



# DURSUN ODABAŞ TIP MERKEZİ RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI



2021

## RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ

Adı	Görevi	Dahili Tel.	e-mail
Prof. Dr. Cemil GÖYA (Başkan)	Başhekim Yardımcısı	6355	cegoya1@yahoo.com
Dr. Öğr. Üyesi Taylan TUĞRUL	Öğretim Üyesi	6556	taylantugrul@gmail.com
Dr. Öğr. Üyesi Mahsun ÖZÇELİK	Öğretim Üyesi	6519	puhuw@hotmail.com
Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK	Öğretim Üyesi	6330	fatihozturk2488@gmail.com
Süleyman AYŞİN	Hastane Müdür Yardımcısı	6059	mudrad6100@hotmail.com
Yeter İrem BAYRAM	Sağlık Bakım Hizmetleri	6087	xyz_prozac@hotmail.com
Zeynalabidin ATABEY	Radyoloji Sorumlu Teknisyen	6252	z.a.atabey@gmail.com
Elif GAZİOĞLU	Kalite Yönetim Direktörü	6250	gaziogluelif@hotmail.com
İbrahim YILDIZ	Nükleer Tıp Sorumlusu	6522	yildiz.653465@gmail.com
Sevim TOPRAK	Kalite Sekreteri	6250	topraksevim65@gmail.com
Beyza AKSÖZ	Kalite Hemşiresi	6250	beyzaaksoz@gmail.com
Mervenur TAŞ	HAP Koordinatör	6665	mervenurtas@gmail.com
Murat VANÇİN	İş Yeri Hemşiresi	6269	murat210821@hotmail.com

## **1. Amaç ve Faaliyet Alanı**

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi; tıp eğitimi, toplum sağlığı ve bilimsel araştırma hizmetleri veren bir kurumdur. Üniversite hastanemizdeki radyoaktif maddeler ve radyasyon üreten cihazlar Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile tanı ve tedavi alanında yoğun hizmet vermektedirler.

Bu el kitabı, radyoaktif maddelerin ve radyasyon üreten cihazların; sağlık, eğitim ve araştırma amacıyla güvenli ve etkin kullanımına katkıda bulunmak, hastane personeli, hasta ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla TAEK'in Radyasyon Güvenliği Mevzuatı ve ilgili kanun ve yönetmeliklerin rehberliğinde tüm hastane personeline yönelik olarak hazırlanmıştır.

## **2. Yetki ve Sorumluluklar**

### **2.1. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi**

İşveren olarak, TAEK'in düzenlemeleri doğrultusunda kurum içi radyasyon güvenliğini sağlamakla yükümlüdür.

### **2.2. Radyasyon Güvenliği Komitesi görev ve Sorumlulukları**

2690 sayılı "Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Kanunu" 4-d Maddesi gereğince, iyonlaştırıcı Radyasyon Cihazları, radyoaktif maddeler ve benzeri radyasyon kaynakları kullanarak yapılan çalışmalarda iyonlaştırıcı radyasyonların zararlarına karşı korunmayı sağlayıcı ilkelerin, önlemlerin ve hukuki sorumluluk sınırlarını saptamanın kurumların görevleri arasında olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle TAEK Radyasyon Güvenliği Komitesi yöntem ve ilkelerini belirleyen bir çalışma yaparak hastanemizden "Radyasyon Güvenliği Komitesi" (RGK) kurulması isteminde bulunmuştur.

Hastanemiz radyasyon güvenliği komitesi için TAEK tarafından belirlenen idari gereklilikler şunlardır:

1. Komite üyeleri; lisans sahibi/sahipleri, radyasyon korunması görevlisi/görevlileri, medikal fizikçiler, hemşire temsilcisi, hastane yönetimi temsilcisi (başhekim, başhekim yardımcısı, başmüdür, başmüdür yardımcısı gibi) en az 4 kişiden oluşması tavsiye edilir. Radyasyon kaynağı kullanan her bir birimin (radyasyon onkolojisi, nükleer tıp, genel radyoloji, kardiyoloji, oral diağnoz vb) temsilcisi bu komitede yer almalıdır.
2. Komite yılda en az 2 kere toplanmalıdır.
3. Komitenin kimlerden oluştuğu her yıl hastane yönetimi tarafından yayınlanarak, görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişiler ve diğer ilgililere tebliğ edilmelidir.
4. Komite başkanının seçimiyle göreve gelmesi tavsiye edilir.
5. Toplantıların radyasyon korunması görevlisi ve hastane yönetim temsilcisi mutlaka olmak kaydıyla çoğunluk sağlandığı takdirde yapılması tavsiye edilir.
6. Her komite toplantısı rapor edilmeli ve bu raporun aşağıdaki hususları içermesi tavsiye edilir.
  - a) Toplantı tarihi,
  - b) Toplantıya katılan ve bulunamayan üyeler,
  - c) Tartışılan ve karara varılan hususlar,
  - d) Yapılmasına karar alınan işler ve tavsiyeler,

e) Optimizasyon (ALARA) prensibinin uygulanış ve yürütülmesi çerçevesinde yapılan plan ve programların gözden geçirilerek varılan sonuçlara ilişkin kararlar,

7. Komite toplantı raporu tüm üyelere ve diğer ilgili kurum (TAEK, Sağlık Bakanlığı, YÖK, vb.) ve kişilere dağıtılmalı ve bir kopyası da ayrı dosyada saklanmalıdır.

8. Komite, Türkiye Atom Enerji Kurumu'nun ve diğer ilgili kuruluşların (Sağlık Bakanlığı gibi) yayınlamış oldukları radyasyondan korunma ve güvenliği mevzuatını inceleyip, yerine getirmekle yükümlü olduğu tüm hususları yürürlüğe koymak üzere ayrıntısıyla planlayıp; tanı, tedavi ve araştırma amaçlarıyla radyasyonla çalışılan her bölüm için bir organizasyon şeması oluşturup uygulanmasını sağlamalıdır.

9. Komite, radyasyon uygulamalarının yapıldığı bölümlerde çalışanların, halkın ve hastaların radyasyon güvenliğini sağlamak ve kişisel veya kolektif dozları ALARA prensibine uygun şekilde en az seviyede tutabilmek için tüm radyasyonla çalışılan bölümlerde günlük çalışma imkanlarını ve şartlarını belirleyerek ve tehlike durumunda yapılacak işlemleri ve alınacak önlemleri de içerecek şekilde ayrıntılı bir "Radyasyon Güvenliği El-Kitabı" hazırlanmasını sağlamalı, onaylamalı, tüm radyasyon görevlilerinin ulaşabileceği şekilde ilgili bölümlere dağıtmalı, gerekli görüldüğünde ve her yıl bunu yenilemelidir.

10. Her toplantıda tesiste bulunan tüm radyasyon kaynaklarının envanterinin tutmak ve bunları belirlenen periyotlarda güncellemektir.

11. Komite kullanılan radyasyon kaynaklarına ilişkin güvenlik analizlerinin yapılarak gerekli güvenlik analiz raporlarının hazırlanmasını sağlar.

12. Komite, her toplantıda yürürlükteki radyasyondan korunma ve güvenliği programları dahilinde alınan kişisel ve kolektif dozları değerlendirmesi ve personelin bu değerlendirmeler hakkında bilgi sahibi olmasının sağlanması, iyileştirme gerektiren uygulamalara dönük tavsiyeleri belirlemelidir.

13. Komite, radyasyonla çalışan kişilerin eğitim ve deneyimi ile ilgili olarak yeterlilik değerlendirmeleri yaparak gereken bilgi aktarımını sağlamak üzere eğitim programlarını oluşturmalı ve gereksinimlere göre yenilemelidir.

14. Komite, üç ayda bir radyasyon korunması görevlisi/görevlilerinin tuttukları kayıtlar ve hazırladıkları raporlara göre; personel radyasyon dozlarını, radyasyon ölçüm taramaları sonuçlarını, kontaminasyon olaylarını, radyoaktif atık kayıtlarını, kalite kontrol kayıtlarını, bakım onarım kayıtlarını, eğitim programlarını incelemeli ve değerlendirmelidir.

15. Komite, üç ayda bir radyasyon korunması görevlisi/görevlilerinin yardımıyla tüm olağandışı durumları gözden geçirmeli, sebepleri, gelişimi, alınan önlemleri ve tekrarlanmaması için yapılan düzenlemeleri değerlendirmelidir.

16. Komite, "Etik Komite" ile işbirliği kurarak, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon içeren uygulamalara dönük önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirmeli ve "gerekçelendirme" prensibine uygun olarak karar almalıdır. Komiteden onay almadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılmamalıdır.

17. Komite, her yıl radyasyon güvenliği programlarını yeniden gözden geçirmeli, aksayan yönleri saptamalı, yenilemelidir.

