

**T.C.**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SAĞLIK FİZİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSE LİSANS PROGRAMI**

Tez Yöneticisi

Prof. Dr. Gülay DURMUŞ ALTUN

**AKCİĞER KANSERİ HASTALARINDA TANISAL  
AMAÇLI YAPILAN TIBBİ GÖRÜNTÜLEMELERDEN  
DOLAYI OLUŞAN RADYASYON  
MARUZİYETLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Barbaros ÇEVİRİCİ**

**Referans no: 10434380**

EDİRNE – 2021

**T.C.**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SAĞLIK FİZİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSE LİSANS PROGRAMI**

Tez Yöneticisi

Prof. Dr. Gülay DURMUŞ ALTUN

**AKCİĞER KANSERİ HASTALARINDA TANISAL  
AMAÇLI YAPILAN TIBBİ GÖRÜNTÜLEMELERDEN  
DOLAYI OLUŞAN RADYASYON  
MARUZİYETLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Barbaros ÇEVİRİCİ**

**Tez no:**

EDİRNE – 2021

## **TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans eğitimim süresince değerli bilgileriyle bana yol gösteren, vermiş olduğu destek ve göstermiş olduğu sabırdan dolayı danışman hocam Prof. Dr. Gülay DURMUŞ ALTUN hocam başta olmak üzere Nükleer Tıp Ana Bilim Dalı öğretim üyelerine ve diğer tüm çalışanlarına, hayatımın her anında bana desteğini esirgemeyen annem Leyla ÇEVİRİCİ ve ailemin diğer fertlerine sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>GİRİŞ VE AMAÇ .....</b>	<b>1</b>
<b>GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
<b>RADYASYON HAKKINDA TEMEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
<b>İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN ETKİSİ .....</b>	<b>6</b>
<b>İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ ...</b>	<b>7</b>
<b>İYONLAŞTIRICI RADYASYONDAN KORUNMA.....</b>	<b>9</b>
<b>RADYASYONUN TIPTA KULLANIM ALANLARI .....</b>	<b>10</b>
<b>İYONLAŞTIRICI RADYASYON VE KANSER.....</b>	<b>13</b>
<b>AKİĞER KANSERİNİN DÜNYADA VE TÜRKİYE' DEKİ DURUMU.....</b>	<b>13</b>
<b>AKCİĞER KANSERİ İÇİN TARAMA PROGRAMI .....</b>	<b>14</b>
<b>AKCİĞER KANSERİNDE TANI.....</b>	<b>15</b>
<b>GEREÇ VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>16</b>

<b>BULGULAR</b> .....	<b>19</b>
<b>TARTIŞMA</b> .....	<b>24</b>
<b>SONUÇ</b> .....	<b>29</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>31</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>33</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>35</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>40</b>
<b>EKLER</b>	

## SİMGE VE KISALTMALAR

<b>ACC:</b>	American Collage Of Cardiology (Amerikan Kardiyoloji Koleji)
<b>ACR:</b>	American Collage Of Radiology (Amerikan Radyoloji Koleji)
<b>ALARA:</b>	As Low As Reasonably Achievable (Makul Şekilde Ulaşılabilen En Düşük)
<b>BT:</b>	Bilgisayarlı Tomografi
<b>DNA:</b>	Deoksiribo Nükleik Asit
<b>F-18:</b>	Flor-18
<b>FDG:</b>	Floro Deoksi Glukoz
<b>IARC:</b>	The International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı)
<b>ICRP:</b>	International Comission On Radiological Protection (Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu)
<b>LET:</b>	Lineer Enerji Transferi
<b>LDCT:</b>	Low-Dose Computed Tomography (Düşük Doz Bilgisayarlı Tomografi)
<b>MR:</b>	Manyetik Rezonans
<b>PET:</b>	Pozitron Emisyon Tomografisi
<b>SPECT:</b>	Single Photon Emission Computed Tomography (Tek Foton Emisyon Bilgisayarlı Tomografi)
<b>Q:</b>	Kalite Faktörü
<b>WT:</b>	Doku Ve Organ Ağırlık Faktörü
<b>WHO:</b>	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

## GİRİŞ VE AMAÇ

Radyasyonun canlı organizmalar üzerinde olumsuz biyolojik etkilere neden olmaktadır. Bu biyolojik etkiler, radyasyonun etkinliğine etki eden doz hızı, doz miktarı, maruz kalınan bölgeye göre farklılıklar göstermektedir. Yüksek doz radyasyonun kemik iliği ile ve sindirim sistemi ile hızlı etkileşimi sonucunda ani ölümlere varan sonuçları bilinmektedir. Radyasyonun belli bir eşik değeri altındaki sonuçları bilinmemekle beraber kanser ve genetik etkileri ile ilişkilendirilmektedir (1,2).

Tıbbi uygulamalarda tanı ve tedavide radyasyonun kullanımı insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Tedavide kullanılan radyasyonun kontrol altındaki uygulamalarının insan sağlığına en uygun şekilde yapılması radyasyonun olumlu etkileri yanında olumsuz etkilerini tolere etmektedir (3).

Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) tarafından 3 temel prensip ortaya konmuştur. Gerekçelendirme (Justification), optimizasyon (ALARA) ve doz sınırlamalarıdır (4). Radyasyonun zararlı etkileri göz önünde bulundurularak, uygulamanın gerçekten gerekli olduğuna ve sonuçlar faydaları ile kıyaslanmalıdır. Sosyoekonomik faktörlere bakılarak mümkün olan en düşük doz uygulamaları gerçekleştirilmelidir. Kişilerin maruz kaldıkları doz eşdeğer miktarı belirli doz sınırlarını aşmamalıdır (4,5). Bu prensipler ışığında radyasyon dozu uluslararası ve ulusal kurumlarda radyasyon çalışanları, hasta ve hasta yakınlarını radyasyonun olumsuz etkilerinden koruma adına belli bir sınırlamalar ile ortaya konmuştur (4).

Akciğer kanseri dünya çapında en sık görülen malignite olması ile beraber mortalite yükü nedeniyle önemli bir sağlık sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre kansere bağlı ölümlerin 1/5 ini oluşturmaktadır (6). Uluslararası ve ulusal düzeyde yapılan çalışmalarda ortalama sağkalım süresi bir yıl olarak ortaya çıkmaktadır. Erken evrede tespit edilen hastaların beş yıl sağkalım olasılığı %70 civarındadır (6). Gelişmiş teknolojilerle yapılan tedavilere rağmen geç saptamalarda bu olasılık oldukça düşüktür. Akciğer kanseri ile mücadelede multidisipliner yaklaşımın yaygınlaşması sağkalımın uzatılması ve kaliteli bir yaşam için önemli bir ön koşuldur.

İyonlaştırıcı radyasyon içeren tıbbi görüntüleme yöntemlerini radyografi, floroskopi (anjyografi dahil), bilgisayarlı tomografi (BT) ve nükleer görüntülemelerinden (Sintigrafi, PET) oluşmaktadır. Radyasyonun yüksek dozuna bağlı biyolojik etkilerine rağmen tıbbi görüntüleme yöntemlerinde nispeten düşük doz radyasyon uygulamaları mevcuttur. Düşük doz radyasyonun kanser ve genetik hasar oluşturacak eşik değeri belirlenemediğinden bu riskler üzerinde endişeler bulunmaktadır. Bu nedenle iyonlaştırıcı radyasyon içeren tıbbi uygulamaların bilinçli kullanımı oldukça önemlidir.

Bu çalışmada akciğer kanseri tanısı ile evreleme için Trakya Üniversitesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Hastanesi Nükleer Tıp Ana bilim dalı'nda PET protokollerini tamamlamış takip süreleri beş yılı aşkın hastaların bu süreçlerde iyonize radyasyon içeren görüntüleme uygulamalarının beş yıl boyunca oluşturmuş olduğu radyasyon dozu maruziyetleri retrospektif olarak araştırılmıştır.



## **GENEL BİLGİLER**

### **RADYASYON HAKKINDA TEMEL BİLGİLER**

Radyasyon bir ortamdaki enerjinin yüksek hızdaki parçacıklar veya elektromanyetik dalgalar halinde başka bir ortama aktarılmasıdır (1,4).

Radyasyonun enerjisi, salındığı ortamdaki atomlarla etkileşime girdiğinde atomlardan elektron koparabilecek enerji seviyesine sahipse iyonlaştırıcı radyasyon olarak tanımlanır. Yüksek enerjili ultraviyole ışınlar, X-ışınları, gama ışınları, alfa, beta ve nötronlar iyonlaştırıcı özelliğe sahip radyasyonlardır. Düşük enerjili veya iyonlaştırıcı özelliğe sahip olmayan radyasyonlar etkileştiği ortamdaki atomlardan elektron koparamazlar. Elektromanyetik spektrumda yer alan radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışınlar, görünür ışık, düşük enerjili ultraviyole ışınlar iyonlaştırıcı olmayan radyasyonlara örnektir (4,7).

Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışınlar, görünür ışık, ultraviyole ışınlar, X-ışınları ve gama ışınları elektromanyetik radyasyon olarak sınıflandırılırken; elektronlar, pozitronlar, protonlar ve nötronlar parçacık radyasyon olarak tanımlanmaktadır (1,5).

Radyasyon kaynağına göre iki sınıfta tanımlanmaktadır. Bunlar doğal ve yapay kaynaklardır. Doğal kaynaklar uzaydan gelen kozmik ışınlar, dünyanın yapısında bulunan radyoaktif kaynaklar ve canlılığın oluşumunda yer alan atomların içsel oluşturduğu radyasyonlar olarak ele alınmaktadır. Yapay kaynaklar ise 1895 yılında X-ışınlarının keşfi ve yirminci yüzyılın başlarında radyoaktivitenin keşfi ile beraber ilerleyen yıllarda gelişen teknoloji sayesinde yaşantımızın bir parçası olmuştur. Yapay radyasyonun büyük çoğunluğu tıbbi

uygulamalardan kaynaklıdır. Nükleer bomba denemeleri sonucu oluşan süprüntüler, nükleer güç üretiminde salınan radyoaktif maddeler yapay radyasyon oluşumuna da örnektir (4,7,8)

### **Radyoaktivite**

1896 yılında Henri Becquerel tarafında keşfedilen ve radyoaktif bozunma olarak da bilinen radyoaktivite, atom çekirdeğinde nötron-proton dengesizliğinin sonucu kararsız (radyoaktif) elementlerin çevrelerine elektromanyetik radyasyon vererek daha kararlı hale geçmeleri olarak tanımlanır. Radyoaktivite kendiliğinden gerçekleşen bir olaydır ve atomlar parçalandıklarında alfa, beta ve gama ışınları yaparlar. Radyoaktivite herhangi bir şekilde müdahale edilip yavaşlatılamaz veya durdurulamaz. Atom kararlı hale gelene kadar logaritmik bir fonksiyon şeklinde zayıflar ve azalarak devam eder. Radyoaktivite olayı doğal ve yapay olarak iki farklı şekilde meydana gelebilir. Doğada mevcut bulunan kararsız elementler kararlı yapıya geçmeye çalışırken, hiçbir dış müdahale olmadan, sahip oldukları fazla enerjilerini çekirdeklerinden dışarı salarlar. Doğada kararlı olarak bulunan izotoplar da yapay yollarla kararsız hale getirilebilirler. Radyoaktif hale gelen çekirdek parçalanmaya uğrar ve enerji salınımı yapar.

### **İyonlaştırıcı Radyasyon Dozları**

İyonlaştırıcı radyasyonun tüm etkileri radyasyonun geçtiği ortamlarda meydana getirdiği iyonlaşmaya bağlıdır. Radyasyonun enerjisi, penetrasyonu gücü, iyonizasyon yeteneği, fiziksel yarılanma süresi, biyolojik yarılanma süresi, efektif yarılanma süresi iyonlaştırıcı radyasyonun meydana getireceği etkilerde önemli rol oynamaktadır. İyonlaştırıcı radyasyon miktarının ölçülebilmesi ve radyasyondan korunma amacıyla ortamdaki farklı iyonizasyonların farklı değerlendirilmesini ölçebilecek birimlere ihtiyaç vardır (4,9).

### **Aktivite:**

Radyoaktif maddenin belirli bir zamanda bozunma miktarının ölçüsüdür. Aktivite saniye başına ölçüm olarak gösterilir. Eski birimi Curie (Ci), SI birim sistemindeki birimi Bequerel (Bq)'dir.

