



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**NON-İNVAZİV UYGULAMALARDA KULLANILAN RADYASYONLARIN
İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE TIPTA KULLANIM
ALANLARI, BATMAN İLİNDE COVID-19 PANDEMİ DÖNEMİNİN
RADYASYON UYGULAMALARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Seyithan YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Fizik Anabilim Dalını

Temmuz, 2022

BATMAN

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Seyithan YILMAZ tarafından hazırlanan “Non-invaziv uygulamalarda kullanılan radyasyonların insan sağığı üzerindeki etkileri ve tıpta kullanım alanları, Batman ilinde Covid-19 pandemi döneminin radyasyon uygulamaları açısından değeriendirilmesi” adlı tez çalışması 02 / 08/ 2022 tarihinde aşğıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Batman Üniversitesi lisansüstü eğitim enstitüsü Fizik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK

.....

Danışman

Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK

.....

Üye

Doç. Dr. Şerif RUZGAR

.....

Üye

Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKIŞ



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Osman PAKMA
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Seyithan YILMAZ

02 / 08 / 2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NON-İNVAZİV UYGULAMALARDA KULLANILAN RADYASYONLARIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE TIPTA KULLANIM ALANLARI, BATMAN İLİNDE COVID-19 PANDEMİ DÖNEMİNİN RADYASYON UYGULAMALARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Seyithan YILMAZ

Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK

2022, 67 Sayfa

Jüri

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK

Doç. Dr. Şerif RUZGAR

Doç. Dr. Mehmet Eşref ALKİŞ

Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri dünya ölçeğinde farklı devletler, kurumlar ve kişiler tarafından incelenmiştir. Bu etkilerin yerel coğrafya ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Batman yöresi için bu eksikliği gidermek amacıyla non-invaziv uygulamalarda kullanılan radyasyonların İnsan sağlığı üzerindeki etkileri ve Tıpta kullanım alanları, Batman İlinde Covid-19 pandemi döneminin radyasyon uygulamaları açısından değerlendirilmesini kapsayacak şekilde incelenmiştir. Bu amaç için Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinden 2016-2021 yılları arası için, uygulanan tüm radyolojik tetkik sayıları ve özellikle seçilen; Kanseri, engelli ve Covid-19'a yakalanmış hastaların non-invaziv tüm tetkikler ve bunlara bağlı tüm sonuçlar alındı. Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezinden de aynı yıllar arası için engelli birey sayısı alındı. Bu yıllara ait Batman il nüfus sayısı da internetten alındı (www.nufusu.com/ilce/merkez_batman-nufusu). Toplanan tüm verilerden sırasıyla çizelgeler, dairesel yüzdeler, sütun, çubuk ve çizgi grafikleri elde edilmiştir. Yorumlar bu çizelge ve grafiklere dayalı olarak yapılmış ve bu yorumlardan da sonuçlar çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Batman ili, Covid-19 pandemisi, Kanseri ve engelli bireyler, Non-invaziv uygulamalarda kullanılan radyasyonlar

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECTS OF RADIATIONS USED IN NON-INVASIVE APPLICATIONS ON HUMAN HEALTH AND ITS APPLICATIONS IN MEDICINE, EVALUATION OF RADIATION APPLICATIONS OF THE COVID-19 PANDEMIC PERIOD IN BATMAN PROVINCE

Seyithan YILMAZ

BATMAN UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION

DEPARTMENT OF PHYSICS

Advisor: Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK

2022, 67 Pages

Jury

Advisor: Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK

Assoc. Dr. Şerif RUZGAR

Assoc. Dr. Mehmet Eşref ALKİŞ

The effects of radiation on human health have been studied by different states, institutions and individuals around the world. These effects are known to be associated with local geography. In order to eliminate this deficiency for the Batman region, the effects of the radiations used in Non-Invasive applications on human health, the fields of use in medicine and the evaluation of the Covid-19 pandemic period in Batman Province in terms of radiation applications were examined. For this purpose, all the number of radiological examinations applied from Batman Training and Research Hospital for the years 2016-2021 and especially selected; All non-invasive examinations and related results of patients with cancer, disability and Covid-19 were obtained. The number of disabled individuals was also obtained from Batman Guidance and Research Center for the same years. Batman province population numbers for these years were also obtained from the internet (www.nufusu.com/ilce/merkez_batman-nufusu). Charts, circular percentage, column, bar and line graphs were obtained from all collected data, respectively. Comments were made based on these charts and graphs and conclusions were drawn from these comments.

Keywords: Batman province, Covid-19 pandemic, Cancer and disabled individuals, Radiation used in non-invasive applications

ÖNSÖZ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans tez çalışmamda yardım eden ve emekleri geçen danışmanım Prof. Dr. Mustafa Salih ÇELİK, grafik çalışmalarına yardımcı olan hocam Prof. Dr. Ali YILMAZ'a, radyasyon ölçümünde emeği geçen hocam Doktora Öğretim Üyesi Cihat ÖZAYDIN'a, hasta tetkik sayılarını tezde kullanmama izni veren Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Başhekimliğine, engelli birey sayılarını tezde kullanmama izin veren Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne, Fizik Bölümündeki tüm değerli hocalarıma ve bu süreçte benden desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

Seyithan YILMAZ

BATMAN-2022



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. Önceki Çalışmalar	2
2.2. Temel Bilgiler	11
2.2.1. Önemli tanımlar	11
2.2.2. Radyasyon (ışınma).....	11
2.2.3. İyonizasyon	11
2.2.4. Radyoaktiflik.....	11
2.2.5. Yarı ömür	12
2.2.6. Aktivite birimleri.....	12
2.2.6.1. Aktivite.....	12
2.2.6.2. Işınlanma düzeyi	12
2.2.6.3. Soğrulan doz.....	12
2.2.6.4. Doz eşdeğeri.....	12
2.2.7. Doz ve doz hızı birimleri	13
2.2.7.1. 1 RAD	13
2.2.7.2. 1 REM	13
2.2.7.3. 1 RONTGEN.....	13
2.2.8. Yüksek doz, düşük doz ve güvenli doz.....	13
2.2.9. İyonlaştırıcı radyasyonlar.....	13
2.2.9.1. Alfa parçacıkları.....	14
2.2.9.2. Beta parçacıkları.....	14
2.2.9.3. Nötronlar	15
2.2.9.4. X ışınları.....	15
2.2.9.5. Gama ışınları	16
2.2.10. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (elektromanyetik dalgalar).....	16
2.2.10.1. Radyo dalgaları	16
2.2.10.2. Mikro dalgalar	16
2.2.10.3. Terahertz radyasyonu	16
2.2.10.4. Kızıl ötesi radyasyon.....	16
2.2.10.5. Görülebilir ışık	17
2.2.10.6. Mor ötesi (kısmen) radyasyon.....	17
2.2.11. Doğal radyasyon kaynakları (%85).....	17
2.2.11.1. Havada radyasyon	17
2.2.11.2. Suda radyasyon	17
2.2.11.3. Besinlerde radyasyon	17
2.2.12. Radyasyonun olumsuz etkileri	18
2.2.13. Organlar ve dokuların radyasyondan etkilenme durumları.....	18
3. MATERYAL VE METOD	20
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	21

4.1. Araştırma Sonuçları	21
4.1.1. Çizelge bilgilerin değerlendirilmesi	21
4.1.2. Dairesel yüzdeler, sütun ve çubuk grafiklerin değerlendirilmesi	30
4.1.3. Çizgi grafiklerin değerlendirilmesi	38
4.2. Tartışma.....	42
4.2.1. Çizelgelerden çıkan yorumlar	42
4.2.2. Dairesel yüzdeler, sütun ve çubuk grafiklerinden çıkan yorumlar	44
4.2.3. Çizgi grafiklerinden çıkan yorumlar	45
4.2.4. Verilerimizin literatürle karşılaştırılması	46
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	47
5.1. Sonuçlar	47
5.2. Öneriler	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BEIR	: Radyasyonun Biyolojik Etkilerini İnceleyen Kurum
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
EAH	: Eğitim ve Araştırma Hastanesi
MR	: Manyetik Rezonans
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RAM	: Rehberlik ve Araştırma Merkezi
UV	: Ultraviyole Işınları
α	: Alfa Işını
β	: Beta Işını
γ	: Gama Işını



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Güvenli doz sınırları	13
Çizelge 2.2. Radyasyon dozlarına karşı organların duyarlılıkları	18
Çizelge 4.1. 2016-2021 tüm birimlerde çekilen toplam tetkik sayıları	21
Çizelge 4.2. 2016-2021 Tüm birimlerin yıl yıl ve altı yılın toplam tetkik sayıları	21
Çizelge 4.3. 2020-2021 Covid-19 Polikliniğine gelen hasta sayısı, çekilen röntgen ve tomografi tetkik sayıları ve bu tetkiklerden açığa çıkan radyasyon miktarı	22
Çizelge 4.4. Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezinin (RAM) verilerine göre 2016-2021 yılları arasında yıl yıl ve altı yılın toplamında Batman'daki engelli birey sayıları	23
Çizelge 4.5. Batman il nüfusunun yıllara göre kanserli ve engelli olma oranı, çekilen röntgen ve tomografi tetkiklerinde çıkan radyasyon miktarına göre kanserli ve engelli olma oranı ve aldıkları radyasyon oranları	24
Çizelge 4.6. 2016-2021 Batman EAH' sinin sadece röntgen ve tomografi tetkiklerinde açığa çıkan radyasyonun yıllık, aylık, günlük ve yedi (7) saatlik mSv cinsinden değerleri	25
Çizelge 4.7. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde (EAH) 2016-2021 yılları arasında sadece tomografi tetkiklerin yıllık toplam ve altı yılın toplamlarına dayalı bazı bilimsel ve sağlık haberleri	26
Çizelge 4.8. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinin (EAH) verilerine göre 2016-2021 de çekilen tomografi tetkikleri	27
Çizelge 4.9. 2016-2021 Batman il geneli ve merkez nüfus sayısı, 2016-2021 Batman'daki engelli birey sayısı	28
Çizelge 4.10. Radyasyon dozu, doz hızı ve etkileri ile ilgili örnekler çizelgesi	29
Çizelge 4.11. Bazı radyasyon türleri ve bulundukları radyasyon miktarları	30

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4.1. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen torak BT tetkiklerin yıllara göre yüzdelikleri	30
Grafik 4.2. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen torak BT tetkiklerin yıllara göre sayıları	31
Grafik 4.3. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm tetkik sayılarının birim birim toplamaları	32
Grafik 4.4. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm birimlerdeki tetkik sayılarının yıllara göre toplamaları	33
Grafik 4.5. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm ultrason tetkik sayıları yıllara göre toplamaları	34
Grafik 4.6. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm röntgen ve tüm akciğer tetkik sayıları ayrı ayrı yıllara göre dağılımları ve toplamaları	35
Grafik 4.7. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm tomografi ve tüm toraks BT tetkiklerin yıllara göre dağılım sayıları ve toplamaları	36
Grafik 4.8. 2016-2019 pandemi öncesi ve 2020-2021 pandemi sürecince çekilen toraks BT'lerin yıllara göre yüzdelik dağılımı	37
Grafik 4.9. 2020-2021 yılları arasında Batman Eğitim Araştırma Hastanesinin covid-19 Polikliniğe gelen hasta sayısı, bu hastaların ayrı ayrı çektikleri röntgen akciğer ve tomografi tetkik sayıları, bir de hem röntgen akciğer hem de toraks BT grafikleri çeken hasta sayıları	37
Grafik 4.10. 2016-2021 yıllarında röntgen ve tomografi Tetkik sayılarının ayrı ayrı açığa çıkardıkları radyasyonun (mSv) yıllara karşı grafiklenmesi	38
Grafik 4.11. 2017-2021 röntgen ve tomografinin ayrı ayrı tetkik sayılarının yıllara karşı açığa çıkardığı radyasyon miktarı (mSv)	39
Grafik 4.12. 2017-2021 Batman EAH'sinin tüm röntgen ve tüm tomografi tetkiklerinin toplamında yıllara karşı açığa çıkardığı radyasyon miktarı (mSv)	40
Grafik 4.13. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesine (EAH) kanser (CA) tanısıyla gelen hasta sayısı ile Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezi (RAM) verilerine göre Batman'daki engelli birey sayıları arasındaki doğrusal ilişki	41
Grafik 4.14. Batman'da kanser (CA)'lı hasta sayıları ile engelli birey sayıları	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Alfa bozunumu	14
Şekil 2.2. Beta ışınlımı	15
Şekil 2.3. X Işını tüpü	16



1. GİRİŞ

Radyasyon kelimesi ışıyan ya da ışıma anlamına gelmektedir. Bu sözcük Tıp Terminolojisinde doku için girebilen ve dokuya zarar verme riski olan ışıma anlamında kullanılmaktadır. Vücudun atom ve moleküllerinde iyonlaşmaya sebep olan ışımalara iyonlaştırıcı radyasyon denir. X-ışınları ve nötron radyasyonu bu türden radyasyonlardır. Bunlar oldukça yüksek enerjilidir ve hasar oluşturma riskleri yüksektir. İyonlaştırıcı olmayan ışımlar ise alçak frekans, radyo dalgaları, mikro dalga, kızılötesi, görünür ışık ve yakın ultraviyole ışımlarını kapsar. Bunların hasar oluşturma risklerinden korunmak daha kolaydır. Radyasyonların bir bölümü doğaldır ve doğadan kaynaklanmaktadır (Algüneş, 2002; Şeker, 2000; Göksel, 1973; Güngör, 1981).

İyonizan ve non-iyonizan radyasyonların insan vücudu üzerinde etkileri yer küremizin değişik coğrafyalarında oldukça incelenmiştir. Bunlardan sadece birkaç tanesini burada kaynak olarak sunulacaktır (WHO: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/>; US Department of Labor: <https://www.osha.gov/ionizing-radiation/health-effects>; EPA:<https://www.epa.gov/radiation/radiation-health-effects>; ARPANSA: Health effects of ionising radiation, <https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/what-is-radiation/ionising-radiation/health-effects>).

İşımanın canlı bedenine etkilerinin coğrafi boyutu da vardır. Bunu dikkate alarak bu konuyu 2016-2021 yıllarına ait covid-19 pandemi sürecini de kapsayacak şekilde Batman yöresi için inceledik.

Bu çalışma ile amacımız non-invaziv uygulamalarda kullanılan radyasyonların insan sağlığı üzerindeki etkileri ve Tıpta kullanım alanları, Batman İlinde Covid-19 pandemi döneminin radyasyon uygulamaları açısından değerlendirilmesini kapsayacak şekilde inceleyerek insanların sağlığı üzerindeki etkilerini 6 yıllık bir süreç için araştırmaktır. Bunun için röntgen ve tomografi BT ile yapılan tetkiklerde açığa çıkan radyasyonun kanserli (CA) hastaların, engelli bireylerin, covid-19 vakası şüphesiyle hastaneye gelen hastaların ve radyasyon çalışanları üzerindeki etkileri araştırıldı.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Önceki Çalışmalar

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures> isimli web sitesinde yayınlanan çalışmada Dünya Sağlık Örgütü İyonlaştırıcı radyasyonun, atomlar tarafından elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar şeklinde salınan bir enerji türüdür olduğunu belirtmiştir. Yüksek radyasyon dozları cilt yanıkları veya akut radyasyon sendromu gibi etkilere yol açabilir. Düşük doz iyonlaştırıcı ışıma ise kanser olma riskini artırabilir (Anonymous, 2016).

Alexander Vaiserman ve arkadaşları tarafında yapılan “Health Impacts of Low-Dose Ionizing Radiation: Current Scientific Debates and Regulatory Issues” isimli çalışmalarına göre: Düşük doz iyonlaştırıcı radyasyonun dünyaya etkileri, X-ışını görüntüleme, radyasyon tedavisi, nükleer enerji ve diğerleri gibi alanlarda önemlidir. Yazarlar bu çalışmalarında temeli olan lineer eşiksiz (LNT) radyasyon hasarı modelinin geçerliliğini ve bu düzenlemenin gerekçesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Literatürde yapılan kapsamlı çalışmalara göre: Epidemiyolojik veriler, 100 mSv'nin altındaki zararlı sağlık etkileri için esasen hiçbir kanıt sağlamaz ve birkaç çalışma, faydalı (hormetik) etkiler önerir. Genel olarak, doğruluğu veya yanlışlığı kesinlikle kanıtlanmamıştır. Bu noktada, LNT'den ilham alan düzenlemenin taşıdığı yüksek fiyat etiketi (hem ekonomik hem de insani açıdan) dikkate alındığında, mevcut düzenleyici yükün azaltılması gerektiğine dair çok az şüphe vardır (Alexander ve ark., 2018).

Angela R. McLean ve arkadaşlarının yaptıkları “A restatement of the natural science evidence base concerning the health effects of low-level ionizing radiation” isimli çalışmaya göre: İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma her yerde mevcuttur ve orta ve yüksek dozların sağlığa neden olduğu ve ölümcül olabileceği iyi bilinmektedir. Bu makale, düşük seviyeli iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin doğa bilimleri kanıt tabanını yeniden ifade etmek üzere özetlemek üzere yola çıkan bir projeyi anlatmaktadır. Diğer incelemelere kıyasla yeni bir özellik bir dizi ifadenin, onları destekleyen kanıtların niteliğine ve gücüne göre listelenmesi ve sınıflandırılmasıdır. Bu yeniden ifadenin amacı, bu canlı alana kısa ve öz bir giriş sağlamak ve daha fazla ayrıntıya ihtiyaç duyulduğunda ilgili okuyucuyu literatürün derinliklerine yönlendirmektir. Amacımız bu alanda uzman olmayan kişilerin (politika

yapıcıları, politika tartışmacıları, sağlık profesyonelleri veya öğrenciler olsun) başlaması gereken basit bir yere sahip olmaları için bir giriş sağlamaktır. Kanıtların özet olarak yeniden ifade edilmesi ve oldukça kapsamlı bibliyografya, elektronik ek materyalde ekler olarak sunulmalıdır (Angela ve ark., 2017).

Jasminka Mrdjanovic ve arkadaşları tarafından yapılan“Accidental Use of Milk With an Increased Concentration of Aflatoxins Causes Significant DNA Damage in Hospital Workers Exposed to Ionizing Radiation” isimli çalışmaya göre: İyonlaştırıcı radyasyona (Irad) veya mikotoksinle kontamine gıdalarla ilişkili mesleki maruziyet, genom hasarına yol açabilir ve sağlık riskine sebep olabilir. Mesleki olarak düşük dozda Irad'a maruz kalan hastane çalışanlarından alınan 80 kan örneğindeki DNA hasarı, 80 sağlıklı birey kontrol ile karşılaştırılmıştır ve Bunlar arasında, 40 katılımcı yanlışlıkla artan Aflatoksin konsantrasyonuna sahip süt tüketmiştir. Tüm katılımcılara kandan mikronükleus ve 40 tanesi idrardan 8-OHdG testi uygulanmış. Mikronükleus (MN) sıklığı, sitokinez-blok periferik kan lenfositleri ve idrar 8-hidroksi-2'-deoksiguanozin (8-OHdG) seviyesi ELISA ile analiz edildi. Irad, maruz kalan hastane çalışanlarında MN sıklığında ($p < 0.05$) ve 8-OHdG düzeyinde artışa neden oldu. Aflatoksin konsantrasyonu artan süt tüketimi muhtemelen MN frekansını ve 8-OHdG değerini yükseltmiştir. Daha yüksek aflatoksinli süt tüketimi (≥ 2 L/ay), daha düşük süt alımına ($\leq 0,5$ L/ay) kıyasla MN sıklığını ve 8-OHdG değerini önemli ölçüde artırdı. Ayrıca, tüm katılımcıların yaş, cinsiyet ve sigara içme durumu gibi kafa karıştırıcı faktörler çalışmaya dâhil edildi. Elde edilen sonuçlar, artan aflatoksin konsantrasyonu ile düşük dozda IRad ve süte maruz kalan hastane çalışanları arasında artan MN ve 8-OHdG düzeyi insidansını ortaya koymuştur (Mrdjanovic ve ark., 2020).

Bjorn Baselet ve arkadaşları yaptıkları Pathological effects of ionizing radiation: endothelial activation and dysfunction isimli çalışmalarına göre: Vücudun çeşitli organlarını ve boşluklarını, özellikle de kalp ve kan ile lenfatik damarları kaplayan tek bir hücre tabakası oluşturan bir doku olan endotel, vasküler biyolojide karmaşık bir rol oynar. Epidemiyolojik veriler, yüksek dozlarda iyonlaştırıcı radyasyonun zamanla kardiyovasküler hastalığa yol açtığını göstermektedir. Bu derlemenin amacı kardiyovasküler hastalıkların gelişiminden önce merkezi bir özellik olarak iyonize radyasyona maruz kalma sonrası endotel hücre aktivasyonu ve disfonksiyonu hakkındaki mevcut bilgileri özetlemektir (Baselet ve ark., 2019).