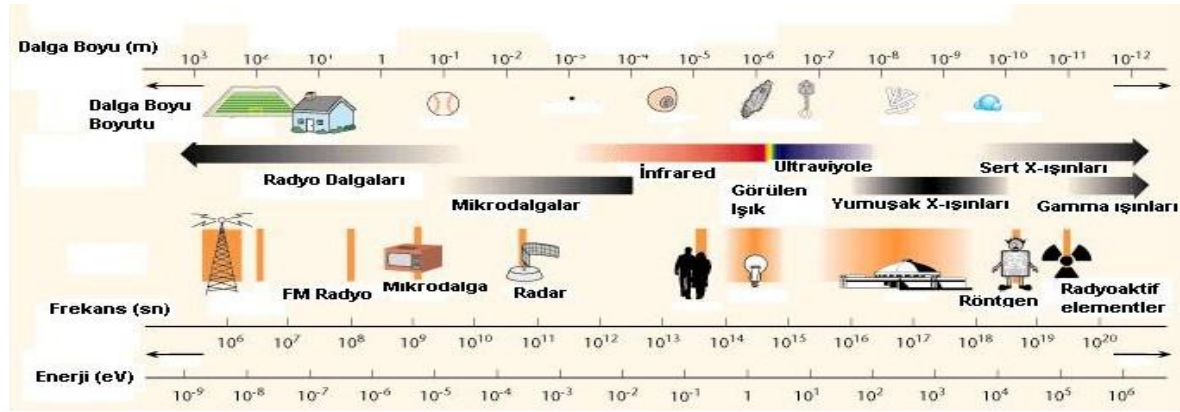
18. Komite, her yıl hazırlanan radyasyon güvenliği programlarının ve "Radyasyon Güvenliği El-Kitabı"nın bir kopyasını TAEK'e göndermelidir.

### 3. Radyasyon Hakkında Genel Bilgiler

#### 3.1. Radyasyonun Tanımı ve Türleri

Radyasyon, dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerjidir. Yayılan enerjinin miktarına ve bu enerjinin kaynağına göre değişen çeşitli radyasyon tipleri vardır.

Canlı veya cansız tüm varlıklar atomlardan oluşurlar. Yetişkin bir insan vücudunu, oksijen, karbon, hidrojen, nitrojen, fosfor, potasyum ve diğer elementlerin atomlarının oluşturduğu bir paket gibi düşünebiliriz.



Şekil 1. Elektromanyetik radyasyon spektrumu

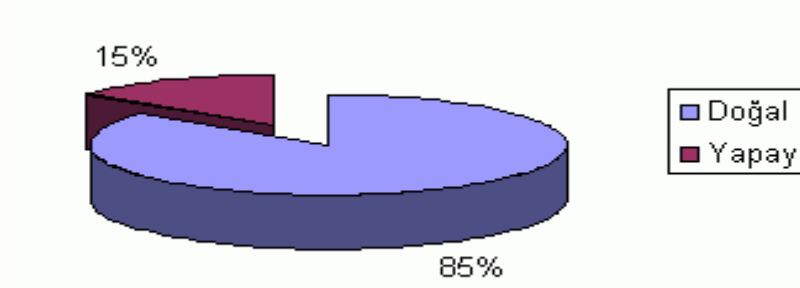
Yüksek enerjili radyasyon iyonize radyasyon olarak da tanımlanır ve atomdan elektron koparabilen dolayısıyla atomu iyonize edebilen radyasyon türüdür. Bunlar: Alfa, Beta, Gama ve X-ışınlarıdır.

Düşük enerjili ya da iyonize olmayan radyasyon ise etkileştiği materyal içindeki atomları yeteri kadar enerjisi olmadığı için iyonize edemez ve sadece uyarmakla yetinir. Mikrodalgalar, görünür ışık, radyo dalgaları, kızılötesi ve (çok kısa dalga boyluları hariç olmak üzere) morötesi ışık iyonize olmayan radyasyona örnektir.

Elektromanyetik spektrumu oluşturan bütün radyasyonlarda (Şekil 1) enerji, yüksüz ve kütsüz fotonlar tarafından taşınmaktadır. Eğer iyonize edici elektromanyetik radyasyon çekirdekten yayımlanıyorsa gama, yörüngeden yayımlanıyorsa X-ışını adını alır.

#### 3.2. Radyasyon Kaynakları

Yeryüzündeki tüm canlı ve cansız varlıklar havada, suda, toprakta, hatta kendi vücutları içerisindeki doğal radyasyon kaynakları ve bunlara ek olarak insanlar tarafından üretilen yapay radyasyon kaynaklarının her gün ışınımına maruz kalmaktadırlar (Şekil 2).

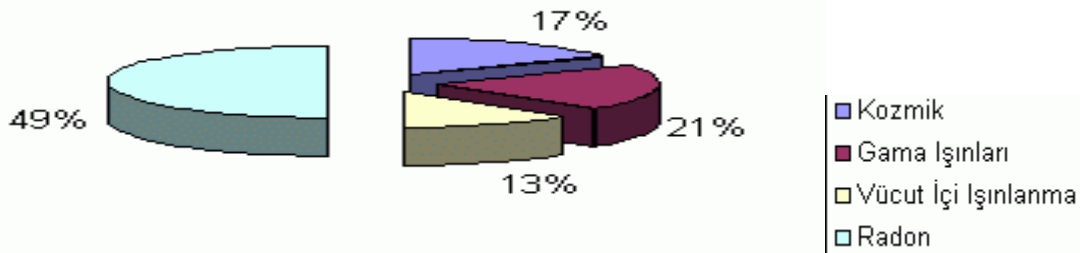


**Şekil 2.** Dünya genelinde doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından alınan doz oranları (kaynak: [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr))

İnsanoğlu var olduğundan bu yana sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Dünyanın oluşumuyla birlikte tabiatta yerini alan çok uzun ömürlü (milyarlarca yıl) radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuşlardır. Geçtiğimiz yüzyılda bu doğal düzey, nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile bir hayli artış göstermiştir. Maruz kalınan doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirleyen birçok neden vardır. Yaşanılan yer, bu yerin toprak yapısı, barınılan binalarda kullanılan malzemeler, mevsimler, kutuplara olan uzaklık ve hava şartları bu nedenlerden bazılarıdır. Yağmur, kar, alçak basınç, yüksek basınç ve rüzgâr yönü gibi etkenler de doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirler. Radyasyon kaynaklarını, doğal ve yapay olmak üzere, iki sınıfa ayırabiliriz:

### 3.3. Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal radyasyonun bir kısmını uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur. Bu ışınların büyük bir kısmı dünya atmosferinden geçmeye çalışırken tutulurlar. Sadece küçük bir miktarı yerküreye ulaşır. Bir dağın tepesinde veya havada yol alan bir uçakta bulunan bir kişi, deniz seviyesinde bulunan bir kişiden çok daha fazla kozmik ışına maruz kalır. Bu yüzden bir pilot, uçuş süresi boyunca, deniz seviyesinde çalışan bir kişinin maruz kaldığı doğal radyasyon düzeyinden yaklaşık 20 kat daha fazla bir radyasyon dozu alır. Günlük yaşantımızda, kozmik ışınlar nedeniyle maruz kaldığımız radyasyon dozunun dünya ortalaması 0,39 mSv / yıl'dır.



**Şekil 3.** Dünya genelinde maruz kalınan doğal radyasyon kaynakları (kaynak: [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr))

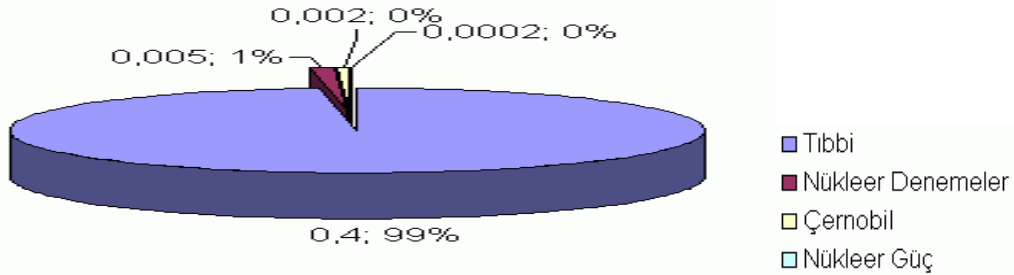
Fosil yakıtlar doğal ve uzun ömürlü radyoaktif elementler içerirler. Bu tür elementler yakıt içinde iken bir radyasyon tehlikesi oluşturmazlar. Ancak fosil yakıtlar yakıldıklarında bu elementler atmosfere yayılır ve daha sonra toprağa dönerek doğal radyasyon düzeyinde az da olsa bir artışa neden olur. Doğada mevcut kısa ömürlü radyoaktif elementlerin yaydığı gama ışınlarının da katkısıyla topraktan maruz kaldığımız radyasyon dozunun dünya ortalaması 0,46 mSv / yıl'dır.

Vücudumuzda bulunan radyoaktif elementlerden (özellikle Potasyum-40 radyoaktif izotopu) dolayı da belli bir radyasyon dozuna maruz kalırız. Bir yıl boyunca bu şekilde maruz kaldığımız iç (dâhili) radyasyon dozunun dünya ortalaması 0,23 mSv kadardır.

Yiyecek, içecek ve teneffüs ettiğimiz havadan maruz kaldığımız dozun dünya ortalaması yaklaşık 0,25 mSv / yıl'dır. Özellikle kabuklu yiyecekler daha fazla radyoaktif madde içerirler ve bu ürünleri fazla miktarda tüketen insanlar bu ortalamanın üzerinde bir radyasyon dozu alırlar. Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli sebeplerden biri, yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin bozunması sırasında salınan radon gazıdır. Bu bozunma sırasında oluşan diğer radyoaktif maddeler toprak içerisinde kalırken maalesef radon toprak yüzeyine doğru yükselir. Eğer bu gaz, yayılmalar sonucu seyrelirse herhangi bir sorun oluşturmaz. Ancak, radon gazının yayıldığı yüzey üzerinde bulunan evlerde iyi bir havalandırma sisteminin olması gerekir. Böyle bir havalandırma yoksa radon gazı evin içinde dışarıdakinden yüz kat hatta bin kat daha fazla olacaktır. Bu gaz teneffüs edildiği takdirde akciğerlere geçici olarak yerleşip tüm dokuların radyasyona maruz kalmasına neden olabilir. Radon gazından dolayı dünya genelinde maruz kalınan ortalama doz 1,3 mSv / yıl'dır. Radon gazı hariç doğal radyasyonun sağlık üzerinde zararlı bir etkisi görülmez.

