5%		
	Var	n	2	1	3		



		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	1,8%	1,2%	1,5%		
Tibial torsiyon	Yok	n	106	78	184	Fisher's Exact	0,334
		% Satır	57,6%	42,4%	100,0%		
		% Sütun	96,4%	92,9%	94,8%		
	Var	n	4	6	10		
		% Satır	40,0%	60,0%	100,0%		
		% Sütun	3,6%	7,1%	5,2%		
Baş öne tilt	Yok	n	100	72	172	0,814	0,367
		% Satır	58,1%	41,9%	100,0%		
		% Sütun	90,9%	85,7%	88,7%		
	Var	n	10	12	22		
		% Satır	45,5%	54,5%	100,0%		
		% Sütun	9,1%	14,3%	11,3%		
Baş geriye tilt	Yok	n	109	84	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	,0%	,5%		
Çene aşağı tilt	Yok	n	107	82	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,6%	43,4%	100,0%		
		% Sütun	97,3%	97,6%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	2,7%	2,4%	2,6%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	108	82	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	56,8%	43,2%	100,0%		
		% Sütun	98,2%	97,6%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,8%	2,4%	2,1%		

Tablo 3. "Omuz add kas kısalığı" "Postür" değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			Omuz add kısalığı		Toplam	Ki-kare	p
			Yok	Var			
Karın kası	Karın kası Normal	n	147	33	180	Fisher's Exact	0,039*
		% Satır	81,7%	18,3%	100,0%		
		% Sütun	94,8%	84,6%	92,8%		
	Karın kası Zayıf	n	8	6	14		
		% Satır	57,1%	42,9%	100,0%		
		% Sütun	5,2%	15,4%	7,2%		
Göğüs	Çökük Göğüs	n	1	0	1	Monte Carlo	0,264
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,6%	,0%	,5%		
	Fıçı Göğüs	n	6	4	10		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	3,9%	10,3%	5,2%		
	Güvercin Göğüs	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	2,6%	2,1%		

	Huni Göğüs	n	2	2	4
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%
		% Sütun	1,3%	5,1%	2,1%
	Normal Göğüs	n	143	32	175
		% Satır	81,7%	18,3%	100,0%
		% Sütun	92,3%	82,1%	90,2%

Dizde Genu vorum	Yok	n	139	32	171	Fisher's Exact	0,264
		% Satır	81,3%	18,7%	100,0%		
		% Sütun	89,7%	82,1%	88,1%		
	Var	n	16	7	23		
		% Satır	69,6%	30,4%	100,0%		
		% Sütun	10,3%	17,9%	11,9%		
Dizde Genu valg	Yok	n	152	39	191	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	79,6%	20,4%	100,0%		
		% Sütun	98,1%	100,0%	98,5%		
	Var	n	3	0	3		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	,0%	1,5%		
Dizde Genu recurvatum	Yok	n	154	37	191	Fisher's Exact	0,103
		% Satır	80,6%	19,4%	100,0%		
		% Sütun	99,4%	94,9%	98,5%		
	Var	n	1	2	3		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	,6%	5,1%	1,5%		
Dizde Tibial torsiyon	Yok	n	146	38	184	Fisher's Exact	0,69
		% Satır	79,3%	20,7%	100,0%		
		% Sütun	94,2%	97,4%	94,8%		
	Var	n	9	1	10		
		% Satır	90,0%	10,0%	100,0%		
		% Sütun	5,8%	2,6%	5,2%		
Ayakta Pes planus	Yok	n	129	32	161	0,001	0,999
		% Satır	80,1%	19,9%	100,0%		
		% Sütun	83,2%	82,1%	83,0%		
	Var	n	26	7	33		
		% Satır	78,8%	21,2%	100,0%		
		% Sütun	16,8%	17,9%	17,0%		
Ayakta Pes caus	Yok	n	150	39	189	Fisher's Exact	0,585
		% Satır	79,4%	20,6%	100,0%		
		% Sütun	96,8%	100,0%	97,4%		
	Var	n	5	0	5		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	3,2%	,0%	2,6%		
Ayak pron	Yok	n	131	31	162	0,265	0,607
		% Satır	80,9%	19,1%	100,0%		
		% Sütun	84,5%	79,5%	83,5%		
	Var	n	24	8	32		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	15,5%	20,5%	16,5%		
Ayak süp	Yok	n	147	35	182	Fisher's Exact	0,264
		% Satır	80,8%	19,2%	100,0%		
		% Sütun	94,8%	89,7%	93,8%		

	Var	n	8	4	12		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	5,2%	10,3%	6,2%		
Çekiç parmak	Yok	n	152	37	189	Fisher's Exact	0,264
		% Satır	80,4%	19,6%	100,0%		
		% Sütun	98,1%	94,9%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	5,1%	2,6%		
Ayakta Hallux valg	Yok	n	150	31	181	Fisher's Exact	0,001*
		% Satır	82,9%	17,1%	100,0%		
		% Sütun	96,8%	79,5%	93,3%		
	Var	n	5	8	13		
		% Satır	38,5%	61,5%	100,0%		
		% Sütun	3,2%	20,5%	6,7%		
Belde Lordoz	Yok	n	154	36	190	Fisher's Exact	0,026*
		% Satır	81,1%	18,9%	100,0%		
		% Sütun	99,4%	92,3%	97,9%		
	Var	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,6%	7,7%	2,1%		
Sırtta Kifoz	Yok	n	143	33	176	Fisher's Exact	0,211
		% Satır	81,3%	18,8%	100,0%		
		% Sütun	92,3%	84,6%	90,7%		
	Var	n	12	6	18		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	7,7%	15,4%	9,3%		
Sırtta Kifo Lordoz	Yok	n	154	39	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	79,8%	20,2%	100,0%		
		% Sütun	99,4%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,6%	,0%	,5%		
Sırtta Skolyoz	Yok	n	141	36	177	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	79,7%	20,3%	100,0%		
		% Sütun	91,0%	92,3%	91,2%		
	Var	n	14	3	17		
		% Satır	82,4%	17,6%	100,0%		
		% Sütun	9,0%	7,7%	8,8%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	154	36	190	Fisher's Exact	0,026*
		% Satır	81,1%	18,9%	100,0%		
		% Sütun	99,4%	92,3%	97,9%		
	Var	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,6%	7,7%	2,1%		
Düz sırt	Yok	n	147	36	183	Fisher's Exact	0,465
		% Satır	80,3%	19,7%	100,0%		
		% Sütun	94,8%	92,3%	94,3%		
	Var	n	8	3	11		
		% Satır	72,7%	27,3%	100,0%		
		% Sütun	5,2%	7,7%	5,7%		

Yuvarlak omuz	Yok	n	150	35	185	Fisher's Exact	0,082
		% Satır	81,1%	18,9%	100,0%		
		% Sütun	96,8%	89,7%	95,4%		
	Var	n	5	4	9		
		% Satır	55,6%	44,4%	100,0%		
		% Sütun	3,2%	10,3%	4,6%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	155	38	193	Fisher's Exact	0,201
		% Satır	80,3%	19,7%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,4%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,6%	,5%		
Om prot	Yok	n	141	31	172	Fisher's Exact	0,052
		% Satır	82,0%	18,0%	100,0%		
		% Sütun	91,0%	79,5%	88,7%		
	Var	n	14	8	22		
		% Satır	63,6%	36,4%	100,0%		
		% Sütun	9,0%	20,5%	11,3%		
Baş öne tilt	Yok	n	141	31	172	Fisher's Exact	0,052
		% Satır	82,0%	18,0%	100,0%		
		% Sütun	91,0%	79,5%	88,7%		
	Var	n	14	8	22		
		% Satır	63,6%	36,4%	100,0%		
		% Sütun	9,0%	20,5%	11,3%		
Baş geriye tilt	Yok	n	155	38	193	Fisher's Exact	0,201
		% Satır	80,3%	19,7%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,4%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,6%	,5%		
Çene aşağı tilt	Yok	n	151	38	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	79,9%	20,1%	100,0%		
		% Sütun	97,4%	97,4%	97,4%		
	Var	n	4	1	5		
		% Satır	80,0%	20,0%	100,0%		
		% Sütun	2,6%	2,6%	2,6%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	152	38	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	80,0%	20,0%	100,0%		
		% Sütun	98,1%	97,4%	97,9%		
	Var	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	2,6%	2,1%		

Tablo 4. 'Lumbal ekstansör kas kısalığı' 'Postür' değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			Lumbal eks		Toplam	Ki-kare	p
			Yok	Var			
Karın kası	Normal	n	120	60	180	Fisher's Exact	0,038*
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	87,0%	92,8%		
	Zayıf	n	5	9	14		
		% Satır	35,7%	64,3%	100,0%		

		% Sütun	4,0%	13,0%	7,2%		
Göğüs tipi	Çökük	n	1	0	1	Monte Carlo	0,040*
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,8%	,0%	,5%		
	Fıçı	n	3	7	10		
		% Satır	30,0%	70,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	10,1%	5,2%		
	Güvercin	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	1,4%	2,1%		
	Huni	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,8%	4,3%	2,1%		
Normal	n	117	58	175			
	% Satır	66,9%	33,1%	100,0%			
	% Sütun	93,6%	84,1%	90,2%			
Pes planus	Yok	n	105	56	161	0,093	0,761
		% Satır	65,2%	34,8%	100,0%		
		% Sütun	84,0%	81,2%	83,0%		
	Var	n	20	13	33		
		% Satır	60,6%	39,4%	100,0%		
		% Sütun	16,0%	18,8%	17,0%		
Pes caus	Yok	n	120	69	189	Fisher's Exact	0,163
		% Satır	63,5%	36,5%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	100,0%	97,4%		
	Var	n	5	0	5		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	4,0%	,0%	2,6%		
Ayak pron	Yok	n	106	56	162	0,204	0,651
		% Satır	65,4%	34,6%	100,0%		
		% Sütun	84,8%	81,2%	83,5%		
	Var	n	19	13	32		
		% Satır	59,4%	40,6%	100,0%		
		% Sütun	15,2%	18,8%	16,5%		
Ay süp	Yok	n	119	63	182	Fisher's Exact	0,353
		% Satır	65,4%	34,6%	100,0%		
		% Sütun	95,2%	91,3%	93,8%		
	Var	n	6	6	12		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	4,8%	8,7%	6,2%		
Çekiç parmak	Yok	n	122	67	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,6%	35,4%	100,0%		
		% Sütun	97,6%	97,1%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	2,9%	2,6%		
Hallux valg	Yok	n	120	61	181	Fisher's Exact	0,068
		% Satır	66,3%	33,7%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	88,4%	93,3%		
	Var	n	5	8	13		
		% Satır	38,5%	61,5%	100,0%		

		% Sütun	4,0%	11,6%	6,7%		
Genu vorum	Yok	n	111	60	171	0,022	0,882
		% Satır	64,9%	35,1%	100,0%		
		% Sütun	88,8%	87,0%	88,1%		
	Var	n	14	9	23		
		% Satır	60,9%	39,1%	100,0%		
		% Sütun	11,2%	13,0%	11,9%		
Genu valg	Yok	n	124	67	191	Fisher's Exact	0,288
		% Satır	64,9%	35,1%	100,0%		
		% Sütun	99,2%	97,1%	98,5%		
	Var	n	1	2	3		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	,8%	2,9%	1,5%		
Genu rekurvatum	Yok	n	124	67	191	Fisher's Exact	0,288
		% Satır	64,9%	35,1%	100,0%		
		% Sütun	99,2%	97,1%	98,5%		
	Var	n	1	2	3		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	,8%	2,9%	1,5%		
Tibial torsiyon	Yok	n	120	64	184	Fisher's Exact	0,331
		% Satır	65,2%	34,8%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	92,8%	94,8%		
	Var	n	5	5	10		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	4,0%	7,2%	5,2%		
Lordoz	Yok	n	123	67	190	Fisher's Exact	0,617
		% Satır	64,7%	35,3%	100,0%		
		% Sütun	98,4%	97,1%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,6%	2,9%	2,1%		
Kifo	Yok	n	113	63	176	0,001	0,999
		% Satır	64,2%	35,8%	100,0%		
		% Sütun	90,4%	91,3%	90,7%		
	Var	n	12	6	18		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	9,6%	8,7%	9,3%		
Kifo Lordoz	Yok	n	124	69	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,2%	35,8%	100,0%		
		% Sütun	99,2%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,8%	,0%	,5%		
Skolyoz	Yok	n	113	64	177	0,084	0,772
		% Satır	63,8%	36,2%	100,0%		
		% Sütun	90,4%	92,8%	91,2%		
	Var	n	12	5	17		
		% Satır	70,6%	29,4%	100,0%		
		% Sütun	9,6%	7,2%	8,8%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	123	67	190	Fisher's Exact	0,617
		% Satır	64,7%	35,3%	100,0%		

		% Sütun	98,4%	97,1%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,6%	2,9%	2,1%		
Düz sırt	Yok	n	119	64	183	Fisher's Exact	0,525
		% Satır	65,0%	35,0%	100,0%		
		% Sütun	95,2%	92,8%	94,3%		
	Var	n	6	5	11		
		% Satır	54,5%	45,5%	100,0%		
		% Sütun	4,8%	7,2%	5,7%		
Yuvarlak omuz	Yok	n	122	63	185	Fisher's Exact	0,071
		% Satır	65,9%	34,1%	100,0%		
		% Sütun	97,6%	91,3%	95,4%		
	Var	n	3	6	9		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	8,7%	4,6%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	64,8%	35,2%	100,0%	Fisher's Exact	0,356
		% Satır	100,0%	98,6%	99,5%		
		% Sütun	0	1	1		
	Var	n	,0%	100,0%	100,0%		
		% Satır	,0%	1,4%	,5%		
		% Sütun	64,8%	35,2%	100,0%		
Om prot	Yok	n	112	60	172	0,102	0,749
		% Satır	65,1%	34,9%	100,0%		
		% Sütun	89,6%	87,0%	88,7%		
	Var	n	13	9	22		
		% Satır	59,1%	40,9%	100,0%		
		% Sütun	10,4%	13,0%	11,3%		
Baş öne tilt	Yok	n	112	60	172	0,102	0,749
		% Satır	65,1%	34,9%	100,0%		
		% Sütun	89,6%	87,0%	88,7%		
	Var	n	13	9	22		
		% Satır	59,1%	40,9%	100,0%		
		% Sütun	10,4%	13,0%	11,3%		
Baş geriye tilt	Yok	n	125	68	193	Fisher's Exact	0,356
		% Satır	64,8%	35,2%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,6%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	1,4%	,5%		
Çene aşağı tilt	Yok	n	122	67	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,6%	35,4%	100,0%		
		% Sütun	97,6%	97,1%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	2,9%	2,6%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	122	68	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,2%	35,8%	100,0%		
		% Sütun	97,6%	98,6%	97,9%		
	Var	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		

		% Sütun	2,4%	1,4%	2,1%		
--	--	---------	------	------	------	--	--

Tablo 5. “Kalça fleksiyon kısılalığı”, “Postür” değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			Kalça fl kısılalığı		Toplam	Ki-kare	p
			Yok	Var			
Karın kası	Normal	n	120	60	180	Fisher's Exact	0,038*
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	87,0%	92,8%		
	Zayıf	n	5	9	14		
		% Satır	35,7%	64,3%	100,0%		
		% Sütun	4,0%	13,0%	7,2%		
Göğüs tipi	Çökük	n	1	0	1	Fisher's Exact	0,128
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,8%	,0%	,5%		
	Fıçı	n	4	6	10		
		% Satır	40,0%	60,0%	100,0%		
		% Sütun	3,2%	8,7%	5,2%		
	Güvercin	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	1,4%	2,1%		
	Huni	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,8%	4,3%	2,1%		
	Normal	n	116	59	175		
		% Satır	66,3%	33,7%	100,0%		
		% Sütun	92,8%	85,5%	90,2%		

Pes planus	Yok	n	106	55	161	0,495	0,482
		% Satır	65,8%	34,2%	100,0%		
		% Sütun	84,8%	79,7%	83,0%		
	Var	n	19	14	33		
		% Satır	57,6%	42,4%	100,0%		
		% Sütun	15,2%	20,3%	17,0%		
Pes caus	Yok	n	120	69	189	Fisher's Exact	0,163
		% Satır	63,5%	36,5%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	100,0%	97,4%		
	Var	n	5	0	5		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	4,0%	,0%	2,6%		
Ayak pron	Yok	n	106	56	162	0,204	0,651
		% Satır	65,4%	34,6%	100,0%		
		% Sütun	84,8%	81,2%	83,5%		
	Var	n	19	13	32		
		% Satır	59,4%	40,6%	100,0%		
		% Sütun	15,2%	18,8%	16,5%		
Ay süp	Yok	n	119	63	182	Fisher's Exact	0,353
		% Satır	65,4%	34,6%	100,0%		
		% Sütun	95,2%	91,3%	93,8%		
	Var	n	6	6	12		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	4,8%	8,7%	6,2%		
Çekiç	Yok	n	122	67	189	Fisher's	0,999



parmak		% Satır	64,6%	35,4%	100,0%	Exact	
		% Sütun	97,6%	97,1%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	2,9%	2,6%		
Hallux valg	Yok	n	120	61	181	Fisher's Exact	0,068
		% Satır	66,3%	33,7%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	88,4%	93,3%		
	Var	n	5	8	13		
		% Satır	38,5%	61,5%	100,0%		
		% Sütun	4,0%	11,6%	6,7%		
Genu vorum	Yok	n	112	59	171	0,375	0,54
		% Satır	65,5%	34,5%	100,0%		
		% Sütun	89,6%	85,5%	88,1%		
	Var	n	13	10	23		
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	10,4%	14,5%	11,9%		
Genu valg	Yok	n	124	67	191	Fisher's Exact	0,288
		% Satır	64,9%	35,1%	100,0%		
		% Sütun	99,2%	97,1%	98,5%		
	Var	n	1	2	3		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	,8%	2,9%	1,5%		
Genu rekurvatum	Yok	n	124	67	191	Fisher's Exact	0,288
		% Satır	64,9%	35,1%	100,0%		
		% Sütun	99,2%	97,1%	98,5%		
	Var	n	1	2	3		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	,8%	2,9%	1,5%		
Tibial torsiyon	Yok	n	120	64	184	Fisher's Exact	0,331
		% Satır	65,2%	34,8%	100,0%		
		% Sütun	96,0%	92,8%	94,8%		
	Var	n	5	5	10		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	4,0%	7,2%	5,2%		
Lordoz	Yok	n	123	67	190	Fisher's Exact	0,617
		% Satır	64,7%	35,3%	100,0%		
		% Sütun	98,4%	97,1%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,6%	2,9%	2,1%		
Kifo	Yok	n	112	64	176	0,217	0,461
		% Satır	63,6%	36,4%	100,0%		
		% Sütun	89,6%	92,8%	90,7%		
	Var	n	13	5	18		
		% Satır	72,2%	27,8%	100,0%		
		% Sütun	10,4%	7,2%	9,3%		
Kifo Lordoz	Yok	n	124	69	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,2%	35,8%	100,0%		
		% Sütun	99,2%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		