(UN) Birleşmiş Milletler yayınlanan” Sources and effects of ionizing Radiation”, isimli çalışmasında iyonize radyasyonun kaynakları ve etkileri üzerine ayrıntılı bir rapor sunulmuştur (Sources ve effects, 2008).

Pablo Burraco ve arkadaşları “Lack of impact of radiation on blood physiology biomarkers of Chernobyl tree frogs” isimli deneysel çalışmalarında: İyonlaştırıcı radyasyonun Çernobil mıntıkası içinde ve dışında yaşayan ağaç kurbağasının (*Hyla orientalis*) yetişkin erkeklerinin kan fizyolojisi biyobelirteçleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sekiz kan parametresinin (sodyum, potasyum, klorür, iyonize kalsiyum, toplam karbon dioksit, glukoz, üre nitrojen ve anyon açığı), homeostazın fizyolojik belirteçlerinin yanı sıra karaciğer ve böbrek fonksiyonunun seviyelerini ölçülmüştür. Kan fizyolojisi biyobelirteçlerinin seviyeleri, Çernobil dışında ağaç kurbağalarının mevcut iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma işlevine göre değişiklik göstermedi. Fizyolojik kan seviyeleri Çernobil'de yaşayan kurbağalarda (her ikisi de orta-yüksek veya düşük radyasyonlu bölgelerde), Çernobil dışında yaşayan ağaç kurbağalarına göre sadece arka plan radyasyon seviyelerine benzerdi. Sonuç olarak: Mevcut radyasyon seviyelerinin kan biyobelirteçleri üzerindeki etkilerinin gözlenmemesi, Çernobil ağaç kurbağalarının hâlihazırda deneyimlediği düşük radyasyon seviyelerinin bir sonucu olabilir, aynı zamanda örneklemimizin aktif üreme erkekleriyle, yani potansiyel olarak sağlıklı yetişkin bireylerle sınırlı olması gerçeğinden de kaynaklanabilir. Mevcut radyasyon düzeylerinin ağaç kurbağalarında fizyolojik kan parametreleri üzerindeki etkilerinin açık olmamasına rağmen, iyonlaştırıcı radyasyonun radyoaktif ortamda yaşayan vahşi yaşamın fizyolojisi, ekolojisi ve dinamikleri üzerindeki etkisini netleştirmek için farklı yaşam evrelerini ve ekolojik senaryoları kapsayan daha fazla araştırmaya hala ihtiyaç vardır (Burraco ve ark., 2021).

Giannina Satta ve arkadaşlarının Occupational exposure to ionizing radiation and risk of lymphoma subtypes: results of the EpiLymph European case-control study isimli çalışmalarına göre: Lenfoma ve B hücreli lenfoma alt tiplerinin riskini iyonlaştırıcı radyasyona bağlayan kanıtlar, özellikle düşük maruziyet seviyelerinde yetersizdir. Bu çalışmacılar yöntem olarak: Çok merkezli EpiLymph vaka kontrol çalışmasına katılan 2346 lenfoma vakası ve 2463 kontrolde, düşük düzeyde mesleki iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma ile ilişkili lenfoma (tüm alt tipler), B hücreli lenfomalar ve ana alt tiplerini

araştırmışlardır. İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmayı tahmin etmek, iç ve dış radyasyonu ayırt etmek için bir iş-maruz kalma matrisi geliştirmişler ve bunu deneklerin yaşam boyu mesleki geçmişine uygulamışlardır, B hücreli lenfoma ve yaş, cinsiyet ve eğitim için koşulsuz, politomlu lojistik regresyon ayarlama kullanan ana alt tipleri için Odds Ratio'yu (OR) ve onun %95 güven aralığını hesaplamışlar (95 % CI) lenfoma (tüm alt tipler birleştirildi), sonuç olarak mesleki ortamlarda düzenli olarak deneyimlenen seviyelerde, dış ve iç radyasyona maruz kalma ölçümleri ile lenfoma riski (tüm alt tipler) veya B hücreli lenfoma veya ana alt tipleri arasında bir ilişki gözlemlenmemişlerdir. Göreceli olarak daha yüksek maruziyet yoğunluğuna sahip en olası maruz kalan çalışma deneklerinde diffüz büyük B hücreli lenfoma riskinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Satta ve ark., 2020).

Abolfazl Akbari ve arkadaşlarının “Oxidative Stress as the Underlying Biomechanism of Detrimental Outcomes of Ionizing and Non-Ionizing Radiation on Human Health: Antioxidant Protective Strategies” isimli çalışması şöyle özetlenebilir: İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonların zararlı etkileri, termal olmayan ve termal etkiler yoluyla ortaya çıkar. Termal etkiler özellikle ısıtma özelliği olan ve doku sıcaklığını artıran uzun dalga boylu radyasyonlarda meydana gelir. Reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimine ve/veya antioksidan savunma eksikliğine atıfta bulunan oksidatif stres mekanizmaları iki ucu keskin bir kılıç gibi davranır. Birçok çalışmanın sonuçları, hem iyonlaştırıcı hem de iyonlaştırıcı olmayan radyasyonlara (örneğin Radyo frekans) maruz kalmanın cep telefonlarından ve diğer kablosuz teknolojilerden yayılan elektromanyetik alanlar) atomik yapıyı dönüştüren ve proteinler, lipidler ve DNA gibi makromolekül yapılarını değiştiren oksitleyici olayları aktive edebilir. Sonuçlar: ROS üretimindeki değişikliklerle hücrelerin zararlı uyaranlara fizyolojik tepkilerinin neden olduğu sonucuna varılabilir (Akbari ve ark., 2019).

Maila Hietanen tarafından yapılan Health risks of exposure to non-ionizing radiation--myths or science-based evidence isimli çalışmanın ayrıntıları şöyledir: İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (NIR), vakumlu ultraviyole (UV) radyasyondan statik elektrik ve manyetik alanlara kadar geniş bir dalga boyu ve frekans aralığı içerir. Retinanın yaşlanması ve bozulması sonucunda, kısa dalgaboylu ışığa maruz kalmada, risk artar ile ilişkilidir. Retinadaki küçük bir noktaya lazer ışınlarını odaklama özellikle tehlikelidir. Elektromanyetik alanlara maruz kalma, vücut akımlarını ve dokularda enerji

emilimini indükler. Artan sıcaklığa bağlı ısısal etkiler anlaşılırken ısısal olmayan etkileri anlama daha zor olmaktadır. 900 MHz ve 1800 MHz frekanslarındaki alanlar, telekomünikasyon teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle özel ilgi görmektedir. Bu kaynakların saha seviyeleri o kadar düşüktür ki, sıcaklık artışının sağlık üzerine olası etkilerini açıklama yetenekleri hayli düşüktür. Bu nedenle diğer etkileşim mekanizmaları önerildi ancak biyolojik deneyler onların varlığını doğrulamadı (Hietanen, 2006).

Hiba Omer tarafından yapılan Radiobiological effects and medical applications of non-ionizing radiation isimli bir derleme çalışmada: Radyasyon tıpta hastalıkları teşhis ve tedavi etmek için kullanılır. Ancak aynı zamanda yanma veya mutasyon yoluyla vücuda zarar verebilir. Bu, radyasyonun iyonlaştırıcı veya iyonlaştırıcı olmamasına bağlıdır. Bu derleme çalışma, iyonlaştırıcı özelliği olmayan elektromanyetik ışımaları derinlemesine tartışmaktadır. Ana hedef, iyonlaştırıcı olmayan değişik ışıma tiplerini ayrıntılı bir tarzda sunmaktır. Bu araştırma, her bir cins ışmanın fiziksel temellerini, riskleri, korunma araçlarını ve tıbbi uygulamasını tartışır. Bu terimleri, matematik ve fizik zorluklarından kaçınarak tıp öğrencileri için anlaşılır kılan basit bir şekilde sunar. Kurallar yeterince izlenmezse radyasyona maruz kalan çalışanlar için önemli sağlık riskleri ortaya çıkabilir. Bu nedenle iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun kullanılırken uygun doz seçilmelidir. Bu, ancak her bir radyasyonun fizik ve radyobiyojik etkilerini inceleyerek bu radyasyonların risklerinin/faydalarının anlaşılmasıyla mümkündür (Omer, 2021).

Kwan-Hoong Ng, Non-Ionizing Radiations–Sources, Biological Effects, Emissions and Exposures isimli çalışmasına göre: İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (NIR), yük üretmek yerine, radyasyon enerjisine atıfta bulunur iyonlar maddeden geçerken sadece uyarılma için yeterli enerjiye sahiptir. NIR ile görülen biyolojik etkilerin insan sağlığı ile ilgili temelleri gözden geçirilirse fotokimyasal ve ısıtmanın optik biyolojik etkileri dâhil; elektromanyetik yüzey ısıtma, elektrik yanığı ve şok alanları bulunur. Mevcut emisyonların bir anketi Ulusal verilere dayalı NIR'yi içeren insan faaliyetlerinden kaynaklanan çeşitli kaynaklar ve maruziyetler Birleşik Krallık ve Uluslararası Radyolojik Koruma Kurulu (NRPB) İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) sunulmuştur. Ayrıca NIR ile ilgili standartlar ve kılavuzlar da öne çıkarılmıştır (Kwan ve Hoong, 2003).

Nurul Fathihah ve arkadaşları, "Effect of ionizing radiation towards human health: A review." adlı çalışmaları da iyonlaştırıcı radyasyonun özelliklerini, sürecini ve insan sağlığına etkisini gözden geçirmektedir. İyonlaştırıcı radyasyon kullanımı arttıkça sağlık açısından tehlikenin arttığı ortaya konulmuştur (Fathihah ve ark., 2019).

Ashish Chaturvedi, Vinod Jain, Effect of Ionizing Radiation on Human Health isimli çalışmalarına göre Radyasyonun etkileri ilk olarak tıbbi teşhis için X-ışınlarının kullanımında fark edildi. İlk günlerde yüksek doz radyasyondan kaynaklanan en belirgin zarar radyasyon yanıkları olarak gözlemlendi. Özellikle hastalardan ziyade uygulayıcılar için bunların önlenmesine odaklandı. Bu yaklaşım radyasyondan korunma yolunda önemli gelişmelere yol açtı. Daha sonra, yavaş yavaş ilerleme kabul edildi. Düşük dozlarda zararlı radyasyon riskleri vardır. Bu risk tamamen önlenemez ancak en aza indirilebilir. Bu nedenle, nükleer ve radyasyondan elde edilen faydaların dengelenmesi için radyasyon riskine karşı uygulamalar ve riski azaltmaya yönelik çabalar radyasyondan korunmanın önemli bir özelliği haline gelmiştir. Bu yazıda, iyonlaştırıcı radyasyona karşı yaşamı ve çevreyi korumak için alınacak önlemlere ele alınmıştır (Chaturvedi ve Jain, 2019).

Ernesto Burgio ve arkadaşları Ionizing Radiation and Human Health: Reviewing Models of Exposure and Mechanisms of Cellular Damage. An Epigenetic Perspective isimli çalışmalarında: İyonlaştırıcı radyasyonlara (IR) maruz kalmanın deneysel modelleri ve bunların canlı organizmalar üzerinde hasar oluşturma mekanizmaları ile ilgili tıbbi literatürdeki mevcut kanıtları gözden geçirmişlerdir. Geleneksel yaklaşım, DNA sarmalının bir veya her iki zincirinin kırılması kuramını öne çıkarmaktadır. Bu modele göre, yüksek dozlar her iki DNA zincirine de zarar vererek hücre için potansiyel olarak öldürücü olan kırılmalara neden olabilirken düşük dozlarda IR, esasen tek zincir kırılmalarına neden olur, kolayca onarılabilir ve kalıcı hasarlara neden olmaz. Mevcut kanıtlar, bu klasik modeli giderek daha az kabul edilebilir kılmaktadır çünkü düşük dozlarda IR'ye maruz kalmanın, hem maruz kalan bireylerde hem de sonraki nesillerde yıllar veya on yıllar sonra bile kanserojen etkileri olduğu görülmektedir. Ek olarak, görünüşte normal olmalarına rağmen düşük dozlara maruz kaldıktan sonra hayatta kalan hücreler, moleküler sinyal alışverişi nedeniyle doğrudan ışınlanmayan hücrelerde bile bulunabilen klonal olmayan kromozomal anormallikler gibi soylarında belirginleşen hasarlar biriktirir. Tüm bu nedenlerle, kanıtlara ve epi genetiğe dayalı bir paradigma

değişikliğine ihtiyaç var (Burgio ve ark., 2018).

Patrycja Ręba, Effects of ionizing radiation on the human body isimli çalışmasında, Kabul Dünyadaki tüm canlı organizmalar sürekli olarak iyonlaştırıcı radyasyon ortamında yaşarlar. Bu radyasyon türünün yüksek dozları insan vücudu için tehlikeli olabilir. Doğal radyasyon, insan ortamında her zaman bulunur, bu da doğada çeşitli elementlerin radyoizotoplarının her yerde bulunmasına ve kozmik radyasyona neden olur. Bu çalışmanın amacı, iyonlaştırıcı radyasyonun insan vücuduna olası zararlarını irdelemektir. Gerekli bilgileri elde etmek için iyonlaştırıcı radyasyonun insan vücudu üzerindeki etkisine ilişkin bilgi, veri ve raporlar analiz edilmiştir. Sonuçlar literatürde, stokastik ve deterministik etkileri ayırt ederek iyonlaştırıcı ışınlamanın etkilerinin dağılımını bulabilirsiniz. Stokastik etkiler için, örneği bir olasılık içinde tanımlanmış olanlara protonize edici radyasyon verilir ancak meydana gelmeleri gerekmez. Çoğunlukla, belirtilen olasılığın, sonuçta ortaya çıkan insan dozuna katlanarak bağlı olduğu varsayılır. Stokastik etkileri arasında tüm kanserler ön plana çıkmakla birlikte, yavrularda kalıtsal değişiklikler de göze çarpmaktadır. Stokastik etkiler somatik ve genetik olarak ikiye ayrılabilir. Somatik etkiler esas olarak insomatik hücrelerde gerçekleşir ve sadece bir bedenden oluşur. Çok yüksek dozlarda radyasyona maruz kalınması durumunda radyasyona yol açabileceği riskler vurgulanmalıdır. Şu anda kanıtlandığı gibi, insanlık tarafından harekete geçirilen ve özellikle yapay radyasyon üretimi, hem tedavide hem de tıbbi teşhiste gelişme sağlanabilecek ve aynı zamanda bilimsel araştırma, tarım ve endüstride bir dizi tekniğe katkıda bulunarak, iyileştirmeye yardımcı oldu. Dünyadaki yaşam, çevresel radyasyonun etkileri göz önüne alınarak düzenlenmelidir (Ręba, 2019).

Gomathi Mohan ve arkadaşlarının “Recent advances in radiotherapy and its associated side effects in cancer-a review” adlı çalışmalarına göre: Radyoterapi (RT), malign tümörleri kontrol etmek için cerrahi olmayan başlıca yöntemdir. Günümüzde RT, yöntem olarak hem metodolojik oldukça gelişmiştir. RT bir non-invaziv yöntem olsa bile, uygulanması bazı olumsuz sonuçlara yol açabilir. RT'nin bu karamsar yönlerinin üstesinden gelmek için araştırmalar devam ediyor. Bu çalışmada 2000-2017 yılları arasında radyoterapi ve çeşitli kanser türlerinde yan etkileri ile ilgili güncel makalelerin mini bir derlemesini yapılmıştır. PUBMED, MEDLINE ve SCOPUS'ta taranarak kayanak araştırması yapılmıştır. Buralarda, RT gören hastaların, maruz kalabilecekleri

fizyolojik ve genetik risklere dikkat çekilmiştir. Dozaj dağılımına göre uyarlanmış en yaygın kanserlerde RT seyrini gösterilmiştir. RT uygulanan hastalarda radyasyona bağlı mutasyon kanıtları gösterilmiştir. Ayrıca kanserli hücrelerde radyasyon direncinin gelişmesi ve ikincil maligniteler gibi büyük dezavantajlar tartışılmıştır. Radyasyon dozu ile ilgili problemler kısırlık ve üreme hücrelerinin gençleşmesi açısından da tartışılmıştır. Son olarak, kanserde RT'nin en son tedavi stratejisini tartışılmıştır. Sonuç olarak radyoterapi olmadan kanser tedavisi yapılamaz. Ancak radyo-duyarlaştırıcılar ve ayurvedik radyo koruyucular kullanarak RT'yi destekleyebiliriz (Mohan ve ark., 2019).

Jan Haussmann ve arkadaşları “Recent advances in radiotherapy of breast cancer” adlı çalışmalarına göre: Radyasyon tedavisi, meme kanserinin multidisipliner yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Daha genç denemelerde bölgesel lenf nodu ışınlaması, genel sağkalım oranında küçük bir fayda ile sonuçlanan uzun vadeli toksisitede bir azalmanın yanı sıra üstün hedef kapsamı sağlıyor gibi görünmektedir. Kısmi meme ışınlaması için, düşük riskli meme kanseri hastalarında kısmi meme ışınlamasının rolünü destekleyen iki büyük çalışma mevcuttur. Birbirinden bağımsız birçok çalışma, tümör bölgesine sırayla uygulanan bir dozun, daha kötü kozmetik sonuçlar karşılığında, yerel iyileşmeyi sağladığını belirlemiştir (Haussmann ve ark., 2020).

Rajamanickam Baskar ve arkadaşlarının “Cancer and Radiation Therapy: Current Advances and Future Directions” isimli çalışmalarına göre; Son yıllarda, kanser gelişimi ve tedavisinin önerilen ayırt edici özelliklerinin anlaşılmasına yönelik kayda değer ilerleme kaydedilmiştir. Bununla birlikte, artan insidansı ile kanserin klinik yönetimi 21. yüzyıl için bir zorluk olmaya devam etmektedir.. Radyasyon tedavisi, kanser için iyileştirici tedavinin %40'ına katkıda bulunur. Radyo Terapinin ana hedefi, kanser hücrelerinin çoğalmasını önlemektir. Marie Curie'nin radyum araştırması için ikinci Nobel Ödülü'nü kazanmasından bu yana bir asırlık ilerlemeyi kutlayan 2011, Birleşik Krallık'ta Radyasyon Tedavisi Yılı olarak belirlendi. Bu derlemede radyasyon tedavisindeki prensipler, uygulamalar ve gelişmeler biyolojik son noktaları ile tartışılmaktadır (Baskar ve ark., 2012).

Cerise M. Simaof ve arkadaşlarının “Moving Beyond the Pillars of Cancer Treatment: Perspectives From Nanotechnology” isimli çalışmalarına göre;

Nanoteknoloji, son yirmi yılda temel ve klinik kanser araştırmaları üzerinde önemli bir etki yarattı. Çok disiplinli gelişmeler sayesinde, kanser nanoteknolojisi, nihai hedef olarak tedavi etkinliğini iyileştirmek, hasta sağkalımını artırmak ve toksik yan etkileri azaltmak için mevcut kanser tedavisi paradigmalarındaki sorunları ele almayı amaçlamaktadır. Bu derlemede nano tıbbın, ilaç dağıtımında, radyasyon tedavisinde ve immünoterapideki yararları öne çıkarılmaktadır. Bu çalışmada nano tıbbın tezgahıtan başucuna geçişindeki potansiyel engeller ve bu engellerin üstesinden gelmek için stratejiler de tartışılmaktadır (Simaof ve ark., 2020).