Curie (Ci): Bir saniyede  $3,7 \times 10^{10}$  bozunma gösteren radyoaktif madde miktarıdır.

Bequerel (Bq): Saniyede bir bozunma gösteren radyoaktif madde miktarıdır (9).

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

**Röntgen:**

X ve gama ışınlarının havada oluşturduğu iyonizasyon miktarının ölçüsüdür. Normal Şartlarda (0°C ve 760 mmHg basınçta) havanın 1 kg 'ında  $2,58 \times 10^{-4}$  C 'luk elektrik yükü değerinde pozitif ve negatif iyonlar oluşturan radyasyon miktarıdır (9).

$$1R = 2,58 \times 10^{-4}C/kg \quad 1C/kg=3,88 \times 10^3R$$

**Radyasyon absorblanma dozu:**

Radyasyonun etkileşime girdiği materyalde depolanan enerji miktarıdır. Absorbe dozun eski birimi rad ile gösterilirken SI birim sisteminde Gray 'dir.

Rad: Radyasyona maruz kalan maddenin 1 kg'ına  $10^{-2}$  joule'lük enerji veren radyasyon miktarıdır.

Gray: Radyasyona maruz kalan maddenin 1 kg'ında 1 joule'lük enerji veren radyasyon miktarıdır (9).

$$1Gy = 100 Rad$$

**Eşdeğer doz birimi:**

Eşdeğer doz birimi, iyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik madde üzerindeki etkisini göstermek amacıyla kullanılmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyonların ortamla etkileşimleri ve biyolojik etkileri farklıdır. Farklı tip iyonlaştırıcı radyasyonun etkilerini inceleyebilmek için eşdeğer doz birimine ihtiyaç duyulmuştur. Eşdeğer dozun eski birimi rem (roentgen equivalent man) 'dir. SI birim sisteminde Sievert (Sv) olarak belirtilmiştir. Aralarındaki bağıntı  $1 Sv=100 Rem$  olarak verilmiştir. Radyasyonun doku üzerinde biyolojik etkisini hesaplamak için her radyasyon türü ve enerjisi için bir kalite faktörü (Q) Tablo 1'de tanımlanmıştır (5).

$$Eşdeğer Doz (Rem)=Absorbe Doz (Rad) \times Kalite Faktörü (Q)$$

$$Eşdeğer Doz (Sv)=Absorbe Doz (Gy) \times Kalite Faktörü (Q)$$

**Etkin doz:**

Doku ve organların iyonlaştırıcı radyasyon maruziyetini tüm vücut için yüklediği riski ifade etmede kullanılır. Etkin dozu hesaplamak için doku ve organlara özel doku ağırlık faktörleri ( $W_T$ ) Tablo 2'de tanımlanmıştır. Doku ağırlık faktörü bütün vücut ışınlığında stokastik etkilerin T dokusunda meydana getirdiği zararların bütün vücuttaki toplam zarara oranıdır (9).

$$\text{Etkin Doz (Sv)} = \text{Eşdeğer Doz (Sv)} \times \text{Doku ve Organ Ağırlık Faktörü (W}_T\text{)}$$

**Tablo 1. Çeşitli radyasyon türleri için kalite faktörleri**

Radyasyon Türü	Kalite Faktörü (Q) (W <sub>R</sub> )
x-ışınları	1
γ ışınları	1
β parçacıkları	1
α parçacıkları	20
Protonlar (E <sub>P</sub> > 2Mev)	5
Nötronlar	5-20

**Tablo 2. Doku ve organ ağırlık faktörleri tablosu (ICRP 61)**

Doku veya organ	Ağırlık Faktörü (W <sub>T</sub> )
Gonadlar	0,20
Kolon	0,12
Kemik iliği	0,12
Akciğer	0,12
Mide	0,12
Mesane	0,05
Meme	0,05
Tiroid	0,05
Karaciğer	0,05
Deri	0,01

## İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN ETKİSİ

İyonlaştırıcı radyasyon biyolojik ortamla etkileşime girdiğinde ortamdaki atomları uyarma ve iyonlaştırma yolu ile kimyasal değişime sebep olur. Kimyasal değişim sonucunda hücre içinde oluşan hasarların büyük çoğunluğu onarılırken onarılmayan hasarlar genetik mutasyonlar, kanser gelişimi ve hücre ölümü ile sonuçlanmaktadır (9,10). Radyasyonun biyolojik etkilerini oluşturacak doz seviyeleri insanların heterojen yapısı ile beraber farklılık

göstermektedir. Etki değerleri radyasyona maruz kalan hastalar, kontrolsüz radyasyon maruziyetleri ve radyasyon kazaları sonucu oluşan biyolojik hasarlar ile belirlenmektedir. İyonlaştırıcı radyasyonun yaratmış olduğu hasarlar maruz kalınan radyasyon dozu, dozun alınma süresi ve maruz kalınan bölge gibi faktörlere bağlıdır (1,11). Radyasyona bağlı sağlık etkileri maruz kalınan dokuya göre somatik ve genetik, maruz kalma süre ve etki periyoduna göre deterministik ve sitokastik olarak incelenmektedir (10).

### **Somatik Etki**

#### **Deterministik etki:**

Belirli bir radyasyon doz eşik değerinin üzerindeki maruziyetler sonucu oluşan etkilerdir. Vücudun büyük bir kısmının etkilenmesi sonucu ortaya çıkar. Etkiler birkaç gün, birkaç hafta veya birkaç ay içerisinde kendini göstermekte olup doz seviyesi arttıkça etkinin büyüklüğü de artmaktadır. Erken etkiler ve geç etkiler olarak iki sınıfta incelenmektedir (2,10,11).

#### **Sitokastik etki:**

Tüm vücudun ya da birkaç hücrenin etkilenmesiyle oluşabilen etkidir. Herhangi bir eşik değeri yoktur. Doz arttıkça etkinin görülme olasılığındaki artış arasında bir bağ oluşturmak pek mümkün değildir. Bu etki küçük değerlerdeki radyasyon dozlarında da oluşabilir. Hücre tamir mekanizmasında değişiklikler meydana getirebilir ve hücre bölünmesi ile bu değişim aktarılabilir. Yıllar sonra kanser ve lösemi hastalıkları görülebilir (10,11).

### **Genetik Etki**

Radyasyona bağlı olarak üreme hücrelerindeki hasarın gelecek nesillere aktarıldığı sitokastik etkidir (10).

## **İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Radyasyonun canlı organizma üzerindeki etkileri ilk olarak Henri Bequerel tarafından tanımlanmıştır. İki haftalık sürede cebinde taşıdığı radyum kaynağının derisinde kızarıklık oluşturması ve iyonlaştırıcı radyasyona bağlı irritasyon nedeniyle derisinde eritem oluştuğunu fark etmiştir. İyonlaştırıcı radyasyonun ölüme sebebiyeti ile ilgili veriler elde edilene kadar radyasyonun kısa dönem etkileri olan deride eritem, epilasyon ve anemi gözlemlenmiştir. Radyasyonun gereksiz ve kontrolsüz kullanımının ölüme neden olabileceğinin anlaşılmasıyla birlikte radyasyondan korunma politikaları geliştirilmeye başlanmıştır (1).

İnsan vücudundaki doku ve organları meydana getiren hücreler özellikleri bakımından birbirinden farklı oldukları gibi radyasyonun etkilerine karşı gösterdikleri tepkilerde farklıdır. Hücrelerin radyasyona karşı duyarlılığı (radyosensitivitesi) Bergonie ve Tribandau kanuna göre “ Bir dokunun radyasyon duyarlılığı çoğalma kabiliyeti ile doğru, farklılaşma derecesi ile ters orantılıdır” . Basit bir şekilde ifade etmek gerekirse sık bölünen ve aktif mitozdaki hücre sayısı fazla olan, az diferansiye hücreler (over ve testisin germinal hücreleri, hematopoetik sistem hücreleri, gastrointestinal sistem epitel hücreleri vs.) radyasyona daha fazla duyarlıdır. Bölünmeyen veya daha az bölünen iyi diferansiye hücre ve dokular (karaciğer, böbrek, kıkırdak, kas, sinir hücreleri vb.) ise radyasyona daha az duyarlıdır. Benzer şekilde büyüme çağındaki çocuklar ve genel olarak fetüs de radyasyona daha fazla duyarlıdır (1).

İyonlaştırıcı Radyasyonun Hücre İle Etkileşimi İyonlaştırıcı radyasyonun bir canlıda biyolojik bir hasar yaratabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekir. Bu soğurma sonucu hedef moleküllerde iyonlaşma ve uyarılmalar meydana gelir. Daha sonra ortaya çıkabilecek biyolojik hasarların başlatıcı olayları olan bu iyonlaşmalar, hücrenin genetik bilgilerini taşıyan DNA zincirlerinde kırılmalara ve hücre içerisinde kimyasal toksinlerin üremesine neden olabilir. Kırılmaların hemen ardından bir onarım faaliyeti başlar. Hasar çok büyük değilse DNA da meydana gelen kırılmalar onarılabilir. Ancak bu onarım esnasında da hatalar oluşabilir, yanlış şifre ve bilgiler içeren kromozomlar meydana gelebilir (1,11).

İyonlaştırıcı radyasyonun hücre etkileşmesi direkt ve indirekt etki olarak 2 farklı şekilde gözlenir.

Direkt etkide radyasyon ışınım yolu üzerinde etkileştiği hücrelerin DNA zincirinde kırılmalar meydana getirir. Bu tür etki yüksek lineer enerji transferine (LET) sahip nötron, alfa ve beta ışınım tiplerinde daha çok gözlenir. LET, yüklü partikülün ışınım yolu üzerinde etkileştiği maddeye bıraktığı enerji miktarı olarak tanımlanır. X ve gama ışınımı düşük LET'e sahip olup enerjilerini etkileştikleri dokuya çok çabuk bir şekilde aktarmadan göreceli olarak uzun bir yol kat ederken daha uzun bir mesafede daha az hasara neden olur. Yüksek LET'li radyasyon ise daha kısa mesafede daha çok hasara yol açar. Düşük LET'de onarılma olasılığı daha fazla olan tek zincir kırığı ve nokta mutasyonlara sık rastlanırken, yüksek LET'de çift zincir kırığı ve frameshift mutasyonlar gözlenir. Frameshift mutasyon, bir genin protein kodlayan kısmında birkaç baz çiftinin girmesi ya da çıkması ile oluşan mutasyonlar olup onarılması daha güçtür (10).

İndirekt etkide ise iyonlaştırıcı radyasyon hücre içindeki moleküllerle etkileşerek serbest radikallerin oluşumuna neden olur. İndirekt etkide primer mekanizma hücre içerisindeki suyun radyolizisi yani radyasyon ile parçalanarak başta hidrojen peroksit olmak üzere serbest oksijen radikallerinin oluşmasıdır. Oluşan bu oksijen radikalleri DNA bileşenleri ile etkileşerek tek ve çift zincir kırılmaları veya hücresel makro moleküllerle etkileşerek baz hasarı gibi diğer tipteki bozulmalara neden olur. Oluşan zincir kırığı küçük ise hücre ölümüne neden olmaz iken büyük kromozom kırıkları genellikle tamir edilse bile sonraki kuşaklarda ölümcül olur (10).

### **İyonlaştırıcı Radyasyonun Doku Ve Organla Etkileşimi**

Bir doku veya organ üzerindeki radyasyon hasarı dokunun veya organın meydana getirdiği ürünlerin (hormonlar, özel hücreler, enzimler, vb.) artmasına veya azalmasına, dokunun veya organın büyümesinde aksaklıklara veya ölümüne sebep olabilir. Büyümedeki aksaklıklar hücre bölünmesini kontrol eden faktörlerin değişmesinden ileri gelmekte ve tümörlerin oluşmasına sebep olmaktadır. Doku ölümü ise, ışınlama sırasında meydana gelen tamir olunamayan hasardan ileri gelmektedir (1).

Radyasyon etkisiyle hasara uğrayan bir doku, eğer tamamen tahrip olmamış ise, ışınlamadan sonra tamir olayı başlayacaktır. Tamir olayı esnasında normal hücre fonksiyonları geçici olarak duracak ve ölen hücreleri yenilemek üzere hücreler hızla çoğalacaklardır. Bu nedenle tamir olayı devam ederken vücudun diğer kısımları vücut için hayati öneme sahip bazı doku ürünlerinden mahrum kalabilirler. Böylece radyasyon hastalığının tedavisinde, özellikle vücudun hayati ihtiyacı olup o sırada vücut tarafından yapılamayan maddelerin sağlanması göz önünde tutulmalıdır (1).