		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,8%	,0%	,5%		
Skolyoz	Yok	n	114	63	177	0,001	0,999
		% Satır	64,4%	35,6%	100,0%		
		% Sütun	91,2%	91,3%	91,2%		
	Var	n	11	6	17		
		% Satır	64,7%	35,3%	100,0%		
		% Sütun	8,8%	8,7%	8,8%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	123	67	190	Fisher's Exact	0,617
		% Satır	64,7%	35,3%	100,0%		
		% Sütun	98,4%	97,1%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,6%	2,9%	2,1%		
Düz sırt	Yok	n	118	65	183	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,5%	35,5%	100,0%		
		% Sütun	94,4%	94,2%	94,3%		
	Var	n	7	4	11		
		% Satır	63,6%	36,4%	100,0%		
		% Sütun	5,6%	5,8%	5,7%		
Yuvarlak omuz	Yok	n	122	63	185	Fisher's Exact	0,071
		% Satır	65,9%	34,1%	100,0%		
		% Sütun	97,6%	91,3%	95,4%		
	Var	n	3	6	9		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	8,7%	4,6%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	125	68	193	Fisher's Exact	0,356
		% Satır	64,8%	35,2%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,6%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	1,4%	,5%		
Om prot	Yok	n	111	61	172	0,001	0,999
		% Satır	64,5%	35,5%	100,0%		
		% Sütun	88,8%	88,4%	88,7%		
	Var	n	14	8	22		
		% Satır	63,6%	36,4%	100,0%		
		% Sütun	11,2%	11,6%	11,3%		
Baş öne tilt	Yok	n	111	61	172	0,007	0,934
		% Satır	64,5%	35,5%	100,0%		
		% Sütun	88,8%	88,4%	88,7%		
	Var	n	14	8	22		
		% Satır	63,6%	36,4%	100,0%		
		% Sütun	11,2%	11,6%	11,3%		
Baş geriye tilt	Yok	n	125	68	193	Fisher's Exact	0,356
		% Satır	64,8%	35,2%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,6%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	1,4%	,5%		
Çene aşağı	Yok	n	122	67	189	Fisher's	0,999

tilt	Var	% Satır	64,6%	35,4%	100,0%	Exact	
		% Sütun	97,6%	97,1%	97,4%		
		n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	2,9%	2,6%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	122	68	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	64,2%	35,8%	100,0%		
		% Sütun	97,6%	98,6%	97,9%		
	Var	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,4%	1,4%	2,1%		

Tablo 6. ‘Hemst kısalığı’, ‘Postür’ değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			Hemst kısalığı		Toplam	Ki-kare	p
			Yok	Var			
Karın kası	Normal	n	103	77	180	3,23	0,072
		% Satır	57,2%	42,8%	100,0%		
		% Sütun	96,3%	88,5%	92,8%		
	Zayıf	n	4	10	14		
		% Satır	28,6%	71,4%	100,0%		
		% Sütun	3,7%	11,5%	7,2%		
Göğüs tipi	Çökük	n	1	0	1	Fisher's Exact	0,057
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	,0%	,5%		
	Fıçı	n	2	8	10		
		% Satır	20,0%	80,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	9,2%	5,2%		
	Güvercin	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	2,3%	2,1%		
	Huni	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	3,4%	2,1%		
	Normal	n	101	74	175		
		% Satır	57,7%	42,3%	100,0%		
		% Sütun	94,4%	85,1%	90,2%		
Pes planus	Yok	n	93	68	161	2,022	0,155
		% Satır	57,8%	42,2%	100,0%		
		% Sütun	86,9%	78,2%	83,0%		
	Var	n	14	19	33		
		% Satır	42,4%	57,6%	100,0%		
		% Sütun	13,1%	21,8%	17,0%		
Pes caus	Yok	n	106	83	189	Fisher's Exact	0,175
		% Satır	56,1%	43,9%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	95,4%	97,4%		
	Var	n	1	4	5		
		% Satır	20,0%	80,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	4,6%	2,6%		
Ayak pron	Yok	n	92	70	162	0,699	0,403
		% Satır	56,8%	43,2%	100,0%		
		% Sütun	86,0%	80,5%	83,5%		

	Var	n	15	17	32		
		% Satır	46,9%	53,1%	100,0%		
		% Sütun	14,0%	19,5%	16,5%		
Ay süp	Yok	n	102	80	182	0,449	0,503
		% Satır	56,0%	44,0%	100,0%		
		% Sütun	95,3%	92,0%	93,8%		
	Var	n	5	7	12		
		% Satır	41,7%	58,3%	100,0%		
		% Sütun	4,7%	8,0%	6,2%		
Çekiç parmak	Yok	n	105	84	189	Fisher's Exact	0,658
		% Satır	55,6%	44,4%	100,0%		
		% Sütun	98,1%	96,6%	97,4%		
	Var	n	2	3	5		
		% Satır	40,0%	60,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	3,4%	2,6%		
Hallux valg	Yok	n	104	77	181	4,49	0,034*
		% Satır	57,5%	42,5%	100,0%		
		% Sütun	97,2%	88,5%	93,3%		
	Var	n	3	10	13		
		% Satır	23,1%	76,9%	100,0%		
		% Sütun	2,8%	11,5%	6,7%		
Genu vorum	Yok	n	99	72	171	3,494	0,062
		% Satır	57,9%	42,1%	100,0%		
		% Sütun	92,5%	82,8%	88,1%		
	Var	n	8	15	23		
		% Satır	34,8%	65,2%	100,0%		
		% Sütun	7,5%	17,2%	11,9%		
Genu valg	Yok	n	106	85	191	Fisher's Exact	0,588
		% Satır	55,5%	44,5%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	97,7%	98,5%		
	Var	n	1	2	3		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	,9%	2,3%	1,5%		
Genu recurvatum	Yok	n	107	84	191	Fisher's Exact	0,088
		% Satır	56,0%	44,0%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	96,6%	98,5%		
	Var	n	0	3	3		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	3,4%	1,5%		
Tibial torsiyon	Yok	n	103	81	184	Fisher's Exact	0,348
		% Satır	56,0%	44,0%	100,0%		
		% Sütun	96,3%	93,1%	94,8%		
	Var	n	4	6	10		
		% Satır	40,0%	60,0%	100,0%		
		% Sütun	3,7%	6,9%	5,2%		
Lordoz	Yok	n	106	84	190	Fisher's Exact	0,327
		% Satır	55,8%	44,2%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	96,6%	97,9%		
	Var	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	3,4%	2,1%		

Kifoz	Yok	n	101	75	176	2,909	0,088
		% Satır	57,4%	42,6%	100,0%		
		% Sütun	94,4%	86,2%	90,7%		
	Var	n	6	12	18		
		% Satır	33,3%	66,7%	100,0%		
		% Sütun	5,6%	13,8%	9,3%		
Kifo Lordoz	Yok	n	107	86	193	Fisher's Exact	0,448
		% Satır	55,4%	44,6%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,9%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	1,1%	,5%		
Skolyoz	Yok	n	99	78	177	0,201	0,655
		% Satır	55,9%	44,1%	100,0%		
		% Sütun	92,5%	89,7%	91,2%		
	Var	n	8	9	17		
		% Satır	47,1%	52,9%	100,0%		
		% Sütun	7,5%	10,3%	8,8%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	106	84	190	Fisher's Exact	0,327
		% Satır	55,8%	44,2%	100,0%		
		% Sütun	99,1%	96,6%	97,9%		
	Var	n	1	3	4		
		% Satır	25,0%	75,0%	100,0%		
		% Sütun	,9%	3,4%	2,1%		
Düz sırt	Yok	n	98	85	183	Fisher's Exact	0,115
		% Satır	53,6%	46,4%	100,0%		
		% Sütun	91,6%	97,7%	94,3%		
	Var	n	9	2	11		
		% Satır	81,8%	18,2%	100,0%		
		% Sütun	8,4%	2,3%	5,7%		
Yuvarlak omuz	Yok	n	105	80	185	Fisher's Exact	0,081
		% Satır	56,8%	43,2%	100,0%		
		% Sütun	98,1%	92,0%	95,4%		
	Var	n	2	7	9		
		% Satır	22,2%	77,8%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	8,0%	4,6%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	107	86	193	Fisher's Exact	0,448
		% Satır	55,4%	44,6%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,9%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	1,1%	,5%		
Om prot	Yok	n	96	76	172	0,083	0,773
		% Satır	55,8%	44,2%	100,0%		
		% Sütun	89,7%	87,4%	88,7%		
	Var	n	11	11	22		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	10,3%	12,6%	11,3%		
Baş öne tilt	Yok	n	96	76	172	0,083	0,773
		% Satır	55,8%	44,2%	100,0%		
		% Sütun	89,7%	87,4%	88,7%		

Baş geriye tilt	Var	n	11	11	22	Fisher's Exact	0,448
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	10,3%	12,6%	11,3%		
	Yok	n	107	86	193		
		% Satır	55,4%	44,6%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	98,9%	99,5%		
Var	n	0	1	1			
	% Satır	,0%	100,0%	100,0%			
	% Sütun	,0%	1,1%	,5%			
Çene aşağı tilt	Yok	n	104	85	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	55,0%	45,0%	100,0%		
		% Sütun	97,2%	97,7%	97,4%		
	Var	n	3	2	5		
		% Satır	60,0%	40,0%	100,0%		
		% Sütun	2,8%	2,3%	2,6%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	105	85	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	55,3%	44,7%	100,0%		
		% Sütun	98,1%	97,7%	97,9%		
	Var	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,9%	2,3%	2,1%		

Tablo 7. "Tensor fas kısalığı", "Postür" değişkenleri arasındaki ilişkiye ait Ki-kare testi sonuçları

			Tensor fas kısalığı		Toplam	Ki-kare	p
			Yok	Var			
Karın kası	Normal	n	140	40	180	Fisher's Exact	0,045*
		% Satır	77,8%	22,2%	100,0%		
		% Sütun	95,2%	85,1%	92,8%		
	Zayıf	n	7	7	14		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	4,8%	14,9%	7,2%		
Göğüs tipi	Çökük	n	1	0	1	Monte Carlo	0,232
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,7%	,0%	,5%		
	Fıçı	n	5	5	10		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	3,4%	10,6%	5,2%		
	Güvercin	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,0%	2,1%	2,1%		
	Huni	n	2	2	4		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	1,4%	4,3%	2,1%		
	Normal	n	136	39	175		
		% Satır	77,7%	22,3%	100,0%		
		% Sütun	92,5%	83,0%	90,2%		
Pes planus	Yok	n	124	37	161	0,451	0,502
		% Satır	77,0%	23,0%	100,0%		
		% Sütun	84,4%	78,7%	83,0%		
	Var	n	23	10	33		
		% Satır	14,1%	27,0%	20,0%		
		% Sütun	18,6%	27,0%	20,0%		

		% Satır	69,7%	30,3%	100,0%		
		% Sütun	15,6%	21,3%	17,0%		
Pes caus	Yok	n	143	46	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,7%	24,3%	100,0%		
		% Sütun	97,3%	97,9%	97,4%		
	Var	n	4	1	5		
		% Satır	80,0%	20,0%	100,0%		
		% Sütun	2,7%	2,1%	2,6%		
Ayak pron	Yok	n	123	39	162	0,001	0,999
		% Satır	75,9%	24,1%	100,0%		
		% Sütun	83,7%	83,0%	83,5%		
	Var	n	24	8	32		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	16,3%	17,0%	16,5%		
Ay süp	Yok	n	136	46	182	Fisher's Exact	0,301
		% Satır	74,7%	25,3%	100,0%		
		% Sütun	92,5%	97,9%	93,8%		
	Var	n	11	1	12		
		% Satır	91,7%	8,3%	100,0%		
		% Sütun	7,5%	2,1%	6,2%		
Çekiç parmak	Yok	n	143	46	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,7%	24,3%	100,0%		
		% Sütun	97,3%	97,9%	97,4%		
	Var	n	4	1	5		
		% Satır	80,0%	20,0%	100,0%		
		% Sütun	2,7%	2,1%	2,6%		
Hallux valg	Yok	n	141	40	181	Fisher's Exact	0,017*
		% Satır	77,9%	22,1%	100,0%		
		% Sütun	95,9%	85,1%	93,3%		
	Var	n	6	7	13		
		% Satır	46,2%	53,8%	100,0%		
		% Sütun	4,1%	14,9%	6,7%		
Genu vorum	Yok	n	134	37	171	4,145	0,042*
		% Satır	78,4%	21,6%	100,0%		
		% Sütun	91,2%	78,7%	88,1%		
	Var	n	13	10	23		
		% Satır	56,5%	43,5%	100,0%		
		% Sütun	8,8%	21,3%	11,9%		
Genu valg	Yok	n	145	46	191	Fisher's Exact	0,567
		% Satır	75,9%	24,1%	100,0%		
		% Sütun	98,6%	97,9%	98,5%		
	Var	n	2	1	3		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	1,4%	2,1%	1,5%		
Genu rekurvatum	Yok	n	145	46	191	Fisher's Exact	0,567
		% Satır	75,9%	24,1%	100,0%		
		% Sütun	98,6%	97,9%	98,5%		
	Var	n	2	1	3		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	1,4%	2,1%	1,5%		
Tibial	Yok	n	142	42	184	Fisher's	0,064

torsiyon		% Satır	77,2%	22,8%	100,0%	Exact	
		% Sütun	96,6%	89,4%	94,8%		
	Var	n	5	5	10		
		% Satır	50,0%	50,0%	100,0%		
		% Sütun	3,4%	10,6%	5,2%		
Lordoz	Yok	n	144	46	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,8%	24,2%	100,0%		
		% Sütun	98,0%	97,9%	97,9%		
	Var	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,0%	2,1%	2,1%		
Kifoz	Yok	n	133	43	176	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,6%	24,4%	100,0%		
		% Sütun	90,5%	91,5%	90,7%		
	Var	n	14	4	18		
		% Satır	77,8%	22,2%	100,0%		
		% Sütun	9,5%	8,5%	9,3%		
Kifo Lordoz	Yok	n	146	47	193	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,6%	24,4%	100,0%		
		% Sütun	99,3%	100,0%	99,5%		
	Var	n	1	0	1		
		% Satır	100,0%	,0%	100,0%		
		% Sütun	,7%	,0%	,5%		
Skolyoz	Yok	n	133	44	177	Fisher's Exact	0,767
		% Satır	75,1%	24,9%	100,0%		
		% Sütun	90,5%	93,6%	91,2%		
	Var	n	14	3	17		
		% Satır	82,4%	17,6%	100,0%		
		% Sütun	9,5%	6,4%	8,8%		
Yuvarlak sırt	Yok	n	144	46	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,8%	24,2%	100,0%		
		% Sütun	98,0%	97,9%	97,9%		
	Var	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,0%	2,1%	2,1%		
Düz sırt	Yok	n	139	44	183	Fisher's Exact	0,729
		% Satır	76,0%	24,0%	100,0%		
		% Sütun	94,6%	93,6%	94,3%		
	Var	n	8	3	11		
		% Satır	72,7%	27,3%	100,0%		
		% Sütun	5,4%	6,4%	5,7%		
Yuvarlak omuz	Yok	n	141	44	185	Fisher's Exact	0,455
		% Satır	76,2%	23,8%	100,0%		
		% Sütun	95,9%	93,6%	95,4%		
	Var	n	6	3	9		
		% Satır	66,7%	33,3%	100,0%		
		% Sütun	4,1%	6,4%	4,6%		
Omuz retraksiyonu	Yok	n	147	46	193	Fisher's Exact	0,242
		% Satır	76,2%	23,8%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,9%	99,5%		
	n	0	1	1			



	Var	% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,1%	,5%		
Om prot	Yok	n	131	41	172	0,008	0,928
		% Satır	76,2%	23,8%	100,0%		
		% Sütun	89,1%	87,2%	88,7%		
	Var	n	16	6	22		
		% Satır	72,7%	27,3%	100,0%		
		% Sütun	10,9%	12,8%	11,3%		
Baş öne tilt	Yok	n	131	41	172	0,008	0,928
		% Satır	76,2%	23,8%	100,0%		
		% Sütun	89,1%	87,2%	88,7%		
	Var	n	16	6	22		
		% Satır	72,7%	27,3%	100,0%		
		% Sütun	10,9%	12,8%	11,3%		
Baş geriye tilt	Yok	n	147	46	193	Fisher's Exact	0,242
		% Satır	76,2%	23,8%	100,0%		
		% Sütun	100,0%	97,9%	99,5%		
	Var	n	0	1	1		
		% Satır	,0%	100,0%	100,0%		
		% Sütun	,0%	2,1%	,5%		
Çene aşağı tilt	Yok	n	143	46	189	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,7%	24,3%	100,0%		
		% Sütun	97,3%	97,9%	97,4%		
	Var	n	4	1	5		
		% Satır	80,0%	20,0%	100,0%		
		% Sütun	2,7%	2,1%	2,6%		
Çene yukarı tilt	Yok	n	144	46	190	Fisher's Exact	0,999
		% Satır	75,8%	24,2%	100,0%		
		% Sütun	98,0%	97,9%	97,9%		
	Var	n	3	1	4		
		% Satır	75,0%	25,0%	100,0%		
		% Sütun	2,0%	2,1%	2,1%		

#### 4. TARTIŞMA

Postür vücudun yer çekimine karşı dik durduğunda ve vücudun her hareketinde vücudun destek yapılarını zedelenme ve ilerleyici deformasyondan korumak amacıyla postüral refleks olarak eklemlerin aldığı pozisyonların birleşimidir. Vücut duruşunun değerlendirmesi sadece yerçekimine karşı dik duran gövde pozisyonunu değil, aynı zamanda ayakların, bacakların, omuzların, başın pozisyonunu ve karın duvarının şeklini de içermelidir (Barış 2009, Nichele et al. 20162, Janda 1983, Rusek et al. 2018). Postürdeki bozukluklar çoğunlukla çocukluk döneminde ve büyümenin ataklar yaptığı 10-19 yaş aralığındaki ergenlik döneminde ortaya çıkar (Barış 2009, Nichele et al. 20162, Rusek et al. 2018, Penha et al. 2008, Kapo et al. 2018). Büyüme süresinde kemik gelişiminin kas gelişiminden daha hızlı olması ağırlı postüral bozukluklara sebep olan kas kısalıklarına sebep olur (Baltacı 2008). Pübertal büyüme kızlarda erkeklere göre 2-3 yıl önce başlar ve kas iskelet yapısının esnekliği kızlarda daha fazladır, antropometrik ve fonksiyonel vücut özellikleri farklıdır, erkeklerde vücut suyu, kas ve kemik dokusu kızlarda yağ dokusu fazladır. Erkeklerin vücut ağırlıkları kızlarınkinden fazladır. Bu farklılıklar postüral dengeyi etkileyip kızlar ve erkeklerde farklı postüral deformitelere sebep olur (Rusek et al. 2018, Penha et al. 2008).

Bu çalışmada öğrencilerin cinsiyet ve kas kısalıklarının postür değişkenlerini etkileyerek farklı postüral deformitelere sebep oldukları sonucu diğer araştırmaların sonuçları ile uyusmaktadır (Baltacı 2008, Penha et al. 2008, Rusek et al. 2018).

Diğer araştırmalarda fazla kilo ve obezitenin postürü etkilemesinde yaşın önemli olduğu, ergenlik öncesi dönemde çocuğun yaşının küçük olmasıyla obezitenin postür üzerine olumsuz etkisinin arttığı belirtilmektedir (Kapo et al. 2018). Araştırmanın sonuçlarında ergenlik dönemini geride bırakan üniversite öğrencilerinin Vücut Kitle İndeksleri ile postür değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

Tensör fasya lata kas kısalığı ile genu vorum arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması sonucu doğru bilgi olmadığı için öğrencilerin tensör fasya lata kas kısalığı testini öğrenememiş oldukları, postürle ilgili diğer bilgileri öğrendikleri anlaşılmaktadır.

## 5. SONUÇ

Her gün yapılan, uzun süreli uygunsuz hareketler ve pasif oturma pozisyonları, kas iskelet yapısının esnekliği ve gücünü azaltarak kaslar arasında güç dengesizliklerine ve buna bağlı olarak da farklı postür bozukluklarına sebep olur. Dünya nüfusunun çoğu fiziksel hareketsizliğin neden olduğu ağrılı postüral hareket sorunlarıyla karşı karşıyadır (Kapo et al. 2018). Çözüm ise kas iskelet yapısının esnekliği ve kas kuvvetini artıran günlük egzersiz programı ve fiziksel aktivitenin önemi konusunda toplumun farkındalık ve bilgi düzeyini artırmak amaçlı, okullarda, okul idaresi ve rehber öğretmenlerin iş birliğiyle postür taramaları ve düzenli aralıklarla toplumda tekrarlı eğitim programlarının düzenlenmesidir (Kapo et al. 2018, Baltacı 2008, Barış 2009).