Tanja Nadine Stueber ve arkadaşlarının “Effect of adjuvant radiotherapy in elderly patients with breast cancer” adlı çalışmalarına göre; Arka fon Erken meme kanserinin bölgesel yönetiminde radyoterapi (RT) kritik öneme sahiptir. Bu çalışmanın birincil amacı, lokal tümör büyümesi ve sağkalım üzerinde ölçülebilir sonuçlar olmaksızın, MKC sonrası meme ışınlanmasından vazgeçebilecek yaşlı hastaları belirlemektir. Bu amaçla 2001 ve 2009 yılları arasında 17 Alman sertifikalı meme kanseri merkezinde tedavi edilen 70 yaş ve üstü 2384 erken meme kanseri hastasını analiz edildi. Kılavuza bağlı (GA) BCS'den sonra RT ile RT yapılmamasını karşılaştırıldı. İncelenen sonuçlar meme kanseri nüksü (RFS) ve meme kanserine özgü sağkalım (BCSS) idi. Düşük riskli hastalar luminal A, tümör boyutu T1 veya T2 ve nod negatif olarak tanımlanırken, daha yüksek riskli hastalar G3 veya T3/T4 veya nod pozitif veya Luminal A tümörleri dışında olan hastalar tarafından tanımlandı. İki veya daha fazla hayatta kalma eğrisi arasında bir fark olup olmadığını test etmek için Harrington ve Fleming'in Gp test ailesini kullanıldı. Sonuçlar: Ortanca yaş 77 yıl (ortalama 77,6±5,6 yıl) ve medyan gözlem süresi 46 ay (ortalama 48,9±24,8 ay) idi. 950 (%39,8) hasta düşük riskli ve 1434 (%60,2) hasta daha yüksek riskliydi. 1298 (%54,4) hasta GA BCS aldı, bunların %85,0'ı (1103) GA-RT aldı ve sadece %15'i (195) almadı. GA-BCS'li düşük riskli hastalar için, GA-RT tarafından sınıflandırılan RFS'de (log sıra p = 0.651) ve BCSS'de (p = 0.573) anlamlı farklılıklar yoktu. Her iki grupta da 5 yıllık RFS > %97 idi. GA-BCS'li daha yüksek riskli hastalar için, GA-RT tarafından sınıflandırılan RFS ve tümörle ilişkili OS'de anlamlı bir fark (p<0,001) bulduk. Adjuvan sistemik tedavi (AST) ve komorbidite (ASA ve NYHA) ile ayarlama yapıldıktan sonra sonuçlar aynı kalır. Öneriler: GA-BCS ile düşük riskli erken meme kanserinden muzdarip 70 yaş ve üstü hastalar, <%3 nüks şansı ile meme ışınlanmasından kaçınabilir. Daha yüksek risk durumunda, GA-BCS'yi takiben meme ışınlaması rutin olarak kullanılmalıdır. Bu sonuçların bir yan etkisi olarak, düşük

riskli yaşlı hastalarda meme ışınlanmasından korunmak için tüm memenin alınması gerekli görünmemektedir (Stueber ve ark., 2020).

Konstantinos Tsamakıs ve arkadaşlarının “Oncology during the COVID-19 pandemic: challenges, dilemmas and the psychosocial impact on cancer patients (Review)” adlı makalesine göre; COVID-19, benzeri görülmemiş bir toplumsal kargaşaya neden olarak sağlık hizmeti sunumunun küresel düzeyde hızlı ve halen devam eden bir dönüşümünü tetikledi. Bu yeni ortamda, bu pandeminin özellikle hassas kanser hastalarının bakımında ortaya çıkardığı zorlukları ve müteakip psikososyal etkiyi kabul etmek son derece önemlidir. Bu çalışmada COVID-19 döneminde gastrointestinal, hematolojik, jinekolojik, dermatolojik, nörolojik, tiroid, akciğer ve pediatrik kanserli hastaları yönetme konusundaki klinik deneyimimiz özetlendi ve onkoloji hastalarının bakımının önündeki engeller ve bu krizin nasıl etkilediği hakkında ortaya çıkan literatürü gözden geçirildi. Ayrıca onkoloji hastalarının pandemi koşullarındaki gereksinimlerini karşılayan yeni tedavi stratejileri de bu çalışmada tartışılmaktadır (Tsamakis ve ark., 2020).

2.2. Temel Bilgiler

2.2.1. Önemli tanımlar

2.2.2. Radyasyon (ışın)

Parçacıklar veya elektromanyetik dalgalar aracılığıyla yayılan ve canlılarla temas ettiğinde yıkıcı etkilere sebep olan enerji biçimine radyasyon denir.

2.2.3. İyonizasyon

Bir atom ya da molekülün elektron alarak veya vererek iyon dönüşme olayıdır. Elektron kazanılırsa atom ya da molekül negatif, kaybedilirse pozitif yüklü duruma geçer.

2.2.4. Radyoaktivite

Nötron/proton oranı 1.5 ve üstü olan elementler kararsız (radyoaktif) atom sınıfına girerler. Bu atomlarda proton ve nötronlar arasındaki itme kuvveti çekme kuvvetinden büyüktür ve çekirdekleri kararsızdır bu yüzden bu atomlar alfa, beta, nötron parçacıkları ve gama ışınları yayınlamaya daha kararlı hale gelirler. Bu olaya Radyoaktivite denir (Gençay, 1994; Şeker, 2000).

2.2.5. Yarı ömür

Bir radyoaktif izotopun ilk miktarının yarı miktarına inme süresine denir.

2.2.6. Aktivite birimleri

2.2.6.1. Aktivite

Bir radyoaktif maddenin birim zamandaki bozunma miktarına aktivite denir.

Klasik Birim: Curie (Ci) SI Birim: Becquerel (Bq)

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq} \quad 1 \text{ Bq} = 2,7 \times 10^{-11} \text{ Ci}$$

2.2.6.2. Işınlanma düzeyi

Işınlanma düzeyi, radyasyonun belirli bir ortamda atomları iyonlaştırma özelliğine dayanan bir ölçüdür ve elektromanyetik radyasyon için tanımlanmıştır.

Klasik Birim: Röntgen (R) SI Birim: Coulomb/kg (C/kg)

$$1 \text{ C/kg} = 3876 \text{ R} \quad 1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

2.2.6.3. Soğrulan doz

Radyasyon enerjisinin iyonize ettiği ortamda depolandığı miktara denir.

Klasik Birim: Rad (Radiation Absorbed Dose) SI Birim: Gray (Gy)

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad} \quad 1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy}$$

Birim zamanda soğrulan doz miktarına soğrulan doz hızı denir.

Klasik Birim: rad/sn, mrad/saat vb. SI Birim: Gy/sn, mGy/dakika vb.

2.2.6.4. Doz eşdeğeri

Soğrulan doz ile kalite faktörünün çarpımıdır.

Klasik Birim: Rem (Röntgen equivalent man) SI Birim: Sievert (Sv)

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem} \quad 1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv (AFAD, 2022)}.$$

2.2.7. Doz ve doz hızı birimleri

Bir cismin soğurduğu toplam ışımanın enerji cinsinden değeri doz olarak tanımlanır. Doz hızı birimleri ise aşağıdaki gibidir.

2.2.7.1. 1 RAD

1 gramlık maddeye 100 erg'lik enerji aktaran radyasyon miktarıdır.

2.2.7.2. 1 REM

1 gramlık canlı dokuya 1 Rad'lık radyasyon bırakan radyasyon miktarıdır.

2.2.7.3. 1 RONTGEN

Birim hacimdeki havada ($D= 0.001293 \text{ gr/cm}^3$) 1 esb'lik iyon çifti üreten gama ışınlarının (veya x ışınlarının) sayısıdır (Oğul ve Eren, 1996).

2.2.8. Yüksek doz, düşük doz ve güvenli doz

“Yüksek dozlar”, canlıların hızla ölümüne sebep olur. Öldürme bile ciddi tahribatlara yol açar. “Düşük dozlar” ise yıllar sonra ölüm getirecek kanserleri ve diğer hastalıkları başlatabilir. Bu nedenle hastaya Çizelge 2.1'deki gibi güvenli aralıkta dozların verilmesi gerekir ve bu şekilde çalışanlar da korunur. Radyasyonla sürekli çalışanlar için haftalık doz 100 milirem, günlük doz 20 milirem olmaktadır (Günenakan Akın, 1996; Güngör, 1991; Şeker ve Çerezci, 1997).

Güvenli radyasyon dozu sınırları en son şekliyle Çizelge 2.1'dedir.

Çizelge 2.1. Güvenli doz sınırları (AFAD, 2021)

	Yılda rem	Günde milirem
Radyasyon Çalışanları	5	20
	0,5	2

2.2.9. İyonlaştırıcı radyasyonlar

İyonlaştırıcı Radyasyonlar; Çarptığı atomun dış yörüngelerinden elektron koparabilen bu sayede etki ettiği madde de yüklü tanecikler (iyonlar) oluşturabilen yani

atomu iyonize edebilen radyasyon türüdür. İyonlaştırıcı radyasyon parçacık ve elektromanyetik dalga radyasyonu olarak ikiye ayrılır (Aytekin, 2009).

Parçacık tipli olanların önemlileri

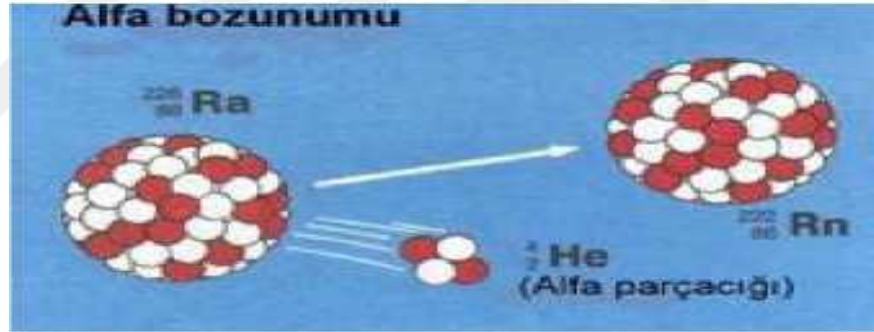
- ✓ Alfa Parçacıkları
- ✓ Beta Parçacıkları
- ✓ Nötronlar

Dalga tipli olanlar

- ✓ X ışınları
- ✓ Gama ışınları
- ✓ Elektromanyetik Radyasyonlar
- ✓ Ultraviyole(UV) Işınları

2.2.9.1. Alfa parçacıkları

Alfa parçacığı iki proton ve iki nötrondan oluşmuş bir helyum (2He^4) çekirdeğidir ve pozitif yüklüdür. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi α işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdeğin, alfa çıkararak parçalanması olayı atom numarası büyük izotoplarda görülür ve genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanır (Oyar, 1998; www.taek.gov.tr/taek/rsgd/egitim).



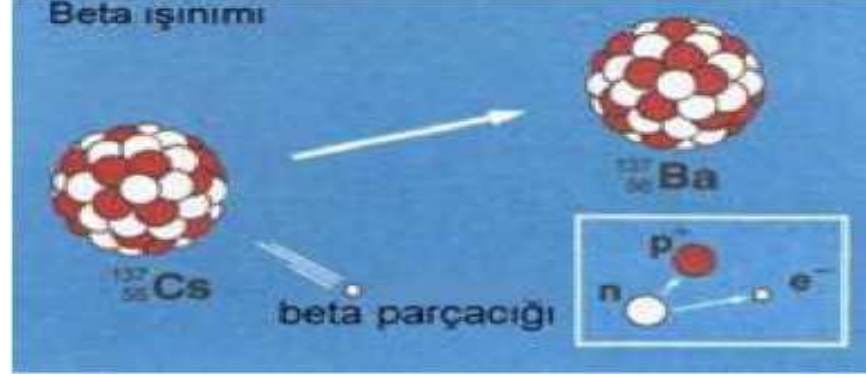
Şekil 2.1. Alfa bozunumu (AFAD, 2021)

2.2.9.2. Beta parçacıkları

Çekirdekteki enerji fazlalığı çekirdek civarında, $E=mc^2$ eşitliğiyle açıklanabilen, bir kütle oluşturur. Bu kütle çekirdekteki fazla yükü alır ve dışarıya bir beta ışını olarak çıkar. Bunlar pozitif veya negatif yüklü elektronlardır. Pozitif yüklü elektronlar “ P^+ ” ile, negatif yüklü iyonlar ise “ P^- ” işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdekteki enerji fazlalığı proton fazlalığından meydana geliyorsa P^+ , nötron fazlalığından meydana geliyorsa p^- çıkar.

Beta parçacıkları da alfa parçacıkları gibi belli bir yük ve kütleye sahip olduklarından madde içerisinden geçerken yolları üzerinde iyonlaşmaya sebep olurlar Şekil 2.2’de görüldüğü gibi. Ancak bu iyonlaşma, alfa parçacıklarının oluşturduğu

iyonlaşmadan daha azdır. Çünkü bu parçacıklar alfa parçacıklarına göre daha hafif ve yüz kere daha giricidirler. Yine de bunlardan korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir (Oyar 1998; <http://www.taek.gov.tr/taek/rsgd/>).



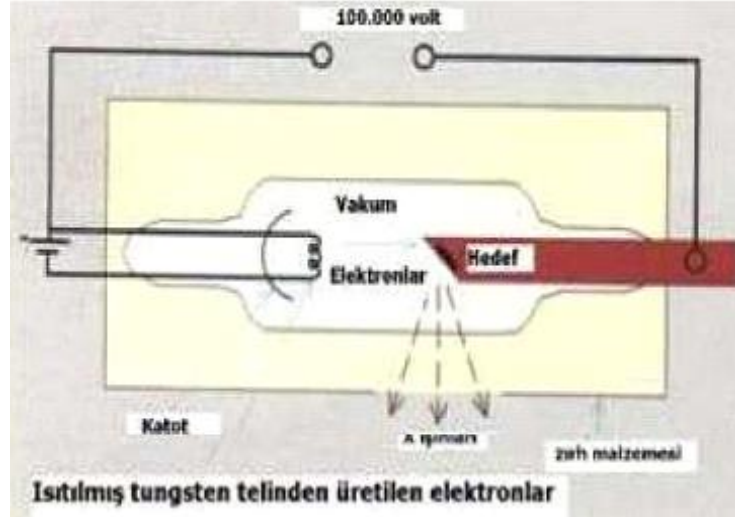
Şekil 2.2. Beta ışıınımı (AFAD, 2021)

2.2.9.3. Nötronlar

Nötr oldukları için maddeye kolayca girebilen nötronlar direkt olarak bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşmelerinin bir sonucu olarak; alfa, beta, gamma veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir ve bunlar da maddeyi iyonize eder (Mısır, 2001; Oyar, 1998).

2.2.9.4. X ışınları

X-ışınları yüksek enerjili elektronların metale çarptırılarak yavaşlatılması veya atomların alt yörüngelerindeki elektron geçişleri ile meydana gelen, dalga boyları 0,1-100Å arasında değişen elektromanyetik dalgalardır. X-ışınları, doğal ve yapay olarak iki yolla elde edilir. Doğal X-ışınları, atom çekirdeği tarafından en alt kabuk olan K enerji kabuğundan elektron yakalanması, alfa bozunumu ve beta bozunumu olaylarıyla meydana gelebilir. X-ışınları yapay olarak şöyle elde edilir: Şekil 2.3’de görüldüğü gibi elektron kaynağı olan flamandan çıkan elektron demeti, çok yüksek gerilim altında hızlandırılarak hedef metale çarptırılır. Elektronlar yaklaşık bir atom boyu yol alarak yüksek bir ivmeyle yavaşlar durur. Elektronlar ivmeli hareket yaptığı için çok yüksek enerjili elektromanyetik dalga elde edilir. Bu elektromanyetik dalga X-ışınıdır (Oyar, 1998; http://www.taek.gov.tr/taek/rsgd/egitim/cnaem_brosur.html).



Şekil 2.3. X Işını tüpü (AFAD, 2021)

2.2.9.5. Gama ışınları

Yüksek enerjili ve kararsız atom çekirdeklerinin daha kararlı hale geçmek yüksek enerjili ve dalga özelliği taşıyan bir ışıma yapar. Bu ışıma gama ışınlarıdır. γ harfi ile sembolize edilir (Mısıır, 2001; Oyar, 1998).

2.2.10. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (elektromanyetik dalgalar)

2.2.10.1. Radyo dalgaları

300 GHz ile 3 kHz arasında değişen frekanslara ve 1 mm ile 100 km arasında değişen dalga boylarına sahip bir radyasyon çeşididir. Işık hızıyla hareket ederler. İyonlaştırmaya yol açmaz.

2.2.10.2. Mikro dalgalar

Mikrodalgalar, dalga boyları 1m ile 1 mm arasında, frekansları da 0,3 GHz ile 300 GHz arasında değişen radyasyon türlerindendir. İyonlaşmaya yol açmaz.

2.2.10.3. Terahertz radyasyonu

Elektromanyetik spektrumun 0,1 ile 10 THz frekans aralığındaki ışımalara Terahertz dalgaları veya T-ışını (T-rays) denir. 1 THz = 10^{12} Hz dir. Bu frekans aralığı mikrodalga ile uzak kızıl ötesindeki aralığa denk gelir.

2.2.10.4. Kızıl ötesi radyasyon

Dalga boyu 0,7 ile 300 mikrometre, frekansı ise 1 ile 430 THz arasında değişen

dalga türüdür. Kızıl ötesi dalgaların boyları görülebilir. Işıktan daha uzun terahertz radyasyon mikrodalgalarından daha kısadır.

2.2.10.5. Görülebilir ışık

Işık ya da görülebilir ışık, 400- 700 nm aralığında dalga boyuna sahip insan gözünün görebileceği bölgede bulunan iyonlaştırıcı olmayan radyasyon çeşididir

2.2.10.6. Mor ötesi (kısmen) radyasyon

3. 1 ev enerjisinin (400 nm) üzerinde başlayan morötesi spektrumun, aşırı mor ötesi ışın bandının altında olan, büyük bir bölümü iyonlaştırıcı olmayan radyasyondur (TRKD, 2022).

2.2.11. Doğal radyasyon kaynakları (%85)

- ✓ Radon%42
- ✓ Kozmik Radyasyon%14
- ✓ Yiyecek ve sularda%11
- ✓ Binalar/Toprak%8

2.2.11.1. Havada radyasyon

Havadaki ortamda normal dozda radyoaktif karbon ve çok az dozda da radon bulunmaktadır. Atmosferdeki kozmik ışınlar da radyasyon içerebilir. Nükleer santral kazalarında ilk radyasyon havaya doğru çıkar. Radyoaktif kripton, etrafında bir bulut oluşturur. O bulut, rüzgârın etkisiyle yer değiştirdikçe radyasyonu etrafa yayar.

2.2.11.2. Suda radyasyon

Nükleer kazalar sonucu radyoaktif izotopların suya geçmesi çok tehlikeli bir durumdur. Bir yandan radyoaktif yağmur ve diğer yandan ortama yayılan radyo aktivite suya geçebilir. Yeraltı sularına ve oradan nehirlerle geçen radyasyon bitkilerin suyu kullanmasıyla, yayınlanmaya ve zarar vermeye devam eder.

2.2.11.3. Besinlerde radyasyon

Besinlerde de doğal radyasyon bulunmaktadır. Besinlerdeki zararsız radyasyon sınırları iyi saptanmıştır. Bu miktarlar, kilogramda olmak üzere 2000 becquereldir. Bir

nükleer kaza ya da savaşta bitkiler ve dolayısıyla hayvansal ürünler radyasyondan etkilenir. Bu durumda zararsız dozların dışına çıkılır (Özden, 1990; Daşdağ ve Çelik, 1990).

2.2.12. Radyasyonun olumsuz etkileri

Radyasyonun ışıma gücü ve ışının etki süresine bağlı olarak: Radyasyon kemik iliği gibi devamlı faaliyet ve de üreme halinde olan hücrelere zarar verebilir ve kan kanserine yol açabilir (Şeker, 1997; Şeker, 2000). Radyasyonun en açık etkisi deri ve kıl üzerinedir. Yanıklar, iyileşmeyen yaralar ve oluşan kötü şekiller gibi. Orta derecedeki radyasyon, saçların ve kıllarının dökülmesine yol açar. Yüksek radyasyon alınmışsa kıllar yeniden çıkmaz. Radyasyonun olumsuz etkileri faal bir organ olan böbreklerde yıkım yaparak ölüm getirebilir. Bağırsakları tahrip ederek ishallere; daha ağır radyasyon da bağırsakların delinmesine kadar gidebilir (Şeker ve Çerezci, 1997; Şeker ve Çerezci, 2000). Radyoaktif maddenin vücutta kalma süresi arttıkça riski de artar. Kemiklerde tutulan kalsiyum ve stronsiyum gibi elementler insan vücudunda çok uzun süre kalabilir ve kemiklere zarar verir, Vücuda giren toplam radyasyon dozu, bu dozun alındığı süre, radyasyonun etkilediği alan gibi faktörler vücutta bazı somatik etkilerin ortaya çıkmasına neden olur (Göksel, 1973; Güleç, 1995).

2.2.13. Organlar ve dokuların radyasyondan etkilenme durumları

Tüm organlar radyasyondan aynı derecede etkilenmez ve etkilenme fonksiyonlarla da ilişkilidir. Bazı organların radyasyona duyarlılıkları aşağıdaki Çizelge 2.2’de verilmiştir (Gençay, 1994; Algüneş, 2002; Güngör, 1991).

Çizelge 2.2. Radyasyon dozlarına karşı organların duyarlılıkları (Köklü, 2006)

Duyarlılar	Daha Duyarlılar	Çok Duyarlılar
Beyin	Cilt	Kemik İliği
Lenf Dokusu	Safra Kesesi	Tiroit Bezi
Karaciğer	Dalak	Akciğer
Pankreas	Böbrek	Göğüs
İnce Bağırsak	Kemik	Mide
Yumurtalık		Kalın Bağırsak

Radyasyonların insan vücudu üzerindeki etkilerinin incelenmesinden ortaya çıkan sonuçlara göre: Organ ve doku gruplarının zarar sıralaması, en ağırdan en hafife doğru, aşağıdaki gibi verilir (Gençay, 1994; Algüneş, 2002; Güngör, 1991).