### 3.4. Yapay Radyasyon Kaynakları

Gelişmiş endüstriyel ekonomilerin ve yüksek yaşam standartlarının, doğada mevcut olmayan bazı radyasyon kaynakları kullanılmadan süreklilik gösterebileceğini düşünmek şimdilik pek mümkün gözükmemektedir. İşte bu yüzden insanoğlu, teknolojik gelişiminin gereği olarak, bazı radyasyon kaynaklarını yapay yollarla üretme ihtiyacı duymuştur. Bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlar. Bazı durumlarda ise alternatifleri yok gibidir.



Şekil 4. Dünya genelinde maruz kalınan yapay radyasyon kaynakları (kaynak: [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr))

Yapay radyasyon kaynakları da tıpkı doğal radyasyon kaynakları gibi belli miktarlarda radyasyon dozuna maruz kalınmasına neden olurlar. Ancak bu doz miktarı, talebe bağlı olarak artsa da, doğal kaynaklardan alınan doza göre çok daha düşüktür. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları da maruz kalınacak doz miktarı açısından önemli bir özelliktir.

Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X-ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır.

#### 3.4.1. Tıbbi Uygulamalar

Tıp alanındaki radyasyon uygulamaları, radyasyonla görüntü elde edebilme ve radyasyonun hücre veya tümörleri yok edebilme yeteneğine sahip olması temeline dayanır. Bu iki özelliğinden dolayı radyasyon hastalıkların teşhis ve tedavisinde önemli rol oynar.

### **3.4.2. Tanısal Radyoloji**

Radyasyonun tıbbi alanda yaygın kullanılmakta olan ve gün geçtikçe geliştirilen en eski çeşidi X-ışınlarıdır. Genellikle hastalıkların teşhisi amacıyla kullanılan X-ışınları, hastanın vücudundan geçirilerek hastalıklı bölgenin görüntüsü röntgen filmi veya bilgisayarlı tomografi şeklinde elde edilir.

### **3.4.3. Nükleer Tıp**

Vücuttaki organ veya dokuların işlevleriyle ilgili çalışmalar yapmak üzere bazı radyoaktif maddeler kullanılır. Bu tür çalışmalarda radyoaktif madde, vücuda, radyoaktif maddenin incelenecek dokuda toplanmasını ve geçici bir süre buraya yerleşmesini sağlayacak bir kimyasal madde ile birleştirilerek verilir. Radyoaktif maddenin vücuttaki dağılımı veya akışı, vücuda verilen radyoaktif maddeden salınan gama ışınlarını algılayacak özelliklere sahip cihazlarla elde edilir.

### **3.4.4. Radyoterapi**

Kanser hastalıklarının birçoğunun tedavisinde etkin olarak kullanılır. Tedavinin amacına ulaşması tedavi edilecek bölgeye tedavi için gerekli radyasyon dozu verilirken sağlam doku ve organların dozunun minimum düzeyde tutulmasıyla mümkün olur.

### **3.4.5. Endüstriyel Uygulamalar**

X ve gama ışınlarından yararlanılarak röntgen filmleri çekilen endüstriyel ürünlerin (borular, buhar kazanları, her türlü makine aksamları, vs.) her hangi bir hata içerip içermediği tespit edilebilmektedir. Bu çalışmalar genel olarak radyografi olarak adlandırılırlar. Radyografi dışında radyasyondan yararlanılarak yine bir çok sanayi ürününün (demir, çelik, lastik, kağıt, plastik, çimento, şeker, vs.) üretim aşamasındaki seviye, kalınlık, nem ve yoğunluk ölçümleri yapılmaktadır.

Işınlama tesislerinde gıda ışınlanması, tek kullanımlık atılabilir tıbbi malzemelerin sterilizasyonu yapılmaktadır. Akarsularda debi ölçümü, barajlarda su kaçaklarının tespiti, yeraltı sularının hareketlerinin takibi, radyasyondan yararlanılarak mutasyona uğratılan tohumlar daha verimli ve dayanıklı hale getirilmektedirler.

### **3.4.6. Nükleer Serpinti**

Atmosferde gerçekleştirilen nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen radyoaktif serpintiler, radyoaktif çevre kirliliğine neden olan en büyük yapay radyasyon kaynağıdır. Ancak 1960'lı yılların başlarında bu yolla maruz kalınan radyasyon dozu günümüzde nispeten azalmıştır. Bununla birlikte, yer üstü ve hatta yeraltında yapılan bu tür denemeler bölgesel kirliliğe neden olmaktadır.

### **3.4.7. Nükleer Güç Santralleri**

Ağır radyoaktif (Uranyum gibi) atomların bir nötronun çarpması ile daha küçük atomlara bölünmesi (filyon) veya hafif radyoaktif atomların birleşerek daha ağır atomları oluşturması (füzyon) sonucu çok büyük bir miktarda enerji açığa çıkar. Bu enerjiye nükleer enerji denir. Nükleer reaktörlerde filyon reaksiyonu ile edilen enerji elektriğe çevrilir. Güneşteki reaksiyonlar ise füzyon reaksiyonudur. Bu reaksiyonun ortaya çıkardığı sıcaklık filyon reaksiyonundakinden çok



daha fazladır (birkaç milyon santigrad derece). Bu yüzden bu sıcaklığı kontrol edebilecek bir füzyon reaktörü henüz kurulamamıştır.

### 3.4.8. Tüketici Ürünleri

Televizyonlar, duman dedektörleri, fosforlu saatler, paratonerler ve lüks lambası fitilleri gibi bazı tüketici ürünleri az miktarlarda da olsa radyoaktif madde içerirler. Kömür ve fosfat kayaları uranyum, radyum, Potasyum-40 ve toryum içerirler. Fosfatın gübre ve kömürün yakıt olarak kullanılması esnasında çevreye az da olsa belli bir radyasyon dozu verilir.

## 3.5. Radyasyon Çeşitleri

Radyasyon madde üzerinde oluşturdukları etkilere göre, iyonlaştırıcı olan ve olmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Yüksek enerjili ışınlar başka bir atoma çarptıklarında o atomun dış yörüngesinde bulunan elektronu koparabiliyorsa, diğer bir deyişle bu atomu iyon haline getirebiliyorsa bunlara iyonlaştırıcı radyasyon (iyonize radyasyon) adı verilir.

Diğer yandan herhangi bir kaynaktan çıkan (örneğin güneş) ancak iyonizasyona neden olmayan radyasyona iyonlaştırmayan radyasyon (non-iyonize radyasyon) adı verilir. Atomları iyonlaştıracak kadar yüksek enerjiye sahip radyasyon, hedef madde üzerinde bir miktar ısı artışına yol açar ve bilindiği kadarıyla, canlı organizmalar üzerinde olumsuz bir etkiye sahip değildir.

İyonlaştırıcı radyasyon, atomları iyonlaştırabildiğinden, molekül bağlarını da kırabilir. Açığa çıkan serbest radikaller diğer hücrelere de sızarak, olumsuz kimyasal tepkimelere yol açar. Böylelikle canlı organizmaların hücre yapılarında ve mekanizmalarında hasar oluşabilir.

İyonlaştırıcı radyasyonlar; kozmik radyasyonlar ya da kozmik ışınları (uzaydan gelen X ve gama ışınları), Röntgen ışınları olarak adlandırdığımız X-ışınları ve radyoaktif maddelerden çıkan alfa, beta, nötron, gama ışınları gibi çeşitli türdeki radyasyonları kapsamaktadır. X-ışınları dışındaki radyasyonlar, atom çekirdeğinden çıkmakta ve bundan dolayı bunlara nükleer radyasyonlar da denilmektedir.

İyonlaştırıcı olmayan radyasyonlar; ultraviyole ışık (morötesi ışık), güneş ışınları, radyo dalgaları, bilgisayar ve televizyonların çalıştığı elektromanyetik dalgalar, radar dalgaları, cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar, mikrodalgalar, baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik sinyaller ve benzerlerini içermektedir.

İyonlaştırıcı Radyasyonlar iyonize radyasyon çevre atomlara enerji aktarır ve elektron kopmasına neden olur. Elektromanyetik ve partiküler olmak üzere ikiye ayrılır:

### 3.5.1. Elektromanyetik Radyasyon

Elektromanyetik radyasyon X-ışınları ve gamma ışınları gibi iyonize radyasyonlar ile ultraviyole ışık (morötesi ışık), infrared ışık (kızılötesi), radar, mikrodalga, radyo dalgaları, görünen ışık ve benzerlerini içeren non-iyonize radyasyonları içermektedir.

### 3.5.2. Röntgen (X) Işınları

X-ışınları Alman Fizikçi Wilhelm Röntgen (1895) tarafından keşfedilmiştir. X ışınlarının elde edilmesinde, William David Coolidge (1913) tarafından geliştirilen sıcak katodlu Röntgen tüpleri kullanılmaktadır. Tıpta kullanılan röntgen cihazlarında elde edilen X-ışını, temelde X-ışın tüpü adı verilen bir tüp içinde bulunan elektron tabancasından çıkan yüksek enerjili elektronlar yüksek

hızlarda tungsten atomu gibi ağır bir hedefe çarptırılır. Bu devreden sonra X-ışını açığa çıkar. Bu olay sürekli tekrarlanırsa düzenli bir şekilde aynı enerjiye sahip X-ışınları elde edilir.