## KAYNAKÇA

- Baltacı, G. Düzgün, İ. (2008). *Adolesan ve Egzersiz*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları
- Bariş, F. (2009). *Ankara İli Sincan İlçesinde Bir İlköğretim Okulu ve Bir Lisede Öğrenim Gören Öğrencilerde Skolyoz ve Kifoz Sıklığının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Programı, Ankara.
- Janda, V. (1983). On the Concept of Postural Muscles and Posture in Man. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 29(3):83- 84. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60665-6
- Kapo, S., Rađo, İ., Smajlović, N., Kovač, S., Talović, M., Doder, I., Čović, N., (2018). Increasing postural deformity trends and body mass index analysis in school-age children. *Zdr Varst*, 57(1):25-32. doi: 10.2478/sjph-2018-0004.
- Nichele, L., Turra, P., Badaró, A., (2016). Monitoring of students body posture. *MTP&Rehab Journal*, 14, 313. DOI: <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2016.14.313>
- Penha, PJ., Casarotto, RA., Sacco, ICN., Marques, AP., João, SMA., (2008). Qualitative postural analysis among boys and girls of seven to ten years of age. *Rev. bras. Fisioter*, 12(5), 386-91. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552008000500008>
- Rusek, W., Baran, J., Leszczak, J., Adamczyk, M., Weres, A., Baran, R., Inglot, G., Pop, T. (2018). The influence of body mass composition on the postural characterization of school-age children and adolescents. *Biomed Res Int.*, 14(7). doi: 10.1155/2018/9459014.

## Heterocyclic Aromatic Amines in Chicken Products

Adem Savaş<sup>1</sup>

### Abstract

In the contemporary era, alongside heightened awareness, there is a discernible shift in societal attitudes towards the value placed on health. There is a growing interest in foods that are perceived to be healthier and more functional. Meat and meat products are very valuable in this respect. Meat and meat products represent a significant component of the human diet, occupying a prominent position among animal-based foods. These foods are becoming increasingly important in terms of their nutritional value. Chicken meat, which plays an important role in meat products, is one of the most consumed meats due to a number of positive attributes, including its sensory properties, low cost and healthy nutritional profile. The demand for poultry meat is increasing on a daily basis due to its cost-effectiveness, expediency, ease of preparation, and nutritional profile, which encompasses a substantial range of essential nutrients. It should be noted, however, that these meat products are subject to a cooking process prior to consumption. While the cooking process is responsible for the desired taste, flavour and aroma for the consumer, it can also result in the formation of mutagenic and carcinogenic compounds that are highly detrimental to human health. Heterocyclic aromatic amines (HAAs) are toxic compounds that are formed during the cooking of protein-rich foods. This review study examines the relationship between the increasing consumption of chicken meat and the formation of HAAs.

Keywords: Meat and meat products, chicken meat, heterocyclic aromatic amines, health

1 Giresun Üniversitesi, Giresun / ORCID IDs: 0000 – 0002 – 4365 – 1482

Address for Correspondence / Yazışma Adresi: Fındık İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Giresun Üniversitesi

E-posta / E-mail: yazarın mail adresi: (90) (507) 523 11 78

Telif Hakkı 2022 İstanbul Esenyurt Üniversitesi. Makale metnine <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2021 by İstanbul Esenyurt University - Available on-line at web site <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr>

## 1. INTRODUCTION

Nutrition is a fundamental aspect of human life, influencing both the continuity and quality of life. Adequate and balanced nutrition is a fundamental determinant of the quality of life of the individual (Savaş, 2024). It has been observed that there has been a gradual increase in meat consumption globally (Abreu et al., 2023). In this context, the consumption of chicken meat is increasing at a gradual rate in comparison to other meats and products. The composition of chicken meat is subject to variation depending on a number of factors, including species, sex and age (Hailemariam et al., 2022). Chicken meat is one of the most important animal foods for an adequate and balanced diet. It is widely consumed due to its favourable fatty acid composition, high protein content, high biological value, rich vitamin (especially B complex) and mineral content, quick preparation time and lower price compared to red meat (Savaş et al., 2021).

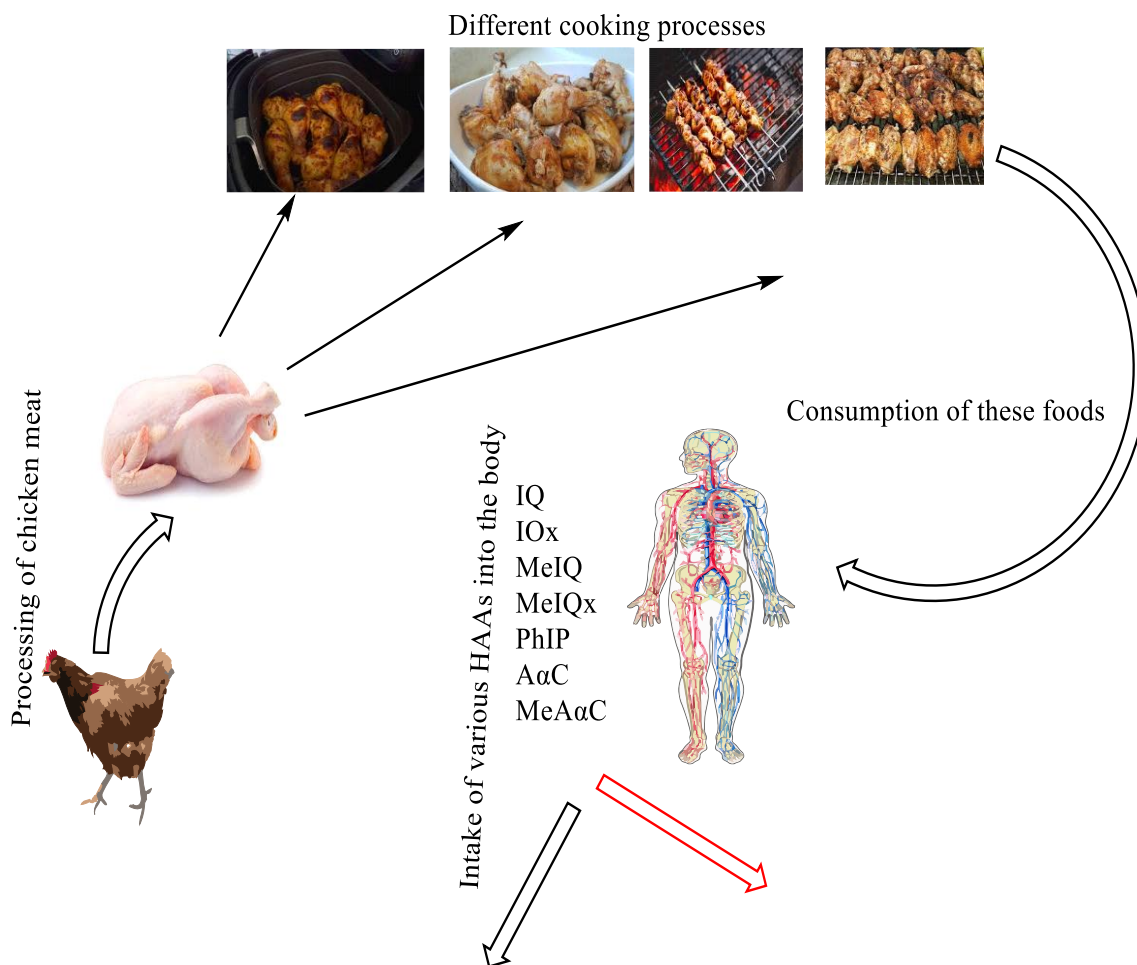
Heterocyclic aromatic amines (HAAs) are a chemical group that is formed when protein-rich foods (meat and meat products) are cooked at high temperatures. This class of chemicals is characterised by the presence of two to five aromatic groups and has been associated with potential health risks. The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified some HAAs (IQ-2A, MeIQ and PhIP-2B) as high-risk human carcinogens. The formation of HAAs in meat and meat products is dependent on a number of factors. The concentrations of precursors such as creatine/creatinine, glucose and amino acids are of particular significance (Oz et al., 2023; Zhou et al., 2024; Zhao et al., 2024).

In recent years, there has been a notable increase in the demand for functional, nutritious, and healthy foods. Accordingly, this research concentrated on the gathering of data pertaining to the formation of heterocyclic aromatic amines as a consequence of disparate cooking procedures employed in the preparation of chicken meat samples.

## 2. Heterocyclic Aromatic Amines

Meat products are subjected to cooking prior to consumption. Indeed, while the application of heat during the cooking process enhances the flavour, aroma and texture of the foodstuff in question, it simultaneously serves to increase its microbiological safety. The cooking methods of frying, grilling, roasting and barbecuing are commonly employed for meat and meat products (Nadeem et al., 2021; Oz et al., 2021; Savaş et al., 2021). However, the formation of various mutagenic and carcinogenic compounds (such as heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons) is a consequence of the cooking of protein-rich foods at high temperatures. (Oz et al., 2021; Elbir et al., 2023; Ekiz et al., 2023; Savaş et al., 2023).

Notable toxic compounds include heterocyclic aromatic amines (HAA), which are defined as mutagenic and/or carcinogenic compounds. It is established that heterocyclic aromatic amines (HAAs) are formed during the cooking of protein-rich foods. Nevertheless, it is asserted that a multitude of factors influence the extent of HAAs formation. While the Maillard reaction is a prominent factor, numerous additional variables, including meat type, temperature, cooking time, cooking method, water activity, and pH, also influence the formation of these compounds. It has been reported that 30 different types of HAAs, classified as amino-imidazoazaarenes (AIAs) and amino-carbolines (ACs), have been identified in food products to date. It has been established that AIAs are formed between 150 °C and 300 °C, while ACs are formed above 300 °C (Dong et al., 2020; Savaş and Oz, 2021; Elbir et al., 2023).



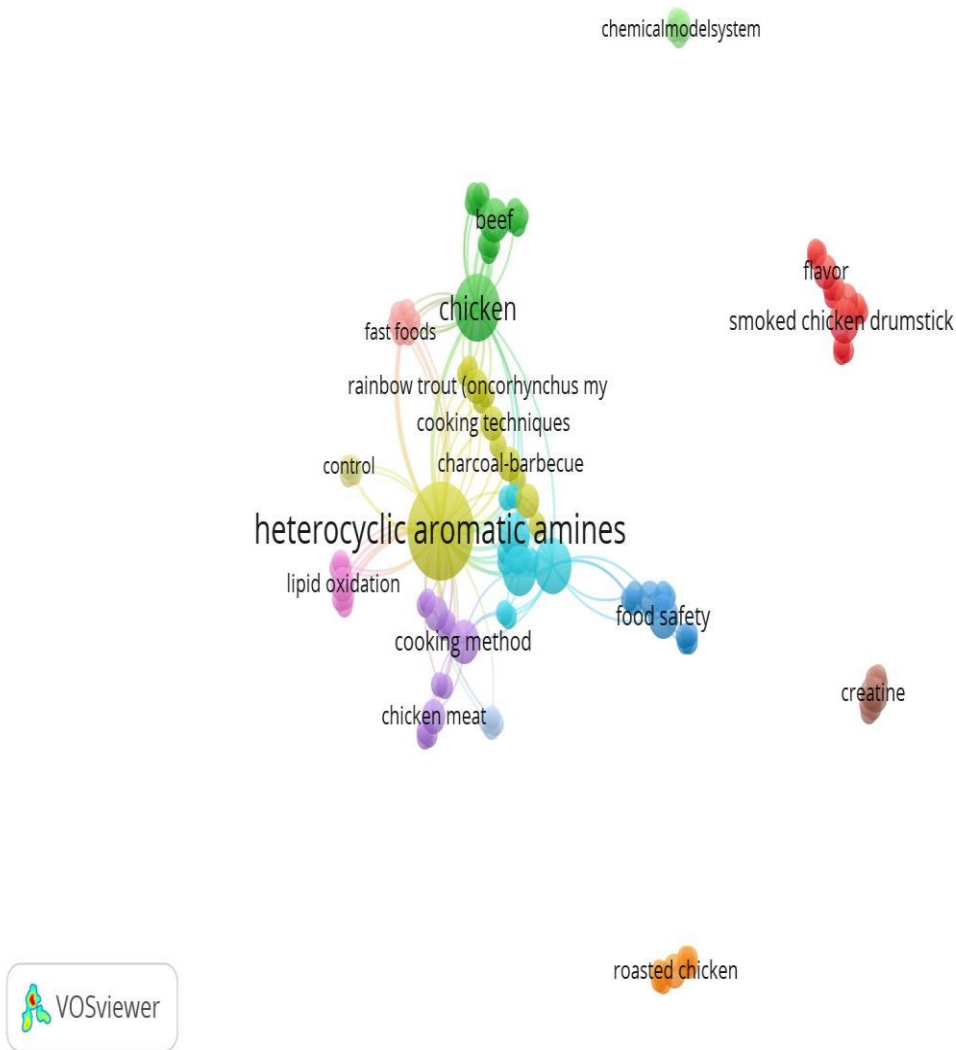
HAAs can cause the formation of breast, stomach, colon, pancreas, prostate and other cancers.

**Figure 1.** Diagram of the effects of chicken meat applied in different cooking processes on human health.

Humans are exposed to heterocyclic aromatic amines. HAAs, which can lead to unexpected syntheses in DNA, it is stated that their carcinogenicity is higher than other toxic compounds such as nitrosamines, aflatoxin B1 and benzo[*a*]pyrene (Püssa, 2013; Barzegar et al., 2019). Studies show that HAAs can cause many diseases, especially cancer. It has also been stated that consumption of 50 g of processed meat per day increases cancer types such as prostate, colon, breast and pancreas (Wolk, 2017; Barzegar et al., 2019).

### **Detailing Studies on the Relationship between Chicken and HAAs**

There are many studies in the literature on HAAs in different meat samples. However, studies investigating HAAs in chicken are rather limited. The number of studies using different parts of chicken and investigating HAAs was analysed using the Web of Science database. As a result of the analysis, 36 studies were identified between 2002 and 2024. The data obtained were analysed using Vosviewer software. A total of 13 cluster areas were identified. Figure 2 shows the network visualisation image obtained from Vosviewer.



**Figure 2.** Network Visualization

### Studies to reduce the formation levels of HAAs in chicken meat

Meat products, which have an important place in our daily diet, provide valuable nutrients for the human body. Meat and its products gain unique taste, flavour and aroma with the cooking processes applied and become more appetising. However, cooking may cause the formation of heterocyclic aromatic amines which are mutagenic and carcinogenic compounds (Teng et al., 2023; Ekiz et al., 2023; Savaş et al., 2023). Wang and others reported in their review that 1648 studies were conducted on HAAs between 2013 and 2023. It is observed that the number of studies on HAAs has increased especially after 2008.

As HAAs are chemical compounds that can pose a risk to human health, there is an increasing number of studies in the literature on reducing the formation of HAAs. In this context, different methods such as changing the heating conditions, using additives, pretreatment in microwave ovens and applying natural and synthetic antioxidants have been applied to reduce the formation levels of HAAs and it is stated that the formation of HAAs decreases at different levels (Khan et al., 2022; Savaş et al., 2023).

Haskaraca et al (2014) reported that green tea extract and microwave precooking did not reduce HAA formation in fried chicken legs and wings produced in a laboratory model under controlled frying conditions.

In their studies, Tengilimoğlu-Metin and Kızıl (2017) reported that the administration of artichoke extract resulted in a significant reduction in the total amount of HAA present in chicken breast meat samples, with a mean inhibition of 5-97%.

Tengilimoğlu-Metin et al. (2017) reported in their studies that hawthorn extract inhibited the total amount of HAA in chicken breast meat samples by 12-97%.

In their study on chicken thigh and breast meat samples, Savaş et al. (2021) reported that the use of different oven bags resulted in a reduction in the total HAA amount, while also causing BPA migration.

In a study conducted by Kılıç et al. (2021), the application of turmeric to chicken meatballs subjected to varying cooking temperatures was observed to result in a dose-dependent inhibition of HAAs.

Zhang et al. (2023) reported that the use of cyanidin and rutin prevented the formation of HAAs in smoked chicken thigh meat samples.

### **Detection Methods of HAAs**

There are many methods used today to extract and purify HAAs. These methods include liquid-liquid extraction (LLE), solid phase extraction (SPE), pressurized liquid extraction (PLE), microwave-assisted extraction (MAE), supercritical fluid extraction (SFE), solid phase microextraction (SPME) and dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME) (Wang et al., 2023; Oz et al., 2023).

Accurate measurement of HAAs, which pose a significant risk to public health, is very important. Highly efficient, selective and sensitive methods and equipment must be used to detect traces of HAAs in food. In particular, high-performance liquid chromatography (HPLC), liquid chromatography (LC), liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS), gas chromatography (GC) and enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA) are used for the analysis of HAAs. (Wang et al., 2023; Oz et al., 2023).

### **Conclusion**

Meat and its derivatives represent a significant component of the human diet. Chicken meat offers numerous advantages, including convenient accessibility, affordability, and extensive farming practices. Furthermore, chicken meat is also highly nutritious. However, the cooking process can result in the formation of mutagenic and carcinogenic compounds, such as HAAs, at varying levels. HAAs are directly and indirectly associated with numerous diseases, particularly cancer. Consequently, research aimed at preventing and reducing the formation of HAAs is deemed crucial.