- Kan ve kemik iliği
- Lenfatik sistem (dalak ve diğer lenfatik dokular)
- Cilt ve kıl folikülleri
- Sindirim yolu
- Adrenal bezleri
- Tiroid bezi
- Akciğerler
- İdrar yolları
- Karaciğer ve safra kesesi
- Kemikler
- Gözler
- Üreme organları

3. MATERYAL VE METOD

Bu tezde incelenen insan grupların sağlıklı, engelli ve kanserli gruplar olmaktadır. Uygulama alanı ise radyolojik tetkiklerdir. Karşılaştırma amacıyla Covid-19 öncesi ve süresince veriler toplanmıştır.

Bu amaçla Batman Eğitim ve Araştırma hastanesinde 2016-2021 yılları arasında yapılan tüm radyolojik tetkiklerin (Röntgen ve Tomografi) ham verileri, hastane arşivinden alındı. Söz konusu verilerden kanser tanısıyla hastaneye gelen kişi sayısı ve Covid-19 şüphesi ile covid Polikliniğine gelen hasta sayısı bulundu. Sadece Covid-19 şüphesiyle hastaneye gelenlerin çektikleri röntgen ve toraks BT sayıları da elde edildi. Alınan tüm veriler, Covid-19 koronavirüs pandemi öncesi ve koronavirüs pandemi süresini kapsamaktır.

2016-2021 yıllarına ait engelli birey sayıları da Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezinden alındı. 2016-2021 yılları arasındaki Batman il nüfus sayısı internetten alındı. (https://www.nufusu.com/ilce/merkez_batman-nufusu) İlgi alanımıza giren gerekli tüm verileri kullanılarak, 2016-2021 yılları arasında yapılan tüm tetkiklerin çizelgeleri oluşturuldu. Çizelgeleri de kullanarak: Dairesel yüzdeler, sütun ve çizgi grafikleri çizildi. Hem bu çizelgeler ve hem de dairesel yüzdeler, sütun ve çizgi grafikler yorum ve sonuçlar için kullanıldı.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

4.1.1. Çizelge bilgilerin değerlendirilmesi

2016-2021 yılları arasında Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde yapılan tüm radyolojik tetkikler, Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezinde kaydı olan tüm engelli bireyler ve Batman Merkez İl Nüfus sayısı bilgileriyle oluşturulan tüm Çizelgeler, Çizelge 4.1'den Çizelge 4.9'a kadar açıklamalarıyla birlikte verilmiştir. İnternette (AFAD, 2022) alınan verilerle oluşturulan Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 2016-2021 tüm birimlerde çekilen toplam tetkik sayıları, 2016-2019 covid-19 öncesi tüm tetkik sayıları ve 2020-2021 covid-19 dönemindeki tüm tetkik sayılarının toplamı

2020-2021 Yılları Arasında Çekilen Tetkik Sayısı	1151265
2016-2019 Yılları Arasında Çekilen Tetkik Sayısı	2070398
2016-2021 Yıllarında Çekilen Toplam Tetkik Sayısı	3221663

Çizelge 4.2. 2016-2021 Tüm birimlerin yıl yıl ve altı yılın toplam tetkik sayıları

Yıllar	Tüm Röntgenler	Tüm Bilgisayarlı Tomografiler	Tüm MR'ler	Tüm Ultrasonlar	Tüm Nükleer Tıplar	Tüm Endoskopiler	Tüm Anjiyolar	Tüm Kemik Dansitometriler	Tüm Monografiler
2016	237836	68249	57894	71279	3289	3852	4701	2067	3044
2017	267298	32942	52592	74000	9566	4360	7848	2582	2185
2018	346604	68936	53174	71246	10728	4698	5715	2829	2859
2019	351452	87746	49149	86161	10681	4166	3695	2465	2517
2020	214629	66423	98748	58507	6280	2486	2552	220	378
2021	312914	103297	61146	205053	8829	3298	4044	2111	350
Toplam	1730733	427593	372703	566249	49363	22860	28555	12274	11333

Çizelge 4.3. 2020-2021 Covid-19 Polikliniğine gelen hasta sayısı, çekilen röntgen ve tomografi tetkik sayıları ve bu tetkiklerden açığa çıkan radyasyon miktarı verilmiştir. 2016-2021 yılları arasında açığa çıkan radyasyonun yıl yıl ve bu altı yılın toplam radyasyon miktarı

Yıl ar	Covid-19 Polikliniğine Gelen Hasta Sayısı	Çekimi Yapılan Toplam Röntgen Akciğer Grafi Sayıları ve Alınan Toplam Radyasyon mSv	Çekimi Yapılan Röntgen Akciğer ve Toraks BT'nin Toplam Sayıları ve Alınan Toplam Radyasyon mSv	Tüm Röntgen Tetkik Sayıları ve Alınan Toplam Radyasyon mSv	Tüm Tomografi Tetkik Sayıları ve Alınan Toplam Radyasyon mSv	Radyoloji Koridorunda Sadece Röntgen ve Tomografi Çekimlerinde Yayılan Toplam Radyasyon Miktarı mSv
2016				237836x0,02 =4756,72 mSv	68249x8,84 = 603321,16 mSv	Toplam Radyasyon: 608077,88 mSv
2017				267298x0,02 = 5345,96 mSv	32942x8,84 =291207,28 mSv	Toplam Radyasyon: 296553,24 mSv
2018				346604x0,02 = 6932,08 mSv	68936x8,84 = 609394,24 mSv	Toplam Radyasyon: 616326,32 mSv
2019				351452x0,02 = 7029,04 mSv	87746x8,84 = 775674,64 mSv	Toplam Radyasyon: 782703,68 mSv
2020	76878	19278x0,02 = 385,56 mSv	57600x0,02+ 57600x8,84 =510336 mSv	214629x0,02 = 4292,58 mSv	66423x8,84 = 587179,32 mSv	Toplam Radyasyon: 591471,9 mSv
2021	107916	70658x0,02 = 1413,16 mSv	37258x0,02 + 37258x8,84 = 330105,88 mSv	312914x0,02 =6258,28 mSv	103297x8,84 =913145,48 mSv	Toplam Radyasyon: 919403,76 mSv

Bu Çizelgedeki Radyasyon hesaplaması bir Röntgen 0,02 mSv ve Bir Tomografi 442x0,02=8,84 mSv olarak hesaplanmıştır (AFAD, 2022).

Çizelge 4.4. Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezinin(RAM) verilerine göre 2016-2021 yılları arasında yıl yıl ve altı yılın toplamında Batman'daki engelli birey sayıları, Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinin (EAH) verilerine göre 2016-2021 yılları arasında kanser (CA) tanısı konulan hasta sayıları ve altı yılın toplam sayısı, Batman EAH 'sinde çekilen tüm röntgenler, röntgen akciğerler ve tüm tomografiler, tomografi toraks -BT'lerin sayıları ve açığa çıkardıkları radyasyon

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Altı yılın toplamı
Batman RAM verilerine göre yıllık Engelli birey sayısı	3413	4833	5817	6512	3088	4048	27671
Batman EAH verilerine göre kanser (CA) tanısı olan hasta sayısı	9546	11393	11809	12893	8326	13689	67656
Batman İl merkez nüfusu	429665	439667	447106	460955	471498	477456	
Batman EAH verilerine göre çekilen Röntgen Tetkik sayısı	237836	267298	346604	351452	214629	312914	1730733
Batman EAH verilerine göre çekilen Röntgen Akciğer Tetkik sayısı	59979	68833	86177	92019	59393	78155	444556
Batman EAH verilerine göre çekilen Tomografi Tetkik sayısı	68249	32942	68936	87746	66423	103297	427593
Batman EAH verilerine göre çekilen Toraks BT Tetkik sayısı	4631	5303	6991	8513	57600	37258	120296
Batman EAH verilerine göre çekilen Tüm Röntgen ve Tüm Tomografi BT Tetkiklerin toplamı	306085	300240	415540	439198	281052	416211	2158326
Batman EAH verilerine göre çekilen Tüm Röntgen ve Tüm Tomografi BT Tetkiklerinin toplamında açığa çıkan Radyasyon mSv türünde	608077 mSv	296553 mSv	616326 mSv	782703 mSv	591471 mSv	919403 mSv	3814536 mSv
Batman EAH verilerine göre çekilen Tomografi Tetkiklerinde açığa çıkan radyasyon mSv türünde	603321 mSv	291207 mSv	609394 mSv	775674 mSv	587179 mSv	913145 mSv	3779920 mSv
Batman EAH verilerine göre çekilen Röntgen Tetkiklerinden açığa çıkan radyasyon mSv türünde	4756 mSv	5345 mSv	6932 mSv	7029 mSv	4292 mSv	6258 mSv	34612 mSv

Çizelge 4.5. Batman il nüfusunun yıllara göre kanserli ve engelli olma oranı, çekilen röntgen ve tomografi tetkiklerinde çıkan radyasyon miktarına göre kanserli ve engelli olma oranı ve aldıkları radyasyon oranları

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Ortalaması
Batman EAH verilerine göre kanser (CA) hasta sayılarının Batman merkez nüfusuna oranı.	$\frac{9546}{429665}$ $= \frac{22}{1000}$	$\frac{11393}{439667}$ $= \frac{25}{1000}$	$\frac{11809}{447106}$ $= \frac{26}{1000}$	$\frac{12893}{460955}$ $= \frac{27}{1000}$	$\frac{8326}{471498}$ $= \frac{17}{1000}$	$\frac{13689}{477456}$ $= \frac{28}{1000}$	$\frac{24}{1000}$
Batman RAM verilerine göre Batman'daki Engelli Bireylerin Batman merkez nüfusuna oranı.	$\frac{3413}{429665}$ $= \frac{7}{1000}$	$\frac{4833}{439667}$ $= \frac{10}{1000}$	$\frac{5817}{447106}$ $= \frac{13}{1000}$	$\frac{6512}{460955}$ $= \frac{14}{1000}$	$\frac{3088}{471498}$ $= \frac{6}{1000}$	$\frac{4048}{477456}$ $= \frac{8}{1000}$	$\frac{9}{1000}$
Kanser (CA) tanısıyla Batman EAH sine gelen hasta sayısının sadece Röntgen ve Tomografi tetkiklerinden açığa çıkan radyasyonun oranına	$\frac{9546}{608077}$ $= \frac{15}{1000}$	$\frac{11393}{296553}$ $= \frac{38}{1000}$	$\frac{11809}{616326}$ $= \frac{19}{1000}$	$\frac{12893}{782703}$ $= \frac{16}{1000}$	$\frac{8326}{591471}$ $= \frac{14}{1000}$	$\frac{13689}{919403}$ $= \frac{14}{1000}$	$\frac{19}{1000}$
Batman RAM verilerine göre Batman'daki Engelli Bireylerin, Batman EAH'nin sadece Röntgen ve Tomografi tetkiklerinden açığa çıkan Radyasyona oranı.	$\frac{3413}{608077}$ $= \frac{5}{1000}$	$\frac{4833}{296553}$ $= \frac{16}{1000}$	$\frac{5817}{616326}$ $= \frac{9}{1000}$	$\frac{6512}{782703}$ $= \frac{8}{1000}$	$\frac{3088}{591471}$ $= \frac{5}{1000}$	$\frac{4048}{919403}$ $= \frac{4}{1000}$	$\frac{7}{1000}$
Batman EAH sine yıllık kanser (CA) tanısıyla gelen hasta sayılarının, yıllık sadece Röntgen ve tomografi tetkik sayılarının toplamına oranı.	$\frac{9546}{306085}$ $= \frac{31}{1000}$	$\frac{11393}{300240}$ $= \frac{37}{1000}$	$\frac{11809}{415540}$ $= \frac{28}{1000}$	$\frac{12893}{439198}$ $= \frac{29}{1000}$	$\frac{8326}{281052}$ $= \frac{29}{1000}$	$\frac{13689}{416211}$ $= \frac{32}{1000}$	$\frac{31}{1000}$
Batman RAM verilerine göre Batman'daki Engelli birey sayılarının, Batman EAH sine yıllık sadece Röntgen ve Tomografi tetkik sayılarına oranı. Batman'da tetkik	$\frac{3413}{306085}$ $= \frac{11}{1000}$	$\frac{4833}{300240}$ $= \frac{16}{1000}$	$\frac{5817}{415540}$ $= \frac{13}{1000}$	$\frac{6512}{439198}$ $= \frac{14}{1000}$	$\frac{3088}{281052}$ $= \frac{10}{1000}$	$\frac{4048}{416211}$ $= \frac{9}{1000}$	$\frac{12}{1000}$

Çizelge 4.6. 2016-2021 Batman EAH' sinin sadece röntgen ve tomografi tetkiklerinde açığa çıkan radyasyonun yıllık, aylık, günlük ve yedi (7) saatlik mSv cinsinden değerleri

YILLAR	Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde sadece Röntgen ve Tomografi çekim odalarında YILLIK biriken Radyasyon miktarı (mSv)	Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde sadece Röntgen ve Tomografi çekim odalarında AYLIK Biriken Radyasyon miktarı (mSv)	Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde sadece Röntgen ve Tomografi çekim odalarında GÜNLÜK biriken Radyasyon miktarı (mSv)	Radyoloji Teknisyenlerin ve Teknikerlerin resmi çalışma saatleri olan yedi (7) Saat içinde odalardan biriken Radyasyon miktarı (mSv)	Çernobil kazası sonrası Radyasyon dozunun 350 mSv (ömür boyu) sevisine ulaşan yerleri canlılarda n boşaltmışlar	Radyasyon çalışanları için müsaade edilen maksimum doz sınırı, birbirini takip eden beş yılın ortalaması 20 mSv/yıl geçmemeli	Bazı Ülkelerdeki nükleer endüstri çalışanlar ve uranyum madencileri n doz limiti miktarı 20 mSv/yıl olarak belirlenmiştir
2016	YILLIK 608077,8 mSv	AYLIK 50673,1 mSv	GÜNLÜK 2111,3 mSv	7 SAAT'te 492,6 mSv	Çevreyi Boşatma koşulu 350 mSv	Çalışan dozu limiti 20 mSv/yıl	Nükleer doz limiti 20 mSv/yıl
2017	296553,24 mSv	24712,77 mSv	823,759 mSv	240,2 mSv	350 mSv	20 mSv	20 mSv
2018	616326,32 mSv	51360,5 mSv	1712 mSv	499,3 mSv	350 mSv	20 mSv	20 mSv
2019	782703,68 mSv	65225,3 mSv	2174,1 mSv	634,1 mSv	350 mSv	20 mSv	20 mSv
2020	591471,9 mSv	49289,3 mSv	1642,9 mSv	479,2 mSv	350 mSv	20 mSv	20 mSv
2021	919403,76 mSv	76616,9 mSv	2553,8 mSv	744,8 mSv	350 mSv	20 mSv	20 mSv

Çizelge 4.7. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde (EAH) 2016-2021 yılları arasında sadece tomografi tetkiklerin yıllık toplam ve altı yılın toplamlarına dayalı bazı bilimsel ve sağlık haberleri dikkatte alınarak hazırlanan çizelge. Tomografiye sağlıklı giren 50 hastadan birinin kanser riski taşıdığına (sağlık haberleri 08.04.2010 15:20). ve sağlıklı bir bireyin 10 mSv radyasyona maruziyeti sonrası ömür boyu kanser geliştirme riskinin 1000’de 1 olduğu bildirilmektedir (BEIR, 2006 VII Raporunda)

YILLAR	Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde sadece Tomografi Tetkik sayılarının yıllık Toplamı. YILLIK TOMOGRAFİ TETKİK SAYILARI TOPLAMI	Tomografiye sağlıklı giren her 50 hastadan birinin maruz kalınan Radyasyon nedeniyle çekim sonrasında kansere yakalandığı belirtildi (sağlık haberleri 08.04.2010-15:20). 1/50 oranında Bu duruma göre Batman da yıllık kansere yakalanma Riski taşıyan kişi sayısı	Radyasyonun Biyolojik Etkilerini inceleyen kurum BEIR, 2006 yılında yayınlanan VII. Raporunda 10 mSv radyasyon maruziyeti sonrası ömür boyu kanser geliştirme riskinin 1000’de 1 (1/1000) olduğu bildirilmektedir (BEIR, 2006). 1/1000 oranında Bu duruma göre Batman da yıllık kansere yakalanma Riski taşıyan kişi sayısı
2016	68249 Tetkik	1364,98 Kişi	68,249 Kişi
2017	32942 Tetkik	658,84 Kişi	32,942 Kişi
2018	68936 Tetkik	1378,72 Kişi	68,936 Kişi
2019	87746 Tetkik	1754,92 Kişi	87,746 Kişi
2020	66423 Tetkik	1328,46 Kişi	66,423 Kişi
2021	103297 Tetkik	2065,94 Kişi	103,297 Kişi
Toplam	427593 Tetkik	8551,86 Kişi Altı yılda	427,593 Kişi Altı yılda

Çizelge 4.8. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinin (EAH) verilerine göre 2016-2021’de çekilen tomografi tetkikleri verilerek, tomografiye sağlıklı giren 50 hastadan birinin kanser riski taşıdığına (sağlık haberleri 08.04.2010 15:20). Bu bilgiye göre Batman da bir yılda, bir ayda, bir günde ve altı yılın toplamında kansere yakalanabilme riskini taşıyan hasta sayısı verilmiştir.

YILLAR	Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesi verilerine göre, Tomografi Tetkik Sayıları	Tomografiye giren her sağlıklı 50 hastadan birinin maruz kalınan radyasyon nedeniyle çekim sonrasında kansere yakalandığı belirtildi (sağlık haberleri 08.04.2010-15: 20) oran1/50	Bu duruma göre bir yılda Batman da kansere yakalanma ihtimali olan hasta sayısı BİR YILDA	Bu duruma göre bir ayda Batman da kansere yakalanma riski taşıyan hasta Sayısı BİR AYDA	Bu duruma göre bir günde Batman da kansere yakalanma ihtimali olan hasta Sayısı BİR GÜNDE
2016	68249	68249: 50=1364,98	1364,98 Kişi	113,74 Kişi	3,79 Kişi
2017	32942	32942: 50=658,84	658,84 Kişi	54,90 Kişi	1,83 Kişi
2018	68936	68936: 50=1378,72	1378,72 Kişi	114,89 Kişi	3,82 Kişi
2019	87746	87746: 50=1754,92	1754,92 Kişi	146,24 Kişi	4,87 Kişi
2020	66423	66423: 50=1328,46	1328,46 Kişi	110,70 Kişi	3,69 Kişi
2021	103297	103297:50=2065,94	2065,94 Kişi	172,16 Kişi	5,73 Kişi
Altı (6) yılın Toplamı	427593	427593: 50=8551,86	8551,86 Kişi	712,65 Kişi	23,75 Kişi

Çizelge 4.9. 2016-2021 Batman il geneli ve merkez nüfus sayısı, 2016-2021 Batman'daki engelli birey sayısı, 2016-2021 Batman 'da sade yaşayan bir bireyin Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinin sadece röntgen ve tomografi tetkiklerinin açığa çıkardığı radyasyondan kaynaklı, altı yıllık bir sürede BEIR,2006 verilerine göre binde bir kanser risk oranıyla yaşadığına dair bilgiler aşağıdaki Çizelge 4. 9 da mevcuttur

YILLAR	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Toplam
Batman İl Geneli Nüfus Sayısı	576899	585252	599103	608659	620278	626319	
Batman il Merkezi Nüfus Sayısı	429665	439667	447106	460955	471498	477456	
Batman (RAM) Rehberlik Araştırma Merkezi verilerine göre Engel Durumu Nedeniyle Eğitim Desteği alan kişi sayısı	3413 Kişi	4833 Kişi	5817 Kişi	6512 Kişi	Pandemi Covid-19 Şartlarına rağmen 3088 Kişi	PandemiCovid-19 Şartlarına rağmen 4048 Kişi	Toplam 27711 Kişi
Batman EAH sinde Sadece Röntgen ve Tomografi Tetkik Sayılarının Toplamı	306085	300240	415540	439198	281052	416211	Toplam 2158326
Batman EAH sinde Sadece Röntgen ve Tomografi Tetkik sayılarının Çekiminden kaynaklı Çekim odalarında Açığa çıkan Radyasyonun Toplamı mSv olarak	608077,8 mSv	296553,24 mSv	616326,32 mSv	782703,68 mSv	591471,9 mSv	919403,76 mSv	Toplam 3814536,7 mSv
Batman da evinde oturup normal hayatını sürdüren ama hastaneye hiç gitmemiş, uçağa binmemiş Telefon, Telsiz, Radyo ve Mikro dalga fırın kullanmamış, Kirli havada dolaşmamış, Baz istasyonlara ve yüksek gerilimli elektrik Trafolarının yakınında geçmemiş, Televizyon izlememiş ve herhangi bir Radyasyonlu alana girmemiş bir bireyin sadece Batman EAH sinin Röntgen ve tomografisinin yaymış olduğu Radyasyondan il nüfusuna oranla kişi başına düşen radyasyon miktarıdır. mSv cinsinden	yıllık 1,41 mSv Bu hesaplama da Batman İl merkez nüfusu baz alınmıştır	yıllık 0,67 mSv Bu hesaplama da Batman İl merkez nüfusu baz alınmıştır	yıllık 1,37 mSv Bu hesaplama da Batman İl merkez nüfusu baz alınmıştır	yıllık 1,69 mSv Bu hesaplama da Batman İl merkez nüfusu baz alınmıştır	yıllık 2,33 mSv Bu hesaplama da Batman İl merkez nüfusu baz alınmıştır	yıllık 2,61 mSv Bu hesaplama da Batman İl merkez nüfusu baz alınmıştır	Altı yılın Toplamı 10,1 mSv BEIR, 2006 yılında yayınlanan VII. Raporunda 10 mSv radyasyon maruziyeti sonrası ömür boyu kanser geliştirme riskinin 1000' de 1 olduğu bildirilmektedir. Görüldüğü gibi bu durumdaki bir kişi dahi Batman da 1/1000 Kanser Riski ile yaşıyor.