Dokularda saptanan biyolojik etkiler iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalan hücrelerin bölünme kapasiteleri ile doğru, farklılaşma dereceleri ile ters orantılıdır. Aktif olarak bölünen farklılaşmış hücreler olan kan yapıcı hücreler. Sindirim sistemi hücreleri, saç folikülleri ve sperm oluşturan hücreler radyasyona daha duyarlıdır. Bölünmesi az ve farklılaşmamış hücre olan beyin ve kas hücreleri radyasyona daha az duyarlıdır (11).

### **İYONLAŞTIRICI RADYASYONDAN KORUNMA**

Radyasyonun zararlı etkilerinin fark edilmesinden sonra 1928 yılında Uluslararası X-Işını ve Radyasyondan Korunma Komisyonu kurulmuş, 1950'de komite Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) adını almıştır. ICRP iyonlaştırıcı radyasyonla yapılacak uygulamalarda radyasyon korunması hakkında üç temel ilke belirlemiştir (4).

### **Gereklilik**

Radyasyon uygulamalarında yarar sağlamayacak hiçbir uygulamaya izin verilmemelidir.

### **Optimizasyon**

Radyasyona maruz kalınan uygulamalarda kişilerin sosyal ve ekonomik koşulları göz önünde bulundurularak mümkün olabilecek en düşük radyasyon dozunun uygulanmasıdır. ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ilkesi, yani “mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması” ilkesi olarak da bilinir.

### **Doz Sınırları**

Kişilerin maruz kaldıkları eşdeğer ve etkin radyasyon dozları ICRP tarafından hazırlanan rapora göre Tablo 3’teki gibi sınırlandırılmış olup, bu sınırlar belirli koşullar dışında aşılamaz (5).

**Tablo 3. ICRP tarafından hazırlanan rapora göre sınırlandırılmış doz sınırları**

		Radyasyon Çalışanları	Toplum Üyeleri
Etkin Doz Sınırı	Ardışık 5 Yılın ortalaması	20 mSv	1 mSv
	Herhangi Bir Yılda	50 mSv	5 mSv
Yıllık Organ Eşdeğer Doz Sınırı	Göz	150 mSv	15 mSv
	Deri (cm <sup>2</sup> )	500 mSv	50 mSv
	Eller ve Ayaklar	500 mSv	50 mSv

### **RADYASYONUN TIPTA KULLANIM ALANLARI**

Radyasyonun toplumun yararını amaçlayan tıbbi kullanım alanlarının yaygınlaşması hastalıkların tanı ve tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Radyasyon ile yapılan tıbbi uygulamalar yapay kaynaklardan alınan radyasyonun tamamına yakını oluşturulmaktadır. Bu çalışmalarda radyasyonun kullanımından önce yapılan fayda zarar analizleri radyasyon dozunun kontrolü açısından önem taşımaktadır. Bu alandaki uygulamalarda radyasyonun görüntü elde edebilme, hücre veya tümörleri yok edebilme özelliğinden yararlanılmaktadır (9).



Tanı ve tedavi amaçlı kullanılan tıbbi radyasyon uygulamaları başlıca radyoloji, nükleer tıp ve radyoterapi birimlerinde kullanılmaktadır.

### **Radyoloji**

Tıp alanında x-ışınının teşhis amaçlı kullanıldığı uygulamaları içerir. X-ışınının penetrasyon, fotografik ve flüoresans özelliklerinden yararlanır. X-ışınları hastadan geçirilerek görüntülenmek istenen bölge iki boyutlu bir şekilde kaydedilir (radyografi) veya canlı olarak izlenir (floroskopi). Bilgisayarlı tomografi tekniğinde vücut kesitsel olarak radyografiden daha ayrıntılı şekilde incelenir. Radyolojide iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun kullanımı; radyo dalgalarının uygulandığı manyetik rezonans (MR) görüntüleme tekniği ve ses dalgalarının uygulandığı ultrasonografi (US) tekniğidir (3,12,13).

### **Nükleer Tıp**

Nükleer Tıp görüntüleme sistemleri planar tek foton görüntüleme (gama kamera), tomografik tek foton görüntüleme (SPECT) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) olarak ayrılır. Gama kamera organ veya dokuların işlevleriyle ilgili radyoaktif maddenin vücuda verilmesi ile radyoaktif maddenin dağılımının veya akışının incelenmesi yönteminde kullanılır. SPECT ve PET ile üç boyutlu görüntü elde edilmektedir. Bunlar organ kanlanması incelenmesinde, primer tümörlerin teşhisinde, metastazlarda, hastalıkların takibinde, nöroloji, kardiyoloji ve onkoloji alanındaki araştırmalarda kullanılmaktadır. Tedavi amacı radyoaktif kullanımında ise hastaya yüksek dozlar uygulanır. Hipertiroid tedavisinde iyot-131 radyonüklidi tedavide kullanılan en yaygın işlemidir. Teknesyum-99m tanı amaçlı işlemlerde kullanılmaktadır. Radyoaktif maddelerle işaretli mikroküreler ile karaciğeri besleyen arter yoluna ulaşılarak karaciğer tümörlerinin ya da metastatik tümörlerin tedavisinde radyoembolizasyon yöntemi de uygulanmaktadır (3,12,13)

### **Radyoterapi**

Radyoterapide yaygın olarak yüksek enerjili x-ışını ve elektron yayan lineer hızlandırıcılar veya gama ışını yayan radyoaktif maddeler kullanılır. Radyolojide alınan radyasyon dozunun binlerce katına ihtiyaç duyulur. Radyoterapinin tedavi etme (küratif), diğer tedavilerin etkinliğini güçlendirme (adjuvan), hastalığa bağlı ağrı, kanama gibi sıkıntıların giderilmesi amaçlı (palyatif) ve koruyucu (profilaktik) amaçlı uygulamaları vardır (3,12,13).

Radyasyonun tıptaki uygulamalarının oluşturduğu efektif dozlar Tablo 4' te gösterilmektedir (14-28).

**Tablo 4. İyonizan görüntüleme teknikleri ve oluşturduğu efektif dozlar**

<b>İyonizan Görüntüleme Teknikleri</b>	<b>Efektif Doz(mSv)</b>
BT Toraks	7
BT Toraks (Akciğer BT Eşliğinde TRU-CUT Biopsi)	4,65
BT Abdomen	8
BT Beyin	2
BT Kranial	2
BT Eşliğinde Girişimsel Tetkik	15
BT Yüksek Rezolüsyonlu Akciğer	0,98
BT İnce İğne Asp. Biopsisi (Toraks)	8,3
BT Kemik	0,8
BT Anjiyografi	16
BT Pranazal Sinüs (PNS)	0,2
BT Temporal Kemik YRBT	0,8
BT Pelvis	6
BT Anjiyografi İnc. 3 Boyutlu Görüntüleme Servikal	16
BT Servikal Vertebra	6
Dinamik BT - Trifazik	27,8
Dinamik BT - Bifazik	45,7
Radyoterapi Planlaması İçin Tomografi (Toraks)	7
Akciğer Grafisi	0,02
Düz Karın Grafisi	0,7
Uzun Kemikler, El-Bilek Grafisi	0,001
Direkt Üriner Sistem Grafisi	0,7
Vertebra Grafisi (Servikal, Dorsal veya Lombar)	0,7
Özefagografi	0,7
Mamografi (Spot Grafisi)	0,4
Sistografi	0,7
DX Abdomen Erect	0,7
Kalp Teleradyogram	0,7
Perkutan Transhepatik Kolonjiografi	0,18
Perkutan Translüminal Koroner Artere Direkt Stent	15
Selektif Koroner Anjiyografi + BY-PASS Kontrolü	16
Coronary Diagnostic Coronary Catheterization	7
Görüntüleme Eşliğinde Biopsi	18,28
Onkolojik PET Çalışması (F-18 FDG)	25
Kemik Sintigrafisi	3,5
Tüm Vücut Sintigrafisi	2,9
Miyokard Attenüasyon Düzeltme	14,1
Miyokard PET, Vibialite Çalışması	15,6
Kemik F-18 NAF PET	7,4
Miyokard Perfüzyon	14,1
Akciğer Perfüzyon	1,3

## **İYONLAŞTIRICI RADYASYON VE KANSER**

Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalarda yüksek doz maruziyetinin yaratabileceği hasarlar hakkında bilgi verse de düşük doz maruziyetlerin sonuçları hakkında kesin bir yargıya ulaşılamamıştır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) x ve gama ışınlarının kanser riski taşıdığını kabul etmişlerdir (7).

Radyasyonun eşik değeri üzeri x-ışınının kanser gelişimi üzerindeki etkisi bilinmekte fakat bu değer altındaki dozların karsinojenik etkisinin değerlendirilmesi güçtür. Doku kültürü ve hayvan çalışmaları birçok faktörün radyasyona bağlı tümör insidansını değiştirebileceğini göstermiştir.

Radyasyonun sebep olduğu ilk kanser verisi 1902 yılında Hamburg’da tespit edilmiştir. Röntgen tüpü imal eden fabrikada çalışan işçinin elinde karsinoma tespit edilmiş ve eli kesilmiştir. İki yıl sonra aksillasında tutulum ve 1906’ da hayatını kaybetmiştir. X-ışınlarının epilasyon özelliğinin anlaşılmasından sonraki yapılan uygulamaların ilerleyen yıllarında cilt kanserine rastlanmıştır. Pierre Curie ve Henri Becquerel’in ellerinde yanıklar oluşmuş ve Marie Curie’nin ölümüne de lösemi sebep olmuştur. 1886-1924 yılları arasında uranyum madeninde çalışan 400 işçi yüksek doz radon gazına maruz kalmış ve 336’sı akciğer kanserinden ölmüştür. 1916-1924 yılları arasında saat fabrikasında çalışan kadınların radyum tozu içeren boyaların kullanıldığı fırçaları ağızlarında tutmasından dudaklarında nekroz ve aplastik anemi görülmüştür. 23 yıl sonra 14 işçide kanserden ölüm tespit edilmiştir (7,11).

## **AKİĞER KANSERİNİN DÜNYADA VE TÜRKİYE’ DEKİ DURUMU**

Kanser beraberinde getirdiği sağlık sorunlarının yanı sıra, maddi ve manevi yönden uzun süreli mücadele gerektiren bir hastalıktır. Dünyada her yıl 18 milyon kişinin yakalandığı ve 9,5 milyon kişinin ölümüne sebep olan kanser; yaş, cinsiyet, dil, din, ırk ayırımı yapmaksızın tüm insanları etkilemektedir. Kanserde benzer seyir devam ettiği takdirde, 2040 yılında 29,5 milyon yeni vakanın ortaya çıkması beklenmektedir. Ne yazık ki, yapılan tahminler önümüzdeki yıllarda gelişecek olan kanser olgularının önemli bir bölümünün az gelişmiş ülkelerde ortaya çıkacağını göstermektedir (29).

Ülkemizde en son resmi verilere göre kanser sıklığı erkeklerde yüz binde 259,9 kadınlarda ise yüz binde 183,2’dir. Böylece bir yıl içerisinde 176.934 kişiye kanser teşhisi konulmuştur (29).

Dünyada da erkekler arasında en sık görülen kanser türü akciğer iken; kadınlarda da 3. sırada önemini korumaktadır. 2018 yılında dünyada 2 milyona yakın yeni vaka ve 1,7 milyon ölüm gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Akciğer kanseri dünya çapında ve ülkemizde kanserden kaynaklanan ölümlerin en yaygın nedenidir. Ülkemizde erkeklerde trake, bronş ve akciğer kanseri (57,7/100.000 kişide) ilk sırada yer alırken, kadınlarda ise (9,8/100.000 kişide) bu kanser türü en sık görülen 5. kanser türü olmuştur (29). Türkiye’de tanı alma yaşı ortalama 64 olarak görülmekte, 40 yaşın altındaki bireylerde bu kansere daha nadir rastlanılmaktadır. Hastalık genellikle ileri evrelerde teşhis edilmekte, ülkemizde görülen vakaların %17’si lokalize, %28’i bölgesel, %55’i ise uzak yayılım grubu oluşturmaktadır (29).