## References

- Abreu, R., Semedo-Lemsaddek, T., Cunha, E., Tavares, L., & Oliveira, M. (2023). Antimicrobial Drug Resistance in Poultry Production: Current Status and Innovative Strategies for Bacterial Control. *Microorganisms*, 11(4), 953. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11040953>
- Barzegar, F., Kamankesh, M., & Mohammadi, A. (2019). Heterocyclic aromatic amines in cooked food: A review on formation, health risk-toxicology and their analytical techniques. *Food Chemistry*, 280, 240-254. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.058>
- Dong, H., Xian, Y., Li, H., Bai, W., & Zeng, X. (2020). Potential carcinogenic heterocyclic aromatic amines (HAAs) in foodstuffs: Formation, extraction, analytical methods, and mitigation strategies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 365-404. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12527>
- Ekiz, E., Savaş, A., Aoudeh, E., Elbir, Z., Oz, E., Proestos, C., ... & Oz, F. (2023). Impact of cumin (*Cuminum cyminum*) incorporation on the generation of heterocyclic aromatic amines in meatballs. *Separations*, 10(8), 458. <https://doi.org/10.3390/separations10080458>
- Elbir, Z., Ekiz, E., Aoudeh, E., Oz, E., Savaş, A., Brennan, C., ... & Oz, F. (2023). Enhancing effect of chia seeds on heterocyclic amine generation in meatball. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(5), 2560-2572. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16403>
- Hailemariam, A., Esatu, W., Abegaz, S., Urge, M., Assefa, G., & Dessie, T. (2022). Nutritional composition and sensory characteristics of breast meat from different chickens. *Applied Food Research*, 2(2), 100233. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100233>
- Haskaraca, G., Demirok, E., Kolsarıcı, N., Öz, F., & Özşaraç, N. (2014). Effect of green tea extract and microwave pre-cooking on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried chicken meat products. *Food Research International*, 63, 373-381. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.04.001>
- Khan, I. A., Khan, A., Zou, Y., Zongshuai, Z., Xu, W., Wang, D., & Huang, M. (2022). Heterocyclic amines in cooked meat products, shortcomings during evaluation, factors influencing formation, risk assessment and mitigation strategies. *Meat Science*, 184, 108693. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108693>
- Kilic, S., Oz, E., & Oz, F. (2021). Effect of turmeric on the reduction of heterocyclic aromatic amines and quality of chicken meatballs. *Food Control*, 128, 108189. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108189>
- Nadeem, H. R., Akhtar, S., Ismail, T., Sestili, P., Lorenzo, J. M., Ranjha, M. M. A. N., ... & Aadil, R. M. (2021). Heterocyclic aromatic amines in meat: Formation, isolation, risk assessment, and inhibitory effect of plant extracts. *Foods*, 10(7), 1466. <https://doi.org/10.3390/foods10071466>

- Oz, E., Aoudeh, E., Murkovic, M., Toldra, F., Gomez-Zavaglia, A., Brennan, C., ... & Oz, F. (2023). Heterocyclic aromatic amines in meat: Formation mechanisms, toxicological implications, occurrence, risk evaluation, and analytical methods. *Meat Science*, 109312. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109312>
- Oz, E., Ekiz, E., Savaş, A., Aoudeh, E., El-Aty, A. A., & Öz, F. (2021). Impact of roasting level on fatty acid composition, oil and polycyclic aromatic hydrocarbon contents of various dried nuts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(2), 213-221. <https://doi.org/10.3906/tar-2006-43>
- Oz, E., Savaş, A., Ekiz, E., & Öz, F. (2021). Mangalda pişirilmiş sebzelerin polisiklik aromatik hidrokarbon içeriği. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(1), 13-22. [doi: 10.36846/CJAFS.2021.31](https://doi.org/10.36846/CJAFS.2021.31)
- Püssa, T. (2013). Toxicological issues associated with production and processing of meat. *Meat science*, 95(4), 844-853. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.032>
- Savaş, A & Oz, F. (2021). The effect of oven bag usage on the formation of heterocyclic aromatic amines in chicken meat cooked in oven. *RESEARCH & REVIEWS IN ENGINEERING-I*, 29.
- Savaş, A. (2024). Fındık Meyvesinin Besinsel İçeriği Üzerine Kısa Bir Perspektif. *Gıda Bilimi ve Mühendisliği Araştırmaları*, 3(1), 100-103. [DOI: 10.5281/zenodo.10908319](https://doi.org/10.5281/zenodo.10908319)
- Savaş, A., Ekiz, E., Elbir, Z., Savaş, B. D., Proestos, C., Elobeid, T., ... & Oz, F. (2023). Advantageous effects of sumac usage in meatball preparation on various quality criteria and formation of heterocyclic aromatic amines. *Separations*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.3390/separations10010029>
- Savaş, A., Oz, E., & Oz, F. (2021). Is oven bag really advantageous in terms of heterocyclic aromatic amines and bisphenol-A? Chicken meat perspective. *Food chemistry*, 355, 129646. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129646>
- Teng, H., Deng, H., Zhang, C., Cao, H., Huang, Q., & Chen, L. (2023). The role of flavonoids in mitigating food originated heterocyclic aromatic amines that concerns human wellness. *Food Science and Human Wellness*, 12(4), 975-985. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.10.019>
- Tengilimoglu-Metin, M. M., & Kizil, M. (2017). Reducing effect of artichoke extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Meat Science*, 134, 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.018>
- Tengilimoglu-Metin, M. M., Hamzalioglu, A., Gokmen, V., & Kizil, M. (2017). Inhibitory effect of hawthorn extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Food research international*, 99, 586-595. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.044>
- ur Rahman, U., Sahar, A., Khan, M. I., & Nadeem, M. (2014). Production of heterocyclic aromatic amines in meat: Chemistry, health risks and inhibition. A review. *LWT-Food Science and Technology*, 59(1), 229-233. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.005>

Wang, H., Chu, X., Du, P., He, H., He, F., Liu, Y., ... & Abd El-Aty, A. M. (2023). Unveiling heterocyclic aromatic amines (HAAs) in thermally processed meat products: Formation, toxicity, and strategies for reduction—A comprehensive review. *Food Chemistry*: X, 100833. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100833>

Wolk, A. (2017). Potential health hazards of eating red meat. *Journal of Internal Medicine*, 281(2), 106-122. <https://doi.org/10.1111/joim.12543>

Zhang, L., Hu, Y., Liu, Q., Chen, Q., Xia, X., & Kong, B. (2023). Cyanidin and rutin inhibit the formation of heterocyclic aromatic amines in chemical modeling systems and smoked chicken drumsticks. *Food Chemistry*, 398, 133869. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133869>

Zhao, Q., Hou, H. M., Qiu, Y., Zhang, G. L., Hao, H., Zhu, B. W., & Bi, J. (2024). Rapid and large-capacity adsorption of heterocyclic aromatic amines on heat resistant two-dimensional metal organic layer/cellulose nanofiber aerogels constructed by a thawing cross-linking strategy. *Journal of Hazardous Materials*, 465, 133160. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.133160>

Zhou, Y., Ma, Y., Ma, Z., Ma, Q., Li, Z., & Wang, S. (2024). Theoretical exploration of the phenolic compounds' inhibition mechanism of heterocyclic aromatic amines in roasted beef patties by density functional theory. *Food Research International*, 186, 114394. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114394>.

Geliş Tarihi/Received: 30.07.2024  
Kabul Tarihi/Accepted: 09.08.2024

DOI:

## THE EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Merve UCA<sup>1</sup> Hamdi ÖZİVGEN<sup>2</sup>

### Abstract

**Aim:** The purpose of this study was to review the current literature on the effects of exercise duration and intensity, physical fitness, and specific types of training/sport on long-term cardiovascular health.

**Methods:** A systematic review of recent studies was conducted using PubMed. Studies assessing fitness, exercise dose/type, and cardiovascular health were included as a priority.

**Conclusion:** Epidemiological studies have suggested that cardiorespiratory fitness is inversely associated with the risk of all-cause mortality, with no increased risk observed in the fittest cohort. Recent evidence suggests that high-intensity resistance training may be more effective than low-intensity training for promoting acute myofibrillar protein synthesis, triggering neural adaptations, and increasing long-term muscle strength. Additionally, several studies have shown that high-intensity resistance training has a lower impact on arterial blood pressure and cardiac output, potentially making it a safer option for individuals with cardiovascular conditions. Furthermore, strenuous exercise and weightlifting may not be ideal for optimizing longevity.

**Keywords:** Cardiovascular, Exercise, Strength Training, Rehabilitation

1 İstanbul Esenyurt Üniversitesi, İstanbul// ORCID IDs: 0000-0003-3325-8828  
2 İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul 0000-0002-6118-6449

Address for Correspondence / Yazışma Adresi: İstanbul Esenyurt Üniversitesi

E-posta / E-mail: yazarın mail adresi : merveuca@esenyurt.edu.tr

Telif Hakkı 2022 İstanbul Esenyurt Üniversitesi. Makale metnine <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2021 by İstanbul Esenyurt University - Available on-line at web site <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr>

## Özet

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, egzersiz süresi ve yoğunluğu, fiziksel uygunluk ve belirli eğitim/spor türlerinin uzun vadeli kardiyovasküler sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin güncel literatürü incelemektir.

**Yöntem:** PubMed kullanılarak son çalışmaların sistematik bir incelemesi yapılmıştır. Uygunluğu, egzersiz dozunu/türünü ve kardiyovasküler sağlığını değerlendiren çalışmalar öncelikli olarak dahil edilmiştir.

**Sonuç:** Epidemiyolojik çalışmalar, kardiyorespiratuvar uygunluğun her türlü ölüm riskiyle ters orantılı olduğunu ve en uygun kohortta artmış bir risk gözlemlenmediğini ileri sürmüştür. Son kanıtlar, yüksek yoğunluklu direnç antrenmanının akut miyofibriler protein sentezini teşvik etmek, nöral adaptasyonları tetiklemek ve uzun vadeli kas gücünü artırmak için düşük yoğunluklu antrenmandan daha etkili olabileceğini ileri sürmektedir. Ek olarak, birkaç çalışma yüksek yoğunluklu direnç antrenmanının (intra) arteriyel kan basıncı ve kardiyak çıktı üzerinde daha düşük bir etkiye sahip olduğunu ve potansiyel olarak kardiyovasküler rahatsızlıkları olan bireyler için daha güvenli bir seçenek haline getirdiğini göstermiştir. Ayrıca, yorucu egzersiz ve halter uzun ömürlülüğü optimize etmek için ideal olmayabilir.

**Anahtar kelimeler:** Egzersiz, Kardiyovasküler, Kuvvet Antrenmanı, Rehabilitasyon

## 1. INTRODUCTION

Cardiovascular rehabilitation is a complex intervention that improves the functional capacity, well-being, and health-related quality of life of patients with heart disease. There is a solid evidence base showing that cardiac rehabilitation is a clinically effective and cost-effective intervention for patients with acute coronary syndrome or heart failure exhibiting reduced ejection fraction and heart failure after coronary revascularization (Taylor et al., 2022; Piepoli et al., 2016). Studies have shown that this intervention can significantly reduce fatal events in patients with coronary artery disease and cardiac hospitalizations in patients with heart failure (Rauch et al., 2016; Lewinter et al., 2015). Conversely, physical activity plays a critical role in improving lifespan and health (Thompson et al., 2022). However, studies on the optimal duration, intensity, and types of exercise to promote lifelong CV health, longevity, and overall health are scarce. To address this issue, a systematic review of studies published in this area was conducted using PubMed. Search terms included exercise, physical activity, CV fitness, sports, outdoor activity, longevity, health, CV events, and CV mortality.

## 2. EXERCISE DOSE AND INTENSITY AND MORTALITY REDUCTION

Lee et al. (2022) conducted a long-term prospective cohort study to evaluate the associations between the duration and intensity of leisure-time physical activity and all-cause and cause-specific mortality. Higher levels of vigorous and moderate-intensity leisure activities provide maximum benefit in reducing mortality. Although this study is arguably the best long-term prospective epidemiological study on exercise dose and mortality reduction, its results may be somewhat misleading due to overgeneralization.

The association between exercise dose and risk of death during follow-up were markedly different for vigorous physical activity (VPA) and moderate physical activity (MPA). First, very high levels of moderate-intensity physical activity reduced the risk of cardiovascular disease (CVD) death and all-cause mortality significantly better than very high levels of vigorous physical activity. Second, reductions in cardiovascular disease mortality and all-cause mortality were maximal at 150 min/week of vigorous physical activity; vigorous physical activity dose of 150 min/week was associated with a plateau in all-cause mortality and a modest but progressive reduction in cardiovascular disease mortality (slightly inverted J curve) at higher doses. Conversely, moderate-intensity physical activity reduced cardiovascular disease mortality and all-cause mortality in a dose-dependent, inverse association; the higher the dose of moderate physical activity, the lower the number of deaths during the study.

In a study conducted by the Harvard School of Public Health, 116,221 individuals were followed over a period of 30 years and assessed 15 times to determine the effects of exercise intensity on long-term cardiovascular health and overall longevity. These findings suggest that moderate-intensity exercise is more beneficial for those seeking to improve cardiovascular health and longevity. However, this does not apply to vigorous exercise, which has optimal benefits of approximately 150 min per week. Examples of moderate physical activities include walking, hiking, gardening, housework, dancing, shopping, golfing, double tennis, volleyball, and leisure biking. On the other hand, vigorous physical activity includes activities such as strenuous cycling, running, swimming, or high-intensity interval training (HIIT), singles tennis, basketball, or other activities that increase heart rate, sweating, and shortness of breath. This finding supports the hypothesis of overexertion cardiotoxicity/cardiac overuse injury, particularly in middle-aged and older adults (3-5). Although high-intensity vigorous exercise is necessary for peak physical performance, it may not be necessary to maximize life expectancy and cardiac endurance. Highly strenuous exercise can increase the risk of cardiovascular disease events, such as myocardial infarction and sudden cardiac arrest, especially in middle-aged and older individuals (Schnohr et al., 2015; Franklin et al., 2020). Admittedly, these catastrophic cardiovascular disease events are very rare, but more common problems, such as orthopedic injuries and overtraining, may force individuals to reduce or abandon their high-strength exercise regimens.

Moderate physical activity may reduce CVD risk and increase life expectancy. Survival Curves by Cardiorespiratory Fitness Categories, as measured by time on the Bruce protocol treadmill exercise test (Kokkinos et al., 2022). 13 Used with permission. Although chronically performing very high-dose vigorous physical activity may attenuate some of the benefits provided by less vigorous exertion, this effect was observed in only 2.5% of the adult population of the United States (US) (O’Keefe and Lavie, 2022). This finding does not mean that vigorous physical activity is harmful; compared with a sedentary lifestyle, vigorous physical activity significantly reduces all-cause mortality and cardiovascular disease mortality. However, the magnitude of the reduction in mortality and cardiovascular disease risk with high-intensity physical activity does not appear to be as significant as that with high-intensity moderate-intensity physical activity (Schnohr et al., 2018; Schnohr et al., 2021).

In the Lee study, very high-intensity chronic exercise reduced all risks. It was associated with at least twice as high mortality and cardiovascular disease mortality as extremely high-dose exercise.

At the other extreme, a sedentary lifestyle, which affects approximately half of the U.S. adult population, is associated with poorer health outcomes and reduced life expectancy (O’Keefe and Lavie, 2021; Dunstan et al., 2021). Blood sugar, triglyceride, and inflammatory marker levels begin to rise after sitting for >60 min (Dogra et al., 2019). Even light or moderate exercise mitigates the negative effects of sedentary behavior without significantly increasing the risk of orthopedic or cardiovascular injury.

Over the last three million years of hominin evolution, our ancestors’ existence required a physically active lifestyle. Adults typically take between 14,000 and 16,000 steps per day, often walk 3–8 miles, and carry objects, such as firewood, food, water, and children (O’Keefe et al., 2010; Irimia et al., 2021). Daily subsistence in hunter-gatherer humans requires large amounts of vigorous physical activity interspersed with smaller doses of vigorous physical activity, an activity pattern genetically adapted to humans (O’Keefe & Lavie, 2021; O’Keefe et al., 2018). This evolutionary template provides a logical guide for creating ideal activity patterns that promote optimal health and longevity. The best survival rates among both men and women were those who achieved the highest exercise level of 14 metabolic equivalents (METs). An increased risk of premature death was not noted in the fittest cohort (Kokkinos et al., 2022; Lavie et al., 2022). Importantly, being in the least fit cohort had a greater risk of death, as did other traditional risk factors such as age, diabetes, smoking, chronic kidney disease, hypertension, atrial fibrillation, obesity, previous cardiovascular disease, and cancer.

### 3. HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING

Clearly, there is an increased risk of cardiovascular events in patients with pre-existing cardiovascular diseases who undergo high-intensity strength training (HIST). However, it is important to note that these patients are typically under the direct supervision of trained clinicians during rehabilitation programs (Myers et al., 2009). Exercise training facilities are specifically designed and equipped to monitor and prevent adverse events during exercise (Myers et al., 2009). This may explain why the likelihood of experiencing adverse cardiovascular events during dynamic strength training in cardiovascular rehabilitation units is actually quite low, or at least not significantly higher than that during endurance training (Hollings et al., 2017; Marzolini et al., 2012). Furthermore, there is currently no established correlation between dynamic strength training intensity and the incidence of adverse cardiovascular events during rehabilitation (Hollings et al., 2017; Marzolini et al., 2012)

An alternative to maintaining a high CRF without engaging in large volumes of intense physical activity is high-intensity interval training, an effective exercise regimen characterized by short, repeated bouts of intense exercise (Ito, 2019). High-intensity interval training protocols lead to better improvements in maximal oxygen uptake than continuous moderate- or strenuous long-duration sessions, resulting in better fitness and a lower risk of injury.<sup>17</sup> High-intensity interval training sessions performed once or twice per week may help achieve high-intensity fitness without the need for strenuous, prolonged exercise (Ito, 2019; Mendelson et al., 2022). This regimen maintains very high fitness levels but does not plateau in the longevity benefits that appear to occur with high-intensity physical activity.

Clearly, aerobic fitness as measured by treadmill performance is a strong predictor of life expectancy, but other dimensions of physical fitness, including strength, balance, flexibility, and body composition, have also been shown to be important for optimal functioning and well-being. These non-aerobic fitness parameters also exert significant independent effects on life expectancy and health.

### 4. J-SHAPED RISK REDUCTION AFTER STRENGTH TRAINING

A recent comprehensive meta-analysis reported that approximately 30–60 minutes of strength training (also referred to as resistance training) per week was associated with a significant 17% risk reduction in all-cause mortality, 18% in cardiovascular disease events, and 9% in cancer-related mortality (Momma et al. 19). The combined analysis of strength training and aerobic activities revealed greater benefits for all-cause mortality, cardiovascular disease mortality, and total cancer mortality when the two types of exercise were combined. This important finding of synergy between aerobic fitness and resistance training has been confirmed in previous meta-analyses and strongly suggests that adding muscle-strengthening activities to routine cardio activities may provide additional benefits in preventing disease and improving life expectancy (Momma et al. 2022; Saeidifard et al, 2019).

However, in a recent comprehensive meta-analysis by Momma et al. (2022), the survival curves were J-shaped; the benefits of resistance training lasting approximately 130–140 min per week were completely lost, with potential harms emerging at progressively higher doses (Momma et al., 2022). Another meta-analysis showed that resistance training sessions once or twice per week were associated with a reduced risk of all-cause mortality; however, increasing the frequency to three or more sessions per week did not have this effect. <sup>20</sup> In contrast, aerobic exercise follows an inverted J-curve, where some benefits for cardiovascular health and life expectancy may be lost during the most strenuous exercise, but even very high doses of vigorous physical activity do not increase the risk of premature death or cardiovascular disease compared with a sedentary lifestyle (Schnohr et al., 2021; O’Keefe et al., 2020).

Inactive adults lose 3%–8% of their total muscle mass per decade, accompanied by increased fat accumulation and decreased resting metabolic rate (Westcott, 2012). Strength training can reverse these abnormalities by increasing muscle mass and the resting metabolic rate, leading to a decrease in visceral fat (Westcott, 2012). Resistance training also improves physical performance, cognitive function/mood, blood pressure, insulin sensitivity, glucose metabolism, and lipid levels (Westcott, 2012; Lu et al. 2022). Additionally, strength training increases bone mineral density and functional independence and supports cardiovascular health (Westcott, 2012; Lu et al. 2022). The World Health Organization (WHO) recommends that muscle-strengthening activities be performed at least twice per week (Bull et al., 2020).

Grip strength is a useful biomarker of aging (Lu et al. 2022). Strong observational evidence suggests that grip strength can be used to assess current and future strength, physical functioning, bone mineral density, fracture risk, and hospitalization risk (Bohannon, 2019; Wu et al., 2017). Grip strength is also highly predictive of many health outcomes, including all-cause and disease-specific mortality and, surprisingly, cognitive function (Bohannon, 2019; Wu et al., 2017). Weightlifting, gardening, and competitive sports are all practical strategies for maintaining or improving grip strength.

## **5. OTHER FITNESS DIMENSIONS: BALANCE, FLEXIBILITY, AND BODY COMPOSITION**

Balance is an aspect of fitness that declines rapidly from about age 50. A person's ability to balance the body can be assessed by standing on one leg alone. In a prospective study of 1,702 individuals who were followed-up for 7 years, the ability to successfully complete a 10-second one-leg stand test was independently associated with all-cause mortality (Araujo et al., 2022). In a multivariable-adjusted model that included age, sex, body mass index, and other comorbidities, the risk of all-cause mortality was 84% higher in the group that could not stand on one leg for 10 seconds without losing balance and having to put the other foot on the ground ( $P < 0.001$ ). Furthermore, the ability to stand on one leg for 10 seconds provided incremental prognostic information beyond age, sex, and other relevant fitness and clinical variables (Marcori et al., 2022). The balance is highly trainable. Yoga and tai chi are forms of moderate-intensity physical activity performed in social settings that improve balance and flexibility (Welford et al., 2022).

Getting up from the floor is a fundamental task for autonomous functioning. The sit-to-stand test (SRT) is a simple and rapid assessment based on the ability to sit down on the floor and then get up (Araujo et al., 2020). Scores from 0 to 5 are awarded, with one point awarded for each sit-to-stand phase. Five points are subtracted for each used support (hand, forearm, and knee); two points are added, giving a maximum score of 10. The sit-to-stand test simultaneously assesses the basic non-aerobic components of physical fitness (flexibility, balance, muscle strength, and body composition), which are important for optimal functioning and survival.