NOT: Tüm Çizelge ve grafiklerde Bir Röntgen 0,02 mSv ve Bir Tomografi 442x0,02=8,84 mSv olarak hesaplanmıştır (AFAD, 2022)

Çizelge 4.10. Radyasyon dozu, doz hızı ve etkileri ile ilgili örnekler çizelgesi (AFAD, 2022)

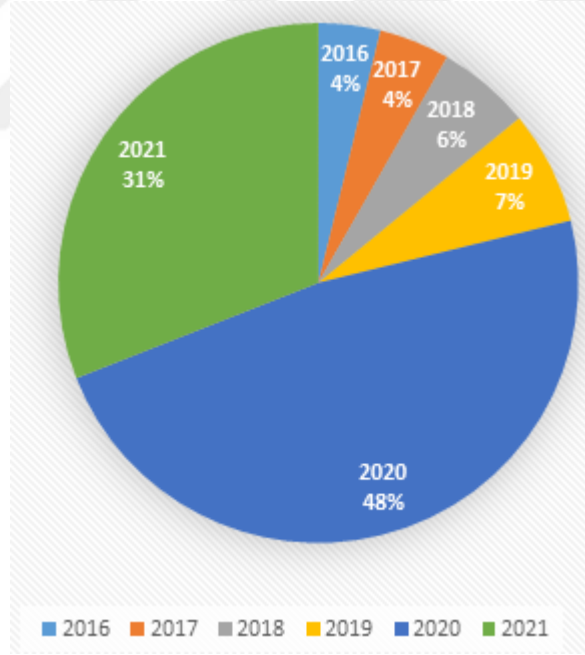
0,05 mSv/yıl	Doğal arka plan radyasyonun küçük bir kısmı. Nükleer santrallerin tasarımında güvenlik şeridinde izin verilen maksimum doz hızı. Operasyon sırasındaki doz gerçekte çok daha azdır.
0,3-0,6 mSv/yıl	Yapay kaynaklardan alınan radyasyonun tipik doz hızı miktarıdır. Genellikle medikal kaynaklı olanlar için geçerlidir.
2,4 mSv/yıl	Ortalama tipik arka plan radyasyonu. Coğrafyaya göre farklılık göstermektedir.
5 mSv/yıl (maksimum)	Orta irtifalarda uçan uçaklarda alınan tipik doz hızı miktarıdır.
9 mSv/yıl	Okyanus aşırı uçuşlardaki doz hızı (Tokyo-New York).
10 mSv	Karın ya da pelvis bölgesi bilgisayarlı tomografi (CT) taraması doz miktarı
20 mSv/yıl	Bazı ülkelerdeki nükleer endüstri çalışanları ve Uranyum madencileri doz limiti miktarıdır.
50 mSv/yıl	Radyasyon işçileri tarafından bir yıl için maksimum doz limiti (5 yılın ortalaması 20 mSv/yıl). Aynı zamanda İran, Hindistan ve Avrupa gibi bölgelerde görülebilen arka plan dozu miktarıdır.
50 mSv	Kısa dönem acil durumlarda çalışanlar için izin verilen doz miktarı. (IAEA)
100 mSv	Kanser riskini artırdığına dair kanıt bulunan en düşük yıllık doz miktarı (UNSCEAR). Bunun üzerindeki miktarlarda kanser oluşma olasılığının, dozla arttığı varsayılmaktadır. Bu miktarın altında herhangi bir zarar görülmemiştir. Çok önemli acil durum müdahaleleri yapanlar için kısa dönemde izin verilen doz miktarıdır. (IAEA)
130 mSv/yıl	Radyolojik olay sonrası uzun dönem güvenlik seviyesi (kirlenen bölgenin 1 m üzerinden ölçüldüğünde).
170 mSv/hafta	Radyolojik olay sonrası 7 günlük geçici güvenlik seviyesi (kirlenen bölgenin 1 m üzerinden ölçüldüğünde).
250 mSv	Fukushima-Daiichi kazasında radyasyon çalışanları için izin verilen kısa dönem doz miktarı.
250 mSv/yıl	İran'ın Ramsar bölgesindeki doğal arka plan radyasyon doz hızı. Belirlenen bir sağlık etkisi bulunmamaktadır. Belli yerlerde doz hızları 700 mSv/yıl'a ulaşmaktadır.
350 mSv (ömür boyu)	Çernobil kazası sonrası çevrenin boşaltılması (halkın taşınması) için doz miktarı.
500 mSv	Hayat kurtarma durumlarında izin verilen kısa dönem doz limiti. (IAEA)
680 mSv/yıl	1955 yılı için belirlenen doz seviyesi (Gama Işını, x-Işını ve Beta)
700 mSv/yıl	Nükleer kaza sonrası önerilen çevrenin boşaltılması için eşik doz hızı miktarı.
800 mSv/yıl	Kaydedilen en yüksek arka plan doz hızı miktarı. Ölçüm Brezilya sahillerinde yapılmıştır.
1000 mSv (kısa dönem)	Her 100 kişiden 5'inin ışınlanmadan yıllar sonra ölümcül kansere yakalanacağını varsayıldığı doz miktarı. (Örneğin ölümcül kansere yakalanma oranı %25 olsaydı bu oran %30'a çıkardı.) Geçici radyasyon rahatsızlıkları (akut radyasyon sendromu) için eşik değer. Bulantı ve beyaz kan hücrelerindeki azalma örnek gösterilebilir. Ölümcül değildir. Bu seviyenin üzerinde zarar şiddeti doz ile artmaktadır.
5000 mSv (kısa dönem)	Maruz kalanların yarısını bir ay içerisinde öldürebilecek doz miktarı. (Bu, tedavilerdeki çok küçük bölgeye verilen günlük doz miktarının iki katı kadardır. Tedaviler 4-6 hafta kadar sürmektedir.)
10000 mSv (kısa dönem)	Birkaç hafta içinde ölüm beklenir.

Çizelge 4.11. Bazı radyasyon türleri ve bulundukları radyasyon miktarları (AFAD, 2022)

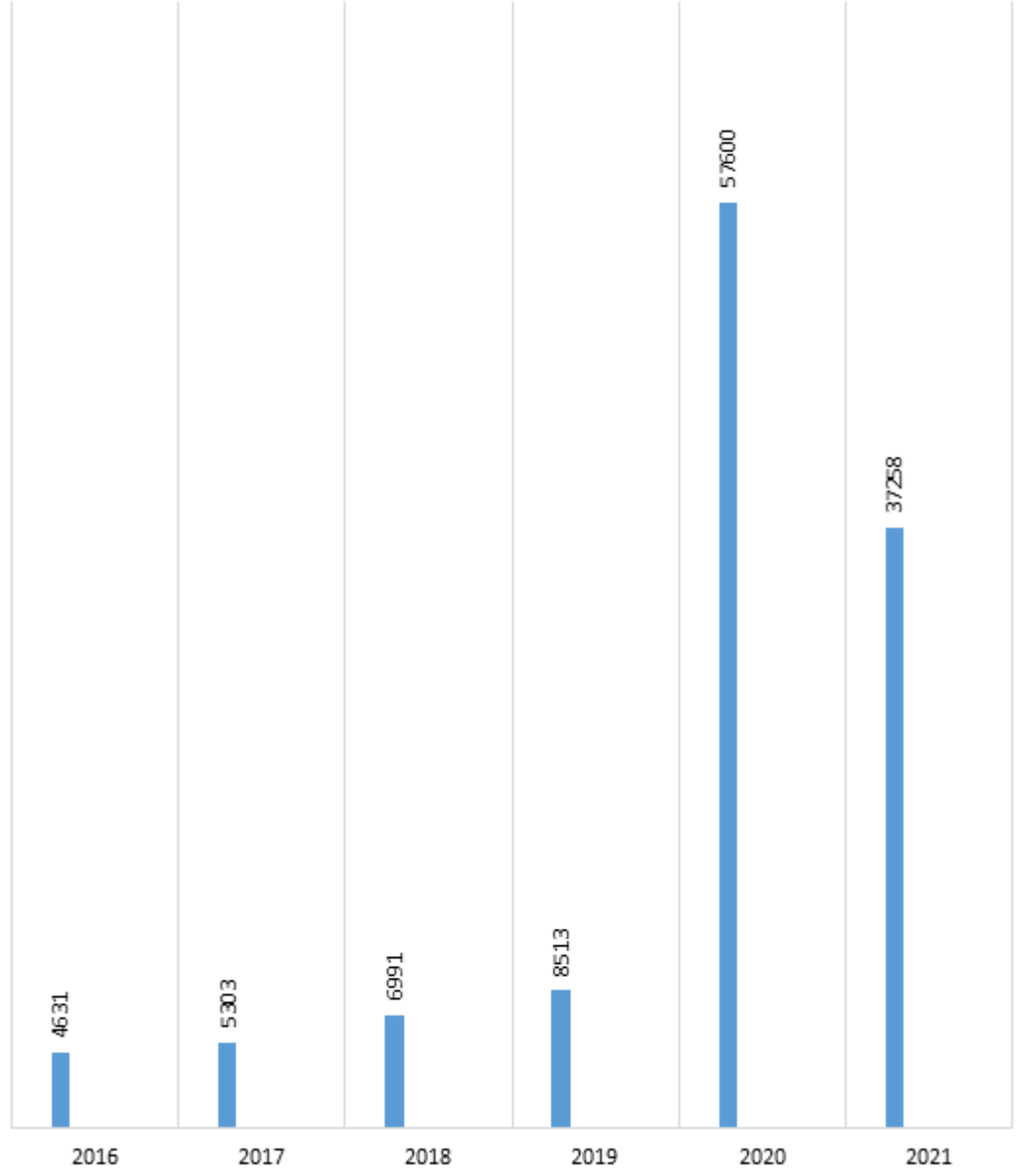
Kozmik	0.39 mSv
Gama	0.46 mSv
Yiyecek ve içeceklerde	0.23 mSv
Radon	1.30 mSv
Tıbbi	0.30 mSv
Serpinti	0.007 mSv
Mesleki	0.002 mSv
Atıklar	0.001 mSv
Tüketici Ürünleri	0.0005 mSv

4.1.2. Dairesel yüzdellik, sütun ve çubuk grafiklerin değerlendirilmesi

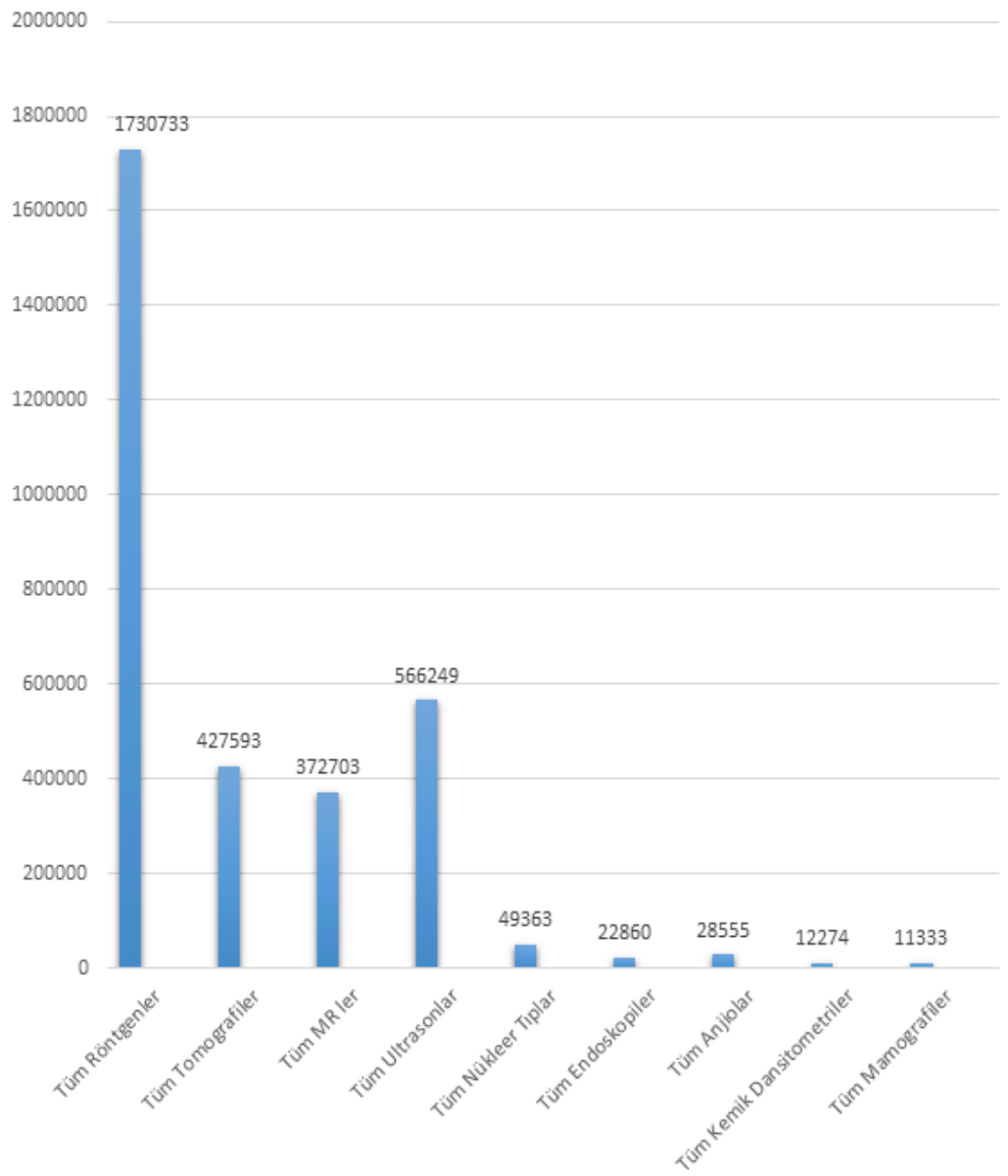
Yukarıda verilen çizelgelerden oluşturulan dairesele yüzdellik, Sütun ve Çubuk Grafikleri 4.1 ile 4.9 arasında verilmiştir.



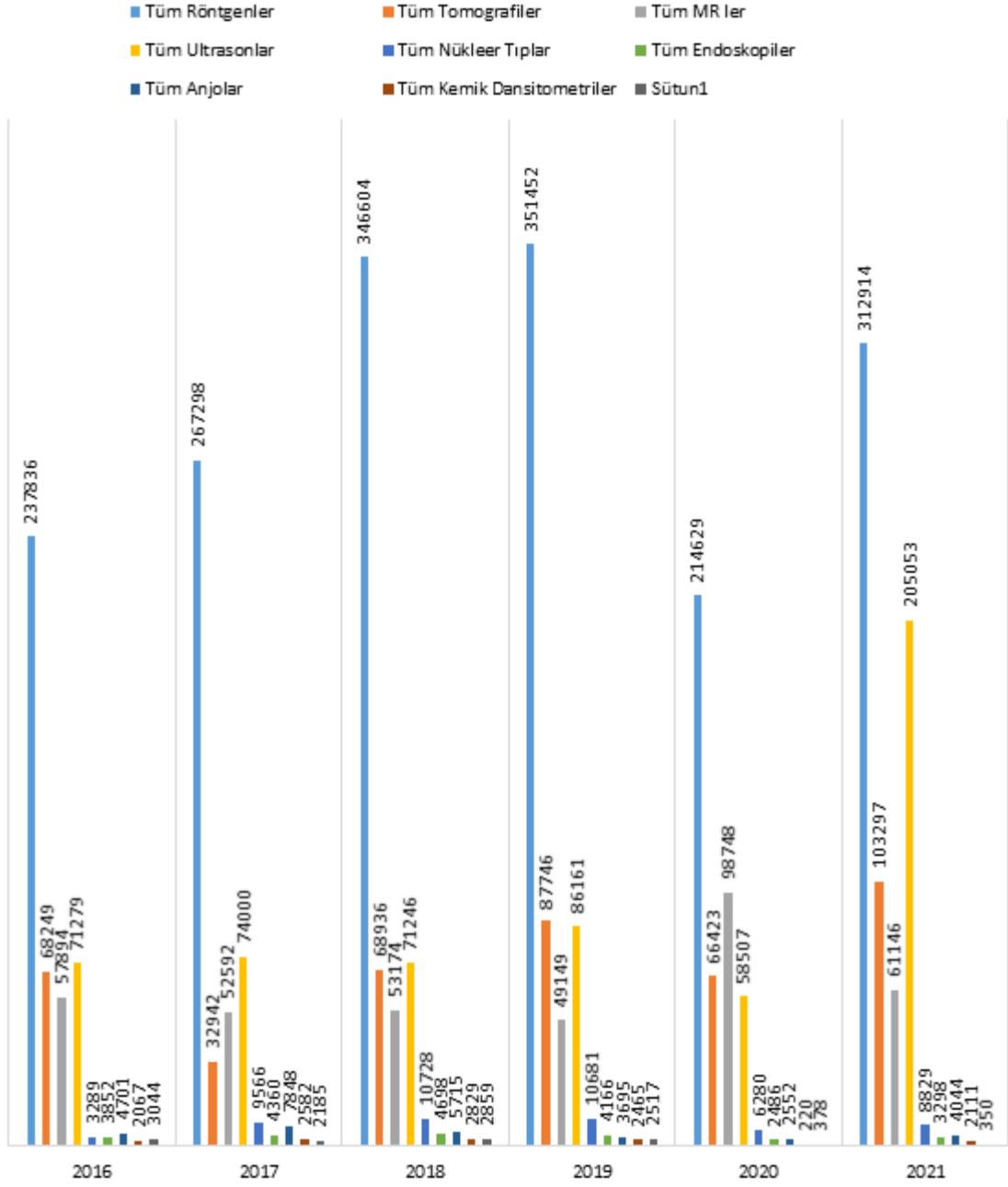
Grafik 4.1. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen torak BT tetkiklerinin yıllara göre yüzdellikleri