### **AKCİĞER KANSERİ İÇİN TARAMA PROGRAMI**

Akciğer kanseri tedavisinde bugüne kadarki en iyi sonuçlar hastalığı mümkün olduğunca erken teşhis etmekle sağlanmıştır. Akciğer kanserinin erken safhaları az belirti gösterebilir. Bu nedenle tarama, akciğer kanserini mümkün olduğunca erken teşhis etmenin pratik bir yoludur. Taranan çoğu kişide akciğer kanseri teşhis edilmez.

BT, tümör boyutu ve hastalığın yaygınlığı hakkında morfolojik bilgi sağlar ancak iyi huylu ve kötü huylu lezyonları ayırt etme yeteneği sınırlıdır. PET/BT taraması uzak metastatik hastalığı tanımlayabilir ve daha önce yapılmadıysa, mediastinal değerlendirmeye rehberlik etmek için uygulanabilir. PET/BT füzyon görüntüsü ile biyopsi bölgesinin tam olarak lokalizasyonu kolaydır.

FDG-PET ‘in en önemli uygulamalarından biri akciğer kanserinin evrelemesi ve yeniden değerlendirilmesidir. PET, şüphelenilmeyen mediastinal lenf nodu ve uzak metastaz tespiti için geleneksel görüntüleme modalitelerinden üstündür. FDG-PET doğru evreleme ile en uygun tedaviyi yönlendirebilir ve tedaviyi değerlendirerek etkisiz tedavinin morbiditesini ve maliyetlerini azaltabilir. (30)

Akciğer taramasındaki mevcut uygulamada düşük doz bilgisayarlı tomografi (LDCT), doğru teşhis için kullanılabilecek üç boyutlu bir resim oluşturmak amacıyla vücudun iç kısımlarının bir dizi resmini çekmek için yalnızca düşük bir radyasyon dozuna ihtiyaç duyan özel X-ışını makineleridir. En yeni LDCT tarayıcıları, bu resimlerin çok hızlı bir şekilde alınmasını sağlar. Birleştirilen resimler, çok küçük tümörleri bile belirleyebilecek kadar açıktır.

Akciğer kanseri tarama ile bulunursa, çoğunlukla erken bir aşamadır (1. evre hastalığı olarak adlandırılır) ve bu kişilerin muhtemelen yalnızca cerrahiye ihtiyacı vardır ve daha iyi sonuçlar alınır.

Kanser tarama testleri mükemmel değildir. Bazı kanserler (yanlış negatif) atlanabilir ve bazı olağandışı lekeler, kanser gibi görünebilir (yanlış pozitif), yani insanlara daha fazla gereksiz test yapılabilir.

LDCT taramaları insanları çok düşük radyasyon seviyelerine maruz bırakır. Bu radyasyon seviyesi, X-ışınından daha fazladır ancak kanser belirtileriniz varsa yaptırabileceğiniz düzenli bir BT taramasından çok daha düşüktür (31).

### **AKCİĞER KANSERİNDE TANI**

Akciğer kanseri erken evrede özellikle periferik lezyonlarda asemptomatiktir (32). Genellikle başka nedenlerle yapılan tetkikler sırasında tesadüfen saptanır. Akciğer kanseri tanısında uygulanacak tanı yönteminin seçimi primer tümörün tipi, lokalizasyonu, boyutu, metastazların varlığı ve hastanın genel durumu ile ilgilidir.

Genel olarak uygulanan tanısız işlemler: Semptom ve bulgular, fiziki muayene, balgam sitolojisi, radyolojik görünüm, bronkoskopi, sintigrafik bulgular, trans torasik iğne aspirasyonu, torsentez, torokoskopi ve medistoskopi gibi invaziv ve non-invaziv girişimlerden oluşur (32).

Akciğer kanserinde gerek semptom ve bulguların hastalığa özgü olmayışı gerekse asemptomatik hastaların çok sayıda olması nedeniyle erken tanı yöntemleri geliştirilmiştir. Tanı konulduğunda akciğer kanserli olguların büyük bir kısmı, ortalama %80'i (evre III, IV) ileri evrededir (32).

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Trakya Üniversitesi Eğitim Araştırma Ve Uygulama Hastanesi Nükleer Tıp Ana bilim dalı'na 2009-2020 yılları arasında akciğer kanseri tanısı ile evreleme için gelen PET/BT protokollerini tamamlayan hastalar retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışma protokolü daha önce hastane etik ve eğitim planlama kurullarınca onaylandı. Çalışmada yer alan hasta verileri hastane görüntü veri tabanından yararlanılarak alındı. Hastaların Nükleer Tıp Ana bilim dalı ve Radyoloji Ana bilim dalı'nda yapılmış tetkikleri incelenerek takibi ve verilerine eksiksiz ulaşılabilen, hasta takibi en az beş yıl olan hastalar değerlendirilerek çalışma gurubuna 142 hasta (Erkek:112, Kadın:30) ( Ort. Yaş: 65±9 yıl ) dahil edildi.

Değerlendirmeye aldığımız hastaların maruz kaldıkları radyasyon miktarlarını belirlemek için beş yıl boyunca uygulanan prosedürler incelendi. Bu prosedürlerden iyonize radyasyon içeren tıbbi görüntüleme uygulamalarının tümü çalışmaya dahil edilerek, yıllar içerisindeki radyasyon maruziyetinden kaynaklı kümülatif dozlar değerlendirildi. Dahil edilen işlemler Tablo 5'te verilmiştir. Hastaların kayıt altına alınan işlemlerindeki çalışmaya doğal arka plan radyasyon dozu (2.4 mSv (33)) dahil edilmemiştir. Nükleer Tıp Ana bilim dalı ve Radyoloji Ana bilim dalı'nda akciğer kanseri tanısı konulmuş hastaların yıllar içinde iyonize radyasyon içeren uygulamalardan aldıkları kümülatif dozlar ve bu dozlardaki değişimler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarda yapılan istatistiksel analizlerde 0.05' ten küçük değerler ( $p<0.05$ ) anlamlı olarak değerlendirilmiştir. İlgili değerler de Friedman'ın sıralara göre iki yönlü varyans analiz yöntemi (Related-Samples Friedman's Two-Way Analysis of Variance by Ranks) kullanılarak tanımlayıcı istatistiksel sonuçlara ulaşıldı.

**Tablo 5. Radyasyon miktarlarını belirlemek için beş yıl boyunca uygulanan prosedürler**

<b>Nükleer Tıp yöntemleri</b>	<b>Radyolojik yöntemleri</b>
F-18 FDG PET	BT Toraks
Myocard F-18 FDG PET Viabilite	BT Toraks (Akciğer BT Eşliğinde TRU-CUT Biopsi)
F-18 NaF Kemik PET	BT Abdomen
Kemik Sintigrafisi	BT Beyin
Miyokard Perfüzyon	BT Kranial
Miyokard Attenüasyon Düzeltme	BT Eşliğinde Girişimsel Tetkik
Akciğer Perfüzyon Sintigrafisi	BT Yüksek Rezolüsyonlu Akciğer
	BT İnce İğne Asp. Biopsisi (Toraks)
	BT Kemik
	BT Anjiyografi
	BT Pranazal Sinüs (PNS)
	BT Temporal Kemik YRBT
	BT Pelvis
	BT Anjiyografi İnc. 3 Boyutlu Görüntüleme Servikal
	BT Servikal Vertebra
	Dinamik BT - Trifazik
	Dinamik BT - Bifazik
	Radyoterapi Planlaması İçin Tomografi (Toraks)
	Akciğer Grafisi
	Düz Karın Grafisi
	Uzun Kemikler, El-Bilek Grafisi
	Direkt Üriner Sistem Grafisi
	Vertebra Grafisi (Servikal, Dorsal veya Lombar)
	Özefagografi
	Mamografi (Spot Grafisi)
	Sistografi
	Kalp Teleradyogram
	Perkutan Transhepatik Kolonjiografi
	Perkutan Translüminal Koroner Artere Direkt Stent
	Selektif Koroner Anjiyografi + BY-PASS Kontrolü
	Coronary Diagnostic Coronary Catheterization
	Görüntüleme Eşliğinde Biopsi

Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu'nun (ICRP) belirlemiş olduğu doz sınırlara itibar ederek, çalışmadaki hastaların beş yıllık süre boyunca prosedürlerdeki dozlara

ve etkili dozlara bakarak genel olarak çalışma grubundaki hastalar için yıllık kümülatif etkili doz oranlarını hesapladık (Tablo 7); düşük ( $\leq 2.4$  mSv, doğal arka plan radyasyon seviyesi), orta ( $>2.4-20$  mSv, yıllık üst sınır), yüksek ( $>20-50$  mSv, herhangi bir yıl içinde riskli çalışanlar için radyasyon maruziyetinde üst sınır) ve çok yüksek ( $>50$  mSv, yılda) (34).

Her görüntüleme prosedürü için radyasyona maruz kalmayı yaklaşık olarak belirlemek için yayınlanan literatürlerden tipik etkili dozların tahminlerini (milisievert olarak) elde ettik. Etkili doz, radyasyona maruz kalmanın genel zararlı biyolojik etkisini temsil etmek için tasarlanmış bir önlemdir. Etkili doz, her bir organda biriken enerji konsantrasyonlarının radyasyona maruz kalmasından, radyasyonun türünü ve her bir organdaki radyasyona bağlı mutajenik değişikliklerin potansiyelini referans parametrelerin kullanılmasıyla hesaplanır. Prosedürlerin oluşturduğu radyasyon dozları için öncelikle yakın tarihli bir derlemede özetlenen veriler esas alındı. Bu kaynağın yetersiz olduğu durumlarda, yayınlanan diğer kaynaklardan veya benzer prosedürler için bildirilen dozlardan yararlandı. Hastaların tıbbi görüntüleme prosedürlerinden yıllık kümülatif etkili doza katkı yapan prosedürler Tablo 4'te listelenmiştir.



## BULGULAR

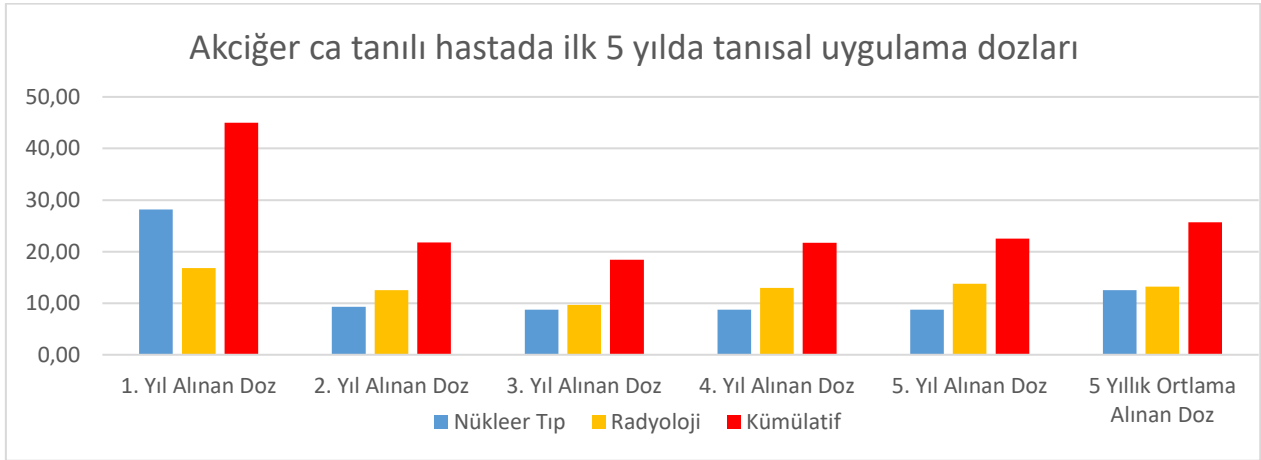
Nükleer Tıp Anabilim dalı ve Radyoloji Anabilim dalı'nda yapılmış tetkikleri incelenerek takibi ve verilerine eksiksiz ulaşılabilen çalışma grubunda yer alan 142 hastanın 112 tanesi erkek ve 30 tanesi kadın hastaydı. Hastaların ortalama yaşı 65 yıl olarak hesaplandı ( Ort. Yaş:  $65\pm 9$  yıl ).

Hastalara tanı ve tedavi sürecinde yıllık olarak yapılan tetkik sayıları tablo 6 da özetlenmiştir. Nükleer Tıp diğer başlığı altında ve radyoloji diğer başlığı altında yer alan tetkikler Tablo 5'de sunulan prosedürlerin toplamını ifade etmektedir. Nükleer tıp PET başlığı altında F-18 FDG onkolojik görüntüleme sayılarıdır.