A prospective study of 2,002 individuals aged 51 to 80 years showed that low Sit-to-Stand test scores were associated with a higher risk of all-cause mortality during follow-up (Brito et al., 2014). A low score on the Sit-to-stand test is associated with a sixfold higher risk of all-cause mortality; the majority of deaths in this study occurred in participants with low Sit-to-Stand test scores (Brito et al., 2014). In contrast, only two subjects with perfect Sit-to-Stand test scores of 10 (the ability to sit and stand without placing the hand or knee on the floor) died during the 1-year follow-up period (Franklin et al., 2020; Schnohr et al., 2018). The predictive power of this simple test, which does not require aerobic effort, was similar to that of cardiorespiratory fitness measured using the treadmill test.



## 6. POWER OF PLAY: EXPLORATORY STUDY OF THE POWER OF PLAY

The best forms of exercise for improving life expectancy and mental health are social sports such as tennis, golf, badminton, sicklebill, soccer, basketball, volleyball, softball, touch football, baseball, and group exercise. Activities that involve interactive physical play not only improve fitness but also enhance interpersonal bonding, and reduce stress. In the Copenhagen City Heart Study, adults who frequently participated in tennis, other racket sports, or team sports, such as soccer, lived significantly longer than those who were sedentary (Schnohr et al., 2018). After statistical adjustment for multiple potential confounders, people who participated in social sports also had longer life expectancies than those who regularly participated in other forms of exercise, some of which are strenuous but typically performed alone, such as running, swimming, and cycling (Schnohr et al., 2018). The finding that interactive social sports have a halo effect on health, well-being, and longevity has been confirmed in other large prospective registry studies (Chekroud et al., 2018; Oja et al., 2017). Approximately three in four adults in the United States participate in some form of sport during school and early adulthood, but unfortunately, after age 25, only one in four people still participates in sports regularly (Blendon et al., 2015).

Social support independent of exercise has strong positive effects on health, well-being, and life expectancy (Holt-Lunstad et al., 2010). Participating in team sports or group exercise not only provides the physical health benefits of exercise but also promotes interpersonal connection and tends to improve mood and reduce anxiety (Chekroud et al., 2018). Therefore, playing a sport that requires a partner or team or doing group exercise may result in different psychological and physiological effects that enhance the benefits of exercise (Schnohr et al., 2018). Furthermore, because interactive physical play is often perceived as fun, participants tend to engage in it more often than in an unenjoyable workout.

## 7. NATURE THERAPY

A growing body of evidence suggests a positive association between time spent in natural environments and good mental and physical health (White et al., 2016). A recent study assessed the dose-response relationship of “nature therapy” by focusing on the amount of time spent outdoors during a typical week among 19,806 adults, either in green spaces, such as parks, woodlands, and countryside or blue spaces such as lakes and beaches (White et al., 2019). Those who spent 120 min per week in nature were 59% more likely to report good health and 23% more likely to report not spending any time in nature. The authors concluded that spending at least two hours per week on outdoor recreation time may be a threshold for reaching the benefits of nature in terms of health and well-being.

**In particular, exposure to nature has been shown to have numerous health and mood benefits, even when a person is not actively exercising in a natural environment (White et al., 2019). One popular therapy in Japan, known as Shinrin-yoku or forest bathing, has been found to have positive effects on both psychological and cardiovascular health. Studies have shown that being in natural environments such as forests, mountains, lakes, and streams can lead to reduced blood pressure and heart rate, as well as lower levels of cortisol and inflammatory markers (Park et al., 2010). Additionally, research suggests that engaging in physical activity in nature may have greater psychological benefits compared to exercising in other settings (Thompson et al., 2011). Gardening, a popular leisure activity worldwide, also offers a practical way to immerse oneself in nature and reap its benefits. This activity involves relaxation, multidirectional movement, exposure to potentially beneficial microbes, and sunlight, all of which have been consistently linked to physical and mental health benefits, as well as longevity (Soga et al., 2016).**

Dog exercise is typically done outdoors. According to a study by Westgarth et al. (2019), individuals who own a dog are 14 times more likely to engage in recreational walking and four times more likely to meet the recommended 150 minutes of exercise per week compared to those who do not own a dog ( $P < 0.001$ ). This

highlights the positive impact that dog ownership can have on physical activity levels. Furthermore, a nationwide study in Sweden with over 3 million participants and 12 years of follow-up found that owning a dog was associated with a 33% reduction in all-cause mortality and a 36% reduction in cardiovascular disease mortality for individuals living alone (Mubanga et al., 2017). Even those living in multi-person households saw a significant decrease in their risk of disease, with an 11% reduction in all-cause mortality and a 15% reduction in cardiovascular disease mortality. These findings demonstrate the potential health benefits of dog ownership for both individuals and families.

## **8. CONCLUSION**

Moderate-intensity exercise is recommended for improving cardiovascular health and increasing life expectancy in the rehabilitation of various cardiovascular diseases. While vigorous exercise can also be beneficial, the maximum benefits are achieved at 150 minutes per week. The intensity of strength training is a topic of debate, with recent studies suggesting that high-intensity dynamic training may be more effective in increasing muscle strength while having lower cardiovascular demands. Additionally, regular participation in team sports or other physical activities can have positive effects on mental health and longevity. Spending at least two hours per week exercising outdoors in natural environments is highly beneficial, and activities such as gardening and owning a dog can help achieve this goal. It is recommended to aim for two sessions of strength training per week, totaling 40-60 minutes, and to also incorporate flexibility and balance training. Adequate rest, relaxation, and sleep should also be prioritized after strenuous exercise.

## 9. REFERENCES

- Araujo CG, de Souza ESCG, Laukkanen JA, et al. Successful 10-second one-legged stance performance predicts survival in middleaged and older individuals. *Br J Sports Med.* 2022;56(17):975-980.
- Araujo CGS, Castro CLB, Franca JFC, Araujo DS. Sitting-rising test: Sex- and age-reference scores derived from 6141 adults. *Eur J Prev Cardiol.* 2020; 27(8):888-890.
- Blendon RJ, Benson JM, Sayde JM, et al. Poll: Three in four adults played sports when they were younger, but only one in four still play. In: Harvard, ed. Boston, MA: Harvard T.H. Chan School of Public Health; 2015: <https://www.hsph.harvard.edu/news/press-releases/poll-many-adults-played-sports-when-youngbut-few-still-play/>.
- Bohannon RW. Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults. *Clin Interv Aging.* 2019;14:1681-1691.
- Brito LB, Ricardo DR, Araujo DS, Ramos PS, Myers J, Araujo CG. Ability to sit and rise from the floor as a predictor of all-cause mortality. *Eur J Prev Cardiol.* 2014;21(7):892-898.
- Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med.* 2020; 54(24): 1451-1462.
- Chekroud SR, Gueorguieva R, Zheutlin AB, et al. Association between physical exercise and mental health in 1.2 million individuals in the USA between 2011 and 2015: a cross-sectional study. *Lancet Psychiatry.* 2018;5(9):739-746.
- Dogra S, Wolf M, Jeffrey MP, et al. Disrupting prolonged sitting reduces IL-8 and lower leg swell in active young adults. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2019;11(23).
- Dunstan DW, Dogra S, Carter SE, Owen N. Sit less and move more for cardiovascular health: emerging insights and opportunities. *Nat Rev Cardiol.* 2021;18(9):637-648.
- Franklin BA, Thompson PD, Al-Zaiti SS, et al. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective-An Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2020;141(13):e705-e736.
- Hollings, M., Mavros, Y., Freeston, J., et al. (2017). The effect of progressive resistance training on aerobic fitness and strength in adults with coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Prev Cardiol*, 24, 1242–1259.
- Holt-Lunstad J, Smith TB, Layton JB. Social relationships and mortality risk: a meta-analytic review. *PLoS Med.* 2010;7(7):e1000316.
- Irimia A, Chaudhari NN, Robles DJ, et al. The Indigenous South American Tsimane Exhibit Relatively Modest Decrease in Brain Volume With Age Despite High Systemic Inflammation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2021;76(12):2147-2155.
- Ito S. High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World J Cardiol.* 2019; 11(7):171-188.
- Kokkinos P, Faselis C, Samuel IBH, et al. Cardiorespiratory Fitness and Mortality Risk Across the Spectra of Age, Race, and Sex. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(6):598-609.
- Laukkanen JA, Isiozor NM, Kunutsor SK. Objectively Assessed Cardiorespiratory Fitness and All-Cause Mortality Risk: An Updated Meta-analysis of 37 Cohort Studies Involving 2,258,029 Participants. *Mayo Clin Proc.* 2022;97(6):1054-1073.
- Lavie CJ, Arena R, Kaminsky LA. Making the Case to Measure and Improve Cardiorespiratory Fitness in Routine Clinical Practice. *Mayo Clin Proc.* 2022;97(6):1038-1040.
- Lavie CJ, Sanchis-Gomar F, Ozemek C. Fit Is It for Longevity Across Populations. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(6):610-612.

- Lee DH, Rezende LFM, Joh HK, et al. Long-Term Leisure-Time Physical Activity Intensity and All-Cause and Cause-Specific Mortality: A Prospective Cohort of US Adults. *Circulation*. 2022;146(7):523-524.
- Lewinter, C., Doherty, P., Gale, C.P., et al. (2015). Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with heart failure: a meta-analysis of randomised controlled trials between 1999 and 2013. *Eur J Prev Cardiol*, 22, 1504–1512.
- Lu Y, Li G, Ferrari P, et al. Associations of handgrip strength with morbidity and all-cause mortality of cardiometabolic multimorbidity. *BMC Med*. 2022;20(1):191.
- Marcori AJ, Monteiro PHM, Oliveira JA, Dumas M, Teixeira LA. Single Leg Balance Training: A Systematic Review. *Percept Mot Skills*. 2022;129(2):232-252.
- Marzolini, S., Oh PI and Brooks, D. (2012). Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol*, 19, 81–94.
- Mendelson M, Chacaroun S, Baillieul S, et al. Effects of high intensity interval training on sustained reduction in cardiometabolic risk associated with overweight/obesity. A randomized trial. *J Exerc Sci Fit*. 2022;20(2):172-181.
- Momma H, Kawakami R, Honda T, Sawada SS. Musclemstrengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and metaanalysis of cohort studies. *Br J Sports Med*. 2022;56(13):755-763.
- Mubanga M, Byberg L, Nowak C, et al. Dog ownership and the risk of cardiovascular disease and death - a nationwide cohort study. *Sci Rep*. 2017; 7(1):15821.
- Myers, J., Arena, R., Franklin, B., et al. (2009). American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation and Prevention of the Council on Clinical Cardiology, the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, and the Council on Cardiovascular Nursing. Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 119, 3144–3161.
- O’Keefe EL, Lavie CJ. A Hunter-Gatherer Exercise Prescription to Optimize Health and Well-Being in the Modern World. *J Sci in Sport and Exercise*. 2021;3:147-157.
- O’Keefe EL, Torres-Acosta N, O’Keefe JH, Lavie CJ. Training for Longevity: The Reverse J-Curve for Exercise. *Mo Med*. 2020;117(4):355-361.
- O’Keefe JH, O’Keefe EL, Lavie CJ. The Goldilocks Zone for Exercise: Not Too Little, Not Too Much. *Mo Med*. 2018;115(2):98-105.
- O’Keefe JH, Vogel R, Lavie CJ, Cordain L. Achieving huntergatherer fitness in the 21(st) century: back to the future. *Am J Med*. 2010;123(12):1082-1086.
- Oja P, Kelly P, Pedisic Z, et al. Associations of specific types of sports and exercise with all-cause and cardiovascular-disease mortality: a cohort study of 80 306 British adults. *Br J Sports Med*. 2017;51(10):812-817.
- Park BJ, Tsunetsugu Y, Kasetani T, Kagawa T, Miyazaki Y. The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environ Health Prev Med*. 2010;15(1):18-26.
- Rauch, B., Davos, C.H., Doherty, P., et al. (2016). The prognostic effect of cardiac rehabilitation in the era of acute revascularisation and statin therapy: a systematic review and meta-analysis of randomized and non-randomized studies – the Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS). *Eur J Prev Cardiol*, 23, 1914–1939.
- Saeidifard F, Medina-Inojosa JR, West CP, et al. The association of resistance training with mortality: A systematic review and metaanalysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26(15):1647-1665.
- Schnohr P, O’Keefe JH, Holtermann A, et al. Various Leisure-Time Physical Activities Associated With Widely

- Divergent Life Expectancies: The Copenhagen City Heart Study. *Mayo Clin Proc.* 2018;93(12):1775-1785.
- Schnohr P, O’Keefe JH, Lavie CJ, et al. U-Shaped Association Between Duration of Sports Activities and Mortality: Copenhagen City Heart Study. *Mayo Clin Proc.* 2021;96(12):3012-3020.
- Schnohr P, O’Keefe JH, Marott JL, Lange P, Jensen GB. Dose of jogging and long-term mortality: the Copenhagen City Heart Study. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65(5):411-419.
- Soga M, Gaston KJ, Yamaura Y. Gardening is beneficial for health: A meta-analysis. *Prev Med Rep.* 2016;5:92-99.
- Taylor, R.S., Dalal, H.M., McDonagh, S.T.J. (2022). The role of cardiac rehabilitation in improving cardiovascular outcomes. *Nat Rev Cardiol.* 19(3),180-194.
- Thompson Coon J, Boddy K, Stein K, Whear R, Barton J, Depledge MH. Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental wellbeing than physical activity indoors? A systematic review. *Environ Sci Technol.* 2011;45(5):1761-1772.
- Thompson PD, Eijsvogels TMH, Kim JH. Can the Heart Get an Overuse Sports Injury? *NEJM Evid.* 2022;2(1):Online. doi: 10.1056/ EVIDra2200175.
- Welford P, Osth J, Hoy S, Diwan V, Hallgren M. Effects of yoga and aerobic exercise on wellbeing in physically inactive older adults: Randomized controlled trial (FitForAge). *Complement Ther Med.* 2022;66:102815.
- Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep.* 2012;11(4):209-216.
- Westgarth C, Christley RM, Jewell C, German AJ, Boddy LM, Christian HE. Dog owners are more likely to meet physical activity guidelines than people without a dog: An investigation of the association between dog ownership and physical activity levels in a UK community. *Sci Rep.* 2019;9(1):5704.
- White MP, Alcock I, Grellier J, et al. Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing. *Sci Rep.* 2019;9(1):7730.
- White MP, Elliott LR, Taylor T, et al. Recreational physical activity in natural environments and implications for health: A population based cross-sectional study in England. *Prev Med.* 2016;91:383-388.
- Wu Y, Wang W, Liu T, Zhang D. Association of Grip Strength With Risk of All-Cause Mortality, Cardiovascular Diseases, and Cancer in Community-Dwelling Populations: A Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *J Am Med Dir Assoc.* 2017;18(6):551 e517-551 e535.

Geliş Tarihi/Received: 15.03.2024

DOI:

Kabul Tarihi/Accepted: 13.08.2024

**ELEKTROMANYETİK RADYASYON MARUZİYETİNİN ERKEK ÜREME SİSTEMİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**  
**ELECTROMAGNETIC RADIATION EXPOSURE EFFECT ON THE MALE  
REPRODUCTIVE SYSTEM**

**Ömer Serdar SONCELEY<sup>1</sup> İrfan AYDIN<sup>2</sup> Vesile KÜÇÜK<sup>3</sup> Fazıl SABUNCUOĞLU<sup>4</sup>**

**Özet**

Dünya genelinde her ekonomik statüden ve her yaşta insanların cep telefonu kullanımı yaygınlaşmaktadır. Cep telefonu ve alt yapı sistemlerinin radyofrekans radyasyonu (RFR) yaydığı ve biyolojik canlılar üzerinde elektromanyetik alan etkisi oluşturduğu bilinmektedir. Biyolojik canlılar üzerindeki olumsuz etkileri yönündeki endişeler sebebiyle çok sayıda bilimsel araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalardan bir kısmı da erkek üreme sistemleri üzerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmalardır. Bu çalışmada, gerek insanların ve gerekse deney hayvanlarının erkek üreme sistemleri üzerinde radyofrekans radyasyonu ve elektromanyetik alan etkisi yönünde yapılan 84 adet bilimsel çalışma objektif olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda; günümüzde kullanılmakta olan teknolojilerin ürettiği elektromanyetik radyasyonun testis dokusu ve sperm kalitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu, dolayısıyla doğurganlığı olumsuz yönde etkileyebileceği bilgisine ulaşılmıştır. Bunun yanında gelişmekte olan yeni iletişim teknolojilerinden olan, LiFi ve 5G teknolojileri üzerinde ise yeterli çalışmalar yapılmadığı, güvenilirliğin oluşması için çok yönlü bilimsel çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Radyofrekans Radyasyon, Elektromanyetik Etki, Erkek Üreme Sistemi, Sperm Kalitesi, 5G Teknolojisi

1 İstanbul Esenyurt Üniversitesi / İstanbul ORCID IDs: <https://orcid.org/0000-0002-6719-161X>

2 Fenerbahçe Üniversitesi / İstanbul ORCID IDs: <https://orcid.org/0000-0001-5488-2262>

3 İstanbul Gelişim Üniversitesi / İstanbul ORCID IDs: <https://orcid.org/0000-0001-8186-1563>

4 İstanbul Esenyurt Üniversitesi / İstanbul ORCID IDs: <https://orcid.org/0000-0002-0926-1763>

Address for Correspondence / Yazışma Adresi: Ömer Serdar SONCELEY - Zafer Mah.Adile Naşit Bulvarı No:1 >Esenyurt / İstanbul

E-posta / E-mail: yazarın mail adresi: Omersonceley@esenyurt.edu.tr Tel: 444 9 123/ 1240

Telif Hakkı 2022 İstanbul Esenyurt Üniversitesi. Makale metnine <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr/> web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2021 by İstanbul Esenyurt University - Available on-line at web site <http://iesujhs.esenyurt.edu.tr>

## Abstract

The use of mobile phones by people of all economic status and all ages is becoming widespread worldwide. It is known that mobile phones and infrastructure systems emit radiofrequency radiation (RFR) and create electromagnetic field effects on biological organisms. Many scientific researches have been conducted due to concerns about the negative effects on biological organisms. Some of these researches are studies investigating the effect on male reproductive systems. In this study, 84 scientific studies on the effect of radiofrequency radiation and electromagnetic field on male reproductive systems of both humans and experimental animals were objectively analysed. As a result of the research, it was found that the electromagnetic radiation produced by the technologies in use today has negative effects on testicular tissue and sperm quality, thus negatively affecting fertility. In addition, it was concluded that there are not enough studies on LiFi and 5G technologies, which are among the developing new communication technologies, and that multidimensional scientific studies should be carried out in order to create reliability. In addition, it has been concluded that LiFi and 5G technologies, which are among the developing new communication technologies, have not been adequately studied and that multi-faceted scientific studies should be carried out to establish reliability.

**Keywords:** Radiofrequency radiation, electromagnetic effect, male reproductive system, sperm quality, 5G technology.

## 1. GİRİŞ

### 1. Elektromanyetik Radyasyon

#### 1.1. Radyasyonun Tanımı ve Özellikleri

Dünyada doğal olarak bulunan radyasyon kaynağı, uzaydan gelen, karada, sularda ve havada bulunan elementlerden yayılan ışınlar şeklinde tanımlanabilir. İnsanlar yaşamları boyunca ister istemez radyasyona maruz kalmaktadırlar (9). Çekirdeğinde dengeli sayıda proton ve nötron içermeyen atomlara radyoaktif atom adı verilmektedir. Bu atomlar fazla enerjilerinden kurtulup daha kararlı bir yapıya geçmek ister. Radyoaktif çekirdeklerin kararlı bir yapıya ulaşabilmek amacıyla ortama yaydıkları enerjiye ise radyasyon denir (33,81). Radyasyon bir kaynaktan elektromanyetik dalgalar ve parçacıklar şeklinde salınan bir enerjidir. Lazer, güneş, radar sistemi televizyon vericileri, x ışını makineleri gibi kaynaklar insan yaşamında bulunan radyasyon kaynaklarıdır (24).