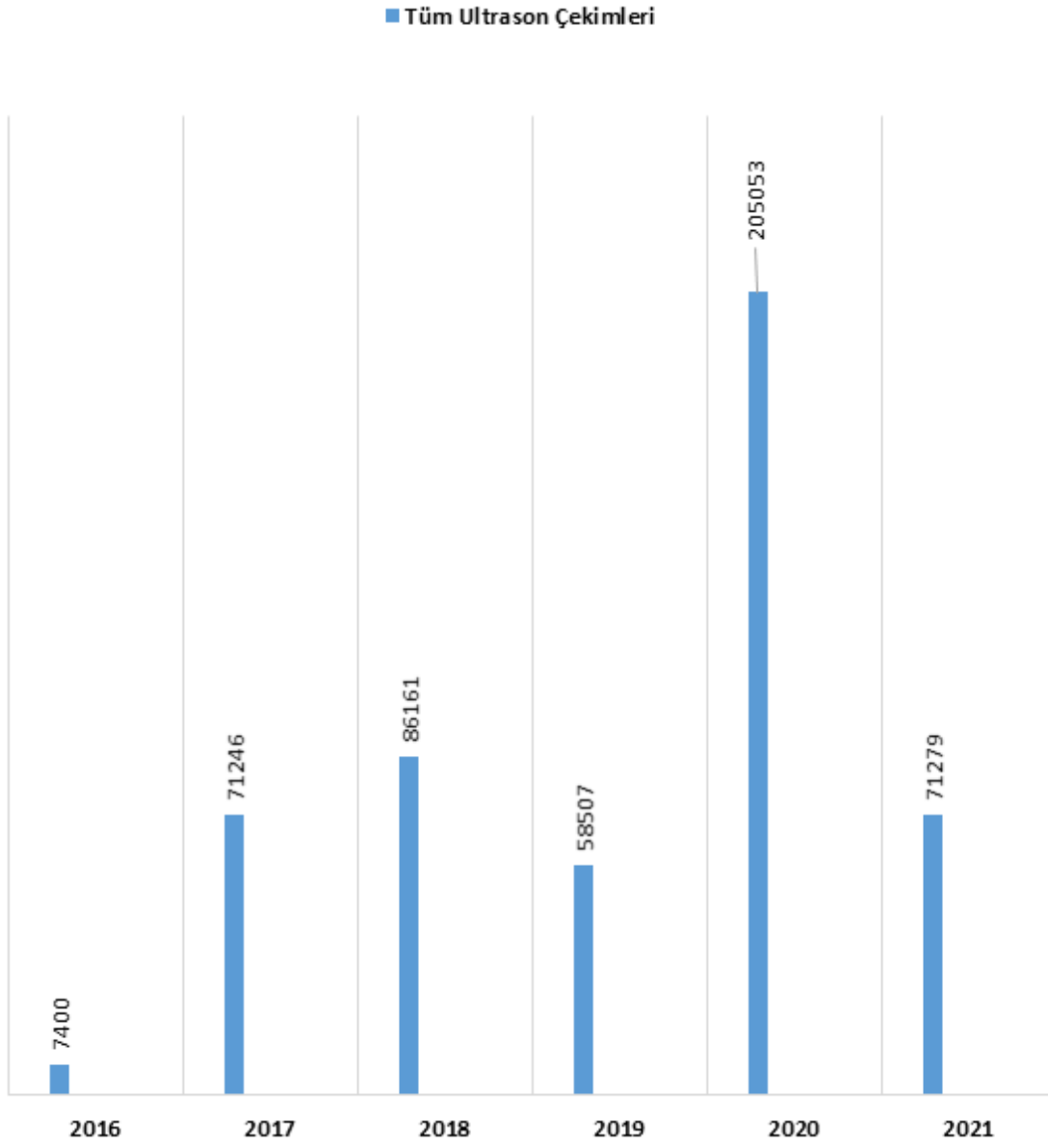
Grafik 4.2. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen torak BT tetkiklerin yıllara göre sayıları



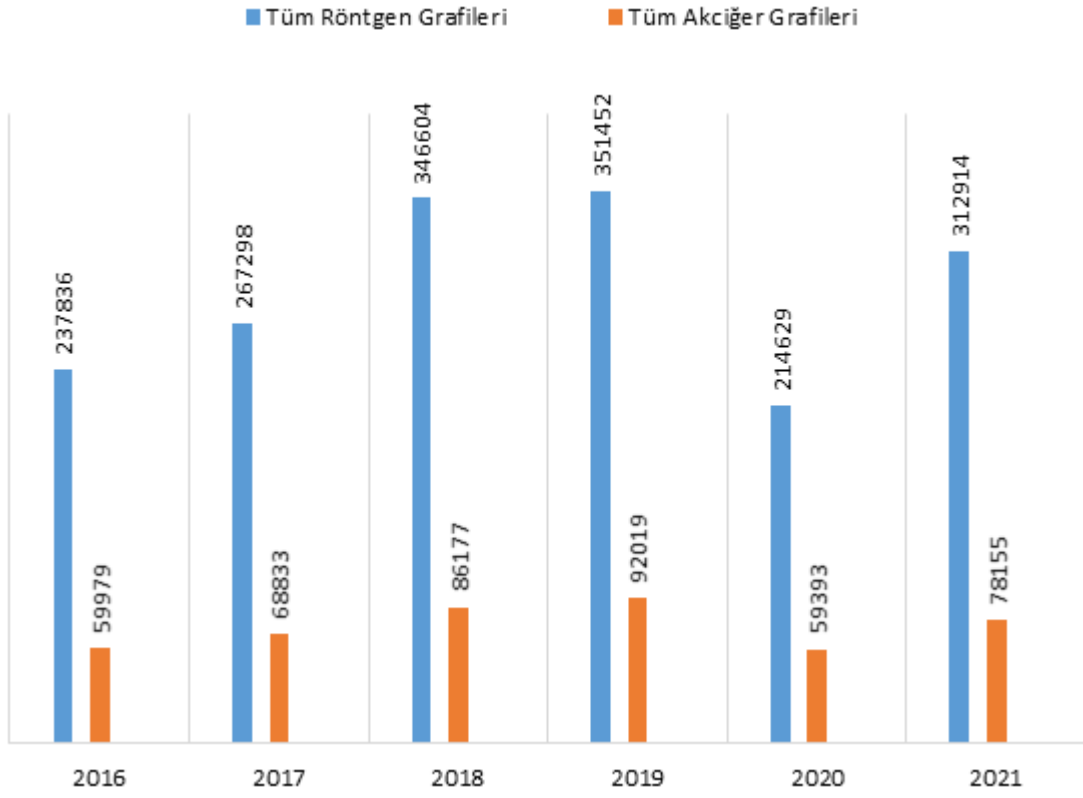
Grafik 4.3. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm tetkik sayılarının birim birim toplamları



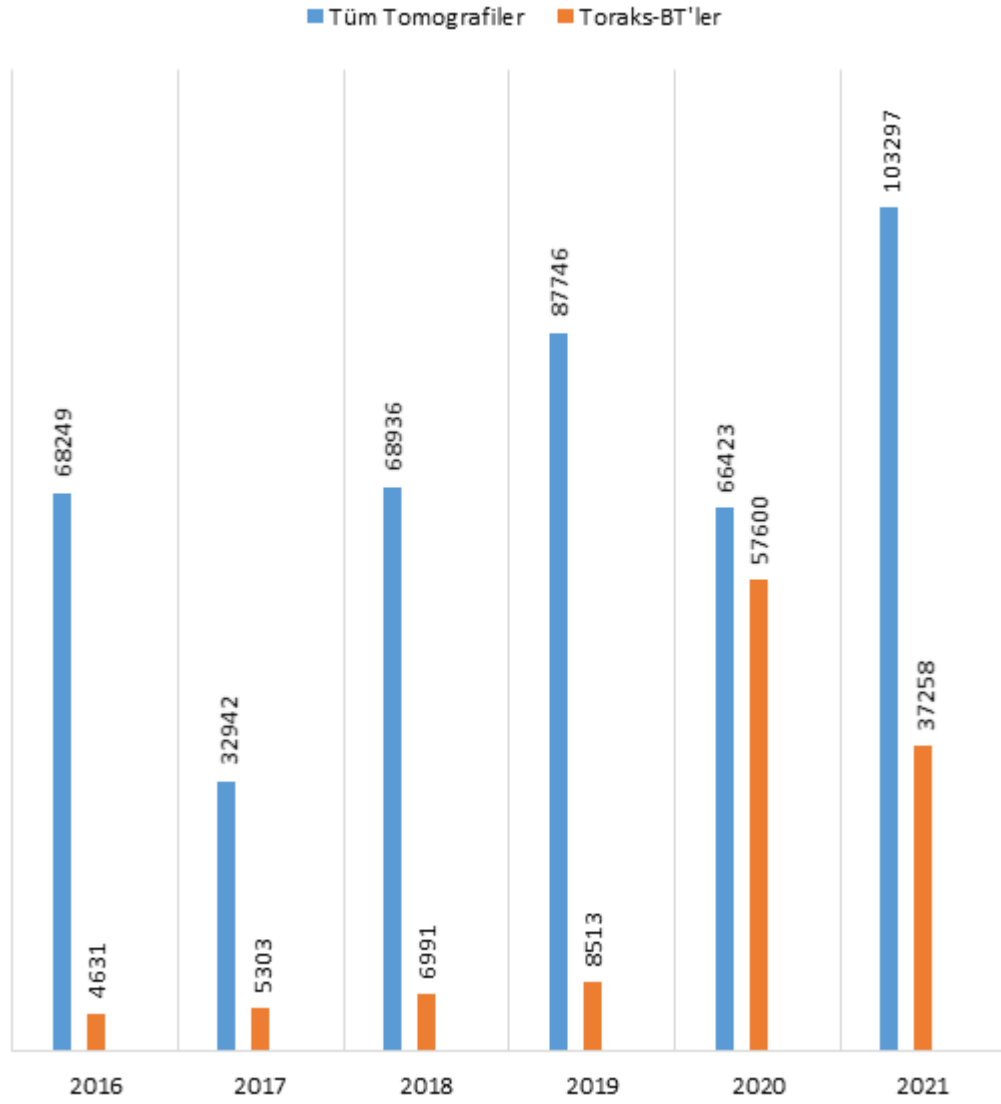
Grafik 4.4. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm birimlerdeki tetkik sayılarının yıllara göre toplamı



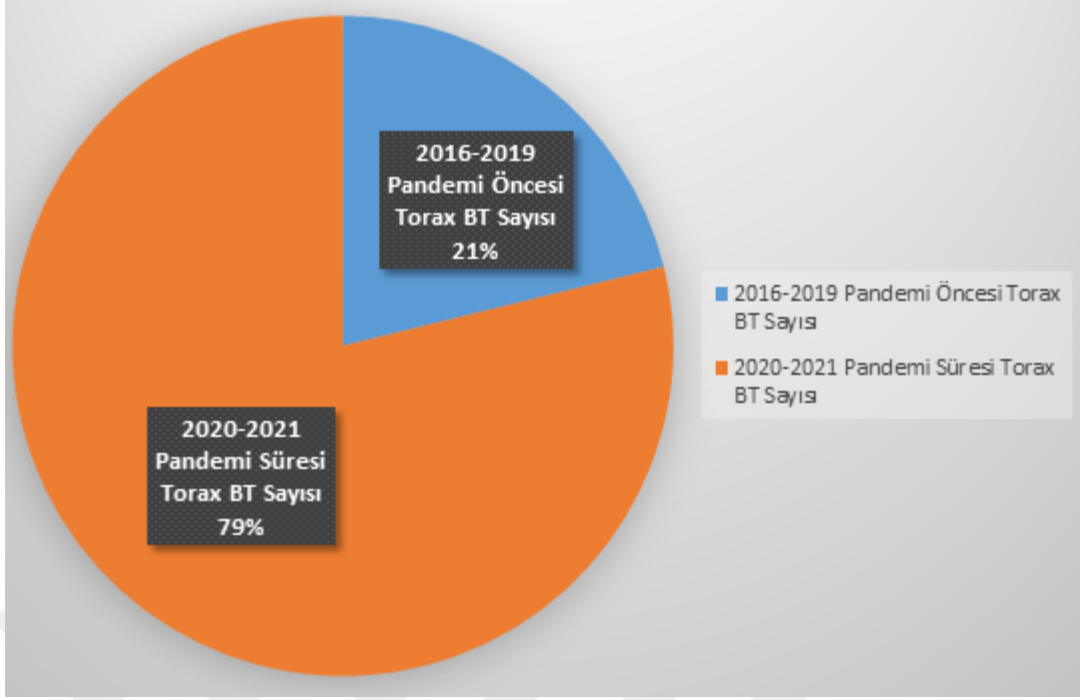
Grafik 4.5. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm ultrason tetkik sayıları yıllara göre toplamaları



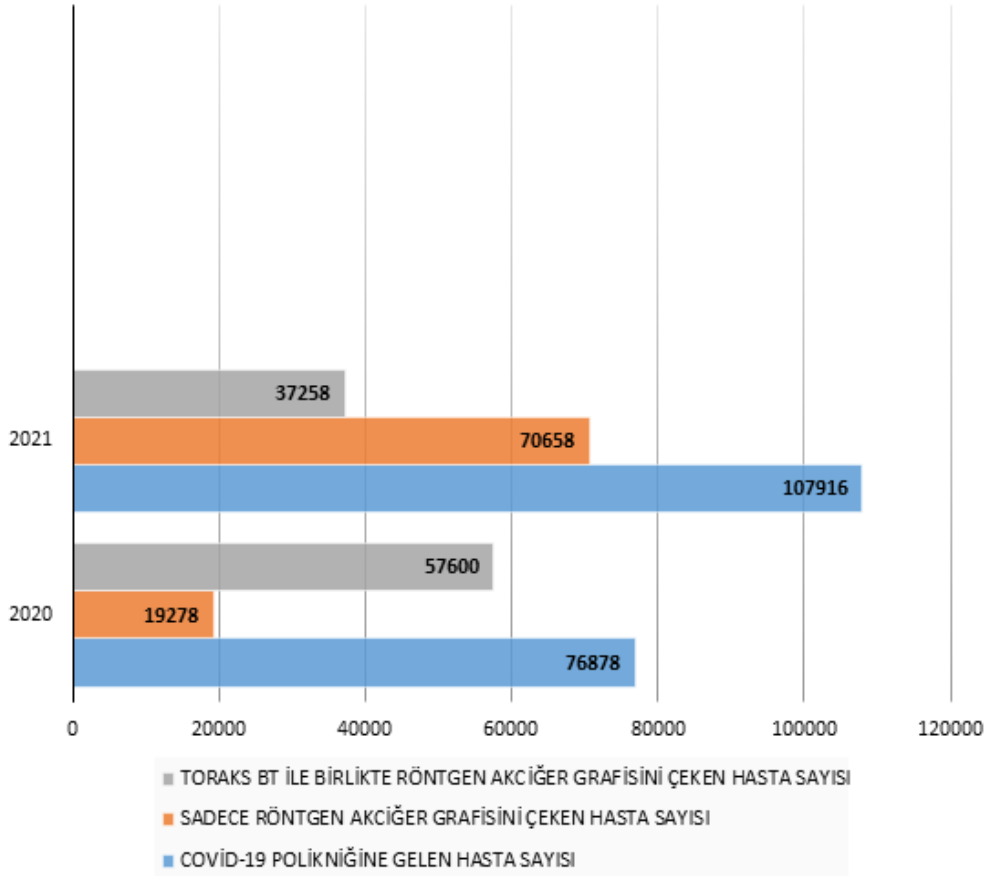
Grafik 4.6. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm röntgen ve tüm akciğer tetkik sayıları ayrı ayrı yıllara göre dağılımları ve toplamaları



Grafik 4.7. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm tomografi ve tüm toraks BT tetkiklerin yıllara göre dağılım sayıları ve toplamaları



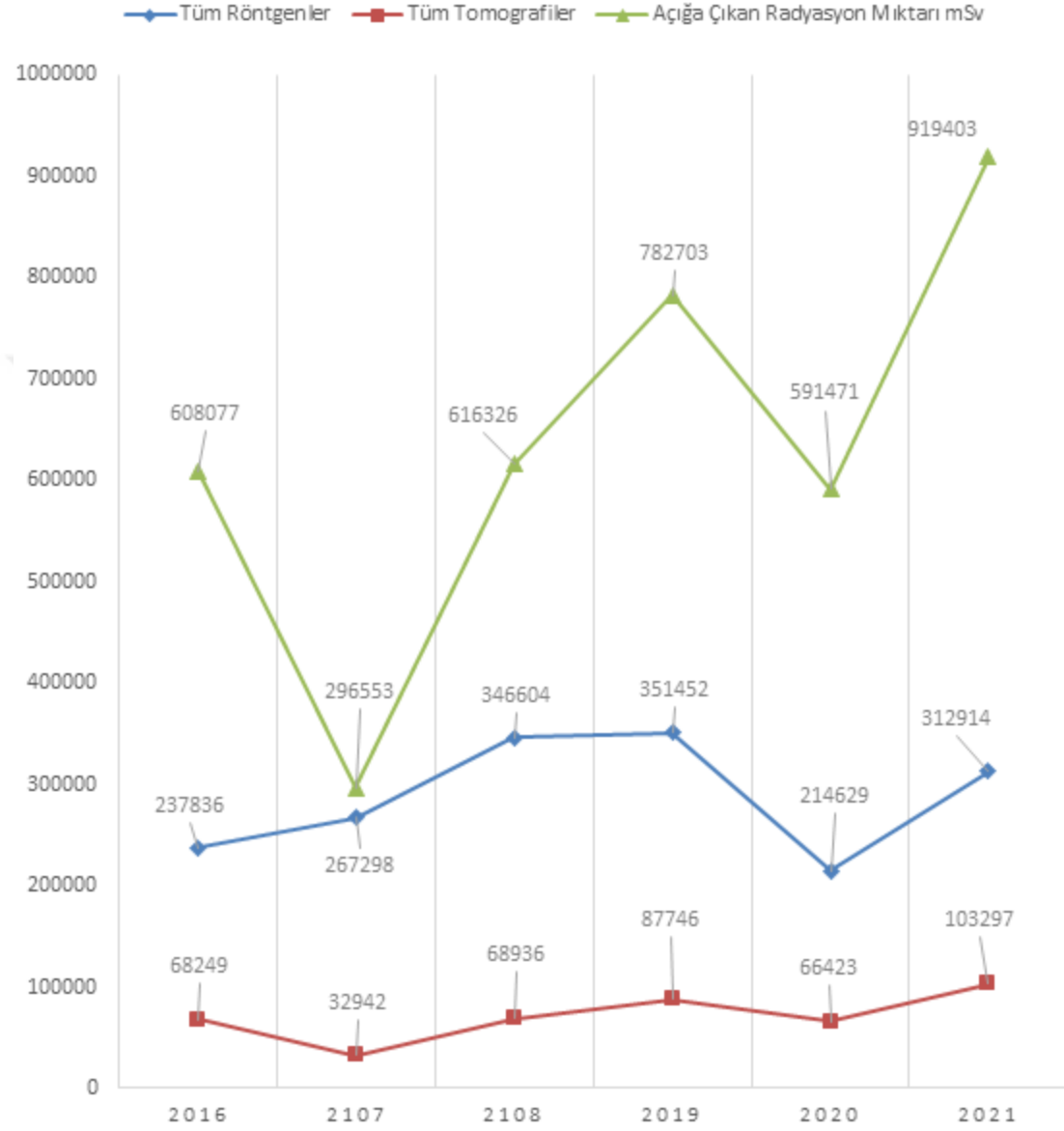
Grafik 4.8. 2016-2019 pandemi öncesi ve 2020-2021 pandemi sürecince çekilen toraks BT'lerin yıllara göre yüzdelik dağılımı



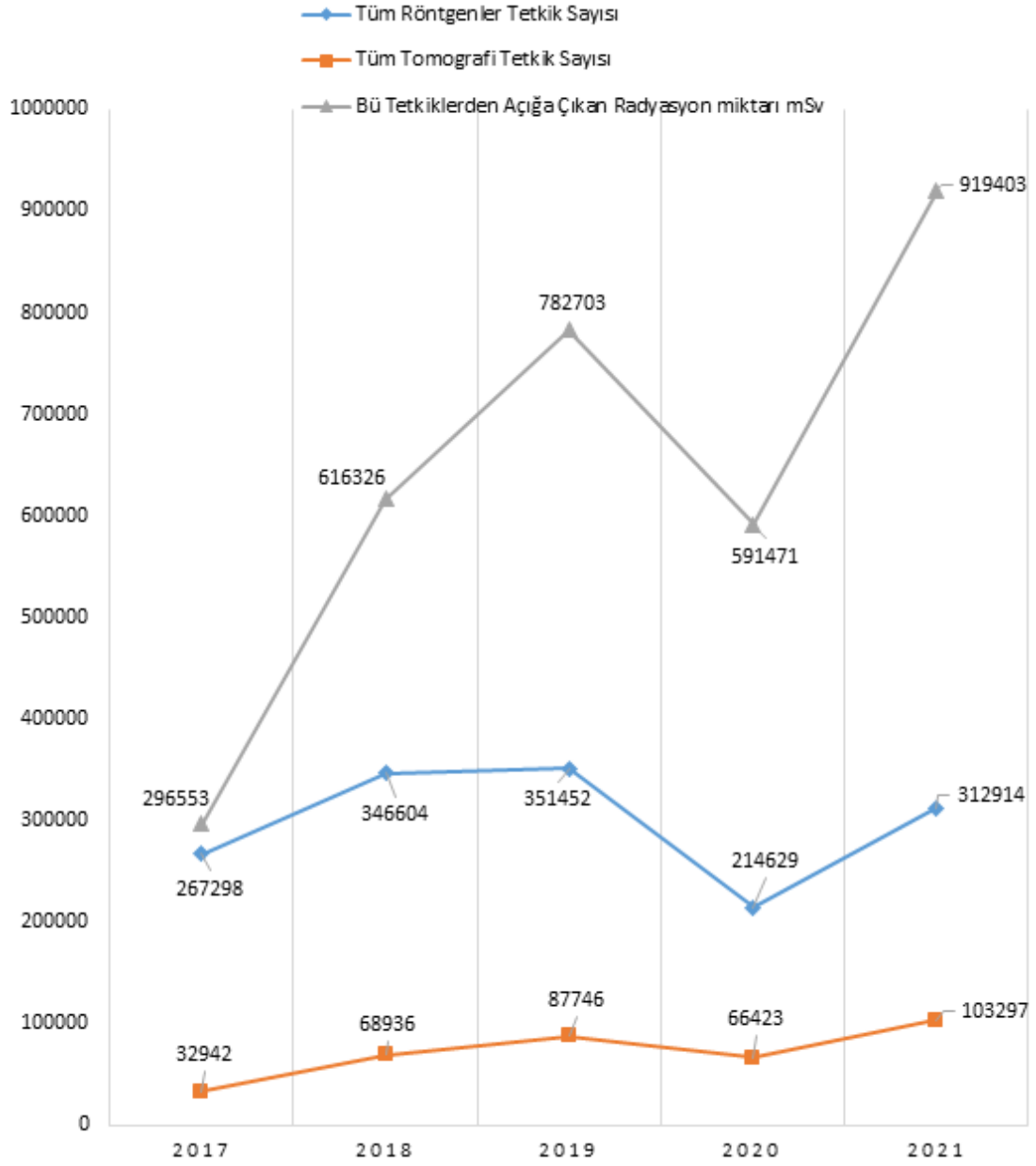
Grafik 4.9. 2020-2021 yılları arasında Batman Eğitim Araştırma Hastanesinin covid-19 Polikliniğine gelen hasta sayısı, bu hastaların ayrı ayrı çektikleri röntgen akciğer ve tomografi tetkik sayıları, bir de hem röntgen akciğer hem de toraks BT grafikleri çeken hasta sayıları