**Tablo 6. Hastalara tanı ve tedavi sürecinde yıllık olarak yapılan tetkik sayıları**

	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl	Toplam
<b>Nükleer Tıp PET</b>	166	55	51	50	51	373
<b>Nükleer Tıp Diğer</b>	4	3	1	6	7	21
<b>Radyoloji BT</b>	319	242	192	221	227	1201
<b>Radyoloji Diğer</b>	605	297	237	261	303	1703

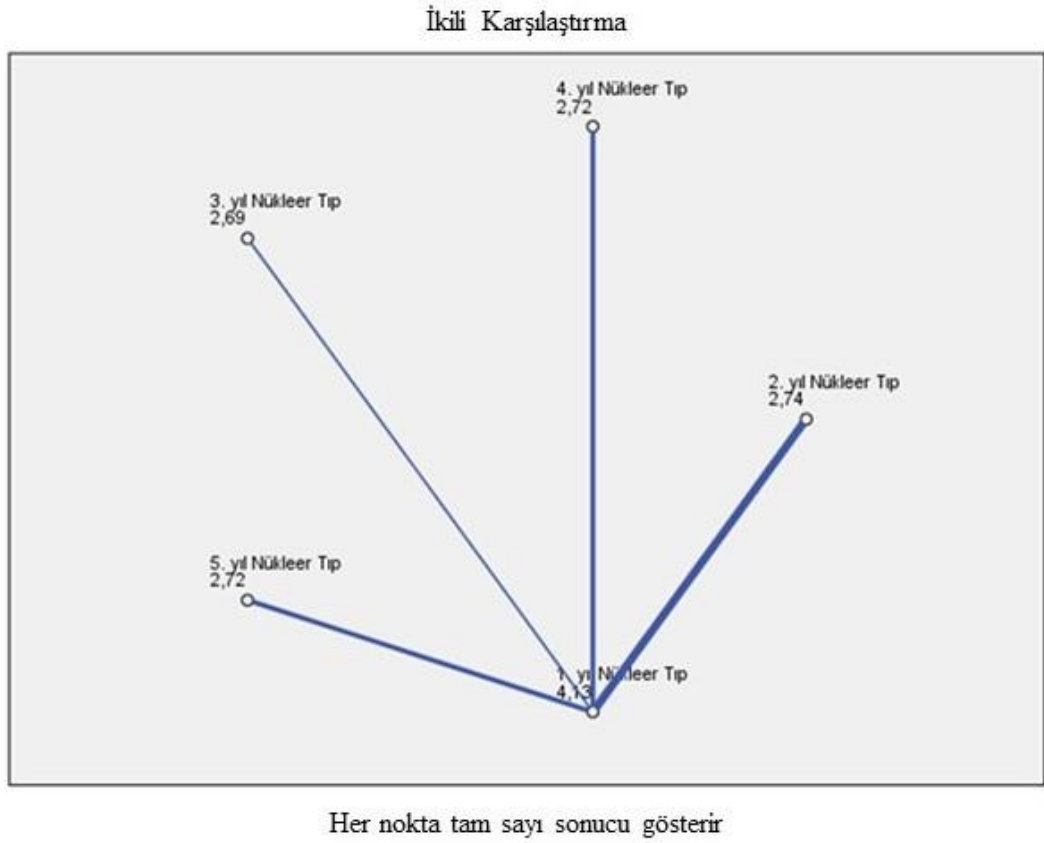
Hastaların tanı sürecinde ilk yılda, radyolojik tetkiklerden ortalama  $16.87 \pm 12.46$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $29.34 \pm 18.78$  mSv ve toplamda ortalama  $46.22 \pm 23.44$  mSv doza maruz kaldıkları hesaplanmıştır. İkinci yılda, radyolojik tetkiklerden ortalama  $12.57 \pm 10.66$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $9.78 \pm 15.17$  mSv ve toplamda ortalama  $22.36 \pm 18.67$  mSv doza maruz kalınmıştır. Üçüncü yıla, radyolojik tetkiklerden ortalama  $9.78 \pm 9.56$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $8.99 \pm 15.28$  mSv ve toplamda ortalama  $18.76 \pm 17.77$  mSv doza maruz kalınmıştır. Dördüncü yılda, radyolojik tetkiklerden  $12.99 \pm 17.67$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $8.97 \pm 15.19$  mSv ve toplamda ortalama  $21.97 \pm 25$  mSv doza maruz kalınmıştır. Beşinci yılda, radyolojik tetkiklerden ortalama  $14.03 \pm 20.41$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $9.25 \pm 14.53$  mSv ve toplamda ortalama  $23.27 \pm 25.61$  mSv doza maruz kalınmıştır. Beş yıllık değerlendirme sonucunda hastalar, radyolojik tetkiklerden alınan ortalama  $13.25 \pm 10$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $13.26 \pm 8.75$  mSv ve toplam ortalama  $26.52 \pm 12.86$  mSv doza maruz kalınmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1. Radyoloji ve Nükleer Tıp görüntüleme tekniklerinde hastaların yıllara göre aldıkları kümülatif radyasyon doz miktarları (mSv)**

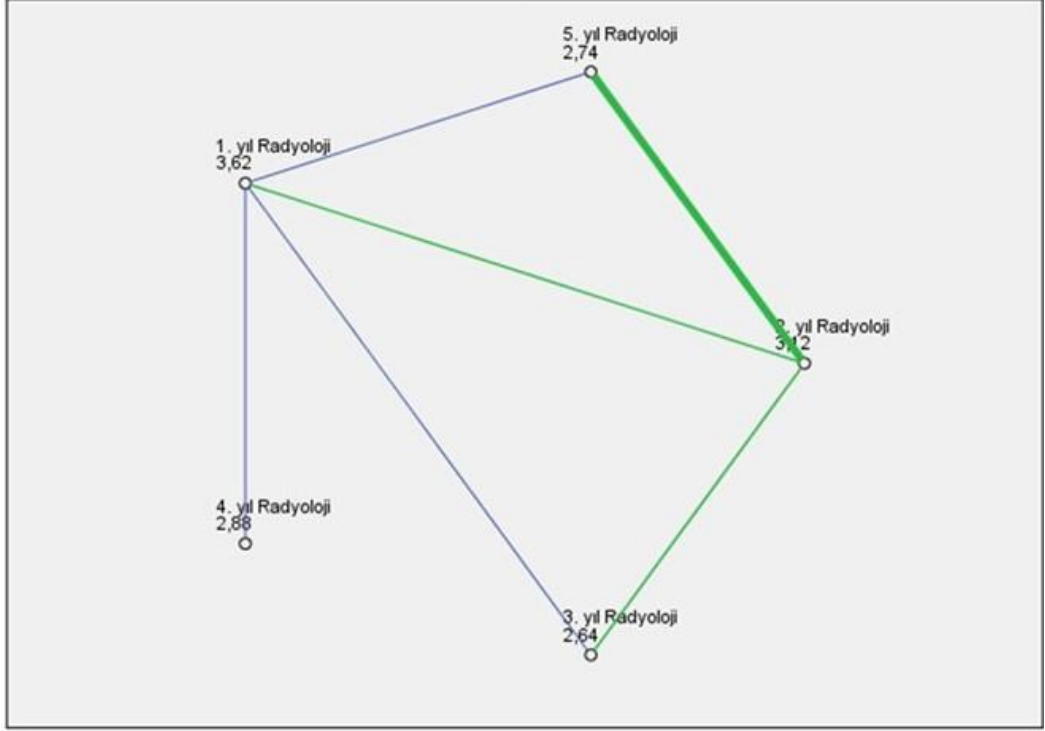
Tanının ilk yılında nükleer tıp yöntemlerinin oluşturduğu radyasyon doz anlamı olarak diğer yıllardan ve radyolojik yöntemlerden yüksekti ( $p < 0.05$ ) (Şekil 2). Hastaların radyolojik uygulamalarının ilk yılında da diğer yıllara göre dozun anlamı olarak yüksek olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). İlk yıl uygulanan prosedürler sonucu oluşan ortalama kümülatif radyasyon doz değeri, beş yıllık süreçteki diğer yılların değerlendirmesi yapıldığında anlamı olarak yüksektir ( $p < 0.05$ ). Hasta prosedürlerindeki radyoloji ve nükleer tıp uygulamalarının

oluşturduğu dozların yıllar içindeki karşılaştırılmasında anlamlı farklılık birinci ( $p=0.000$ ), ikinci ( $p=0.013$ ), dördüncü ( $p=0.003$ ) ve beşinci ( $p=0.028$ ) yıllarda oluşmuştur. Üçüncü yılda anlamlı bir farklılık oluşmamıştır ( $p=0.200$ ). Prosedürlerin yıllar içindeki oluşturduğu ortalama dozlar incelendiğinde sadece tanının ilk yılında nükleer tıp uygulamalarının oluşturduğu ortalama doz, radyolojik uygulamalarından fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer yıllardaki ve beş yıllık ortalama radyasyon dozlarına bakıldığında ise radyolojik uygulamalarının oluşturduğu dozlar nükleer tıp uygulamalarının oluşturduğu dozlardan fazladır. Radyolojik yöntemlerin kendi içinde yapılan kıyaslaması şekil 3'te verilmiştir.



**Şekil 2. Yıllara göre Nükleer Tıp yöntemlerinden oluşan dozların kıyaslanması**

### İkili Karşılaştırma



Her nokta tam sayı sonucu gösterir

**Şekil 3. Yıllara göre Radyoloji yöntemlerinden oluşan dozların kıyaslanması**

Çalışma grubundaki hastalara, prosedürlerde uygulanan tetkikler sonucu yıl içindeki ve beş yıllık ortalama maruz kaldıkları radyasyon doz oranlarını ICRP'nin belirlemiş olduğu doz sınırlarına göre incelediğimizde ilk yılda 59 hasta (% 41.5) bir yılda maruz kalılabilecek maksimum doz olan 50 mSv doz seviyesini geçmiştir. Beş yıllık ortalama doz oranlarında 87 hasta (% 61.3) yüksek seviye olarak belirtilen aralıkta, 7 hasta (% 4.9) çok yüksek seviye radyasyon dozuna maruz kalmışlardır (Tablo 7).

**Tablo 7. Tıbbi görüntüleme prosedürlerinden düşük, orta, yüksek ve çok yüksek yıllık etkili kümülatif etkili doz aralıklarında maruziyet frekansları**

	N=142	≤ 2.4 mSv	>2.4-20 mSv	>20-50 mSv	>50 mSv
<b>1. Yıl</b>	<b>Kişi sayısı</b>	6	11	66	59
	<b>% oran</b>	4,2	7,7	46,5	41,5
<b>2. Yıl</b>	<b>Kişi sayısı</b>	23	54	54	11
	<b>% oran</b>	16,2	38	38	7,7
<b>3. Yıl</b>	<b>Kişi sayısı</b>	28	57	48	9
	<b>% oran</b>	19,7	40,1	33,8	6,3
<b>4. Yıl</b>	<b>Kişi sayısı</b>	20	70	40	12
	<b>% oran</b>	14,1	49,3	28,2	8,5
<b>5. Yıl</b>	<b>Kişi sayısı</b>	26	50	50	16
	<b>% oran</b>	18,3	35,2	35,2	11,3
<b>5 Yıllık Ort.</b>	<b>Kişi sayısı</b>	0	48	87	7
	<b>% oran</b>	0	33,8	61,3	4,9

## TARTIŞMA

Akciğer kanseri dünya çapında en sık görülen malignite olması ile beraber mortalite yükü nedeniyle önemli bir sağlık sorunudur. Uluslararası ve ulusal düzeyde yapılan çalışmalarda ortalama sağkalım süresi bir yıl olarak ortaya çıkmaktadır. Erken evrede tespit edilen hastaların beş yıl sağkalım olasılığı %70 civarındadır (6). Gelişmiş teknolojilerle yapılan tedavilere rağmen geç saptamalarda bu olasılık oldukça düşüktür. Akciğer kanseri ile mücadelede multidisipliner yaklaşımın yaygınlaşması sağkalımın uzatılması ve kaliteli bir yaşam için önemli bir ön koşuldur. İyonlaştırıcı radyasyon içeren tıbbi görüntüleme yöntemleri nispeten düşük doz radyasyon uygulamaları mevcuttur. Düşük doz radyasyonun kanser ve genetik hasar oluşturacak eşik değeri belirlenemediğinden bu riskler üzerinde endişeler bulunmaktadır. Bu nedenle iyonlaştırıcı radyasyon içeren tıbbi uygulamaların bilinçli kullanımı oldukça önemlidir.