### 3.5.3. Gamma Işınları

Gamma ışınları çekirdeklerin yayınladığı elektromanyetik dalgalar olarak keşfedilmiştir. Gamma ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir. Bu ışınlar atom çekirdeğinin enerji seviyelerindeki farklılıklardan meydana gelir. Atom çekirdeğinden bir alfa veya bir beta parçacığı ayrıldıktan sonra çekirdekte fazladan enerji oluşur. Gama ışınları, atomun fazladan sahip olduğu enerjiyi çekirdeğinden uzaklaştırması sebebiyle oluşur. Yüksek enerji seviyesine sahip olan atom çekirdeğinin yapısı kararsızdır. Kararlı bir yapıya sahip olmak için çekirdekten enerji salınır. Gamma ışınları çekirdekten ayrılan elektromanyetik enerjidir.

### 3.5.4. Partiküler Radyasyon

Partiküler radyasyonlar alfa, beta, proton, nötron ve elektronlardır.

### 3.5.5. Alfa ( $\alpha$ ) Işını

1903 yılında Rutherford tarafından keşfedilen alfa ışını Uranyum, Radyum, Toryum gibi atom numaraları yüksek olan elementlerin parçalanmaları esnasında çekirdek tarafından dışarı atılırlar. 2 proton ve 2 nötrondan meydana gelmiş olup bir Helyum atomunun çekirdeğidir. Tıpta tanı ve tedavide kullanılmazlar.

### 3.5.6. Beta ( $\beta$ ) Işını

Bir elementin çekirdeğindeki proton veya nötronların fazlalığından dolayı kararlı olmayan atom çekirdekleri tarafından üretilen yüksek enerjili ve çok küçük kütleli parçacıklar olup eksi yüklü beta ışını elektron (negatron), artı yüklü beta ışını pozitron adını alır.

Maddeyle etkileştiklerinde uyarılma ve iyonlaşmaya sebep olma dışında beta ışını çekirdeğin yakınından geçerken çekilirler ve hızları birden azalır enerjisi kaybolur. Bu enerji bir X-ışını (Bremsstrahlung) olarak atomdan yayınlanır.

Elektronlar atomun yörüngelerinde bulunurlar. Negatif yüklü olduğu için elektrik ve manyetik alanda saparlar. Atomun yörüngelerinde elektronlar yer değiştirirse X-ışınları elde edilir. Günümüzde tedavide kullanılmaktadır.

### 3.5.7. Nötronlar

Nötron, doğal hidrojen dışındaki bütün atomların çekirdeklerinde yer alan temel parçacıktır. 1932 yılında James Chadwick tarafından bulunmuştur. Nötron radyasyonu veya nötron ışını; özellikle atomik fisyon (nükleer parçalanma-bölünme) ve nükleer füzyon (atomik kaynaşma-birleşme) esnasında, kararsız ya da aktif atom çekirdeği tarafından, bir nötronun yayınlanmasıdır. Kozmik ışınlarda bir miktar bulunmalarının yanında, nötronlar, genellikle yapay şekilde oluşmaktadır.

### 3.5.8. Protonlar

Pozitif ışınlar adı verilen bu artı yüklü iyon demetleri ilk defa 1886 da Eugen Goldstein tarafından bulundu. Pozitif ışınların elektrik ve manyetik alanların etkisinde sapmaları ise 1898 de Wilhelm Wien ve 1906 da J.J. Thomson tarafından incelenmiştir. Çekirdeğin yapısında bulunan protonlar +1 birim yüklü ve kütle numarası 1 olduğu için, Hidrojen atomunun çekirdeğidir.

### 3.5.9. Görünür Işık

Spektrumda gözle algılanabilen elektromanyetik ışınların olduğu bölgeye “görünür ışık spektrumu” denir. Görünen ışık dalga boyu 4.000-8.000 Angström (0.8-0.4 mm) arasındadır. Frekansı ise 4-8  $10^{14}$  Hz civarındadır. İnsan gözü 400 nm ile 700 nm aralığındaki elektromanyetik radyasyona duyarlıdır. Görülebilir ışığı geçiren maddeler saydam (transparent), yarı geçirgen maddeler translusent, geçirmeyen maddeler ise opak olarak adlandırılır. Radyoloji pratiğinde kullanılan tanısal amaçlı X-ışınını fazla geçiren vücut yapıları (akciğerler, yağ dokusu gibi) radyolusent, az geçiren vücut yapıları (kemik, kalsifikasyon gibi) ise radyoopaktır.

### 3.5.10. Ultraviyole Işınlar (mor ötesi ışınlar)

Ultraviyole ışınların varlığı ilk defa 1801 yılında Ritter adındaki Alman fizikçisi tarafından bulunmuştur. Görünen ışın ile X-ışınları arasında kalan elektromanyetik radyasyonlardır. Ultraviyole (mor ötesi) ışınların dalga boyları X-ışınlarından uzun, görünen ışınlarından ise kısadır. Dalga boylarının kısalığı sebebiyle insan gözüyle görülemezler.

### 3.5.11. Infrared Işınlar (kızıl ötesi ışınlar)

Görülebilir kırmızı ışıktan daha uzun dalga boyuna sahip, gözle görülmeyen ışınlardır. Dalga boyları yaklaşık 0.760  $\mu\text{m}$  ile 1000  $\mu\text{m}$  arasında değişiklik göstermektedir. Belli sıcaklıktaki bir cisim titreşen atomlardan oluşur. Titreşimin derecesi cismin sıcaklığı ile bağlantılıdır. Cismi oluşturan atomlar, titreşim enerjisini transfer etmek suretiyle birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşirler. Atom enerjisi absorbe eder (soğurur) ve titreşimini arttırarak ısınır ya da alternatif olarak titreşimi yavaşlatarak enerjisi bırakır yani soğur. Bu işlem, sadece enerji uygun bir biçimde verildiği zaman yani doğru dalga boyunda söz konusu olur. Isı transferi söz konusu olduğunda radyasyonun dalga boyu bölgesi kızıl ötesi bölgedir. Normal fotoğraf filmlerine tesir etmezler ve normal optik aletlerle fark edilmezler. Bunun sebebi, enerjilerinin görülen ışığın enerjisinden oldukça düşük olmasıdır. Fark edilmeleri ancak ortaya çıkardıkları ısı sonucu olur. Pek çok maddenin kimyasal analizi bu tür ışınların yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Bu tür ışınların ısı etkisini kullanan fırınlar ve cilt hastalıkları tedavisinde kullanılan lambalar yapılmıştır. Infrared ışınları vücut dokularının 2-3 cm derinliğine kadar etkileşir.

## 3.6 Radyasyon Birimleri

İyonlaştırıcı radyasyonların tanısal ve tedavi edici tıbbi yaklaşımlarda kullanılmaya başlanması ile radyasyon ölçüm değerlerine ihtiyaç duyulmuş, radyasyon ile ilgili sınırlayıcı birimler geliştirilmiştir. Bu birimlerden ilk olarak 1928 yılında *Röntgen (R)* tanımlanmış, ardından diğerleri gelmiştir. Yakın bir geçmişe kadar kullanılan geleneksel radyasyon birimleri, 1986 yılından itibaren köklü bir değişikliğe uğramıştır. Bu tarihten geçerli olmak üzere *Uluslararası Birim Sistemi (System International d'Unites)* ya da kısaca *SI* kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde yeni birimler geçerli olmakla birlikte, radyasyonun keşif ve gelişim sürecine saygı duyularak, geleneksel ve SI birimleri aşağıdaki tabloda bir arada verilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Radyasyon ile ilgili eski ve yeni birimler ve birbirlerine dönüşümleri

Fiziki Büyüklük	Eski Birimi	Yeni Birimi	Dönüşüm Değerleri
Radyoaktivite şiddet birimi	Curie (Ci)	Becquerel (Bq)	1 Ci=3.7 x 10 <sup>10</sup> Bq 1 Bq=2.7 x 10 <sup>11</sup> Ci
Işınlama birimi	Röntgen (R)	Coloumb/kilogram (C/kg)	1 R=2.58 x 10 <sup>-4</sup> C/kg 1 C/kg=3876 R
Soğurulan doz birimi	Rad (rad)	Gray (Gy)	1 Rad=0.01 Gy 1 Gy=100 Rad
Biyolojik doz birimi	Rem (rem)	Sievert (Sv)	1 Rem=0.01 Sv 1 Sv=100 Rem
Radyasyon şiddeti birimi	Röntgen / Saat (R/s)	Gray / Saniye (Gy/sn)	1 R/s=2,425 Gy/sn. 1 µGy/sn=0,4124 R/s

### 3.6.1. Radyoaktivite Şiddet Birimleri

Aktivite; radyoaktif maddenin belirli bir zaman aralığındaki bozunma miktarıdır. Radyoaktivite şiddet birimleri *Becquerel (Bq)* veya *Curie (Ci)*'dir. Curie, radyoaktivite şiddetinin geleneksel birimidir. Saniyede 3,7 x 10<sup>10</sup> çekirdeğin parçalandığı bir maddede radyoaktivitenin şiddeti 1 Ci'dir. Sadece doğal radyoizotopların bulunduğu dönemde, radyasyon kaynağı olarak kullanılan başlıca izotop olan Radyum'un 1 gr'ının 1 sn'lik radyoaktivitesinin ölçümüne 1 Ci denmiş ve yapılan ölçümlerde bunun 3,7 x 10<sup>10</sup> parçalanma/sn değerine karşılık geldiği bulunmuştur.