4.1.3. Çizgi grafiklerin değerlendirilmesi

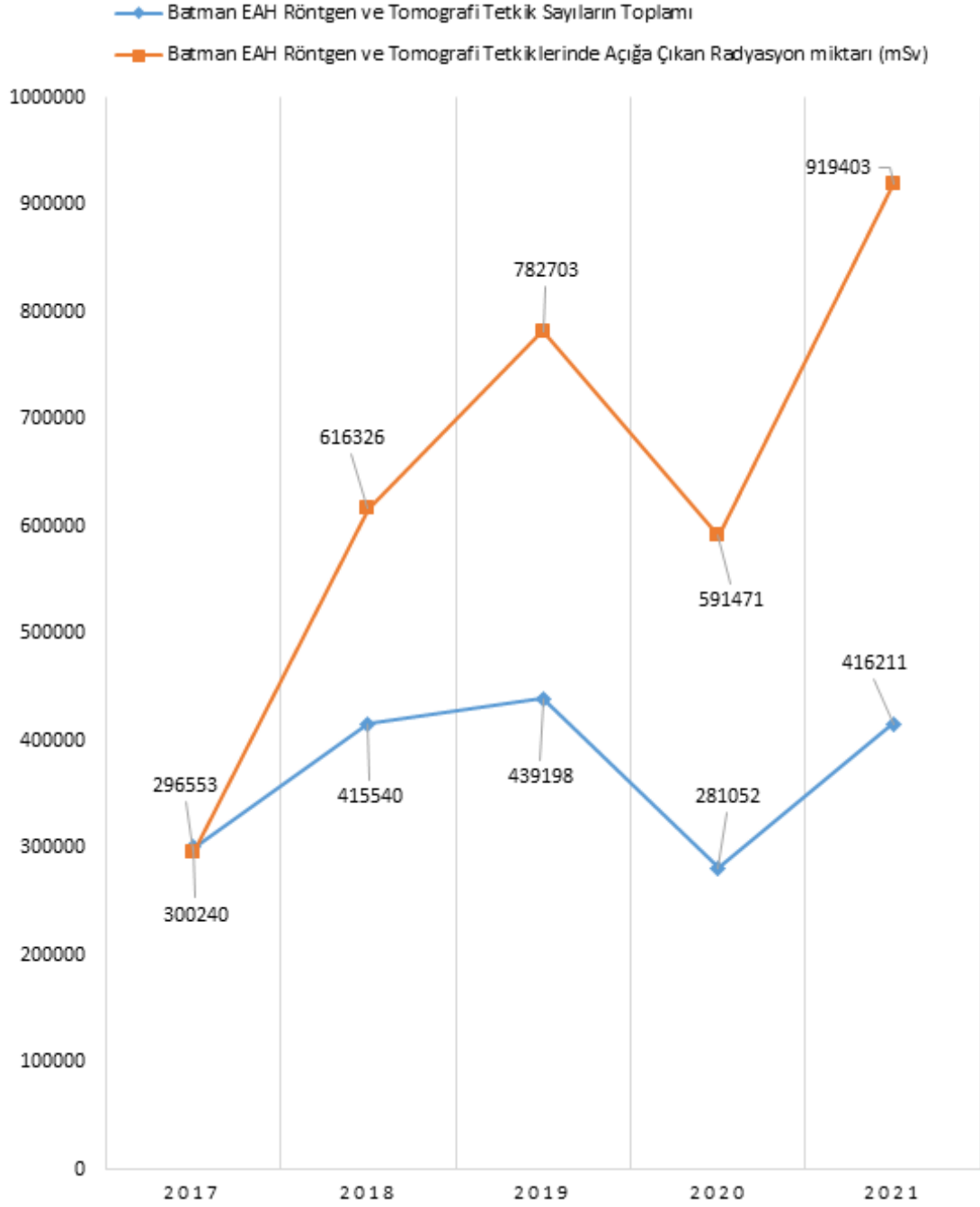
Yukarıda verilen çizelgelerden, dairesel yüzdeliklerden, Sütun ve Çubuk Grafiklerinden oluşturulan Çizgi Grafikleri 4.10 – 4.14 aralığında verilmiştir.



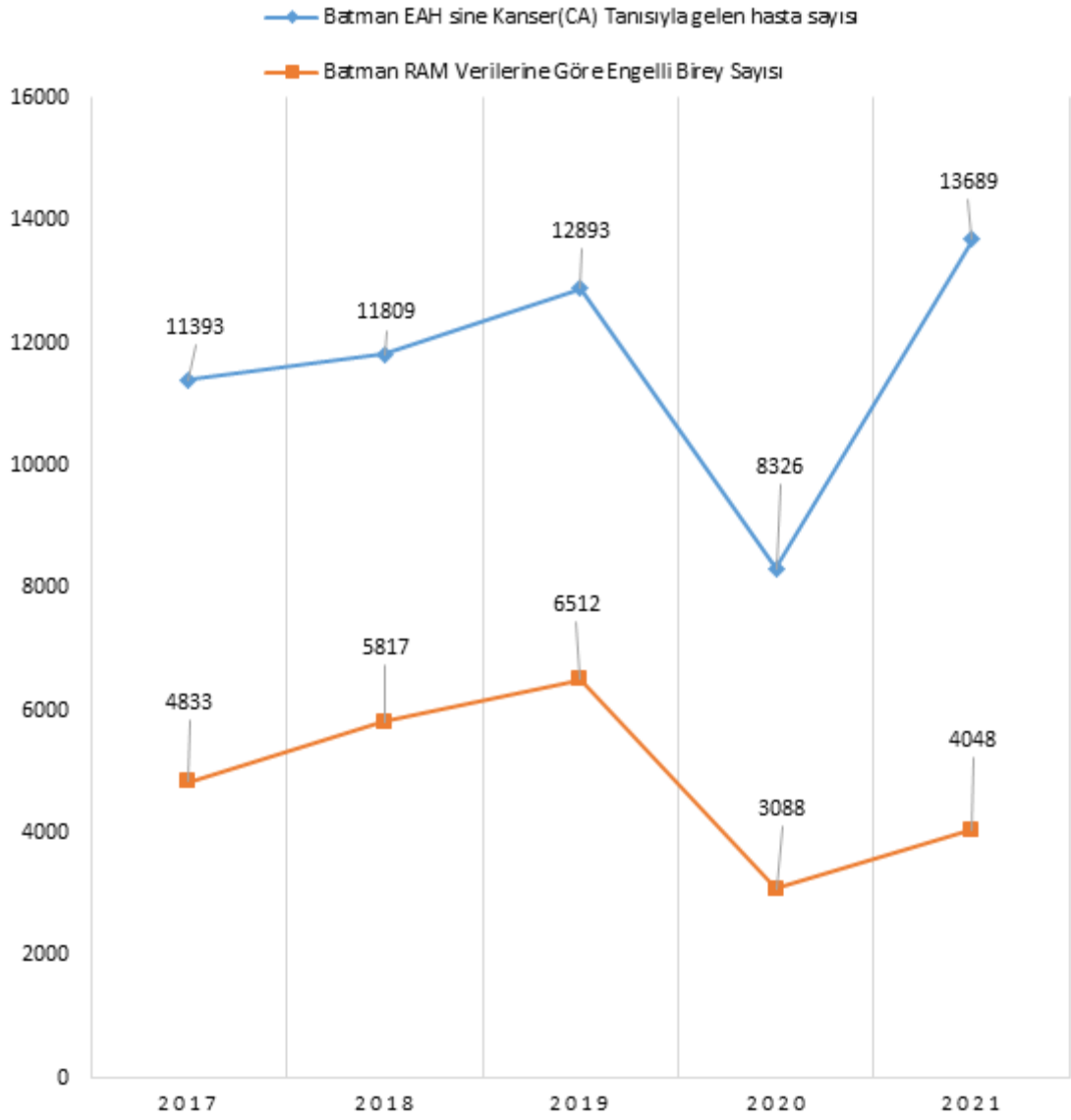
Grafik 4.10. 2016-2021 yıllarında röntgen ve tomografi Tetkik sayılarının ayrı ayrı açığa çıkardıkları radyasyonun (mSv) yıllara karşı grafiklenmesi



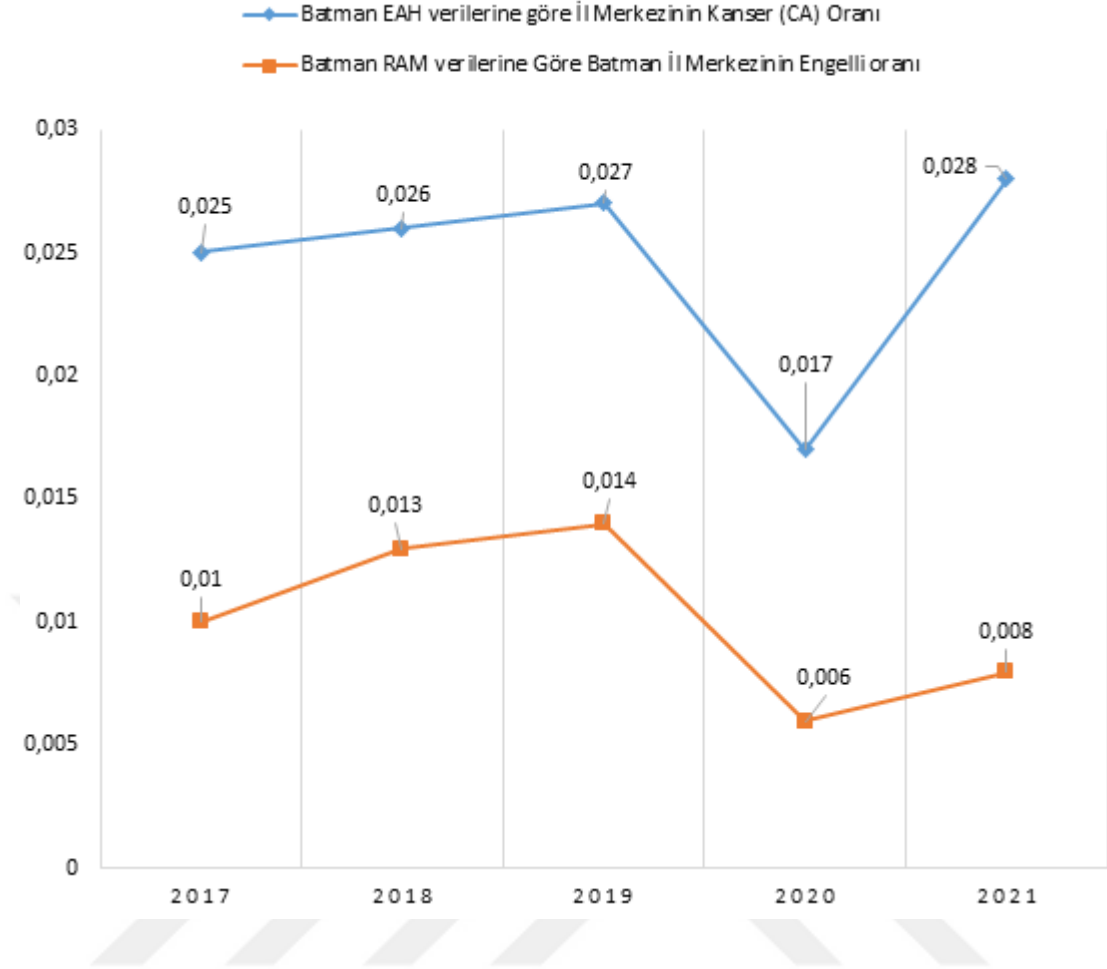
Grafik 4.11. 2017-2021 röntgen ve tomografinin ayrı ayrı tetkik sayılarının yıllara karşı açığa çıkardığı radyasyon miktarı (mSv)



Grafik 4.12. 2017-2021 Batman EAH’sinin tüm röntgen ve tüm tomografi tetkiklerinin toplamında yıllara karşı açığa çıkardığı radyasyon miktarı (mSv)



Grafik 4.13. Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesine (EAH) kanser (CA) tanısıyla gelen hasta sayısı ile Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezi (RAM) verilerine göre Batman'daki engelli birey sayıları arasındaki doğrusal ilişki



Grafik 4.14. Batman’da kanser (CA)’lı hasta sayıları ile engelli birey sayıları Batman il nüfusuna oranlayarak grafiklendirilmiştir

4.2. Tartışma

4.2.1. Çizelgelerden çıkan yorumlar

Çizelge 4.1: Batman EAH’sinde 2016-2019 yılları arasında Pandemi öncesi ve 2020-2021 yılları arası Pandemi süreci ve 2016-2021 yılları arasında çekilen tüm radyolojik tetkik sayılarının toplamı verilmiştir.

Çizelge 4.2: Batman EAH’sinde 2016-2021 yılları arasında tüm birimlerdeki tetkik sayılarının ayrı ayrı ve yıl yıl genel toplamı verilmiştir.

Çizelge 4.3: Batman EAH’sinde 2016-2021 yılları arasında Röntgen ve tomografi çekim odalarında biriken radyasyon miktarının tespiti yapılmıştır.

Çizelge 4.4: Batman EAH'sinde açığa çıkan radyasyon miktarının toplamı en çok covid dönemi 2021 yılında açığa çıkmıştır.

Çizelge 4.5:Batman EAH' sinde 2020 yılındaki kanser (CA) ve Engelli birey sayıları düşmenin nedeni covid-19 pandemisinin zorlu şartlarıdır.

Çizelge 4.6: Batman EAH' sinde sadece röntgen ve tomografi tetkiklerinin yapıldığı çekim odalarında biriken radyasyon miktarı yıl yıl, ay ay, gün gün ve radyoloji teknisyenlerin çalışma mesaisi olan yedi (7) saatlik zaman diliminde en çok radyasyon covid-19 pandemi sinin tavan yaptığı 2021 yılında açığa çıkmıştır.

Çizelge 4.7: Radyasyonun biyolojik etkilerini inceleyen kurum BEIR, 2006 yılında yayınlanan VII. Raporunda 10 mSv radyasyon maruziyeti sonrası ömür boyu kanser geliştirme riskinin 1000'de 1 (1/1000) olduğu bildirilmektedir. Bu bilgiye göre Batman EAH' sinde çekimi yapılan tomografi tetkiklerinde 2016-2021 yılları arasında kansere yakalanma ihtimali veya kanser risk grubuna giren kişi sayısı bulunmuştur. Bu bilgiye göre kansere yakalanma oranı en çok covid-19 pandemisi tüm dünyada tavan yaptığı 2021 yılı olmuştur.

Çizelge 4.8: Tomografiye sağlıklı giren her 50 hastadan birinin 1/50 oranında maruz kalınan radyasyon nedeniyle çekim sonrasında kansere yakalandığı belirtildi (sağlık haberleri 08.04.2010-15:20). Bu bilgiye göre 2016-2021 yıllarında Batman EAH'sinde çekilen tomografi tetkiklerinden kaynaklı yıllık, aylık ve günlük kansere yakalanma ihtimali veya kansere yakalanma riski olan kişi sayısı bulunmuştur. Bu verilere göre en çok kansere yakalanma riski taşıyan kişi sayısı pandeminin zirve yaptığı 2021 yılı olmuştur.

Çizelge 4.9: 2016-2021 yıllarında Batman EAH' sinin röntgen ve tomografi tetkiklerinde açığa çıkan radyasyon miktarının yıl yıl ve altı yılın toplam radyasyon miktarı bulunmuştur. En çok radyasyon pandeminin en azgın yılı olan 2021 yılında açığa çıkmıştır. Batman' da normal yaşamı devam ettiren bir insanın bile Batman EAH' sinin röntgen ve tomografisin den payına düşen radyasyondan kaynaklı risk grubunda yaşadığını ihtimali saptanmıştır.

Çizelge 4.10: Radyasyon Dozu, Doz Hızı ve Etkileri ile ilgili Örnekler Çizelgesi (AFAD, 2022). İnternette alarak gerekli yerlerde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.11: Kozmik, Gama, yiyecek içeceklerde, Radon, Tıbbi, Serpinti, Mesleki, Atıklar, Tüketici ürünlerindeki radyasyon Çizelgesi (AFAD, 2022). AFAD tan alarak gerekli yerlerde kullanılmıştır.

4.2.2. Dairesel yüzdelik, sütun ve çubuk grafiklerinden çıkan yorumlar

Dairesel yüzdelik grafiği 4.1: Görüldüğü üzere toraks BT çekimleri 2020-2021 yıllarında ve özellikle 2020 yılında çok büyük bir yüzdelik oranla artmıştır.

Sütun grafiği 4.2: Toraks BT tetkikleri önceki yıllarda hemen hemen sabit olan tetkik sayıları görüldüğü gibi pandemi döneminde 2020-2021’ de ve özellikle 2020 de çok yüksek çıkmasının pandemi süreci ile ilişkili olduğu açıktır.

Sütun grafiği 4.3: Röntgen en çok kullanılan tanı aracı olmaktadır. İkinci sırada ultrason sonra tomografi ve MR geliyor. Görüldüğü gibi diğer görüntüleme tetkiklerine ait çekim sayıları düşük seyretmektedir ve bu gelen hasta sayısı ile ilgili olmalıdır.

Sütun grafiği 4.4: Görüldüğü gibi 2020-2021 yıllarında çekilen röntgen sayıları düşüktür. Özellikle de pandeminin başlangıç yılı olan 2020 yılında röntgen sayıları düşerken toraks BT sayılarının büyük hızla artışa geçtiği görülmektedir. Bunun nedeni pandemi şartlarında insanların hastaneye gidip film çekmekten sakınmalarıdır. Hastaneye gelenlerin de Covid-19 şüphesiyle geldiklerini testin ve aşının henüz bulunmaması nedeniyle hekimler toraks BT’yi Covid-19 tanısında kullanmalarıyla ilgilidir.

Sütun grafiği 4.5: 2020 yılında Ultrason sayılarındaki büyük artışın bir nedeni Covid-19 ise de diğer nedeni Batman Bölge Hastanesinin, Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesine dönüşmesiyle kadın doğum ve çocuk bölümlerinin de istemleri eklenince ultrason tetkik istemlerinde artışa neden oldu.

Sütun grafiği 4. 6: 2016-2021 yılları arasında röntgen tetkik sayıları 2020 yılında en düşük seyir ederken röntgen akciğer grafiklerinde de 2020 yılında en düşük

düzeydedir. Bunun sebebi hekimler pandemi nedeniyle röntgen akciğer grafisi yerine Covid-19 tanısı olarak kabul ettikleri toraks BT'ye yönelmeleridir.

Sütun grafiği 4.7: 2020 yılında toraks BT tetkik sayıları neredeyse tüm tomografi tetkik sayılarına eşit olduğu görülmektedir. Bunun sebebi daha önce de belirttiğimiz gibi pandemi de hekimlerin toraks BT'yi Covid-19 tanısını koymak için kullandıklarını bir kez daha kanıtlanmıştır.

Dairesel yüzdelik grafiği 4.8: 2020-2021 yılı 2016-2019 yıllarındaki torak BT grafiplerini incelediğimiz zaman pandemi dönemindeki 2 yılda çekilen toraks BT tetkiklerin sayısı pandemi öncesi 4 yılın dört katı kadar olduğunu görüyoruz. Bu da pandeminin ciddiyetini göstermektedir.