Fred ve ark. (35) 2006 yılında ABD' de yapılan tıbbi radyasyon uygulamalarını dünya çapında yapılanlarla kıyasladıklarında radyolojik uygulamaların %12' sinin, nükleer tıp uygulamalarında yarısının ABD' de yapılmış olduğunu ortaya koymuşlardır. 1950' den 2006 yılına kadar tanısal radyolojik muayenelerin 10 kat arttığını, 2000-2007 yılları arasında dünya çapında iyonlaştırıcı radyasyon içeren tıbbi prosedürlerinin yıllık 3,6 milyar olarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

2006 yılı için ABD' deki tıbbi prosedürlerden oluşan kolektif radyasyon dozunun yarısını BT taraması oluştururken BT prosedür sayısı %17' sini oluşturmuştur. Göğüs radyografi muayenesi tıbbi prosedürlerin yarısını, ekstremiteler muayeneleri %20' sini

oluşturmasına rağmen birlikte kolektif dozun sadece %17' sini oluşturmaktadırlar. Tanısal nükleer tıp prosedürleri kardiyak prosedürlerinin %60' ını ve kolektif dozun %85' ini oluşturmuştur (35). Rehani yazısında bireysel hasta dozunun yarattığı tıbbi maruziyete ve bireysel doz takibine odaklanması gerektiğine vurgu yapmıştır (36)

Hastalığın ilk yılında Radyolojik ve Nükleer Tıp uygulamaların diğer yıllardaki uygulamalardan fazla oluşu hastalığın tanı ve tedavi değerlendirmesinin doğruluğu açısından önem arz etmektedir ve oluşan radyasyon maruziyetinin hastanın sağlığı açısından tolere edilebilecek seviyede değerlendirilip uygulanması önemlidir. Çalışmadaki hastaların beş yıllık değerlendirmesinde Nükleer Tıp uygulamalarının ilk yılında 142 hastada ortalama radyasyon dozu  $29,34 \pm 18,78$  mSv, beş yıllık ortalama radyasyon dozu  $13,27 \pm 8,75$  mSv seviyesindedir. Radyolojik uygulamaların oluşturduğu radyasyon dozunun ilk yıldaki ortalaması  $16,87 \pm 12,47$  mSv, beş yıllık ortalaması  $13,25 \pm 10$  mSv seviyesinde gerçekleşmiştir.

Çalışmadaki hastaların beş yıllık takibi sırasında uygulanan tüm prosedürler incelendiğinde Nükleer Tıp uygulamalarından PET prosedürü %11,3 oranına, PET dışı uygulamalar %0,6 oranına sahiptir. Radyolojik prosedürlerde BT %36,4, x-ışını içeren diğer uygulamalarda %51,6 oranındadır. Radyolojik prosedürlerin sayısı Nükleer Tıp prosedürlerinden fazla olmasına rağmen beş yıllık takibin sonucunda oluşturmuş oldukları radyasyon maruziyetleri arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p < 0,582$ ). Nükleer Tıp prosedürleri az olmasına rağmen doz maruziyetindeki katkıyı önemli ölçüde PET/BT görüntülemenin oluşturmuş olduğu radyasyon miktarı sağlamaktadır. Fakat BT prosedürlerinin fazla oluşu PET/BT prosedürlerinin oluşturmuş olduğu radyasyon maruziyeti ile eşit düzeyde radyasyon maruziyetinin oluşmasına sebep olmuştur.

Tıbbi prosedürlerden radyasyona maruz kalma insan yapımı radyasyon kaynaklarının etkisi çok fazladır ve artmaktadır. Veriler neticesinde teknolojinin ilerlemesi ile radyoloji ve nükleer tıp alanlarında da büyük değişikliklerin olduğunu ortaya koymaktadır. Mattler ve ark. (35) çalışmasında Dünya çapında BT tarama sıklığı 1977-1980 döneminde yıllık 1000 nüfusta 1 ile 3 iken 1997-2007 döneminde 35 prosedür olduğunu ortaya koymuştur. 2007 yılı için BT taraması dünyadaki tüm radyolojik prosedürlerin yaklaşık %7' sini oluştururken kolektif dozun %40'ından fazlasını oluşturmuştur. (35)

Mettler ve ark. (37) ABD' de uygulanan tıbbi radyasyon maruziyetlerinin frekans ve etkili doz analizinde 2006 yılına kadar olan artışın 2006' dan sonra azalma eğilimini gösterdiğini belirtmiştir. Bu durumdaki istisnai durum BT prosedürlerinde yaşanmıştır. 2016

yılına kadar BT prosedürleri 62 milyondan 74 milyona çıkmıştır. Hasta maruziyetlerindeki azalmanın nedeni olarak radyasyon dozu farkındalığı, eğitim, dozları optimize etme girişimleri, yeni teknolojiler, uygulamadaki değişimler ve mali anlamda geri ödeme sistemindeki azalma olmak üzere birçok faktör gösterilmektedir.

Nükleer tıptaki büyümenin 2006 yılına kadar yaşandığını ve sonrasında prosedür sayılarında önemli ölçüde azalmanın olduğunu belirtilmiştir. 2006 ve 2016 yılları arasında doku ağırlıklandırma faktörünün kullanılması ile nükleer tıptaki kolektif doz %40 oranında, ortalama bireysel etkili doz %44 azalmıştır. (37)

ICRP'nin belirlemiş olduğu doz sınırlamaları radyasyonlu alanlarda çalışanlar için belirlenmiştir. Bu sınırlamaları ölçü olarak çalışmadaki hastaların doz maruziyetlerini kategorize ederek tıbbi prosedürlerin oluşturmuş olduğu doz seviyelerinin değerlendirmesini yapıldı. Birinci yılda 59 kişi (%41,5) 50 mSv'ten fazla doza maruz kalırken, 66 kişi (%46,5) 20-50 mSv aralığında doza maruz kalmıştır. Beş yıllık ortalama radyasyon doz maruziyetine bakıldığında 48 kişi (%33,8) doğal arka plan radyasyon seviyesi (2,4mSv) ile 20 mSv aralığında, 87 kişi (%61,3) 20-50 mSv aralığında, 7 kişi (%4,9) 50 mSv'ten fazla radyasyon dozuna maruz kalmışlardır. Bazı hastalarda biriken doz miktarı ve ihtiyaca yönelik prosedürlerdeki doz miktarı endişe verici olsa da hasta maruziyetine yönelik prosedürleri klinik ihtiyaca göre dengelemek zordur. Tıbbi prosedürler stokastik kanser risklerine karşı sınırlandırılmazlar. Bu nedenle tıbbi radyasyona maruz kalma ile ilgili öneriler, bir prosedür için klinik ihtiyaca göre ve makul derecede olması için kullanımı optimize etmeye odaklanmıştır.

Schultz ve ark. (38) 1975-2017 yılları arasında yayınlanan ve 200 mSv'ten daha az olarak tanımlanan düşük doz x-ışını ve gama radyasyonundan kaynaklanan kanser riskini inceleyen makalelerin sistematik, metodolojik bir derlemesini yapmışlardır. İnceledikleri 4382 makaleden kriterlerine uyan yüksek kalitede yazılmış 25 makaleyi değerlendirmeye almışlardır ve 21'i düşük doz radyasyonun kanser oluşumunu desteklememiştir. Kanıtlar kümülatif dozu 100mSv ile 200mSv'e kadar olan düşük doz radyasyon değerlerine maruz kalmanın kanser riskini artırmadığını göstermektedir (38).

Yetişkinlerin tanısal maruziyeti hakkında bilinenlerin çoğu vaka kontrol çalışma verileridir. Preston-Martin ve ark. kapsamlı ve ayrıntılı hasta görüşmelerinde elde edilen geçmiş radyografik uygulamaların sıklığı hakkında bilgilere dayanarak maruziyetin yüksek olduğu



yetişkin maruziyeti ile ilgili lösemi ve parotis bezi kanseri risklerinde artış olduğunu bildirmişlerdir (39).

Inskip ve ark. (40) İsveç'teki araştırmalarında tıbbi kayıtları kullanarak tam ve tarafsız maruziyet geçmişlerini belirleyerek x-ışını ve tiroid kanseri riski arasındaki ilişkiyi doğrulayacak bir ilişkiyi belirleyememişlerdir.

Little (41) 'nin 2002'de yayınladığı çalışmada atom bombasından kurtulanların risk katsayılarını tanısal radyasyon alan hastaların çalışmalarıyla karşılaştırmıştır ve hastalarda kanser riski atom bombasında kurtulanlara göre daha küçük olduğu sonucuna varmıştır.

Genel halkın iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmasının yaklaşık %15'i yapay kaynaklardan meydana gelir ve bu maruziyetin neredeyse tamamı büyük ölçüde teşhis prosedürlerinden kaynaklanan tıbbi radyasyondan kaynaklanır. Günümüzde kanser hastalarının yaklaşık %40'ı radyasyonla tedavi görmektedir. Tıbbi olarak ışınlanmış popülasyonlarla ilgili epidemiyolojik veriler, atom bombasından kurtulanların çalışmalarının önemli bir tamamlayıcısıdır (24).

İnsanlarda gelecekteki epidemiyolojik çalışmalar nicel risk değerlendirmesi için büyük önem taşıırken, 10-50mSv'in altındaki dozlar için insanlarda radyasyon etkileri hakkında doğrudan kanıt sağlayacak istatistiksel güce sahip olma ihtimalinin düşük olduğu kabul edilmektedir. Bunun nedeni, çok yüksek arka plan radyasyonun insidans oranlarına karşı az sayıda ek kanser gözlemlenimin zorluğudur; dozlar azaldıkça daha küçük etkileri tespit etmek için daha büyük çalışma popülasyonları gerekli olacaktır ve bunun uygulanması pratik değildir. Dahası, epidemiyoloji deneysel bir bilim değil, gözlemseldir. Epidemiyologlar çalışma tasarımı optimize etmek için sıkı istatistiksel çalışma ile maruz kalan ve referans alınacak nüfusu seçmek mümkün değildir. Olası önyargılarda bu doz tahminlerindeki belirsizliklerin etkisinin olması muhtemeldir (43).

Amerikan Radyoloji Koleji (ACR), 700'den fazla varyantla 160'dan fazla klinik durumu ele alan tıbbi görüntüleme için uygunluk kriterlerini yayınlayarak diğer disiplinlerle sistematik kriter geliştirme süreci, bilimsel analiz ve geniş tabanlı fikir birliği tekniklerine dayanan radyoloji karar verme için güvenilir kılavuzlar sağlamaktadır. Doğu Virginia Tıp Fakültesi'nden (2006), ACR uygunluk kriterlerinin seviye I travma merkezinde kullanılmasının, görüntüleme maliyetlerini %39 ve tahmini radyasyon dozunu %44 azaltma potansiyeline sahip olduğunu bildirmiştir. Yazarlar, ACR uygunluk kriterlerinin, travma ortamında hastalar için alınan

toplam görüntüleme maliyeti ve radyasyon dozu üzerinde güçlü bir olumlu etkiye sahip olma potansiyeline sahip olduğu ve bu kriterlerin, görüntüleme kararlarının yönlendirilmesine yardımcı olmak için klinisyenlere vurgulanması sonucuna varmışlardır (44).

Amerikan Kardiyoloji Koleji (ACC), ACR ve diğer özel toplumlar birlikte çalışarak bu görüntüleme teknolojilerin kalitesini ve güvenliğini sağlamak için bir dizi kalite geliştirme aracı oluşturmuşlardır; eğitim kuralları, klinik kullanım kuralları, klinik yetkinlik ifadeleri, her kardiyak görüntüleme yöntemi için uygun kullanım kriterleri, doktor sertifikası, laboratuvar akreditasyonu ve ulusal kayıtlar.

ACC şu anda uygulamalarda uygun kullanım kriterlerine pilotluk yapıyor ve uygunsuz görüntülemeyi %15 oranında azaltmayı taahhüt ediyor (44).

Dünya Sağlık Örgütü, sağlık ortamlarında radyasyon güvenliği konusunda küresel bir girişim başlatarak tıpta radyasyon kullanımının riskleri ve faydaları, tanısal radyoloji, istenmeyen tıbbi riskler, yüksek dozun önlenmesi için özel bir dikkat ile, girişimsel radyoloji, radyoterapi ve nükleer tıp dahil olmak üzere ilgili halk sağlığı üzerinde durmaktadır (44).