Becquerel radyoaktivite şiddetinin SI'ye göre yeni birimidir. Saniyede 1 çekirdeğin parçalandığı bir maddede radyoaktivitenin şiddeti 1 Bq'dir. Bu iki birimin birbirine dönüşümü 1 Ci = 3,7 x 10<sup>10</sup> Bq = 37 GBq (Giga Becquerel) olarak gerçekleşmektedir. Görüldüğü gibi Bq, Ci'ye göre çok daha küçük değerlerde bir birim olup, düşük şiddetlerdeki radyoaktiviteleri tanımlamakta daha fazla tercih edilmektedir. Ancak yüksek şiddetteki radyoaktivitenin Bq ile ifadesi bol sıfırlı sayıların kullanılmasını gerektirdiğinden zahmetlidir.

- Her insanda 1000 Bq üzerinde Potasyum-40 vardır.
- Birçok radyoaktif kaynağın aktivitesi 100.000 Bq'den büyüktür.
- Radyoterapide kullanılan radyoaktif kaynakların aktivitesi 100.000.000 Bq'den büyüktür.
- Nükleer tıp tetkikleri için hastaya verilen aktivite 20.000.000-1000.000.000 Bq civarındadır.

### 3.6.2. Işınlama Birimi

Radyasyon enerjisi, bir elektronun vakum içerisinde ve 1 volt (V)'luk potansiyel farkına sahip bir elektriksel alanın etkisi ile hızlandırıldığında kazandığı kinetik enerji olup birimi *elektronvolt (eV)*'tur. Elektronvolt çok küçük değerde bir enerji birimidir. Bu yüzden pratikte ifade edilen değerler genellikle kilo elektronvolt (keV = 10<sup>3</sup> eV) veya mega elektronvolt (MeV = 10<sup>6</sup> eV) şeklinde kullanılmaktadır. Radyasyon enerjisinin dönüşümü 1 eV = 1,6 x 10<sup>-19</sup> Joule (J) olarak ifade edilmektedir. Radyasyon kaynağı olarak sık kullanılan bazı radyoizotoplardan Co-60'ın enerjisi 1,17 ve 1,33 MeV (iki farklı enerjiden oluşmaktadır), Sezyum (Cs)-137'nin 0.66 MeV ve Iridyum

(Ir)-192'nin 0,2-0,6 MeV olup radyoizotopların radyasyon şiddetleri, izotopun yarılanma ömrü ile zayıflarken radyasyon enerjileri değişmeden kalmaktadır.

Radyoizotoplar için ifade edilen bu özellik X-ışınları açısından tamamen farklı olup elektronik tüplerde üretilen X-ışınları için kesin ve değişmeyen enerji değerleri verilemez. X-ışınlarının enerjilerini ölçmek, cihazları kullananlar kadar bu cihazları üreten firmalar açısından bile oldukça güçtür. Sadece vakumlu tüp içindeki elektronları hızlandıran elektriksel alanın potansiyel farkı, röntgen cihazının kontrol tablosundaki göstergeden kilovolt (kV) cinsinden okunabilir. Fakat kV, X-ışınlarının gerçek enerjisini temsil etmeyip yalnızca onun hakkında pratik olarak yaklaşık bir değer vermektedir.

### 3.6.3. Soğurulmuş Doz

Birim kütle başına depolanan enerjinin ölçüsüdür. Her tür radyasyona uygulanabilir. Birimi; Gray (Gy)=1 Joule/kg (Eski birim rad= 0.01 Gy)

- 1 Gy yüksek bir doz değeridir.
- Radyoterapide tedavi dozları 50-60 Gy civarındadır.
- Klasik radyolojik tetkiklerde alınan doz 0.001 Gy'den küçüktür.
- Yıllık doğal radyasyondan kaynaklanan doz düzeyi (Toprak, Kozmik, gıdalar, Radon) yaklaşık 0.0024 Gy'dir.

### 3.6.4. Eşdeğer Doz

Vücutta toplanan enerjinin ifadesidir. Düşük doz düzeylerinde radyasyonun tipine ve enerjisine göre biyolojik hasarları da içeren bir kavramdır. Birimi; Sievert (Sv)=1 Joule/kg eşdeğer doz (Eski birim, rem = 0.01 Sv)

- Radyasyon korunmasında kullanılan bir birimdir.
- 1 Sv yüksek bir doz değeridir.
- X-ışınları, gamma ışınları ve beta ışınları için 1 Gy=1 Sv'dir.

### 3.7. Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Radyasyon dozlarını belirlenmiş limitlerin altında tutarak, kişilerde erken olumsuz etkilerin meydana gelmesini önlemek veya ilerde ortaya çıkabilecek gecikmiş olumsuz etkilerin görülmesini en aza indirmek için alınabilecek bütün önlemlerin teminini ifade eder. Hasar; ışınlanan gruplarda veya gelecek kuşaklarda ortaya çıkması olası hasarların toplamıdır.

**Radyasyondan Korunma İçin Biyolojik Olayların Değerlendirilmesi;** DNA'nın radyasyondan etkilenme süreci saniyenin çok küçük bir diliminde gerçekleşeceği gibi bu süreç yıllar da alabilir.

**Etkileme Mekanizmaları;** doğrudan etkileme; iyonlaştırıcı radyasyonun DNA ile doğrudan etkileşmesi sonucunda ortaya çıkan DNA hasarı

**Dolaylı Etkileme;** su moleküllerinin iyonizasyonu sonucunda oluşan serbest radikallerin hücre molekülleri ile etkileşimi sebebiyle ortaya çıkan hasar ve radyasyonun sağlık etkileri, alınan dozun büyüklüğüne ve vücudun ışınlanan bölgelerinin özelliklerine göre değişik zamanlarda ve farklı şekillerde ortaya çıkabilir.

Radyasyonun etkileri deterministik etkiler ve stokastik etkiler olarak sınıflandırılır:

**Deterministik Etkiler:** Radyasyon dozunun vücudun herhangi bir doku veya organına hasar vermesi veya önemli reaksiyonlara neden olacak miktarda hücre ölümünü meydana getirmesi sonucunda ortaya çıkan etkilerdir. Bu etki küçük dozlarda hiç olmayaabileceği gibi eşik değerin üzerinde doz alınması durumunda klinik etkilerin görülme olasılığı %100'e ulaşacaktır. Bu değerin üzerindeki hasarın şiddeti doza bağımlı olarak artacaktır.

Bir anda alınan çok yüksek bir doz birkaç hafta içinde ölüme neden olabilir. Örneğin; 5 Gy veya daha fazla dozun aniden alınması uygun tedavi yapılmadığı takdirde kemik iliği ve sindirim sistemi hasarları nedeni ile ölüme sonuçlanabilir. 5 Gy'e kadar olan dozlarda uygun tedavi yapıldığı takdirde kişilerin hayatı kurtarılabilir. Ancak 50 Gy'lik doz alınması halinde medikal tedavi yapılsa bile kesinlikle ölüm gerçekleşir. Tüm vücudun değil de, vücudun belirli bir bölgesinin çok yüksek bir doz alması halinde ölüm olmasa da ışınlanan bölgede erken etkiler görülecektir. Örneğin, cildin 5 Gy'lik dozu aniden alması halinde ciltte bir hafta içinde eritem (kızarıklık) ortaya çıkar. Benzer dozun üreme organları tarafından alınması halinde kısırlık meydana gelir. Bu tip etkiler radyasyonun deterministik etkileri olarak isimlendirilmektedir. Bu tür etkiler ancak doz ve doz hızı bir eşik değeri geçtiği takdirde meydana gelir. Oluşacak etkilerin şiddeti doz ve doz hızına bağlı olarak artar. Deterministik etkilerin diğer bir tipi ise ışınlanmadan uzun bir süre sonra ortaya çıkar. Bunlar genellikle öldürücü değildir. Fakat vücudun belirli parçalarının fonksiyon kaybına veya habis (kötü) olmayan değişikliklere neden olabilir. En iyi bilinen örnekleri gözde katarakt meydana gelmesi ve cilt hasarlarıdır.

- Erkeklerde bir defada 3.5-6 Gy (3.500-6000 mGy), kadınlarda ise bir defada 2.5-6 Gy (2.500-6000 mGy)'lik bir dozun kısırlık yapması,
- Bir defada alınan 5 Gy (5000 mGy) dozun gözde katarakta yol açması radyasyonun deterministik etkilerine örnektir.

**Stokastik Etkiler:** Düşük dozlarda ortaya çıkması olası etkilerdir. Etkinin ortaya çıkması için bir eşik değer söz konusu değildir. Stokastik etkiler nedeniyle kanser olma olasılığının saptanmasında belirsizlikler vardır. Düşük dozlara maruz kalmış kişilerde kanser ortaya çıkması halinde, bunun radyasyon nedeni ile olup olmadığını belirlemek mümkün değildir. Bunu ortaya koyacak somut veriler yoktur. Düşük dozlar için stokastik etkilerin ortaya çıkması olasılığı yüksek doz almış kişiler ve hayvan deneylerinin sonuçlarına dayanılarak tahmin edilmektedir. Stokastik etkilerle ilgili belirsizliklere bir yaklaşım getirmek için etkin doz birimi başına ölüm ihtimali katsayısı belirlenmiştir.