Sütun grafiği 4.9: Covid- 19 döneminde toraks BT çekimlerinin 2020 yılında 2021 yılına göre tetkik sayılarının fazla olmasının nedeni Covid-19 sürecinde aşı ve testin tüm dünyada geç bulunmasından dolayı tanı için toraks BT' ye yüklenmelerinden kaynaklanmaktadır. Nitekim 2021 yılında testin yaygınlaştığı ve aşı uygulandığı için toraks BT çekimlerinde azalma görülmüştür.

4.2.3. Çizgi grafiklerinden çıkan yorumlar

Çizgi grafiği 4.10: 2016-2021 yıllarındaki verilere göre tetkik sayıları ve tetkik sayılarının açığa çıkardığı radyasyon miktarı yıllara göre artmaktadır. Radyasyondaki artış ve azalış miktarında en etkili olan tetkik tomografi olduğunu saptanmıştır. 2016-2017 yıllarına baktığımızda 2017'deki röntgen tetkikleri 2016'ya göre artmasına karşın 2017'deki tomografi tetkikleri 2016'ya göre düştüğünde radyasyon miktarı al aşağı olarak dibe vurmuştur.

Çizgi grafiği 4.11: 2017-2021 yıllarındaki verilerine göre tetkik sayıları ve tetkik sayılarının açığa çıkardığı radyasyon miktarı yıllara göre artmaktadır. Bu verilere göre radyasyonlu tetkik sayıları arttıkça radyasyon da artmaktadır. Radyasyonu ateşleyen en belirgin tetkikin tomografi olduğu görülmektedir.

Çizgi grafiği 4.12: Bu grafik yukarıdaki 4.11 grafiğini desteklediği gibi bu iki grafikte de tetkik sayıları ile radyasyon arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür.

Çizgi grafiği 4.13: Kanserli ve engelli hasta sayılarının, yıllara göre dağılımları arasında doğrusal bir hızla artış görülmektedir. 4.13 Çizgi Grafiğine 4.10, 4.11 ve 4.12 deki Çizgi Grafiklerle birlikte bakıldığında kanserli ve engelli birey sayıları ile radyasyon artış hızı arasında yine doğrusal bir hız artışı görülmektedir. Bu dörtlü arasında da bir doğrusal ilişkinin olduğu düşünülmektedir.

Çizgi grafiği 4.14: Grafiklerdeki verilere göre kanserli olma oranı ile engelli olma oranları arasında oransal bir bütünlük olduğunu düşünülmektedir.

Bu beş çizgisel grafiğe bir arada baktığımızda: Tetkik sayıları, radyasyonu ve radyasyonunda kanserli ve engelli hasta sayısını, birde yine radyasyonun kanserli ve engelli olma oranını artırdığı ihtimali düşünülmektedir. Tetkik sayıları, radyasyon, kanser olma ve kanser risk oranları, engeli olma ve engelli risk oranları arasında verilerimize göre doğrusal bir oran olduğu ihtimali düşünülmektedir. Bu oranlar grafiklerde pandeminin ilk yılı olan 2020 yılında bir düşüş göstermiştir. Bunun nedeni Covid-19 pandemisi nedeniyle risk grubuna giren insanların riskli ortamlara ve hatta dışarıya bile çıkmak istememelerinden dolayı ve çoğu yaş grupları için dışarıya çıkmama yasağı bile getirildi. Bir de yaşlı ve hasta kişilerin dışarı çıkmamalarından kaynaklanmaktadır. Kısacası bu düşüşün nedeni pandemi riskinden sakınma olarak tanımlanmaktadır.

4.2.4. Verilerimizin literatürle karşılaştırılması

Çalışmamızın benzerleri dünyanın değişik coğrafyalarında gerçekleştirilmiştir ve çalışmamız evvelki çalışmalarla tutarlılık içindedir (BEIR, 2006). Çalışmamız düşük – iyonize radyasyonun sonuçlarıyla tutarlıdır (Angela ve ark., 2017; Akbari ve ark., 2019; Hoong Ng ve ark., 2003; Curley ve ark., 2014; Hietanen, 2006; Omar, 2021). Çalışmamız iyonize radyasyonun etkilerini tartışan araştırmalarla da uyumludur (Satta ve ark., 2020; Reba ve ark., 2019; Baskar ve ark., 2012). Çalışmamız Covid-19 pandemisi döneminde yapılan çalışmalarla da paralellik arz etmektedir (Tsamakis ve ark., 2020).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu sonuçlar için toplanan tüm verilerden sırasıyla çizelgeler, dairesel yüzdeler, sütun, çubuk ve çizgi grafikleri elde edilmiştir. Kanseri ve engelli olmanın tek sebebi elbette radyasyon değildir ancak bizim verilerimize göre kanserin sebepleri arasında radyasyonunda olduğu düşünülmektedir. Bizim çalışmamız 2016-2021 yılları arasında kapsamaktadır. Batmandaki kanserli hasta sayısını aynı yılın nüfusuna oranladık, Batmandaki engelli birey sayısını aynı yılın nüfusuna oranladık, Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde kanser tanısı konulan hasta sayısını tomografi tetkik sayısına böldük, Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezinden aldığımız engelli birey sayıları tomografi tetkik sayısına böldük. Çekilen röntgen ve tomografi sayıları, birde açığa çıkardıkları radyasyonu aynı yılları baz alarak altı yılın istatistiği çıkarılmıştır. Bunların arasında yıllara bağlı olarak tetkik sayısı, açığa çıkan radyasyon, kanserli hasta sayısı ve engelli birey sayılarından oluşan çizelge ve grafiklerin arasında doğrusal bir oranın olduğu kanısına varılarak bu çalışmalar yapılmıştır. Bu duruma 2020-2021 Covid-19 pandemi sürecini de dâhil ederek bu sonuçlara ulaşıldı:

- Röntgen ve tomografi tetkik sayısı arttıkça açığa çıkan radyasyon miktarı da artmıştır (Çizgi Grafiği: 4.10).

- Radyasyon arttıkça kanserli hasta sayısı ve kanser olma oranı da verilerimize göre arttığı düşünülmektedir (Çizgi Grafiği: 4.10 - 4.13 ve 4.14).

- Radyasyon arttıkça engelli birey sayısı ve engelli olma oranı da verilerimize göre arttığı düşünülmektedir (Çizgi Grafiği: 4.10 - 4.13 ve 4.14).

- Kanseri ve engelli olma oranı ile radyasyon ve yıllar arasında doğrusal bir oran olduğu düşünülmektedir (Çizgi Grafiği: 4.10 ve 4.14).

- Tüm röntgen ve tüm tomografi tetkikleri ve de açığa çıkan radyasyon ile yıllar arasında (2020 yılı hariç) doğrusal olarak artan bir ilişki vardır. 2020 yılında gözlemlenen düşüş Covid-19 pandemi koşullarıyla ilgilidir (Çizgi Grafiği: 4.10 - 4.12 – 4.13 ve 4.14, Çubuk Grafiği: 4.4 – 4.6 ve 4.9).

- Kanser tanısı konulan hasta sayısı ve kanser olma oranı ile yıllar arasında (2020 yılı hariç) doğrusal olarak artan bir ilişki vardır. 2020 yılında gözlemlenen düşüş yine Covid-19 pandemisi ile ilişkilendirilmiştir (Çizgi Grafiği: 4.10- 4.13 ve 4.14).

- Engelli birey sayısı ve engelli olma oranı ile yıllar arasında doğrusal (2020 yılı hariç) artan bir ilişki vardır ve 2020 yılındaki düşüş bahsi geçen pandemi koşulları nedeniyle insanların kendini korumaya alması ve aynı zamanda RAM merkezinin yarı zamanlı çalışmasından kaynaklanmaktadır (Çizgi Grafiği: 4.10-4.13 ve 4.14).

- Toraks BT çekimleri 2020-2021 yılları arasında Covid-19 pandemisi nedeniyle, çok yüksek bir oranla artmıştır (Sütun Grafiği: 4.2, Dairesel Yüzdelik Grafik: 4.1 ve 4.8).

- Verilerimize göre en çok kullanılan tanı aracı röntgen olmaktadır. İkinci sırada ultrason daha sonrada tomografi ve MR gelmektedir. 2020 yılında ultrason tetkik sayılarındaki büyük artışın nedeni Batman Bölge Devlet Hastanesinin Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesine dönüşmesi nedeniyle kadın doğum ve çocuk bölümlerinin de eklenmesiyle ultrason tetkik sayılarında çok ciddi artışlar olmuş (Sütun Grafiği: 4.3 - 4.4 ve 4.5).

- 2020 yılındaki radyolojik (özellikle toraks-BT, röntgen, ultrason vb.) tetkiklerindeki düşüşler ve artışlar, pandemi koşulları, PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) testin yaygın olmaması ve aşının henüz bulunmaması ile doğrudan ilişkisi vardır (Sütun Grafiği: 4.2 - 4.4- 4.5- 4.6 ve 4.7 Çubuk Grafiği: 4.9).

- Bu tez çalışmasının en çarpıcı sonucu tüm radyografi çekimlerin 2020 yılında anlamlı bir düşüş göstermesidir. Bunun aksine tomografinin toraks BT çekimleri aynı yıl için çok yüksek bir oranla artmıştır. Tetkik sayılarının azalmasının Covid-19'a yakalanmamak için hastaneye başvurmadan kaçınma ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Sütun Grafiği: 4.2 - 4.4- 4.6, Dairesel Yüzdelik Grafiği:4.1 ve 4.8).

- Toraks BT çekimlerindeki artışın ise PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) testinin olmaması ve aşının da henüz bulunmamasıyla ilgili olduğu açıktır. 2020 yılında hekimler toraks BT'yi Covid-19 tanısı için kullanmışlardır.

- Batman da kiři bařına dūřen radyasyon miktarı bulunmuřtur (Çizelge: 4.9).

- Batman da Çizelge: 4.7 ve Çizelge: 4.8 deki verilerine göre yıllık, aylık ve günlük olarak kanser riski ihtimali ile yaşayan insan sayısı hesaplanmıştır (Çizelge: 4.7 ve 4.8).

- 2016-2021 yıllarında ve 2020-2021 Covid-19 süreci de dahil edilerek Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesin röntgen ve tomografi çekim odalarına yıllık, aylık, günlük ve yedi saat te bombardıman edilen radyasyon miktarı hesaplanmıştır (Çizelge: 4.6 – 4.3).

- Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinde, radyoloji teknikerleri ve teknisyenlerin mesai saatleri olan yedi (7) saatte çalışma ortamlarında biriken radyasyon miktarı hesaplanmıştır (Çizelge: 4.6).

- 2016-2021 yılları baz alarak Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesinin verilerine göre en çok radyasyon Covid-19 pandemi sinin ikinci yılı olan 2021 yılında açığa çıkmıştır (Çizelge: 4.3 ve 4.4).

5.2. Öneriler

- Radyasyonlu tanı yöntemlerin yerine, ultrason ve MR gibi radyasyonsuz tanı yöntemleri tercih edilmelidir.

- Hastaneye gelen kişilerin radyasyona maruz kalmamaları için, radyasyonlu alanların izolasyonu iyi yapılmalı ve görülebilir işaretler konulmalıdır.

- Radyasyonlu alanlarda radyasyon konusunda uzman kişilere görev verilmelidir. Bu uzman kişiler personellere, hasta ve hasta yakınlarına günü birlik bilgiler verilmeli ve gördüğu yanlış uygulamalara aniden müdahale edilmelidir.

- Radyasyon, çalışanların ve hastaların daha az radyasyona maruz kalmalarını temini amacıyla; Çekim süreleri kısaltılmış seri ve daha az radyasyon yayan kaliteli ve yeni cihazlar tercih edilmelidir.

- Hekimler kendi deneyimlerini kullanarak en asgari radyasyonlu tetkiklerle sonuca gidebilmeliler.



KAYNAKLAR

- Abolfazl, A., Gholamali Jelodar, Saeed Nazifi, Tayyaba Afsar and Khadijeh
- AFAD, Radyasyon ölçüm birimleri ve dönüşümleri [https://www.afad.gov.tr/kbrn/radyasyon-olcum-birimleri-ve-donूसümleri](https://www.afad.gov.tr/kbrn/radyasyon-olcum-birimleri-ve-donუსümleri).
- Algüneş, Ç., 2002, Radyasyon Biyofiziği, Trakya Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, Edirne.
- Angela R. McLean, Ella K. Adlen, Elisabeth Cardis, Alex Elliott, Dudley T. Goodhead, Mats Harms-Ringdahl, Jolyon H. Hendry, Peter Hoskin, Penny A. Jeggo, David J. C. Mackay, Colin R. Muirhead, John Shepherd, Roy E. Shore, Geraldine A. Thomas, Richard Wakeford, and H. Charles J. Godfray. A restatement of the natural science evidence base concerning the health effects of low-level ionizing radiation. *Proc Biol Sci.* 2017 Sep 13; 284(1862): 2017-1070. doi: 10.1098/rspb.2017.1070.
- Aytekin, H., 2009, Radyasyon Fiziği Ders Notları, Bülent Ecevit Üniversitesi.
- Baselet, B., Sonveaux, P., Baatout, S. and Aerts, A., 2019, Pathological effects of ionizing radiation: endothelial activation and dysfunction. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Volume 76, pages 699–728
- Batman Eğitim ve Araştırma Hastanesi (Batman-EAH) Belge doğrulama Kodu:603ef639-7adf-432d-ac18-5ad6f465e500 Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/sağlık-bakanlığı-ebys> TEL: 04882213065-64
- Batman Rehberlik ve Araştırma Merkezi (Batman-RAM) Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys> E-Posta: özeleğitim72_@meb.gov.tr TEL:04882807252 İnternet Adresi: batman.meb.gov.tr
- Cerise, M. S., 2020, Shreya Goel and Weibo Cai. Moving Beyond the Pillars of Cancer Treatment: Perspectives From Nanotechnology. *Front. Chem.*, 10 November 2020 | <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.598100>.
- Chaturvedi, A., and Vinod, J., 2019, Effect of Ionizing Radiation on Human Health, *International Journal of Plant and Environment*, 5(3): 200-205
- Daşdağ, S., ve Çelik, S., 1990, Mikrodalgaların biyolojik etkileri ve güvenlik standartları, Çevre Sorunlarının Boyutları "90" Sempozyumu, Diyarbakır, 22-23
- Dünya Sağlık Örgütü; <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>.
- Ernesto, B., Prisco, P., and Lucia, M., 2018, Ionizing Radiation and Human Health: Reviewing Models of Exposure and Mechanisms of Cellular Damage. An Epigenetic Perspective. *Int.J.Environ. Res.Public Health*, 15(9), 1971.

- Gençay, Ş., 1994, Nükleer Elektrik ve Çevre, Elektrik Enerjisi ve Teknolojileri Sempozyumu, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- Giannina, S., Matteo, L., Nickolaus, B., Yolanda, B., Silvia, D. S., Lenka, F., Anthony, S., Marc, M., Alexandra, N., Federico, M., Ilaria, P., Marcello, C., Marco, P., Lydia, B. Z., and Pierluigi, C., 2020, Occupational exposure to ionizing radiation and risk of lymphoma subtypes: results of the Epilymph European case-control study. *Environmental Health* 19, Article No: 43.
- Gomathi, M., Ayisha, H. T. P., Jijo. A.J., Saradha, D. K. M., Arul, N., and Balachandar, V., 2019, Recent advances in radiotherapy and its associated side effects in cancer-a review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, Volume 80, Article Number: 14
- Göksel, S., 1973, Radyasyonun Biyolojik Etkileri ve Korunma, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul.
- Güleç, M., 1995, Radyodiyagnostik Fiziği, Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
- Günenakan Akın, S., 1996, Radyasyon Dozunun Biyolojik Değerlendirilmesinde Eser Elementlerinin Önemi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Güngör, N., 1991, Sağlık Fiziği, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul.
- Hiba, O., 2021, Radiobiological effects and medical applications of non-ionizing radiation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10): 5585-5592.
- Jan, H., Stefanie, C., Carolin, Nestle-K., Edwin, B., Freddy, J. D. N., Bálint, T., Klaus, O., Eugen, R., Tanja, F., Svjetlana, M., Ioannis, S., Wilfried, B., and Christiane, M., Recent advances in radiotherapy of breast cancer. *Radiation Oncology*, Volume 15, Article number: 71.
- Jasminka, M., Jan, S., Branislava, S., Sanja, D., Visnja, B., Dea, K. J., and Vladimir, J., 2020, Accidental Use of Milk With an Increased Concentration of Aflatoxins Causes Significant DNA Damage in Hospital Workers Exposed to Ionizing Radiation. *Front. Public Health*, <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00323>.
- Konstantinos, T., Maria, G. Dimitrios, S., Athina, S., Aikaterini, M., Dimitrios, T., Vasileios, S., Eleftherios, S., Athanasios, D. S., Charalampos, T., Nikolaos, C., Christoph, M., Donna, A., Paul, Z., Demetrios, A. S., Meletios, A. D., Charalabos, Pa., and Emmanouil, R., 2020, Oncology during the COVID-19 pandemic: challenges, dilemmas and the psychosocial impact on cancer patients (Review), 20(1): 441–447.
- Kwan, H., 2003, Ng Non-Ionizing, Radiations–Sources, Biological Effects, Emissions and Exposures, Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR,2003), Electromagnetic Fields and Our Health 20 th–22 nd October.

- Maila, H., 2006, Health risks of exposure to non-ionizing radiation--myths or science-based evidence, *Med Lav*, 97(2):184-8.
- Mısır, M.Ş., 2001, Radyoaktif Elementlerin Endüstriyel Alanda Kullanılması, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Antakya.
- Nasiri, 2019, "Oxidative Stress as the Underlying Biomechanism of Detrimental Outcomes of Ionizing and Non-Ionizing Radiation on Human Health: Antioxidant Protective Strategies" *Zahedan J Res Med Sci*. 21(4): 85655.
- Nurul Fathihah Abu Bakar, Siti Amira Othman, Nor Farah Amirah Nor Azman and Nurin Saqinah Jasrin: Effect of ionizing radiation towards human health: A review. 2019 IOP Conf. Ser; Earth Environ. Sci. 268 012005.
- Oğul, R., ve Eren, N., 1996, Nükleer ve Reaktör Fiziği, *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü*, Konya.
- Oyar, O., 1998, Radyolojide Temel Fizik Kavramlar, Nobel Tıp Kitapevi, İzmir.
- Özden, N., 1990, Sanayide Radyasyondan Korunmanın Esasları, Aliğa Petrokimya San. ve Tic. A.Ş., İzmir.
- Pablo, B., Jean-Marc, B., Clément, C., Karine, B.S., Sergey, G., and Germán, O., 2021, Lack of impact of radiation on blood physiology biomarkers of Chernobyl tree frogs *Frontiers in Zoology*, 18:33.
- Patrycja, R., 2019, Effects of ionizing radiation on the human body, *Journal of Education, Health and Spor*, T. 9, nr 1, s. 158–164.
- Rajamanickam, B., Kuo, A. L., Richard, Yeo, Kheng-Wei, Y. C., and Radiation, T., 2012, Current Advances and Future Directions. 9(3):193-199. doi:10. 7150/ijms.3635.
- Sources of effects of onizing Radiation, The UNSCEAR 2008, Volume 2, United Nations, New York 2011.
- Şeker, S., Çerezci, O., 1997, Çevremizdeki Radyasyon ve Korunma Yöntemleri, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Şeker, S., ve Çerezci, O., 2000, Radyasyon Kuşatması, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
- Tanja Nadine Stueber, Joachim Diessner, Catharina Bartmann, Elena Leinert, Wolfgang Janni, Daniel Herr, Rolf Kreienberg, Achim Woeckel, Manfred
- Türkiye Radyasyondan Korunma Derneği bilgi@trkd.org.tr 2022
- Vaiserman, A., ve ark., "Health Impacts of Low-Dose Ionizing Radiation: Current Scientific Debates and Regulatory Issues." Wischnewsky. Effect of adjuvant radiotherapy in elderly patients with breast cancer. *PLoS ONE* 15(5): e0229518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229518>.

Yararlanılan Web Site Adresleri

ARPANSA, Health effects of ionising radiation, <https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/what-is-radiation/ionising-radiation/health-effects> [Anonymous, 5 Şubat 2021].

EPA, US Environmental Protection Agency, Radiation Health Effects, <https://www.epa.gov/radiation/radiation-health-effects> [Anonymous, 10 Şubat 2021].

-US Department of Labor.; Ionizing Radiation, Occupational Safety and Health Administration, <https://www.osha.gov/ionizing-radiation/health-effects> [Anonymous, 25 Şubat 2021].

WHO: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/>; Anonymous, 30 Şubat 2021.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures> http://www.taek.gov.tr/taek/rsgd/egitim/cnaem_brosur.html [Anonim, 7 Mart 2021].

<http://www.taek.gov.tr/taek/rsgd/egitim.html> [Anonim, 10 Mart 2021].

https://www.nufusu.com/ilce/merkez_batman-nufusu [Anonim, 29 Mart 2022].