Hendee ve ark. (45) 2010 yılında yapmış oldukları çalışma iyonize radyasyonun gereksiz ve aşırı kullanımı üzerindedir. Görüntüleme prosedürlerindeki büyümenin görüntüleme teknolojilerindeki gelişimin ve genişletilmiş uygulamalarının etkisinin yanı sıra bu büyümeyi tanı ve görüntü rehberli tedavilerde görüntüleme hizmetlerinin aşırı kullanımı oluşturduğu sonucuna varmışlardır (45).

Hastanın durumunun kesin bir teşhisinin elde edilmesi bazen zordur ve doktor, tanının kesinliğini arttırmak için görüntüleme çalışmaları isteyebilir. Radyologlar da girişimsel bir prosedüre ek olarak, bir klinik protokolün veya uygulama politikasının bir parçası olarak veya tanıda kesinlik, güven veya deneyim eksikliği nedeniyle çeşitli ek görüntüleme prosedürleri önerebilirler. Aşırı kullanım da hastaları gereksiz radyasyon dozlarına maruz bırakır ve tıbbi maruziyetlerden kaynaklanan popülasyondaki ortalama dozu artırır. ABD'de Ulusal Bilimler Akademisi Tıp Enstitüsü, tüm sağlık profesyonellerinin sergilemesi gereken beş yeterliliği derlemiştir; hasta merkezli çalışmayı sağlamak, disiplinler arası ekiplerle çalışmak, kanıta dayalı uygulamaları kullanmak, kalitede iyileştirmeyi uygulamak ve bilişimi kullanmak. Bu yetkinlikler, dikkatli bir şekilde takip edilirse, tıbbi görüntüleme de dahil olmak üzere tıbbi teknolojilerin aşırı kullanımını önemli ölçüde azaltacaktır (45).

## SONUÇ

Çalışmada düşük doz radyasyonun tıbbi uygulamalarını retrospektif olarak değerlendirdiğimiz popülasyon, evreleme için Nükleer Tıp Ana bilim dalında PET prosedürünü tamamlayan 142 akciğer kanseri hastasından oluşmaktadır ve takibi en az beş yıl olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Nükleer Tıp ve Radyoloji Ana bilim dallarında düşük doz iyonize radyasyon tıbbi görüntüleme sistemlerini içeren prosedürlerin hastalığın tanı, tedavi ve takibinde hastada oluşturduğu radyasyon maruziyetleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde:

1. Hastaların ilk yılda, radyolojik tetkiklerden ortalama  $16.87 \pm 12.46$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $29.34 \pm 18.78$  mSv ve toplamda ortalama  $46.22 \pm 23.44$  mSv doza maruz kaldıkları hesaplanmıştır.
2. Beş yıllık değerlendirme sonucunda hastalar, radyolojik tetkiklerden alınan ortalama  $13.25 \pm 10$  mSv, nükleer tıp yöntemlerinden ortalama  $13.26 \pm 8.75$  mSv ve toplam ortalama  $26.52 \pm 12.86$  mSv doza maruz kalmıştır.
3. Tanının ilk yılında nükleer tıp yöntemlerinin oluşturduğu radyasyon maruziyeti anlamlı olarak diğer yıllardan ve radyolojik yöntemlerden yüksekti ( $p < 0.05$ ).
4. Hastaların radyolojik uygulamalarının ilk yılında oluşan radyasyon maruziyeti, diğer yıllardaki radyolojik uygulamaların oluşturduğu radyasyon maruziyeti kıyaslaması yapıldığında anlamlı olarak yüksek olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ).

5. Beş yıllık radyasyon doz maruziyetlerinin takibine bakıldığında ilk yıl hariç diğer yıllardaki radyolojik uygulamalarının oluşturduğu dozlar nükleer tıp uygulamalarının oluşturduğu dozlardan fazladır.
6. Hastalara beş yıl boyunca iyonize radyasyon içeren görüntüleme sistemlerinden 3298 prosedür uygulanmıştır.
7. Beş yıl takibi yapılan hastalarda 373 PET prosedürü, 1201 BT prosedürü uygulanmıştır.
8. ICRP'nin belirlemiş olduğu doz sınırlarına göre incelediğimizde ilk yılda 59 hasta (% 41.5) bir yılda maruz kalınabilecek maksimum doz olan 50 mSv doz seviyesini geçmiştir.
9. Beş yıllık ortalama doz maruziyet oranlarında 87 hasta (% 61.3) yüksek seviye olarak belirtilen aralıkta (>20-50 mSv), 7 hasta (% 4.9) çok yüksek seviye (>50 mSv) radyasyon dozuna maruz kalmışlardır.

## ÖZET

Uluslararası ve ulusal düzeyde yapılan araştırmalarda akciğer kanseri en sık görölen kanser türü ile birlikte ölümler oranlarına bakıldığında ciddi anlamda sağlık sorunu olarak ele alınmaktadır. Hastalığın tanı, evreleme ve tedavinin değerlendirmesi aşamalarında multidisipliner yaklaşımla beraber gelişen teknolojilerin kullanımı sağkalım sürelerinin uzatılması ve yaşam kalitesi için önemlidir. Hastalığın doğru tanı ve takibi için kullanılan görüntüleme sistemlerinin çoğu iyonlaştırıcı radyasyondan yararlanmaktadır. Görüntüleme sistemlerinde oluşan hasta radyasyon doz maruziyetleri düşük ölçüde ve hasta lehine istenen klinik ihtiyaca göre optimize edilerek uygulanmasına rağmen düşük doz radyasyonun kanser ve genetik hasar riski konusunda endişeler bulunmaktadır.

Yapılan çalışmada akciğer kanseri tanısı ile evreleme için Nükleer Tıp Ana bilim dalı'nda PET protokollerini tamamlamış tanı, evreleme ve tedavi değerlendirme süreci beş yılı aşkın hastaların iyonlaştırıcı radyasyon içeren görüntüleme sistem prosedürlerinden kaynaklı doz maruziyetleri retrospektif olarak araştırıldı. Trakya Üniversitesi Hastanesinde takibi yapılan, çalışma kriterlerine uygun, görüntüleme prosedürlerine erişimi sağlanan 142 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların radyasyon doz maruziyetlerinin beş yıllık değerlendirmesi yapılarak ilk yıl ve beş yıllık ortalama radyasyon doz maruziyetleri değerlendirildi. Radyoloji ve Nükleer Tıp Ana bilim dallarında geręekleřtirilen prosedürler incelenerek BT, BT dışı x-ışını içeren uygulamalar, PET/BT ve PET/BT dışı Nükleer Tıp prosedürlerinin uygulama yoğunlukları irdelendi.

Hastalığın doğru tanı ve tedavinin doğru değerlendirmesinde ilk yıl gerçekleştirilen görüntüleme prosedürlerinin sıklığı diğer yıllara oranla yüksekti. Bu oran radyasyon doz maruziyetinin ilk yıl daha fazla gerçekleştiği anlamına gelmektedir. Doz maruziyetlerindeki bulgular incelendiğinde 142 hastanın % 41,5'i birinci yıl 50 mSv 'ten fazla doza maruz kaldığını göstermekte ve beş yıllık ortalama doz maruziyetine baktığımızda bu oran % 4,9'a düşmektedir. Beş yıllık tüm prosedürler incelendiğinde Nükleer Tıp uygulamalarından PET prosedürü %11,3 oranına, radyolojik uygulamalarda BT prosedürü %36,4 oranına sahiptir.

Bazı hastalarda biriken doz miktarı ve ihtiyaca yönelik prosedürlerdeki doz miktarı endişe verici olsa da hasta maruziyetine yönelik prosedürleri klinik ihtiyaca göre dengelemek zordur. Tıbbi prosedürler stokastik kanser risklerine karşı sınırlandırılmazlar. Bu nedenle tıbbi radyasyona maruz kalma ile ilgili öneriler, bir prosedür için klinik ihtiyaca göre ve radyasyon dozunun makul derecede olması için kullanımı optimize etmeye odaklanmıştır. Hasta merkezli çalışmayı sağlamak, disiplinler arası ekiplerle çalışmak, kanıta dayalı uygulamaları kullanmak, kalitede iyileştirmeyi uygulamak ve bilişimi kullanmak gibi yetkinlikler, dikkatli bir şekilde takip edilirse, tıbbi görüntüleme de dahil olmak üzere tıbbi teknolojilerin aşırı kullanımını önemli ölçüde azaltacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Tanısal görüntüleme, radyasyon doz maruziyeti, nükleer tıp, radyoloji, akciğer kanseri.

## **DETERMINATION OF RADIATION EXPOSURE DUE TO DIAGNOSTIC MEDICAL IMAGINGS IN LUNG CANCER PATIENTS**

### **SUMMARY**

In international and national studies, lung cancer is considered as a serious health problem when looking at mortality rates along with being the most common type of cancer. Using developing technologies together with the multidisciplinary approach in the diagnosis, staging and evaluation of treatment of the disease is important for prolonged survival periods and quality of life. Most imaging systems used for the accurate diagnosis and monitoring of the disease benefit from ionizing radiation. Although radioactive dose exposures for patients in imaging systems are applied in low quantities and optimized according to the clinical need requested in favor of the patient, there are concerns about the risk of cancer and genetic damage of low dose radiation.

In this study, dose exposures resulting from imaging system procedures containing ionizing radiation of patients who completed PET protocols in the Nuclear Medicine Department for staging with the diagnosis of lung cancer and whose diagnosis, staging and treatment evaluation process exceeded five years were investigated retrospectively. 142 patients who were followed up at Trakya University Hospital, who met the study criteria and whose imaging procedures were accessible were included in the study. A five-year assessment of the

radiation dose exposures of the patients was determined and the average radiation dose exposures of the first year and five years in total were evaluated. The procedures that were carried out in the departments of Radiology and Nuclear Medicine were examined and the application intensities of CT, non-CT X-ray applications, PET/CT, and non PET/CT Nuclear Medicine procedures were examined.

The frequency of imaging procedures performed in the first year for correct diagnosis and treatment of the disease was higher than in other years. This rate means that radiation dose exposure occurs more in the first year. When all procedures are examined for five years, PET procedure from Nuclear Medicine applications has 11.3% and CT procedure in radiological applications has 36.4%. When all five-year procedures are examined, pet procedure in Nuclear Medicine applications has 11.3% and CT procedure in radiological applications has 36.4%.

Although the amount of dose accumulated in some patients and the amount of dose in need-oriented procedures is worrisome, it is difficult to balance patient exposure procedures with the clinical need. Medical procedures cannot be limited to stochastic cancer risks. Therefore, recommendations regarding exposure to medical radiation are focused on optimizing use according to the clinical need for a procedure and for the radiation dose to be reasonable. With the practice of patient-centered work, with the interdisciplinary teams, using evidence-based practice, improving quality improvement, and utilizing informatics will significantly reduce the overuse of medical technologies, including medical imaging.

**Keywords:** Diagnostic imaging, radiation dose exposure, nuclear medicine, radiology, lung cancer.



## KAYNAKLAR

1. Özlem C. İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi 2011; 1(2): 13-17.
2. Nami Y. Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Nük Tıp Sem 2015; 3: 139-143.
3. Radyasyonun Tıpta Kullanımı. [http://ankaenstitusu.com/radyasyonun-tipta-kullanimi/#:~:text=T%C4%B1bbi%20alandaki%20radyasyon%20uygulamalar%C4%B1%2C%20radyasyonla,ve%20tedavisinde%20%C3%B6nemli%20rol%20oynamakta d%C4%B1r. \[Çevrimiçi\]](http://ankaenstitusu.com/radyasyonun-tipta-kullanimi/#:~:text=T%C4%B1bbi%20alandaki%20radyasyon%20uygulamalar%C4%B1%2C%20radyasyonla,ve%20tedavisinde%20%C3%B6nemli%20rol%20oynamakta d%C4%B1r. [Çevrimiçi])
4. Bahattin Ç, Mehmet E., Rıza O. İyonlaştırıcı Radyasyon Ve Korunma Yöntemleri. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi 2017; 43(2): 139-147.
5. Z. Celal Tuğrul. İyonize Radyasyon Uygulamaları için Güvenlik Ve Korunmaya Yönelik Genel Kavramlar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2013; 17(3): 1-9.
6. Akciğer Kanseri Yol Haritası . İmmüno-Onkoloji Derneği, Türk Akciğer Kanseri Derneği, Türk Tıbbi Onkoloji Derneği ve Türk Toraks Derneği, Şubat 2016.
7. Süleyman D. İyonlaştırıcı Radyasyonlar Ve Kanseri. Dicle Tıp Dergisi Cilt/Vol 37; No 2: 177-185.
8. K. Alper Özgür. Nükleer-Radyolojik Acillerde Triyaj. Nucl Med Semin 2017; 3: 196-200.
9. Yasemin P., Bağnu U., F. Suna K., Bilal K., Mustafa D., Aslı A. ve ark. Radyasyon Güvenliği Kılavuzu: Genel Tanımlar Ve Nükleer Tıp Uygulamalarında Radyasyondan Korunma Kuralları. Nucl Med Semin 2020; 6: 71-89.
10. Radyasyonun Biyolojik Sistemler Üzerindeki Etkileri. Nucl Med Semin 2017; 3: 178-183. A., Nuri.
11. Prof. Dr. Pınar P. Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Sağlık Düşüncesi Ve Tıp Kültürü Dergisi Haziran-Temmuz-Ağustos 2011-2012; 23. sayı: 40-43.