Düşük dozlar nedeniyle kanser olup ölme olasılığı katsayısı; 1 Sv (1000 mSv) için  $5 \times 10^{-2}$  olarak kabul edilmektedir. Halkın her yıl almasına izin verilen doz düzeyi 1 mSv'dir. Bu yaklaşımla; 1 mSv doz nedeniyle kanserden ölme olasılığının 100.000'de 5 olduğu varsayılmaktadır.

Bir değerlendirme yapmak için radyasyon dışındaki nedenlerden kanser olasılığının dünya genelinde bazı kanser türleri için %20'lere ulaştığı günümüzde meme kanseri için %18'lere, kan kanseri için %9'lara ulaştığı ve bir kişide kanserin nedeninin düşük dozda radyasyon nedeniyle olup olmadığını anlamak olanaksızdır.

### **Risk karşılaştırmaları**

1/1.000.000 olasılıkla ölüme neden olan bazı risklerin karşılaştırılması:

- Bir nükleer tıp laboratuvarında 10 gün çalışmak

- 1.4 adet sigara içmek
- Hava kirliliği olan bir yerde 2 gün geçirmek
- 480 km araba yolculuğu yapmak
- 1600 km uçak yolculuğu yapmak
- 2 ay sigara içen biri ile bir arada bulunmak
- 30 kutu diyet soda içmek

#### **4. Radyasyon Alanları**

Radyasyon alanları, 23999 sayılı Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 15. maddesine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır. “kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:”

##### **4.1. Denetimli Alanlar (Controlled Area)**

Radyasyon görevlilerinin giriş ve çıkışlarının özel denetime, çalışmalarının radyasyon korunması bakımından özel kurallara bağlı olduğu ve görevi gereği radyasyon ile çalışan kişilerin ardışık beş yılın ortalama yıllık doz sınırlarının 3/10'undan fazla radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlardır. Denetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur:

- Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri
- Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, simge ve renkleri taşıyan işaretler,
- Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaşma tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilecek sürenin sınırlandırılması ile koruyucu giysi ve araçlar kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı işaretleri.

##### **4.2. Gözetimli Alanlar (Supervised Area)**

Radyasyon görevlileri için yıllık doz sınırlarının 1/20'sinin aşılma olasılığı olup 3/10'unun aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen fakat çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanlardır.

#### **5. Radyasyona Maruz Kalma Sınırları ve Azaltılması**

Doz sınırlama sisteminin üç temel ilkesi aşağıda verilmiştir.

##### **5.1. Uygulamaların Gerekliliği**

Işınlamanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilememelidir.

##### **5.2. Radyasyon Korunmasının Optimizasyonu**

Tedavi amaçlı tıbbi ışınlamalar hariç radyasyon ışınlaması gerektiren durumlarda bireysel dozların büyüklüğü ışınlanacak kişilerin sayısı, olası tüm ışınlamalar için ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanmalıdır.

### 5.3. Doz Sınırlaması ve İzin Verilen Doz Sınırları

Bireylerin normal ışınlamaları, izin verilen tüm ışınlamaların neden olduğu ilgili organ yada dokudaki eşdeğer doz ile etkin doz değerleri Radyasyon Güvenliği Yönergesi'nin 10 ve 12. maddesinde aşağıda belirtilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.

**Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 10:** Yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak, Kurum tarafından radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez.

**a.** Radyasyon görevlileri için etkin doz herhangi bir yılda 50 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 20 mSv'i geçemez. El ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 500 mSv, göz merceği için 150 mSv'dir.

**b.** Toplum üyesi kişiler için etkin doz herhangi bir yılda 5 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 1 mSv'i geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 50 mSv, göz merceği için 15 mSv'dir.

**c.** 18 yaşından küçükler Tüzüğün 6. maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15. maddesinin (b) bendinde belirtilen alanlarda, eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, herhangi bir yılda 6 mSv'i geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 50 mSv'dir.

**Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 12:** Çocuk doğurma çağındaki radyasyon görevlilerinin maruz kaldıkları radyasyon dozunun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması için gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Hamileliği belirlenmiş olan radyasyon görevlileri ancak gözetimli alanlarda çalıştırılır.

Fetüsü korumak amacıyla, hamile radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı 1 mSv'dir.

Araştırma amaçlı tıbbi ışınlanmalar ve gönüllü ve ziyaretçiler için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyleri ise 29 ve 30. maddelerde belirtilen düzeyleri geçmemelidir.

**Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 29:** Kişiye net bir yarar sağlamayan, alacakları doz ve risk hakkında kişilerin bilgilendirildiği, kişilerin ve Etik Komitenin yazılı onayı alınmış araştırma amaçlı gönüllü ışınlanmalarda, halk için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda Kurum tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.

**Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 30:** Gerek görülen hallerde tıbbi tanı ve tedavi altındaki hastalara gönüllü ve bilinçli olmak koşuluyla yardım etmek isteyen veya hasta ziyareti için gelen kişilerin alacakları etkin doz, tanı ve tedavi süresince 5 mSv değerini aşamaz.

Nükleer tıp hastaların taburcu edilebilecekleri en yüksek radyoaktivite düzeyleri 31. Maddede belirtilmiştir.

**Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 31:** I-131 radyoaktif maddesi verilen hastalar vücuttaki radyoaktivite miktarının 400 MBq'e düşmesi halinde taburcu edilir. Taburcu edilen hastaya diğer kişilerle temasları ve radyasyon korunması ile ilgili alınacak önlemlerle ilgili yazılı talimatlar verilir. 100 MBq'in altındaki radyoaktivite ile taburcu edilen hastalar için özel önlem alınması gerekmez.



## 5.4. Doz Azaltılması

Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü

### 5.4.1. Zaman, Zırhlama ve Mesafe

Radyoaktiviteye mümkün olan en kısa süre temas edilmelidir. Radyoaktivite yada radyoaktif ortamda optimum izolasyon sağlanmalı, bu ortamlarda kurşun önlük, kurşun eldiven, kurşun enjektör ve enjektör taşıyıcı, kurşun cam ve, maşa kullanımı sağlanmalıdır. Bu ortamları çevreleyen duvarların yeterli beton kalınlığı ve kurşun izolasyonu olmalıdır. Maruz kalınan radyasyon dozu, uzaklığın karesi ile ters orantılı (1/R<sup>2</sup> kuralı) olarak azaldığından radyoaktif kaynaklardan mümkün olduğunca uzak mesafede durulmalıdır.

### 5.4.2. İnternal (vücut içi) Radyasyon Dozunun Kontrolü

Radyonüklidlerin vücut içine alındığı 4 ana giriş vardır:

- İnhalasyon (solunum ile)
- Ağız yolu
- Absorbsiyon (emilim ile)
- Enjeksiyon

Özellikle açık radyoaktif kaynak kullanılan Nükleer Tıp laboratuvarı başta olmak üzere; çeker ocak, tek kullanımlık eldiven ve koruyucu cam kullanılmalı, radyasyon alanında yemek yenmesi ve sigara içilmesi engellenmeli ve ağızla pipetleme yapılmamalıdır. Sadece radyoaktif ortamda kullanılmak üzere önlük ve ayakkabı tahsis edilmeli, keskin uçlu radyoaktif aletler için dayanıklı ve izolasyonlu çöp kutuları ayrılmalıdır.

## 6. Hamilelik ve Tıbbi Işınlama

(Bu bölüm "ICRP publication 84 (www.icrp.org )" temel alınarak hazırlanmıştır.)

Dünyada her yıl binlerce kadın iyonize radyasyona maruz kalmaktadır. Bu maruziyet yeterli bilgi sahibi olunmadığında gereksiz yere büyük anksiyetelere ve gebeliklerin sonlandırılmasına neden olmaktadır. Oysa birçok hastada, bu uygulamalar, tıbbi olarak yerinde olup, fetus için radyasyon riski minimaldir.

Fetal radyasyon riski, gebeliğin evresi ve absorblanan doz ile ilişkilidir. Radyasyon riski organogenezis ve erken fetal periyotta en yüksekken, bu risk 2 ve 3. trimestrelerde giderek azalır (Tablo 2).

Radyasyon ile oluşan malformasyonlarda eşik radyasyon değeri 100-200 mGy olup, sıklıkla santral sinir sistemi (SSS) problemleri ile ilişkilidir.

Fetal doz 100 mGy'lik düzeye 3 Pelvik CT yada 20 konvansiyonel direkt grafi (X-ışını) işleminde dahi ulaşmaz. Bu doza pelviste floroskopi eşliğinde yapılan girişimsel işlemlerde veya radyoterapi ile ulaşılır.

**Tablo 2.** Radyasyona maruz KALMAMIŞ hamile popülasyonundaki potansiyel riskler. (Kaynak: *Pregnancy and Medical Radiation -www.icrp.org/ICRP\_84\_Pregnancy\_s.pps*)

Spontan düşük	>%15
Genetik bozukluk	%4-10
İntrauterin gelişme geriliği	%4
Majör malformasyon	%2-4

### 6.1. Santral Sinir Sistemine Ait Malformasyonlar

SSS özellikle konsepsiyon sonrası 8-25. haftalarda radyasyona duyarlıdır. 100 mGy üzerindeki fetal dozlarda mental fonksiyonlarda (IQ) azalmaya yol açabilir. 1000 mGy dozlarında ise ciddi mental retardasyon ve mikrosefali gelişebilir.