#### 1.2. Radyasyon Kaynakları

Radyasyon kaynakları doğal ve yapay olarak ikiye ayrılır (9):

##### 1.2.1. Doğal radyasyon kaynakları

Doğal radyasyon, doğada kendiliğinden var olan, doğal kaynaklardan oluşan radyasyondur ve tüm canlılar bu radyasyona maruz kalırlar. Kozmik ışınlar, radon gazı, gama radyasyonu ve radyoizotopların solunum ve sindirim gibi yollarla vücuda alınmasıyla oluşan iç ışınlanma, doğal kaynaklara örnektir. En önemli doğal radyasyon kaynağı, yer kabuğunda bulunan radyoaktif radyum elementinin bozulması sırasında salınan "radon" gazıdır (22). Radon gazı kayalarda ve toprakta bol miktarda bulunur. Evin temellerindeki açıklık ve çatlaklardan içeri girerek insan vücuduna kadar ulaşır ve zararlı etkisini oluşturur (28). Radon gazının sigaradan sonraki en önemli akciğer kanseri etkeni olduğu tespit edilmiştir (2). Bir diğer doğal radyasyon kaynağı da kozmik ışınlardır. Kozmik ışınlar yüksek enerjiye sahip olup, deniz seviyesinden yükseğe çıktıkça maruziyet oranı artmaktadır. Bu durumdan en çok etkilenen meslek grubu ise pilotlar ve hosteslerdir (28).

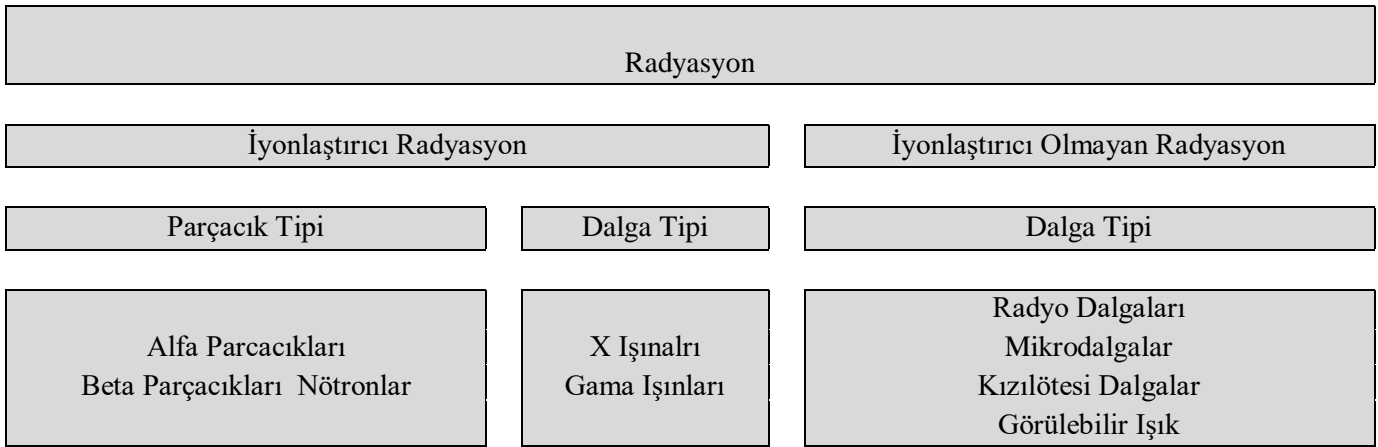
##### 1.2.2. Yapay Radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişimin paralelinde, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak da üretilebilmektedir. Bu kaynaklar birçok işin daha kaliteli, kolay, hızlı, ucuz ve basit yapılmasını sağlamaktadır. Kısacası doğada kendiliğinden var

olmayan, teknolojik gelişmelerin de etkisiyle insan faaliyetleri sonucunda oluşan radyasyondur (13,33). Başlıca yapay radyasyon kaynakları; tıbbi, endüstriyel ve tarımsal amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer santraller, nükleer serpintiler, televizyon, bilgisayar, radyo dalgaları, duman dedektörleri ve bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır (9,71). Bu örneklerin arasında en büyük pay medikal ürünlere aittir. Günümüzde yapay radyasyonlara maruziyet doğal kaynaklı olanlara göre daha büyük bir orandadır (76).

### 1.3. Radyasyonun Sınıflandırılması

Radyasyon, enerjisine göre iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır (22), İyonlaştırıcı radyasyon da parçacık ve dalga tipi radyasyon olarak ikiye ayrılırken, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon dalga tipi radyasyondur.



Şekil 1; Radyasyonun Sınıflandırılması

#### 1.3.1. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon, atomlardan elektron ayrılacak kadar güçlü enerjisi olmayan elektromanyetik radyasyondur. İyonize radyasyona kıyasla daha düşük enerjiye sahip olduğu için zararlı etkileri daha azdır. Görünür ışık, radarlar, ultraviyole ışıklar, infrared ışıklar, mikrodalgalar, radyo dalgaları iyonlaştırıcı olmayan radyasyona örnektir (7,18).

#### 1.3.2. İyonlaştırıcı Olan Radyasyon

Herhangi bir sebepten dolayı atomdan bir elektronun koparılması ya da atoma bir elektron bağlanması sonucunda oluşan yük dengesizliğine iyonlaşma denir. İyonlaştırıcı radyasyonda karşılaştığı maddede iyonlaşma meydana getirir. Böylelikle maddede pozitif veya negatif parçacıklar oluşmaktadır, yani maddede negatif veya pozitif iyonlar oluşturmaktadır (17). Madde ile etkileştiğinde elektrik yüklü parçacıklar ve iyonlar oluşturan X ışınları ile radyoaktif maddelerden yayılan alfa, beta, gama ışınları gibi radyasyonlar iyonlaştırıcı radyasyon olarak tanımlanır (55).

- Alfa ışınları: Helyum atomu çekirdeklerinden oluşur ve her çekirdekte ikişer nötron ve proton bulunur ve pozitif yüklüdür. Hızları ortalama 16.000 km/sn dir. Alfa partikülleri doğal maddelerden salınabileceği gibi yapay maddelerden de salınabilirler. Havada ve diğer maddelerle içinde aldığı yol kısadır bu parçalar ince kâğıt tabakalar tarafından bile durdurulabilirler (8).
- Beta ışınları: Proton ve nötron ihtiva etmezler. Çok küçük kütleleri nedeniyle ve delici özelliğinden dolayı madde içinde daha uzun yol alırlar. Genelde negatif yüklüdür, fakat çekirdekteki proton fazlalığı nedeniyle pozitifte olabilirler (37).



• X ışınları: Hızlandırılmış elektronların yüksek atom numaralı bir madde ile çarpışması sonucu ile ortaya çıkar. X ışının oluşması için havası alınmış ortamda, önce serbest elektronların ortaya çıkarılması sonrasında hızlandırılması ve hızlandırılmış elektronların yüksek atom numaralı bir maddeyle çarpıtılması gerekmektedir. X ışınının keşfedilmesinden sonra günümüzde en yaygın olarak radyografi ve radyoskopi görüntüleme uygulamalarında kullanılmaktadır (54).

#### 1.4 Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Radyobiyojoloji temel olarak iyonize radyasyonun yaşayan canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalıdır (5). Radyasyonun biyolojik etkileri hücrenin tipine, radyasyon çeşidine ve de maruz kalınan süreye ve doza bağlı olarak değişmektedir (22). Hücrelerin radyosensitiviteleri birbirine göre farklılık gösterir. Bölünme özelliği bakımından aktif hücreler ve olgunlaşmamış hücreler radyasyona karşı en hassas olan hücrelerdir. Buna göre, hematopoietik ve lenfoid sistem hücreleri en duyarlı, karaciğer, böbrek, kas ve sinir hücreleri ise en dirençli hücrelerdir (82). Radyasyonun biyolojik etkileri deterministik ve stokastik etkiler olarak ikiye ayrılır:

**Deterministik etki:** Daha çok geniş bir vücut alanının etkilenmesi ile oluşur. Bu tür etkilenmede belli bir eşik değer söz konusudur. Bu eşik aşılması durumunda görülür. Maruz kalınan radyasyon dozu ile doğru orantılıdır (12). Katarakt oluşumu, cilt yanıkları ve kısırlık, deterministik etkilere örnektir (82).

**Stokastik etki:** Tüm vücut veya sadece birkaç hücre ya da dokunun etkilenmesi söz konusu olabilir (5). Oluşması için belli bir eşik değer aşılması gerekmez; ancak radyasyon şiddetinin artması görülme olasılığını artırır. Kanser oluşumu ve kalıtsal etkiler, stokastik etkiye örnektir (82). Radyasyonun bu etkileri yapabilmesinde maruz kalınan doz büyük önem taşır. Maruziyet dozu da akut ve kronik doz olarak ikiye ayrılır. Akut doz, vücudun tamamının veya bir bölümünün yüksek doz radyasyona maruziyetidir. Nükleer kazalar sonucu maruz kalınan doz, akut dozdur ve akut radyasyon sendromu adı verilen tabloya neden olur. Kronik doz ise uzun süre düşük dozda radyasyona maruziyettir. Mesleği gereği radyasyonla çalışanların maruz kaldığı doz, kronik dozdur (17).

##### 1.4.1. İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Günümüz dünyasında radyasyondan izole yaşamak mümkün değildir. İyonize radyasyonun moleküler, hücresel, doku ve sistem düzeyinde insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır (13). İyonize radyasyonların canlılarda biyolojik bir etkiye yol açabilmesi için, sahip oldukları enerjinin, canlıyı oluşturan hücre ve dokular tarafından absorbe edilmesi ve dokularda dağılması gerekir (59, 68). İyonize radyasyonun moleküler düzeyde direkt ve indirekt etkileri olabilmektedir.

**Direkt etki:** DNA molekülleri doğrudan iyonize radyasyona maruz kalır ve iyonize olur (36). Direkt etki sonucu DNA molekülündeki pürin bağları açılabilen, fosfodiester bağları kırılabilen ve DNA sarmalı üzerinde tek ya da çift zincir kırıklarına yol açabilmektedir (82).

**Endirekt (dolaylı) etki:** Radyasyon doğrudan DNA'yı etkilemez. Hücre içi moleküllerle etkileşime girerek serbest radikaller oluşmasına neden olur ve bu radikaller DNA'da zincir kırıklarına, lipid peroksidasyonuna, karsinojenik ve mutajenik etkilere yol açabilmektedir (36). Endirekt etki, direkt etkiye kıyasla DNA'da iki kat fazla hasara neden olmaktadır (82).

##### 1.4.2. İyonize olmayan Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Elektromanyetik radyasyonlar (EMR) dalga özellikli radyasyonlar olarak bilinmektedir. Boşlukta yayılma özelliğine sahip olan bu dalgalar, dalga boyları ve frekansları ile tanımlanmaktadır. İyonize olmayan radyasyon olarak da tanımlanan elektromanyetik radyasyon, enerjinin boşlukta elektrik ve manyetik alanlar şeklinde yayılmasıdır. İyonize olmayan radyasyonlar elektromanyetik radyasyon olarak dalga boyu 10<sup>-7</sup> metreye eşit veya daha yukarı olanlardır (25). EMR' lar, uzun dalga boyludan, kısa dalga boyluya doğru, radyo dalgaları,

mikro dalgalar, infrared ışınları, görünür ışınlar, ultraviyole ışınları olmak üzere sıralanırlar. Dalga boyu olarak insan vücut kalınlığı içine düşen mikro dalgalar ve altındaki ışınların (Infrared radyasyon, görünür ışınları, ultraviyole ışınları) insan vücuduna verdiği zararlar, yapılan çok sayıda araştırma ile kanıtlanmıştır.

Ultraviyole ışınlarının deriye verdiği zararlar bilinmektedir. Güneşten yayılan çeşitli dalga boylarındaki ışınların %5'ini UV ışınlar oluşturmaktadır. Bu ışınlar UV-A, UV-B ve UV-C olmak üzere üç çeşittir. UV ışınların bir bölümü ozon tabakası tarafından tutuluyor olsa bile ozon tabakasının incilmesiyle maruz kalınan dozun arttığı kabul edilmektedir (51).

## 2. Elektromanyetik Alan

Elektromanyetik alan (EMA) veya elektromanyetik radyasyon (EMR) terimleri, canlıların yaşadığı ortamda elektrik gücü ile beslenip çalışan cihazlardan yayılan elektrik ve manyetik alanlar anlamına gelmektedir (41). 1960'lardan günümüze EMA'nın canlılarda sağlık problemleri oluşturabileceği noktasında ileri sürülen savlar her zaman gündemde olmuştur. Son yıllarda sosyal yaşam içinde önemli bir yer tutan ve EMR yaydığı bilinen, cep telefonlarının günlük hayatta her yaştan, her cinsiyetten ve her ekonomik statüden kişiler arasında yaygın olarak kullanılması, cep telefonlarının birbirleriyle iletişimini sağlayan baz istasyonlarının her geçen gün sayılarının artması, Wireless Fidelity (Wi-Fi), kulaklıklar, yazıcılar gibi kablosuz teknolojiler, mikrodalga fırınlar, radarlar, radyo ve televizyonlar ile sağlık sektöründe teşhis amaçlı kullanılan cihazların yaygın kullanımı, canlılarda günlük bazda EMA'lara maruz kalma süresini artırmakta (23, 25, 26, 38, 40, 41,42,70, 77). EMA'ların biyolojik organizmalar üzerinde çok yönlü olumsuz etkileri, daha çok sorgulanır hale gelmiştir (16, 20, 41, 62).

Günümüzde kullanılan cep telefonu modelleri 1800 MHz - 2200 MHz gibi farklı frekanslarda (16, 21), dizüstü bilgisayarlar ve kablosuz ağlar (1000 MHz – 3600 MHz), yüksek frekanslı olanlar ise (2,45 GHz) mikrodalga radyasyon ile çalışmaktadır (73). Tehlikeli ışınların 1000 GHz ve üzerindeki ışınlar olduğu kabul edilmektedir (26). Cep telefonları ile baz istasyonları arasındaki iletişim elektromanyetik dalga (EMD) yoluyla gerçekleşmekte, hücresel yapı özelliği sayesinde aynı anda birçok kullanıcı birbirleri ile haberleşebilmektedir. Baz istasyonlarının neden olduğu toplam elektromanyetik enerjinin (EME) sabit bir değeri olmayıp, anlık kullanıcı yoğunluğuna göre değişmektedir (69).

Biyolojik dokuların elektriksel özellikleri yönündeki farklılıklar, büyük ölçüde hücresel düzeyde dokunun sıvı içeriği ile bağlantılıdır. Örneğin, kan ve beyin dokusu elektrik akımını iyi derecede, karaciğer, dalak ve kas doku orta derecede, akciğerler, deri, yağ ve kemik doku ise nispeten zayıf derecede iletkenlik özelliği gösterirken, tümoral dokular sağlıklı dokulara oranla daha fazla iletken özellik göstermektedir (49).

Cep telefonları ve baz istasyonlarının ürettikleri EMD'nin insanlarda doku ve hücrelerde meydana getirebilecekleri etkinin derecesi, dalgaların frekans tipine (statik veya salınımlı), dalga yapısına (sinüzoidal, kare vb.), canlı dokuya uzaklığına, maruz kalma süresine, yoğunluğuna, sıklığına ve hücrelerin biyolojik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (16, 26, 30, 42, 70, 78).

Cep telefonlarının olası olumsuz etkilerine yönelik birçok çalışma yapılmış birçok farklı sonuç elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda uzun süreli cep telefonu kullanımının baş ağrısı, yorgunluk, işitme kaybı gibi sorunlara neden olabileceği sonucuna varılmış ve en yaygın karşılaşılan durumun kulak çevresinde ısınma olduğu (52), uyku bozukluğu, yorgunluk gibi rahatsızlıklara da sebep olduğu bildirilmiştir (46). Geniş katılımlı bir çalışmada, cep telefonu kullanımının menenjiyom ve gliyom riskini artırmadığı sonucuna ulaşılmıştır (34). Bu çalışmalara benzer elektromanyetik alan radyasyonunun canlılık ve hücre sağlığı üzerine birçok çalışma yapılmıştır (72,35).

EMD, biyolojik dokular üzerindeki olumsuz etkilerini iki ayrı mekanizma ile meydana getirmektedir. Bunlar termal ve kimyasal etkilerdir. EMA etkisi, hücreleri oluşturan moleküler düzeydeki yapıların iyonlarında titreşime yol açmakta bu da ısı enerjisini açığa çıkarmak suretiyle dokuların içinde sıcaklık artışına sebep olmaktadır. Dokuların tolere edebileceği ısı artışı, normalde dokunun kendi sıcaklığının üstünde 0.5 °C'ye kadarki ısı derecesi

olarak kabul edilmektedir (41). Yüksek frekanslı EMD etkisiyle 0.5 °C'nin üstündeki ısı artışı dokularda zararlı etki oluştururken, gerek kimyasal maddeler ve gerekse düşük frekanslı EMD'ın özellikle uzun süre etkisine bağlı olarak dokularda oluşturacağı zararlı etkiler, dokularda hücrelerin biyokimyasal işlevlerinin bozulması suretiyle meydana gelmektedir. (42,72).

Normal şartlar altında, insanlarda ve laboratuvar hayvanlarında dört W/Kg'lık SAR değerinin (Spesifik Soğurma Hızı) 1°C'lik sıcaklık artışına yol açtığı bildirilmiş (14), ısı ve bazı kimyasal maddelerin semenin kalitesini bozabildiği de bildirilmiştir (10,39). Bir çalışmada, 4-6-8-10-12 W/kg GSM radyo frekansına maruz bırakılan tüm genç erkek ve dişi sıçanlarda, özellikle sekiz W/kg ve üstü maruziyetlerde kontrol gruplarına kıyasla ortalama vücut sıcaklıklarının (> 38C) artmış olduğu bildirilmiştir (52). EMD'ın ısınmaya da neden olduğu bunun da çeşitli dokularda (78,79) zararlı biyolojik etkilere ve testis dokusundaki germinal epitelde hasara yol açabildiği bildirilmiştir (10).

Canlı dokularda EMR enerji depolanması veya diğer bir ifadeyle maruziyet sonucu vücuttaki doku ve organlar düzeyindeki radyasyon emilimi, dokuların elektriksel iletkenliğine, elektriksel geçirgenliğine ve kütle özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Hücresel düzeyde ise, hücrenin spesifik iletkenliği, nispi geçirgenliği, yalıtım özelliği, elektriğin doku içindeki dağılımı ve hücre dışı ortam özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Baz istasyonlarının yaydığı EMA, kullanıcı yoğunluğuna bağlı olarak farklılık arz etmekle birlikte, baz istasyonunun hizmet verdiği hücre içinde aynı anda yapılan konuşma sayısına da bağlıdır ve konuşma sayısı arttıkça buna bağlı olarak baz istasyonu vericisinden yayılan EME de artmaktadır (26, 49).

6–100 GHz arası EMD'ın sağlık üzerindeki etkilerinin araştırıldığı 94 bilimsel yayının analiz edildiği derleme çalışmasında; 5G ağları ve bileşenlerinin, mevcut kullanılmakta olan teknolojiye kıyasla daha yüksek frekans banda gereksinim duyması, kablosuz cihaz sayısının çok sayıda artacağı, buna bağlı olarak sosyal coğrafik alanlarda toplam elektromanyetik frekans (EMF) maruziyetinin artacağı, bunun da sağlığı olumsuz yönde etkileyebileceği kaygısı üzerinde durulmuştur (43,67).