12. Radyasyonun Tıpta Kullanımı. TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu). <http://kurumsalarsiv.tenmak.gov.tr/20.500.12878/642>.
13. Radyasyon, İnsan ve Çevre, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK). (2009), Ankara. <http://kurumsalarsiv.tenmak.gov.tr/20.500.12878/22>.
14. Fred A M Jr MD MPH, Walter H PhD, Terry T Y PhD, Mahadevappa MS PhD. Effective Doses In Radiology Diagnostic Nuclear Medicine: A Catalog. Radiology 2008; 248: 254-263.
15. Jasen N J, Cristoph P H, Jennifer S L, Daniel K B Jr, Terry T Y, Robert E R et al. Cumulative Radiation Exposure and Cancer Risk Estimation in Children With Hert Disease Circulation. Am Heart J 2014; 130: 161-167.
16. Jersey C, Andrew J E, Reza F, Harlan M K, Youngfei W, Joseph S R et al. Cumulative Exposure to Ionizing Radiation From Diagnostic and Therapeutic Cardiac Imaging Procedures. J Am Coll Cardiol 2010; 56(9): 702-11.
17. Brigitte A H A, Van der Bruggen-Bogaarts MD, Joan J B PhD, Jan-Williem J L MD, Paul F G M Van Waes MD, Jacop G MSc. Radiation Exposure in Standard and High-Resolution Chest CT Scans. Chest 1995; 107(1): 113-115.
18. Jin H, Hye-Jeong L, Ji Eun N, Young Jin K, Tae Hoon K, Kyu Ok C et al. Diagnostic Accuracy of CT Fluoroscopy-Guided Needle Aspiration Biopsy of Ground-Glass Opacity Pulmonary Lesion. AJR 2009; 192: 629-634.
19. Y Niu, Z Wang, Y Liu, V Yao Radiation Dose to the Lens Using Different Temporal Bone CT Scanning Protocols. American Journal of Neuroradiology 2010; 31(2): 226-229.
20. AC Miracle, SK Mukherji. Conebeam CT of the Head and Neck part 1: physical principles. American Journal of Neuroradiology 2009; 30(6): 1088-1095.
21. PhD, KP Mishra. Biological Responses Monitoring and Protection from Radiation Exposure KP Mishra PhD (Eds.) Vice Chancellor, Nehru Gram Bharti Universty, Allahabad, India April 2015 p. 239-58.
22. Michele S, Barbara P, Luisa P, Sabrina G, Alessio P, Alfredo D et al. Detection and Characterization of Focal Liver Lesions by Split-Bolus Multidetector-Row CT: Diagnostic Accuracy and Radiation Dose in Oncologic Patients. Perugia, Italy : Anticancer Research, 2014. Cilt 30, 6. 4334-4344.
23. A Karthikesalingam, Sheraz RM, Ruwan W, Stewart RW, Nicholas C, Roaj KP Radiation. Exposure During Laparoscopic Cholecystectomy with Routine İntaroperative Cholangiography. Surgical Endoscopy 2009; 23: 1845-1848.
24. Gunnar B, Ursula L, Gerhard G, Sibylle IZ, Wolfgang M, Stefan PM et al. Radiation Exposure of Patients Undergoing Whole-Body Dual-Modality 18F-FDG PET/CT Examinations. J Nucl Med 2005; 46(4): 608-13.
25. T Van den Wyngaert, K Strobel, WU Kampen, T Kuwert, W Van der Bruggen, HK Mohan et al. The EANM Practice Guidelines for Bone Scintigraphy Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging 2016; 43: 1723-1738.

26. Sarah K., Asif S. Whole-Body MRI vs Bone Scintigraphy in the Staging of Euring Sarcoma of Bone: a 12-year Single-Institution Rewiew. *Eur Radiol* 2019; 29: 5700-5708.
27. AK Tootell, K Szczepura, P Hogg. Comparison of effective dose and lifetime risk of cancer incidence of CT attenuation correction acquisitions and radiopharmaceutical administration for myocardial perfusion imaging. *Br J Radiol* 4 Aug. 2014; 87(1041).
28. M Behesti, FM Mottaghy, F Payche, FFF Behrendt, T Van den Wyngaert, I Fogelman et al. 18F-NaF PET/CT: EANM Procedure Guidelines for Bone Imaging *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging* 2015; 42(11): 1767-1777.
29. Akciğer Kanseri Farkındalık Ayı. T.C. Sağlık Bakanlığı. [hsgm.saglik.gov.tr/tr/haberler/akciger-kanseri-farkindalik-ayi.html](http://hsgm.saglik.gov.tr/tr/haberler/akciger-kanseri-farkindalik-ayi.html).
30. Abbas Yousefi-Koma Mojgan Panah-Moghaddam Victor Kalff The utility of metabolic imaging by 18F-FDG PET/CT in lung cancer: impact on diagnosis and staging. *Tanaffos*, 2013, 12.1: 16.
31. Akciğer Kanseri Taraması. Global Lung Cancer Coalition (Küresl Akciğer Kanseri Koalisyonu). [lungcancercoalition.org/uploads/docs/GLCC\\_LungCancerScreening2017\\_Spacing\\_TR.pdf](http://lungcancercoalition.org/uploads/docs/GLCC_LungCancerScreening2017_Spacing_TR.pdf).
32. Prof. Dr. Günay A. Akciğer Kanserlerinde Tanı Yöntemleri. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Kasım 2007; Sempozyum Dizisi 58: s. 141-152.
33. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/kbrn/radyasyon-dozlari-ve-etkileri>.
34. Reza F. M.D. M.Sc., Harlan M. K. M.D. S.M., Yongfei W. M.S., Joseph S. R. M.D., Jersey C. M.D. M.P.H., Henry H. T. M.D. et al. Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures *N Engl J M* 2009; 361(9): 849-857.
35. Fred A. Mettler, Jr, Mythreyi Bhargavan, Keith Faulkner, Debbie B. Gilley, Joel E. Gray, Geoffrey S. Ibbott et al. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: frequency, Radiation dose and comparison with other Radiation sources, 1950-2007. *Radiology* 2009; 253(2): 520-531.
36. Madan M R, Patient radiation exposure and dose tracking: a perspective. *Journal of Medical Imaging*, 2017, 4.3: 031206.
37. Fred A. M. Jr, Mahadevappa M., Mythreyi B.-C., Charles E. C., Jennifer G. E., Donald P. F. et al. Patient exposure from radiologic and nuclear medicine procedures in the United States : procedure volüme and effective dose fort he period 2006-2016. *Radiology* 2020; 295; 418-427.
38. Carl H. S., Romeo F., Linda S-L M., Mohan D. The risk of cancer from CT scans and other sources of low-dose radiation: a critical appraisal of methodologic quality. *Prehospital And Disaster Medicine* 2020, 35.1: 3-16.
39. Susan P-M, Leslie B., Alison A. M., Brian E. H., Stuart C. W. A dental x-ray validation study: comparison of information from patient interviews and dental charts. *American Journal of Epidemiology*, 1985, 121.3: 430-439.

40. Peter D. I., Anders E., Maria R. G., Lars G., John D. B. Jr. Medical diagnostic x rays and thyroid cancer. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 1995, 87.21: 1613-1621.
41. Little M. P. Comparison of the risks of cancer incidence and mortality following radiation therapy for benign and malignant disease with the cancer risks observed in the Japanese A-bomb survivors. *International Journal of Radiation Biology*, 2001, 77.4: 431-464.
42. R. Elaine Cancer Risk From Medical Radiation *Health Phys* 2003;85(1):47–59.
43. Wall B. F., Kendall G. M., Edwards A. A., Bouffler S., Muirhead C. R., Meara J. R. What are the risks from medical X-rays and other low dose radiation? *Br J Radiol*, 2006, 79.940: 285-294.
44. Schauer D. A., Linton O. W. NCRP report No. 160, ionizing radiation exposure of the population of the United States, medical exposure—are we doing less with more, and is there a role for health physicists? *Health Physics*, 2009, 97.1: 1-5.
45. William R. H. , Gary J. B., James P. B., Jennifer B., William J. C., Beth A. E. Addressing overutilization in medical imaging. *Radiology*, 2010, 257.1: 240-245.

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### ŞEKİLLER

ŞEKİL 1. Radyoloji ve nükleer tıp görüntüleme tekniklerinde hastaların yıllara göre aldıkları kümülatif radyasyon doz miktarları (mSv).....	20
ŞEKİL 2. Yıllara göre nükleer tıp yöntemlerinden oluşan dozların kıyaslanması.....	21
ŞEKİL 3. Yıllara göre radyoloji yöntemlerinden oluşan dozların kıyaslanması.....	22

### TABLolar

TABLO 1. Çeşitli radyasyon türleri için kalite faktörleri.....	6
TABLO 2. Doku ve organ ağırlık faktörleri tablosu (ICRP 61).....	6
TABLO 3. ICRP tarafından hazırlanan rapora göre sınırlandırılmış doz sınırları .....	10
TABLO 4. İyonizan görüntüleme teknikleri ve oluşturduğu efektif dozlar .....	12
TABLO 5. Radyasyon miktarlarını belirlemek için beş yıl boyunca uygulanan prosedürler .	17
TABLO 6. Hastalara tanı ve tedavi sürecinde yıllık olarak yapılan tetkik sayıları .....	19
TABLO 7. Tıbbi görüntüleme prosedürlerinden düşük, orta, yüksek ve çok yüksek yıllık etkili kümülatif etkili doz aralıklarında maruziyet frekansları .....	23

## **ÖZGEÇMİŞ**

1985 yılında Tekirdağ'ın Hayrabolu ilçesinde doğdum. İlköğretim ve orta öğretim eğitimimi Edirne'nin Uzunköprü ilçesinde tamamladım. Lisans eğitimimi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nde 2018 yılında tamamladım. 2019 yılında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Sağlık Fiziği Anabilim Dalı'nda Tezli Yüksek Lisans eğitim programına başladım.

## **EKLER**

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2020/298	
	PROTOKOL ADI	Akeğer Kanser Hastalarında Tanısal Amaçlı Yapılan Tıbbi Görüntülemelerden Dolayı Oluşan Radyasyon Maruziyetinin Belirlenmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI UNVANI / ADI	Prof. Dr. Gülay DURMUŞ ALTUN	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 13/16	Tarih: 24.08.2020	
Fakültemiz Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Gülay DURMUŞ ALTUN'un sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Barbaros ÇEVİRİCİ'nin tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllü ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.			
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
CALIŞMA ESASI Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi			

UYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Gülşüm ONAL Başkan	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Hakan GÜRKAN Başkan Yardımcısı	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Ruhan Deniz TOPUZ Üye	Tıbbi Farmakoloji	T.Ü.T.F. Tıbbi Farmakoloji A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyostatistik	T.Ü.T.F. Biyostatistik A.D.	K	E H	E H	Mazeretli
Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E H	E H	Mazeretli
Prof. Dr. Hasan ÜMIT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	Mazeretli
Prof. Dr. Galip EKURLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Filiz TÜTÜNCÜLER KÖKENLİ Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Öğr. Gör. Dr. Sinan ATEŞ Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	Mazeretli
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	Mazeretli
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	Mazeretli
Emekli Öğretmen Sinan SECKİN Üye		Serbest Üye	E	E H	E H	

\*Araştırma ile ilişki  
\*\*Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Ahmet TEZEL  
Dekan a.  
Dekan Yrd.

maruziyetinin  
Dr. Gürbüzçin  
Dp. 193