### 6.2. Lösemi ve Diğer Kanserler

Radyasyonun, erişkin ve çocuklarda, lösemi ve diğer bazı kanserlerin gelişim riskini arttırdığı gösterilmiştir. Gebelikte de fetüs benzer riski taşımaktadır. 10 mGy'lik fatal dozda relatif risk 1.4'tür bu normal insidanstan %40 artışa işaret eder (Tablo 3).

**Tablo 3.** Alınan radyasyon dozuna göre sağlıklı çocuk doğurma olasılığı. (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation-www.icrp.org/ICRP\_84\_Pregnancy\_s.pps)

Doz	Malformasyon olmama olasılığı	Kanser olmama olasılığı (0-19 yaş)
0 mGy	%97	%99.7
1 mGy	%97	%99.7
5 mGy	%97	%99.7
10 mGy	%97	%99.6
50 mGy	%97	%99.4
100 mGy	%97	%99.1
>100 mGy	Olası	Yüksek

### 6.3. Hamilelik Öncesi Işınlama

Hamilelik öncesi, gonadları ışınlanmış ebeveynlerin doğacak çocuklarında kanser veya malformasyon oluşma riskinde artış gösterilememiştir. Bu bilgi atom bombası kurbanları ile radyoterapi hastalarından elde edilmiştir.

### 6.4. Hamilelik Potansiyeli Olan Hastaların Değerlendirilmesi

Doğurganlık çağındaki tüm kadınların hamilelik durumları mutlaka sorgulanmalı ve aksi ispat edilene değin adet günü gecikmiş tüm kadınlar hamile kabul edilmelidir. Hasta bekleme alanlarında ve tüm radyoaktif ortam girişlerine hamileleri uyarıcı işaretler/yazılar yerleştirilmelidir.

### 6.5. Rutin Radyolojik Uygulamalarda Maruz Kalınan Fetal Dozlar (Tablo 4, 5)

**Tablo 4.** Konvansiyonel röntgen (X ışını) uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar. (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation-www.icrp.org/ICRP\_84\_Pregnancy\_s.pps)

Uygulama	Ortalama Doz (mGy)	Max Doz (mGy)
Abdomen	1.4	4.2
Toraks	<0.01	<0.01
IVP, Lomber vertebralar	1.7	10
Pelvis	1.1	4
Kranium / Torakal vertebralar	<0.01	<0.01

**Tablo 5.** Floroskopi ve BT uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar. (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation-www.icrp.org/ICRP\_84\_Pregnancy\_s.pps)

Uygulama	Ortalama Doz (mGy)	Max Doz (mGy)
Baryum (üst GİS)	1.1	5.8
Baryum enema	6.8	24
Kranial CT	<0.005	<0.005
Toraks CT	0.06	1.0
Abdomen CT	8.0	49
Pelvis CT	25	80

#### 6.6. Rutin Nükleer Tıp Uygulamalarında (Tablo 6)

**Tablo 6.** Konvansiyonel nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar. (Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation-www.icrp.org/ICRP\_84\_Pregnancy\_s.pps)

Uygulama	Uygulanan aktivite (MBq) 1 mCi =37 Mbq	Erken gebelik Doz (mGy)	9. Ay Doz (mGy)
<b>Tc-99m</b>			
Kemik Sint.	750	4.7	1.8
Akciğer Sint.	240	0.9	0.9
Karaciğer kolloid	300	0.6	1.1
Troid Sint.	400	4.4	3.7
Böbrek (DTPA)	300	9.0	3.5
İşaretli eritrosit	930	6.0	2.5
<b>I-131</b>			
Troid Uptake	0.55	0.04	0.15

#### 6.7. Gebeliğin Sonlandırılması

- Fetal dozun 100 mGy'den düşük olduğu durumlarda radyasyon riski temel alınarak gebeliğin sonlandırılması uygun değildir.
- 500 mGy'den yüksek dozlarda ciddi fetal hasar riski bulunmaktadır.
- 100-500 mGy arası fetal dozlarda ise olgu bazında değerlendirme yapılmalıdır.

## 6.8. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Dursun Odabaş Tıp Merkezinde RGK Tarafından Radyolojik Tetkikler İçin Kullanılması Önerilen Form

Doğurganlık çağındaki kadınların pelvis ve karın bölgesi radyolojik tetkiklerinde kullanılacak form:

<p><b>1. Muayene edilmekte olan hastanın pelvis ve/veya karın bölgesinin radyolojik tetkiki gerekli midir?</b></p> <p><b>a. Hayır</b></p> <p><b>b. Evet</b></p> <p><b>2. Hasta hamile midir?</b></p> <p><b>a. Hayır</b> (bu durumda tetkik yapılır, hastaya tetkikten sonra iki ay süreyle hamile kalmaması önerilir).</p> <p><b>b. Evet</b> hamiledir veya hamilelik şüphesi vardır.</p> <p><b>3. Radyolojik tetkik menstrüel siklusün başlangıcından kaç gün sonra yapılmaktadır?</b></p> <p><b>a. 0-14 gün</b> (menstrüel siklusü dört haftadan kısa olanlar için 0-10 gün) ise tetkik yapılır. Hastaya tetkikten sonra iki ay süreyle hamile kalmaması önerilir.</p> <p><b>b. 15</b> (menstrüel siklusu dört haftadan kısa olanlar için 10) veya daha fazla gün ise, tetkik takip eden menstrüel siklusün başlangıcına kadar ertelenir. Eğer hastanın hamile olduğu kesinleşir ve tetkik şart değil ise hamilelik süresinin bitimine kadar tetkik ertelenir.</p> <p><b>4. Eğer fetus veya embriyo oluşmuş ve radyolojik tetkik şart ise uterus dozunu azaltacak şekilde yapılabilir mi?</b></p> <p><b>a. Hayır</b> (eğer x ışını ile tetkik dışında bir alternatif yoksa hastaya radyasyonun fetus veya embriyo üzerine olası riskleri açıklanarak en az zararlı radyolojik tetkikin yapılacağı anlatılır ve hastanın onayı alınır).</p> <p><b>b. Evet</b> (hastanın onayı alınır ve değiştirilmiş tetkik gerçekleştirilir).</p>
--

## 7. Araştırma Amaçlı Çalışmalar

### 7.1. İnsan Çalışmaları

Kişiyeye net bir yarar sağlamayan, alacakları doz ve risk hakkında kişilerin bilgilendirildiği, kişilerin ve Etik Komitenin yazılı onayı alınmış araştırma amaçlı gönüllü ışınlanmalarda, halk için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda Kurum tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.

### 7.2. Hayvan Çalışmaları

- Radyoaktif madde uygulanan hayvan kafesleri etiketlenerek, uygulanan radyoaktif madde cinsi ve dozu belirtilmelidir.
- Non-radyoaktif hayvanlar ile ayrı ortamlarda tutulmalıdır.
- Havaya radyoaktivite karışma riski nedeni ile uygun havalandırma sistemleri kullanılmalıdır.

- Hayvan çıkartıları ve atıkları radyoaktif atık işleme görmelidir.
- Hayvan bakıcıları radyasyon güvenliği konusunda eğitilmelidir.

### **7.2.1. Hayvan Çalışmaları İçin Uygulama Sonrası Radyasyon Güvenliği İçin Uyulması Gereken Kurallar**

1. Radyoaktif uygulamalar içeren çalışmalarda kullanılan denek hayvanları birer mobil radyasyon kaynakları olarak değerlendirildikleri için barındırılmaları veya sevkiyatlarında radyasyon korunma prensiplerine bağlı kalınmalıdır.
2. Sorumlu araştırmacı radyasyon güvenliği konusunda bilinçlendirilmeli ve çalışmaları sırasında dozimetri takılmalıdır.
3. Uygulama sonrası hayvanlar canlı kalacak ise; deney hayvanları biriminde ayrı bir bölüm tahsis edilerek, giriş bölümünde radyasyon ikaz işareti bulundurulmalıdır. Araştırma kayıtlarını içeren dokümanlar; kullanılan radyoaktif maddenin cinsi, miktarı, çalışılan hasta sayısı tekrar kullanılması için yüzey ışınlama değerini içeren bilgileri kapsmalıdır.
4. Uygulama sonrası sakrifiye edilen hayvanlar katı radyoaktif atık işlemlerine tabi tutulmalıdır.
  - Denek hayvanları radyoaktif poşeti içine konulmalıdır.
  - Poşet üzerine; kullanılan radyoaktif madde, toplam aktivite, işlem tarihi, poşet yüzeyi ışınlama değeri ve ıslah tarihini içeren etiketleme yapılmalıdır.
  - Radyoaktif ceset olarak tanımlanan bu atıkların dış ışınlamaları önerilen radyasyon seviyesine düşene kadar patoloji ile konsültasyon yapılarak özel hazırlanacak formal içinde ayrı bir yerde bekletilmelidirler.
  - Poşet yüzey ışınlama ölçümü atık teslim seviyesine (5 $\mu$ Sv veya 0.5 mR/h) düştüğünde sorumlu kişilere teslim edilmelidir.
  - Katı radyoaktif atık ölçüm ve atık ıslah işlemleri radyasyon güvenliği korunma komitesi ile işbirliği içinde yürütülmelidir.

### **7.3. Etik Kurul İle Kooperasyon**

Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi "Bilimsel Danışma Kurulu", Hastane "Etik Komitesi" ile işbirliği kurarak, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon içeren uygulamalara dönük önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirmeli ve "gerekçelendirme" prensibine uygun olarak karar almalıdır. Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesinden onay alınmadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılmamalıdır.