### 3. Oksidanlar ve Etkileri

Reaktif oksijen türleri (ROS), fizyolojik koşullarda hücresel solunum ürünü olarak endojen formda, dışardan alınan alkol dahil çeşitli kimyasallar, ksenobiyotikler, ilaçlar, karsinojenler, hava kirliliği elemanları, sigara dumanı, antineoplastik ajanlar, ultraviyole radyasyon, elektromanyetik alanlar, toksik kökenli reaksiyonlar, yoğun fiziksel aktivite vb faktörler ile de egzogen formda oluşmaktadır. Normal oksijen molekülüne göre kimyasal aktivitesi daha yüksek oksijen formları olan ROS'un çoğu türlerini serbest radikaller oluşturmaktadır (6, 40, 48). Söz konusu serbest radikaller biyolojik sistemlerde elektron alıcı, kısa ömürlü, kararsız moleküller şeklinde tanımlanmakta olup, oksijenin kısmen indirgenmesi sonucu oluşan güçlü oksidan özellikte oksijen metabolitleridirler (48, 50, 74, 75).

Oksidanlar, hedef moleküllerden elektron alma yetenekleri sayesinde, hücre zarı ve hücre içi genetik materyal (DNA, RNA) gibi hayati yapılarda, protein fonksiyonu, lipid peroksidasyonu ve bazı enzimatik mekanizmalar gibi işlevsel birimlerde moleküler düzeyde yapı ve fonksiyonların değişimine sebep olmakta, ayrıca dokuların antioksidan savunma sistemlerini de bloke etmek suretiyle hücre hasarına yol açmaktadır (3, 29 40, 74, 75).

Metabolizma tarafından doğal olarak üretilen veya dışardan yiyecekler yolu ile alınan ve antioksidan savunma sistemini oluşturan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) sayesinde, oksidanların yıkımına karşı hücreleri korumaya çalışılmakta, hücre hasarı ya geciktirilmekte ya da önlenmektedir. Oksidanlar ile antioksidanlar arasındaki dengenin oksidanlar lehine bozulması durumunda oluşan bir dizi olumsuzlukların tamamı da oksidatif stres olarak tanımlanmaktadır (6, 46, 56, 74, 75).

Cep telefonlarından yayılan EMD'ın dokuların antioksidan savunma sistemlerini bozup, oksidanları arttırarak biyolojik sistemleri etkileyebileceği (32, 40, 47, 56, 57) kardiyovasküler hastalıklar, bazı nörolojik hastalıklar, kanser ve diabetes mellitus gibi çok sayıda hastalığın patogenezinde rol oynayabileceği ileri sürülmüştür (74).

Cep telefonlarının ön yüzlerinin vücuda bakacak şekilde konumlandırılması suretiyle günde bir, iki ve dört saat radyofrekans alanlarına maruz bırakılan 12 sağlıklı yetişkin erkek gönüllüde, yapılan bir çalışmada (50) lipid peroksidin plazma seviyesinin önemli ölçüde arttığı, SOD, CAT ve GPx seviyelerinde ise önemli derecede azalma olduğu gösterilmiştir.

Cep telefonları aracılığı ile, yedi gün boyunca günde bir saat süreyle 900 MHz EMR'ye maruz bırakılan sıçanların beyin dokularında malondialdehit (MDA) ve nitrik oksit (NO) seviyelerinde artış, süperoksit dismutaz (SOD) ve glutasyon peroksidaz (GSH-Px) aktivitelerinde azalma ve beyin ksantin oksidaz (XO) ve adenozin deaminaz (ADA) aktivitelerinde artış tespit edilmiştir (32). Diğer bir çalışmada ise, 10 gün süreyle günde 30 dakika 900 MHz EMR'a maruz bırakılan sıçanlarda MDA ve nitrik oksit (NO) seviyeleri artarken, SOD, CAT ve GSH-Px aktivitelerin azaldığı gösterilmiştir (56).

#### 4.Elektromanyetik Alanın Testis ve Scrotum Dokusu Üzerine Etkisi

EMF'nin testis ve böbrek dokularında oksidatif hasara yol açtığı bildirilmiş (39,58) ve testis dokusunda apoptoz yüzdesi artışı ile infertilite arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiştir. Söz konusu apoptozun spermatosit ve spermatidlerde arttığı ve bunun da hipospermatogenez oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (12).

Dört haftalık süre içinde ve haftada beş gün ve günde 30 dakika olmak üzere, 900 MHz dalga frekansında EMA'ya maruz bırakılan ratların kortizol konsantrasyonlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir şekilde yüksek bulunduğu, total testosteron konsantrasyonlarının ise kontrol grubuna göre dikkat çekici şekilde azaldığı tespit edilmiştir (42).

Erkek sıçanlarda 4G özellikli, 2575-2635 MHz (TD-LTE) frekans bandına sahip akıllı telefonlar, özellikle scrotum bölgelerine yakın konumda özel bir düzenek ile yerleştirilmiş ve her gün altı saat boyunca 10 dakikada bir aranmak suretiyle, EMA maruziyetine tabi tutulmuşlardır. 150 günlük maruziyet sonrasında fertilitate potansiyelinin azaldığı, çiftleşme oranını ve yavrularda doğum ağırlığını önemli ölçüde azalttığı, spermatogenez bozduğu, tubulus seminiferus epitelinde dejenerasyonların oluştuğu, testislerde oksidatif stresi artırdığı, ölü sperm ve anormal sperm oranını artırdığını dolayısıyla, erkek üreme potansiyelini doğrudan olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir (84).

Günde altı saat 900 MHz darbeli EMF ışınlamasına maruz bırakılan sıçanlarda kontrol grubuna kıyasla hem erkek ve hem de dişi deney hayvanı gruplarında iğne batırması şeklinde uyarı sonrasında tetiklenen aksiyon potansiyellerinin sayısında, belirgin düzeyde azalma ve hiperpolarizasyon (AHP) genliğinde artış gözlemlenmiştir (60).

Sıçanlarda, kontrol grubu haricinde iki ayrı grup oluşturularak, birinci gruba günde bir saat, ikinci gruba ise günde iki saat olmak üzere 30 gün boyunca, 900MHz frekansına sahip cep telefonu ile otomatik tekrar arama modunda arama yapmak suretiyle üreme organlarındaki etkisi araştırılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla her iki grupta da serum LH seviyelerinde istatistiksel olarak farklılık göstermemesine rağmen, testosteron seviyesinde ve FSH seviyesinde anlamlı derecede azalmanın olduğu, toplam sperm sayısı ve canlı sperm yüzdesinde ve her bir doğum başına düşen yavru sayısında anlamlı derecede azalmanın olduğu, seminifer epitelde hasar ve germinal epitelyumda hücre kaybına sebep olduğu bildirilmiştir (29).

Erkek sıçanların, 30 gün süreyle günde iki saat 900 MHz EMD'ye maruz bırakılmasının tubulus seminiferus epitelyumuna zarar verdiği, serum LH ve testosteron seviyesini düşürdüğü, toplam sperm sayısı ve canlı sperm yüzdesini azalttığı, bununla paralel olarak anormal sperm yüzdesinin arttığı, çalışmaya dahil edilen erkek ve dişilerin çiftleştirilmesinin ardından gebelik yüzdesinin azaldığı, sonuç olarak da doğum başına düşen yavru sayısının azaldığı bildirilmiştir (29). Benzer bir çalışmada ise 1800 MHz'lik bir EMF'nin uzun süreli uygulanmasına maruz kalan genç ve erişkin sıçanların spermlerinde genotoksik etkiler bildirilmiştir (65).

Bir çalışmada, uzun süreli 4G tabanlı 2.104 GHz EMA maruziyetin spermatogenezis üzerinde zararlı etki oluşturduğu, özellikle, sperm ve Leydig hücre sayısını önemli ölçüde azalttığı, cep telefonu kullanım süresinin hızlı progresif hareketli spermatozoa ve motilite oranı ile negatif korelasyon gösterdiğini bildirilmiştir (53). Leydig hücreleri, tubulus seminiferus epitel hücreleri ve spermatozoa, erkek üreme sisteminde cep telefonlarının neden olduğu hasarın birincil hedefleri olduğu ve özellikle cep telefonu maruziyetinin testosteron biyosentezini azalttığı, spermatogenezini bozduğu ve sperm DNA'sına zarar verdiği rapor edilmiştir (16).

12 ay boyunca günde 24 saat 2.4GHz RF radyasyon etkisi oluşturduğu Wi-Fi etki alanında tutulan sıçanların testisleri üzerinde yapılan bir çalışmada (15), tubulus seminiferusların çaplarının ve tunika albuginea kalınlığının azaldığı tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada radyasyonun testisler ve spermatozoit kalitesi üzerinde olumsuz etki bıraktığına dair yayınların yanı sıra Daşdağ ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (14), özel bir düzenek içinde bir ay boyunca günde 20 dakika cep telefonu aramalarına maruz bırakılan sıçanlarda sonuç olarak, sperm kalitesinde herhangi bir değişikliğe rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

#### 5.Elektromanyetik Alanın Sperm Kalitesi Üzerine Etkisi

İn vitro laboratuvar çalışmaları (44) deney hayvanları üzerinde yapılan birçok çalışmada (8, 53) EMD'nin sperm sayısının, motilitesinin ve kalitesinin önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir.

45 gün boyunca günde iki saat süreyle 3G cep telefonu radyasyonuna maruz bırakılan sıçanlarda histopatolojik inceleme sonucunda spermatogenik hücrelerde azalma ve sperm zarında patolojik değişikliklerin gözlemlendiği, kontrol grubuna kıyasla deney grubunda sperm sayısında azalma ile ROS ve lipid peroksidasyon seviyesinde önemli artışın gerçekleştiği, sperm kuyruğu morfolojisinde değişiklikler gözlemlendiği, bunun da doğurganlığı olumsuz yönde etkileyebileceği bildirilmiştir (20).

Dört hafta boyunca günde 60 dakika 2.45 GHz EMF'ye maruz bırakılan sıçanların tüm testiküler parankimdeki interstisyel doku yüzdesinin ve uygulanan Johnsen testis biyopsi skoru sonucuna göre spermatogenezdeki anormal yapılanmanın istatistiksel olarak kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde azaldığı, ayrıca deney grubunda Tubulus seminiferus hücrelerinin sayısında herhangi bir değişiklik görülmezken Leydig hücre sayısında azalmanın olduğu gösterilmiştir (64).

11 hafta süresince ve günde bir saat boyunca 1,835 ila 1,850 MHz arası radyo frekansına maruz bırakılan sıçanlarda, tubulus seminiferusların çap ölçümlerinin, spermatidlerin ve Sertoli hücrelerinin histolojik açıdan değerlendirildiği bir çalışmada, kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel bir fark bulunmadığı ve cep telefonu tarafından yayılan düşük yoğunluklu darbeleri radyo frekansının yetişkin sıçanlarda testis fonksiyonunu bozmadığı belirtilmiştir (61).

Fare spermatozoa, izotermal (37 +/- 0.2 derece C) invitro koşullarda bir saat boyunca 50 W / kg veya daha yüksek SAR değeri ile oluşturulan maruziyet neticesinde, spermatozoaların fare yumurtasını in vitro dölleme kabiliyetinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu tespit edilmiş, söz konusu dölleme kabiliyetindeki düşüşün ısı faktöründen ziyade RF radyasyonun spermatozoalar üzerindeki doğrudan etkisine bağlanmıştır (12).

18 hafta boyunca günde altı saatlik cep telefonu maruziyetine bırakılan sıçanlarda, kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha yüksek oranda sperm hücresi ölümü insidansı ile anormal sperm hücre kümelenmelerinin olduğu bildirilmiştir (80).

İnsanlarda, 32 sağlıklı erkeğin her birinden alınan meniler ikiye ayrılmak suretiyle iki ayrı modül içine yerleştirilmiş, birinci gruptaki meniler hiçbir cep telefonu sinyaline maruz bırakılmadan beş saat süreyle saklanmış, (koşulları yazmalıyız), diğer gruba ayrılan meniler ise yine beş saatlik sürede cep telefonunun fasıllı olarak bekleme ve konuşma moduna tabi tutulmuştur. Progresif hareket gösteren sperm sayısı ve DNA-fragmentasyon seviyesi yönünde yapılan inceleme sonucunda birinci gruba göre ikinci grupta yer alan meni içindeki spermatozoa her iki parametrenin de düşük olduğu tespit edilmiştir (21).

Yetişkin 304 erkekte, cep telefonu kullanmayan bir grup ile çeşitli sıklıklarda cep telefonu kullanan iki grup üzerinde yapılan bir çalışmada (78), cep telefonu kullanım sıklığının, sperm konsantrasyonu üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluşturmadığı, ( $\chi^2 = 1.48$ ,  $p > 0.05$ ) ifade edilirken, menide yaşamsal, progresif hareketlilikteki canlı sperm hücrelerinin yüzdesindeki azalmanın, cep telefonlarının kullanım sıklığı ile ilişkili olduğu, ayrıca anormal morfolojiye sahip sperm hücrelerinin yüzdesindeki artışın, GSM ekipmanı tarafından yayılan dalgalara maruz kalma süresiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Cep telefonu kullanım sürelerinin sperm sayısı, hareketliliği, canlılık ve morfolojileri yönünde erişkin 369 erkek üzerinde yapılan başka bir çalışmada, hiç cep telefonu kullanmayanlar, günde iki saatten az cep telefonu kullananlar, günde iki - dört saat arası cep telefonu kullananlar ve günde dört saatten fazla cep telefonu kullananlar olmak üzere dört ayrı gruba ayrılmıştır. Sonuç itibarıyla, yukarıda belirtilen dört sperm parametresinin laboratuvar değerlerinin, cep telefonlarının kullanım süreleri arttıkça EMA maruziyet süresinin de artması sebebiyle negatif yönde değiştiği bildirilmiştir (1).

17 ila 41 yaş arasında 30.8 yaş ortalamasına sahip 371 yetişkin erkekler iki gruba ayrılmış, birinci grupta günde 15 dakikalık çağrısız bekleme süresi ve 60 dakikadan daha fazla konuşma süresi, diğer grupta ise 50 cm'lik mesafede ve çağrısız bekleme süresi oluşturulmuştur. Sonuç olarak, cep telefonlarının uzun süreli günlük kullanımının, hareketli spermlerin oranında önemli derecede düşüşler meydana getirdiği, çağrısız bekleme konumundaki iletişim sinyallerinin sperm parametreleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilirken, cep telefonlarının yaydığı elektromanyetik radyasyonun, erkek üreme hücrelerinde, DNA kırılmasına sebep olabileceği de vurgulanmıştır (19).

Telefon, baz istasyonu, televizyon ve radyo sistemlerinde kullanılan radyo dalgaları, elektromanyetik spektrumda en uzun dalga boyuna sahip ışıklardan olup, düşük frekansa sahip olmalarına rağmen olası zararları günümüzde hala tartışma konusudur (83).

## 5. SONUÇ

Birçok ülkede, cep telefonlarının yaygın kullanımı cep telefonlarının sebep olduğu düşük yoğunluklu elektromanyetik radyasyona (EMR) maruz kalmanın sonuçlarını belirlemeye yönelik araştırma faaliyetlerini artırmıştır (32).

Sosyal yaşamı içinde insanın üreme sağlığına olumsuz yönde etki edebilecek ısı, kimyasal maddeler, stres, yetersiz beslenme, pestisitler, ağır metaller, çeşitli cihazlar tarafından yayılan EMD'lar gibi birçok faktörün varlığı söz konusudur. Bu faktörlerin her birini bir diğerinden soyutlamak söz konusu olmadığı gibi, sadece cep telefonu ve buna bağlı telekomünikasyon sistemlerinin de tek başına etkili olacağını iddia etmenin yanlışlığı ifade edilmektedir (39, 66, 78). Son yıllarda cep telefonlarından yayılan radyofrekans EMR üreme sistemi üzerindeki olası zararlı etkileri her zaman endişe oluşturmuştur (44).

Bazı araştırmacılar (4, 11, 63) çocukluk ve gençlik dönemlerinden itibaren özellikle cep telefonları ve buna bağlı diğer telekomünikasyon aparatlarının oluşturduğu EMA'nın potansiyel nörotoksik etki gösterme potansiyeli sebebiyle, yaşlanmanın getirdiği fizyoloji durumu ve farklı nöronal hastalıkların da sürece dahil olması ile birlikte ileri yaşlarda toplam beyin rezerv kapasitesinin azalmasıyla sonuçlanabileceğini ifade etmişlerdir.

27 Mayıs 2011'de Avrupa Konseyi Parlamenter Meclisi tarafından kabul edilen bir raporda, elektromanyetik alanların potansiyel tehlikeleri ve bunların çevre üzerindeki etkileri ele alınmış ve bir tavsiye kararı olarak; küçük çocukları potansiyel olarak zararlı radyasyondan korumak amacıyla, tüm okullarda Wi-Fi gibi kablosuz ekipmanlar ile cep telefonlarının kullanımının kısıtlanması gerekliliğine değinilmiş, üreme çağındaki çocukları ve gençleri koruma adına elektromanyetik alanların potansiyel olarak zararlı biyolojik etkilerinin neler olduğu konusunda daha fazla bilgi verme ve bilinçlendirme kampanyalarının yürütülmesi gerekliliğine değinilmiştir (77).

EMF'nin DNA hasarı ve DNA onarımı üzerindeki etkilerini anlamak ve özellikle çocuklar için çevre ve insan için güvenli sınırlar belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (65).

Cep telefonları, baz istasyonları ve benzer teknolojik cihazlar aracılığı ile yaşam ortamlarına yayılan EMA ve EMR'un biyolojik canlı ve doğa sistemleri üzerinde oluşturabileceği olası zararlar ve bu zararların nasıl önlenmesi gerektiğine dair çıkartılan yasa ve yönetmelikler, günümüz teknolojik şartlarına ait veriler doğrultusunda hazırlanmıştır. Dolayısıyla EMA ve EMF noktasında çalışmalar arttıkça veya bunların biyolojik canlılarda oluşturduğu olumsuzluklar tespit edildikçe mevcut yasa ve yönetmeliklerin de gözden geçirilmesi ve revize edilmesi gerekmektedir (31). Hatta bazı araştırmacılar tarafından (38), EMA'nın uzun dönem etkileri göz önüne alınarak özellikle adölesanlar için, ana maruziyet kaynağı olan cep telefonunun kullanımı ve taşınmasının kısıtlanması dahi teklif edilmiştir.

Tinnitus ile elektromanyetik dalgalara maruz kalma, özellikle cep telefonu kullanımı arasındaki olası nedensel ilişki hakkında mevcut kanıtları değerlendirmek amacıyla 165 literatür üzerinde yapılan bir çalışmada; Elektrosensitivite ile tinnitus arasında ortak bir patofizyolojinin olabileceği vurgulanmıştır. Bu sebeple de işitsel hasar ve kulak çınlamasının başlamasını veya kötüleşmesini önlemek amacıyla cep telefonu kullanımının daha dikkatli yapılması gerektiği, kulaklıklar aracılığı ile yüksek ses düzeyinde müzik dinlenmenin yanlışlığına dikkat çekilmiştir (45).

Yeni nesil kablosuz iletişim teknolojisi olarak 5G'nin, mevcut 4G LTE ağına kıyasla veri aktarım hızını 100 kata kadar artırması ve 5G'yi günümüzün en hızlı kablolu geniş bant ağlarıyla rekabet etmesi beklenmektedir (43). Son dönem dünya gündeminde olup, teknolojik olarak hayatı her alanda kolaylaştırıcı yararlarından bahsedilmesine rağmen 5G teknolojisi ve bileşenlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, canlı organizmalar üzerinde olası olumsuz etkileri ve doğuracağı sağlık problemleri sebebiyle sunulan yeni teknolojiye halen kuşku ile yaklaşılmakta (67), hatta bazı ülkelerde protesto gösterilerine şahit olunmaktadır. Bu sebeple, 5G'nin termal veya termal olmayan etkileri, sağlığı tehdit ettiği düşünülen yönlerinin ortaya konması amacıyla da çok sayıda incelemeye ve araştırmaya, çok yönlü risk değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Bu ve buna benzer endişelerin giderilmesi için büyük potansiyele sahip bir teknolojinin hızlı ve güvenli bir şekilde uygulanması için gereklidir.

Yine son zamanlarda nm dalga iletişimine doğru yönelim olması sebebiyle kablosuz iletişimde LiFi'ye doğru bir paradigma kayması da öngörülmektedir. LiFi teknolojisi, yüksek hızlı veri iletişimi amacıyla kızılötesi ve görünür ışık spektrumunu kullanan, Wi-Fi'ye göre 10.00 kat daha fazla kapasiteye sahip, yüksek hızlı, güvenli, iki yönlü bir kablosuz iletişim teknolojisi olarak tanımlanmaktadır (27). Dolayısıyla 5G gibi LiFi teknolojisi hakkında da yeterli araştırma ve güvenilirliğini ortaya koyan bilimsel çalışmaların yetersizliği söz konusudur.

Erkek kısırlığı güncel bir sorun olup, kısır erkekler anormal meni özellikleri ile ayırt edilmektedir. Son yıllarda sperm kalitesinin tüm dünyada kötüleştiği görüşü hakim olmakla beraber mobil cihaz radyasyonunun sağlıklı erkek sperm parametreleri ve dolayısıyla doğurganlığı üzerindeki olası zararlı sağlık etkileri, son yıllarda kamuoyunda endişe yaratmış ve ilgiyle araştırılan konular arasına dahil etmiştir (21, 39, 44). Yapılan birçok çalışmada EMA ve EMF sebebiyle üreme organlarından çok yönlü sperm kalitesine kadar dölleme kapasitesinin bozulduğuna dair birçok çalışma mevcuttur (1, 19, 21, 23, 78).

Yetişkin erkekler üzerinde yapılan birçok çalışmada elde edilen ortak çıkarıma göre, çoğu erkeğin telefonlarını ceplerinde, testislerine yakın konumda taşımalarının semen kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceği ve telefon kullanımının kısırlığa katkıda bulunabileceği bildirilmiş, bu sebeple erkeklerin cep telefonlarını ceplerinde taşımalarına dikkat çekilmiştir (1, 19, 21, 44, 66, 80).

Elektromanyetik dalgalarla ilgili bilimsel raporlar analiz edilmesi amacıyla, cep telefonlarından gelen elektromanyetik emisyonun erkek dölleme kapasitesini, hangi düzeylerde etkilediğini, cep telefonu kullanımı ile kısırlık arasındaki ilişkiyi belirlemek, çeşitli antioksidanların olası koruyucu etkilerini aydınlatmak amacıyla çok yönlü ve daha büyük popülasyonlar üzerinde kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır (19, 39, 44, 78).

## KAYNAKÇA

1. Agarwal A, Deepinder F, Sharma R.K, Ranga G, Li J.(2008). Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertil Steril* ; 89 (1):124-128.
2. Akkoçlu A., Öztürk C. (1999). Akciğer Kanseri, Multidisipliner Yaklaşım. Toraks Kitapları, No I. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi;238.
3. Al-Qudsi F, Azzouz S. (2012). Effect of Electromagnetic Mobile Radiation on Chick Embryo Development. *Life Science Journal*, 9 (2) 983-991.
4. Ammari M, Brillaud E, Gamez C, Lecomte A, Sakly M, Abdelmelek H, Seze R. (2008). Effect of a chronic GSM 900 MHz exposure on glia in the rat brain. *Biomedicine&Pharmacotherapy*, 62:273-281.
5. Arslan N. (2017). Radyasyonun Biyolojik Sistemler Üzerindeki Etkileri. *Nucl Med Semin*, 3:178-183, <https://doi.org/10.4274/nts.2017.019>.
6. Aslankoç R, Demirci D, İnan Ü, Yıldız M, Öztürk A, Çetin M, Savran E.Ş, Yılmaz B. (2019). Oksidatif stres durumunda antioksidan enzimlerin rolü - süperoksit dismutaz (sod), katalaz (cat) ve glutatyon peroksidaz (gpx). *Med J SDU*, 26(3):362-369.
7. AY, M. (2021). Sağlık çalışanlarının Radyasyondan Korunma Bilgisi Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması (Yüksek Lisans tezi) Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
8. Balsak H. (2014). Radyoloji çalışanlarının tanı amaçlı kullanılan radyasyonun, zararlı etkileri hakkında bilgi, tutum ve davranışları (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
9. Bozbıyık A., Özdemir Ç., Hancı H. (2002). Radyasyon yaralanmaları ve korunma yöntemleri. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 11(7):272-274.
10. Chowdhury A.K, Steinberger E. (1964). A quantitative study of the effect of heat on germinal epithelium of rat testes. *American Journal of Anatomy*, 115 (3) 509-524.
11. Christopher B, Mary Y.s, Khandaker M.U, Bradley D.A, Chew M.T. (2020). Effect of mobile phone radiation on certain hematological parameters. *Radiation Physic and Chemistry*, 166: 108443.
12. Cleary S.F, Liu L.M, Graham, East R.J.(1989). In vitro fertilization of mouse ova by spermatozoa exposed isothermally to radio-frequency radiation. *10 (4):361-369*.
13. Coşkun Ö. (2011). İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri. *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, 1(2) ,13-17.
14. Dasdag S, Akdag M.Z, Aksen F, Yılmaz F, Bashan M, Dasdag M.M, Celik M.S.(2003). Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes. *Bioelectromagnetics*, Apr;24(3):182-188.
15. Dasdag S, Taş M, Akdag M.Z, Yegin K. (2014). Effect of long-term exposure of 2.4GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on testes functions. *Electromagn Biol Med*. 34 (1) 1-6.
16. Deepinder F, Makker K, Agarwal A.(2007). Cell phones and male infertility : dissecting the relationship. *Reprod Biomed Online*, 15:3. 266-270.
17. Daşdağ S. (2010). İyonlaştırıcı radyasyonlar ve kanser. *Dicle Tıp Dergisi*, 37(2): 177-185.
18. Dönmez S. (2017). Radyasyon tespiti ve ölçümü. *Nucl Med Semin*, 3:172-7. <https://doi.org/10.4274/nts.2017.018>.
19. Fejes I, Závaczki Z, Szöllösi J, Koloszar S, Daru J, Kovács L, Pál A. (2005). Is there a relationship between cell phone use and semen quality. *Archives of Andrology*. 51:385-393.
20. Gautam R, Singh K.V, Nirala J, Murmu N.N, Meena R, Rajamani P. (2019). Oxidative stress-mediated alterations on sperm parameters in male Wistar rats exposed to 3G mobile phone radiation. *Andrologia*. 51 (3): e1320.



- 21.Gorpinchenko İ, Nikitin O, Banyra O, Shulyak A. (2014). The influence of direct mobile phone radiation on sperm quality. *Central European J Urol.* 67: 65-71.
- 22.Gökharman D.F., Aydın S., Koşar P. N. (2016). Radyasyon Güvenliğinde Mesleki Olarak Bilmemiz Gerekenler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2): 35-40. <https://doi.org/10.22312/sdusbed.261237>
- 23.Gökoğlan E., Ekinci M., Özgenç E., Özdemir İ. D., Aşıkoğlu M., (2020). Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri, *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*. Cilt 25,Sayı 3 <https://doi.org/10.21673/anadoluklin.709434>
- 24.Güden E., Öksüzkaya A., Balcı E., Tuna R., Borlu A., Çetinkara K. (2012). Radyoloji Çalışanlarının Radyasyon Güvenliğine İlişkin Bilgi, Tutum ve Davranışı. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 3 (1) , 29-45.
- 25.Güden M., Ulutekin C., Pak Y., (2001). Noniyonizan Elektromanyetik Alanların Biyolojik Etkileri, *T Klin J Med Sci*, 21.
- 26.Güler İ, Çetin T,Özdemir A.R, Uçar N. (2010).Türkiye Elektromanyetik Alan Maruziyet Raporu. Bilgi Teknolojileri ve Geliştirme Krumu Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı. Aralık.
- 27.Haas H. (2018). LiFi is a paradigm-shifting 5G technology. *Reviews in Physics*.3:26–31.
- 28.Haciosmanoğlu T. (2017). Doğal ve yapay radyasyon kaynakları, kişisel doza katkıları. *Nucl Med Semin*, 3:166-71. <https://doi.org/10.4274/nts.2017.017>
- 29.Hammodi A.S. (2011). Effect of Mobile Phone on Male Fertility in Rats. *Mesopotamia J. of Agric.* (40): 2,1-9
- 30.Hancı H, Türedi S, Topal Z, Mercantepe T, Bozkurt I, Kaya H, Ersöz S, Ünal B, Odacı E. (2015). Can prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field affect the morphology of the spleen and thymus, and alter biomarkers of oxidative damage in 21-day-old male rats? *Biotechnic& Histochemistry*. Early Online: 1–9
- 31.Hyland G.J. (2000).Physics and biology of mobile telephony. *Lancet*.356 (9244):1833-1836
- 32.Ilhan A, Gure A, Armutcu F, Kamisli S, Iraz M, Akyol O, Ozen S. (2004). Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. *Clin Chim Acta*.Feb;340 (1-2):153-162.
- 33.International Atomic Energy Agency, (2023). Erişim adresi: [https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/AdditionalResources/Training/1\\_TrainingMaterial/index.htm](https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/AdditionalResources/Training/1_TrainingMaterial/index.htm) Erişim Tarihi: 09.12.2023.
- 34.Interphone Study Group, (2010). Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the interphone international case-control study., *Int J Epidemiology*. 39(3):675–94. <https://doi.org/10.1093/ije/dyq079>.
- 35.Karamazı Y. ve ark., (2023). 5G (6 GHz) Radyofrekans Elektromanyetik Alanın Sıçan Kan Hücrelerinde Canlılık, Apoptotik ve Nekrotik Hücre Oranına Etkisinin Araştırılması. *Archives Medical Review Journal*, 32(1):16-25 <https://doi.org/10.17827/aktd.1221723>.
- 36.Kaya A. (2002). İyonize radyasyonun biyolojik etkileri. *Dicle Med J.*, 29(3):65–75.
- 37.Kaya T. ( 2017). Radyografinin Temel Prensipleri ve Radyografik Yorumda Temel İlkeler. *Türk Radyoloji Seminerleri*, 5(1): 1–22. <https://doi.org/10.5152/trs.2017.507>.
- 38.Kerimoğlu G, Odacı E. (2017). Adolesan dönemleri boyunca günde 1 saat kesintisiz 900 megahertz elektromanyetik alan maruziyetini takiben erişkin erkek sıçan pankreasındaki histolojik ve biyokimyasal değişiklikler. *Dicle Medical Journal*. 44 (2):125-134.
- 39.Kesari K.K, (2018). Agrwal A, Henkel R. Radiation and male fertility. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 16:118, 3-16.
- 40.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 and Ultrastructure*. 5: 167–176.
- 41.Koşalay İ. (2014). Elektromanyetik alanlar ve bioenerji olgusu. *Pamukkale Univ J Eng Sci*.20(8), 287-293.

- 42.Koyu A, Cesur G, Özgüner F, Elmas O. (2005). Cep telefonlarından yayılan 900 MHz elektromanyetik alanın serum kortizol ve testosteron hormonu üzerine etkisi. *S.D.Ü Tıp Fak.Derg.* 12 (1) 52-56.
- 43.Li D. (2019). 5G and intelligence medicine—how the next generation of wireless technology will reconstruct healthcare? *Precision Clinical Medicine.* 2 (4), 205–208
- 44.Liu K, Li Y, Zhang G, Liu J, Cao J, Ao L, Zhang S. (2016). Association between mobile phone use and semen quality: a systemic review and meta-analysis. *Andrology.* (2) 491–501
- 45.Medeiros L.N, Sanchez T.G. (2016). Tinnitus and cell phones: the role of electromagnetic radiofrequency radiation. *Braz J Otorhinolaryngology.* 82 (1):97-104
- 46.Meo SA, Al-Khlaiwi T. (2004). Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. *Saudi Med J.,* 25(6):732–6.
- 47.Meral I, Tekintangac Y, Demir H. (2014). Effects of 900 MHz electromagnetic field emitted by cellular phones on electrocardiograms of guinea pigs. *Hum Exp Toxicol.*Feb;33 (2):164-169.
- 48.Mercan U. (2004). Toksikolojide Serbest Radikallerin Önemi. *YYU.Vet.Fak.Derg.* 15 (1-2): 91-96.
- 49.Miklavcic D, Pavselj N, Hart F. (2006). Electric properties of tissues.4: 1-12.
- 50.Moustafa Y.M, Moustafa R.M, Belacy A, Abou-El-Ela S.H, Ali F.M. (2001). Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidase activities in human erythrocytes. *J Pharm Biomed Anal.*Nov,26 (4):605-608.
- 51.Mutlu B, Şen O, Toros H. (2003). Ultraviyole radyasyonun insan sağlığı üzerine etkileri. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, İstanbul.
- 52.Oftedal G, Wilen J, Sandström M, Mild KH., (2000). Symptoms experienced in connection with mobile phone use. *Occup Med.;* 50:237–45. <https://doi.org/10.1093/occmed/50.4.237>
- 53.Oh J.J, Byun S-S, Lee S.E, Choe G, Hong S.K. (2008). Effect of electromagnetic waves from mobile phones on spermatogenesis in the era of 4G-LTE. *BioMed Research Int.* 1-8.
- 54.Oyar O. (1998). Radyolojide Temel Fizik Kavramlar, İzmir: Nobel Tıp Kitapevi.
- 55.Oyar O., Gülsoy U.K. (2003). Tıbbi Görüntüleme Fiziği. Ankara: Rekmay, 5- 600.
- 56.Ozguner F, Altınbas A, Ozaydin M, Dogan A, Vural H, Kisioglu A.N, Cesur G, Yildirim N.G. (2005). Mobile phone-induced myocardial oxidative stress: protection by a novel antioxidant agent caffeic acid phenethyl ester. *Toxicol Ind Health.*Oct;21 (9):223-230.
- 57.Ozguner F, Oktem F, Ayata A, Koyu A, Yilmaz H.R. (2005). A novel antioxidant agent caffeic acid phenethyl ester prevents long-term mobile phone exposure-induced renal impairment in rat. *Molecular and Cellular Biochemistry.*277:73–80.
- 58.Ozturk A, Baltaci A.K, Mogulkoc R, Öztekin E. (2003). Zinc prevention of electromagnetically induced damage to rat testicle and kidney tissues. *Biological Trace Element Research.* 96,247–254.
- 59.Özalpan A., (2001). Temel Radyobiyojoloji. İstanbul: Haliç Üniversitesi Yayınları, 1-218.
- 60.Razavinasab M, Moazzami K, Shabani M. (2016). Maternal mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. *Toxicol Ind Health.* 32(6):968-979.
- 61.Ribeiro E.P, Rhoden E.L, Horn M.M, Claudia Rhoden C, Lima L.P, Toniolo L. (2007). Effects of Subchronic Exposure to Radio Frequency From a Conventional Cellular Telephone on Testicular Function in Adult Rats. *The Journal of Urology.*177 (1):395-39
- 62.Rostami A, Shahani M, Zarrindast M.R, Semnani S, Roudsari M.R, Tavirani M.R, Hasanzadeh H. (2016). Effects of 3 Hz and 60 Hz Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Anxiety-Like Behaviors, Memory Retention of Passive Avoidance and Electrophysiological Properties of Male Rats. *J Lasers Med Sci.* 7 (2):120-125

- 63.Salford L.G, Brun A.E, Eberhardt J.L, Malmgren L, Persson B.R.R. (2003). Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones. *Environmental Health Perspectives*.111(7) 881-883.
- 64.Saygin M, Caliskan S, Karahan N, Koyu A, Gumral N, Uguz A.C. (2011). Testicular apoptosis and histopathological changes induced by a 2.45 GHz electromagnetic field. *Toxicology and Industrial Health*.27 (5) 455-463.
- 65.Sekeroğlu V, Akar A, Şekeroğlu Z.A. (2012). Cytotoxic and genotoxic effects of high-frequency electromagnetic fields (GSM 1800 MHz) on immature and mature rats. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 80 : 140-144.
- 66.Sepehrimanesh M, Kazemipour N, Saeb M, Nazifi S, Davis D.L. (2017). Proteomic analysis of continuous 900-MHz radiofrequency electromagnetic field exposure in testicular tissue: a rat model of human cell phone exposure. *Environ Sci.Pollut.Res.Int*. 7;24,13666-13673.
- 67.Simkó M, Mattsson M. (2019). 5G Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 16, 2-23.
- 68.Steel, G. G., (1997). The Significance of Radiobiology for Radiotherapy. In; Steel GG (Ed.). *Basic Clinical Radiobiology*. New York: Co-published in the USA by Oxford University Pres; p.1-7.
- 69.Tayefi H, Kiray A, Kiray M, Ergur B.U, Bagriyanik H.A, Pekcetin Ç, Fidan M, Ozogul C. (2010). The effects of prenatal and neonatal exposure to electromagnetic fields on infant rat myocardium. *Arch Med Sci*. 6(6): 837–842.
- 70.Topal Z, Hancı H, Mercantepe T, Erol H.s, Keleş O.N, Kaya H, Mungan S, Odacı E. (2015). The effects of prenatal long-duration exposure to 900-MHz electromagnetic field on the 21-day-old newborn mal erat liver. *Turk J Med Sci*. 45:291-297
- 71.Tosun F., Ofluoğlu Y.T. (2013). *Radyasyon Güvenliği El Kitabı*. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayını.
- 72.Türkkan A., & Pala K. (2009). Çok Düşük Frekanslı Elektromanyetik Radyasyon ve Sağlık Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 14(2),11-22. <https://doi.org/10.17482/uujfe.62381>.
- 73.Valberg P.A,van Deventer T.E, (2007). Repacholi M.H, Workgroup report:base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences. *Environ Health Perspect*. 115:416-424.
- 74.Valkoa M, Leibfritz D,Moncol J,Cronin M.T.D, Mazur M,Telserd J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*.39: 44-84.
- 75.Valkoa M, Rhodes C.J, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact*. Mar 10,160 (1):1-40.
- 76.Wall B.F. (2009). Ionising radiation exposure of the population of the United States: NCRP report no. 160. *Radiat Prot Dosim*, 136:136–8. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncp162>
- 77.Watson R. Radiation fears prompt possible restrictions on wi-fi and mobile phone use in schools. *BMJ* 2011;342:d3428
- 78.Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. (2007). Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med*. 14:169-172
- 79.Wyde M.E, Horn T.L, Capstick M.H, Ladbury J.M, Galen Koepke G, Wilson P.F, Kissling G.E, Stout M.D, Kuster N, Melnick R.L, Gauger J, Bucher J.R, McCormick D.L.(2018). Effect of Cell Phone Radiofrequency Radiation on Body Temperature in Rodents:Pilot Studies of the National Toxicology Program’s Reverberation Chamber Exposure System. *Bioelectromagnetics*. 9999:1-10
- 80.Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, (2007). Matloub HS. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertility and Sterility*. 88:957-964

- 81.Yaren H, Karayılanoğlu T. (2005). Radyasyon ve insan sağlığı üzerine etkileri. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 4(4):199–208.
- 82.Yeyin N. (2015). Radyasyonun biyolojik etkileri. Nucl Med Semin, 3:139–43. <https://doi.org/10.4274/nts.0022>
- 83.Yıldırım M. (2012). Elektromanyetik dalgalar. Bilim ve Teknik Dergisi,777:33–5.
- 84.Yu G,Tang Z, Chen H, Chen Z, Wang L, Cao H, Wang G, Xing J, Shen H, Cheng Q, Li D, Wang G, Xiang Y, Guan Y, Zhu y, Liu Z, Bai Z.(2020). Long-term exposure to 4G smartphone radiofrequency electromagnetic radiation diminished male reproductive potential by directly disrupting spock3-MMP2-BTB axis in the testes of adult rats. Science of the Total Environment. 698: 133860: 1-15.