## **8. Ölçüm, İşaretleme ve Cihazlar**

### **8.1. Kontaminasyon Ölçümü ve Dekontaminasyon**

Açık radyoaktif kaynak kullanılan birimlerde, personelin rutin kontaminasyon (bulaşma) kontrolü yapılmalıdır. Bulaşma şüphesi varlığında "alan monitörü" yada "Geiger-Müller cihazı" ile radyasyon taraması yapılmalı, kontamine alan işaretlenerek uygun dekontaminasyon metotları uygulanmalıdır.

## 8.2. Etiketleme ve İşaretleme

Denetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur:

- Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri
- Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, simge ve renkleri taşıyan işaretler,
- Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaşma tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilecek sürenin sınırlandırılması ile koruyucu giysi ve araçlar kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı işaretleri.

## 9. Cihazlar

- Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite kontrol ve kalibrasyonu yapılmalıdır.
- Her cihazın kolay ulaşılabilir bir yerde kullanım kılavuzu bulundurulmalıdır.

## 10. Personel Ölçüm ve İzlem

- Rutin eğitim, araştırma, bilimsel çalışmalarda kullanılacak radyoaktif madde kullanım yeri ve şekli radyasyon güvenliği açısından uygun olmalıdır.
- Daha önce ve halen zehirli, kimyasal, biyolojik maddeler veya diğer tehlikeli koşullara maruz kalarak çalıştırılan kişiler radyasyona maruz kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamalıdır.
- Radyasyonlu alanlarda yapılan işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) kullanımı sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- İşe alınacak radyasyon görevlilerinin sağlık durumlarının yapacağı işe uygun olup olmadığı hakkında sağlık raporu alınmalı ve çalıştıkları süre içinde, yılda en az bir kez tıbbi muayeneleri ile hematolojik ve göz kontrolleri yaptırılarak takip edilmeli, kayıtları tutulmalıdır. Sonuçları yılda 1 kez komiteye sunulacak değerlendirilmelidir.
- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulmuş bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılması sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetreleri komite temsilcileri tarafından kontrolü yapılarak kaydı tutularak sonuçları komitede değerlendirilmelidir. Radyasyona maruz kalan yada öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için durum değerlendirmesinin yapılarak ilgili bölüme tavsiyelerde bulunulmalıdır.

## 11. "3153" nolu Yasaya Tabi Olan Bölümler

Hastanemizde Radyasyonla Çalışan Birimler:

## 11.1. NÜKLEER TIP

Nükleer Tıp Anabilim Dalı; halen eğitim fonksiyonunun yanı sıra, TAEK lisansı ile tanı ve ayaktan tedavi amaçlı sağlık hizmetleri vermektedir. Yataklı Tedavi ünitesi de planlama aşamasındadır.

Nükleer Tıp Anabilim Dalında, sıcak oda/radyofarmasötik odası (1 adet), uygulama/enjeksiyon odası (1 adet), hasta bekletme odası (1 adet), kardiyolojik efor (treamill) odası (1 adet) ve görüntüleme odaları (2 adet), RIA Hormon laboratuvar bölümü gibi birimler bulunmaktadır.

Merkezin havalandırma (çeker ocak, aspiratör vs) ve sıhhi tesisat (radyoaktif lavabolar, temiz lavabolar, hasta tuvaletleri, lavabo bağlantıları vs) altyapısı TAEK'in belirlediği standartlardadır.

### 11.1.1. Nükleer Tıp Laboratuvarında Çalışırken, TAEK Tarafından Uyulması İstenilen Kurallar:

1. Nükleer Tıp AD ile ilgili envanter tutulacaktır. Bu envanter aşağıdaki hususları içerecektir:

- Tesise giren radyoaktif maddelerin kayıtları
- Radyoaktif madde verilen hastaların kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
- Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları
- Radyoaktif atık kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
- Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon kalite kontrol kayıtları
- Doz kalibratörü ve radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyon kayıtları
- Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları
- Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları

2. Görevli olmayan personelin laboratuvara giriş-çıkışları önlenecektir.

3. Radyoaktif maddeler ile çalışma başlamadan önce masa üzeri plastik örtü ile kaplanacak, üzerine emici kağıtlar yerleştirilip bunların üzerinde çalışılacaktır.

4. Sıcak odada radyofarmasötikle ilgili işlemler, emici kağıtlar üzerinde yapılacaktır.

5. Laboratuvarında çalışırken laboratuvar önlüğü, lastik/plastik eldiven gibi koruyucu giysiler giyilmelidir. iş bitiminde kullanılan eldivenler dikkatli şekilde çıkartılarak radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.

6. Eldiven kullanıldığında kontaminasyonu önlemek amacıyla iç kısımlar dışta kalacak şekilde çıkartılmalıdır.

7. Laboratuvarında temizlik için kağıt havlu ve mendil kullanılmalı, kullanımdan sonra derhal radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.

8. Laboratuvarında kullanılan giysilerin laboratuvar dışına çıkarılması önlenmeli, koruyucu giysiler çıkarılıp eller ayaklar monitörize edildikten sonra laboratuvar dışına çıkılmalıdır.

9. Laboratuvar içinde yiyecek, içecek ve kişisel eşyaların bulundurulmamasına özen gösterilmelidir.

10. Ellerde yara varsa bandajlı bile olsa laboratuvarında çalışılmamalıdır.

11. Elektrik düğmeleri, musluklar, kapı kolları, telefon ahizelerinin kontamine olmamalarına dikkat edilmelidir.

12. Çalışırken vücutta kesik ve çiziklere neden olabilecek keskin uçlu malzeme kullanmaktan kaçınılmalıdır (kırık ve çatlak cam eşyalar gibi)
13. Laboratuarda kullanılan viallerin muhafaza kaplarının kapaklarının kolay açılabilir olmasına dikkat edilmeli ve uygun etiketleme işlemi yapılmalıdır.
14. Çalışma saatlerinde alarmlı radyasyon monitörü sıcak odada ve devamlı çalışır durumda bulundurulmalıdır. Kontaminasyon saptanması halinde dekontaminasyona gidilmelidir.
15. Radyofarmasötik uygulama, seyreltme ve diğer çalışmalar çeker ocak içerisinde ve kurşun eşdeğeri camdan yapılmış paravan arkasında yapılmalıdır.

### 11.1.2. Nükleer Tıp ve Emzirme

Nükleer tıp uygulamalarında kullanılan birçok radyonüklid anne sütünden salgılanır. Bu nedenle inceleme sonrası emziren bayanların bebeğini aşağıda belirtilen sürelerle emzirmeyi durdurması ya da tamamen kesmesi önerilir:

- I-131 (radyo iyot) tedavisi sonrası tamamen
- I-131, I-123, Ga-67 ve Tl-201 sonrası 3 hafta
- Aşağıda belirtilenler dışındaki tüm Tc-99m bileşikleri sonrası 12 saat
- Tc-99m ile işaretli eritrosit, DTPA ve fosfonatların (MDP, HDP, PYP) gibi) sonrası 4 saat

### 11.1.3. Hasta Taburcu İşlemleri

Tanısal amaçlı nükleer tıp uygulamaları için efektif doz, 1-10 mSv ve ortalama 3 mSv dir. Bu değerler yıllık önerilen doz limitlerini aşmadığı gibi günlük uygulamalar sonrası hasta için 1 metreden doz ışınlama ölçüm değerleri de önerilen sınırlar içinde olduğundan, hastanın taburcu işlemleri sonrası toplum için özel önlemlerin alınması çoğunlukla gerekmemektedir. Nükleer Tıp bölümümüzde tanısal uygulamalarda radyoaktif madde kullanılması nedeniyle ölçüm sonuçlarımız normal sınırlarda bile olsa hastalarımıza 1 gün korunma prensiplerine uyulmasını, yatan hasta ise ilgili servis doktoruna korunma prensiplerini bildiriyoruz. Ancak tedavi amaçlı doz uygulamaları sonrası aile üyeleri ya da toplum radyasyon güvenliği açısından bir takım sınırlandırmalar gerekebilir. Ayakta tedavi doz uygulaması sonrası I-131 radyoaktif maddesi verilen hastalarımızı TAEK mevzuatında belirlenen 1 metre uzaklıktaki doz hızı, 30 µSv/saat'in altına düşüncüye kadar oda projesi uygun bulunan izolasyonlu bekleme odasında bekletilir. Birer saat ara ile doz ışınlama ölçümleri yapılarak önerilen doz sınırlarına inildiğinde hastaya ayakta tedavi sonrası uyulması gerekli form verilerek gönderilir. Hastanemiz Nükleer Tıp departmanında yataklı, servisimiz bulunmadığından sadece ayaktan tedavi protokolleri (I-131) uygulanmaktadır.

**I-131 tedavisi sonrası uyulması önerilen sınırlandırmalar** (5 mSv referans alındığında), (1 mCi = 37 MBq):

Uygulanan I-131 dozu	30-400 MBq	400-600 Mbq	600-800 MBq
Çocuk veya hamile bayanlarla olan tüm birliktelikler	9 gün	12 gün	14 gün
Çocuk veya hamile bayanlarla olan uzun süreli birliktelikler	21 gün	25 gün	27 gün
Erişkin ile aynı yatakta uyumak	0	4 gün	8 gün
Diğer kişiler ile uzun süreli birliktelikler	0	0	1 gün

Kaynak: British Institute of Radiology, Patients leaving hospital after administration of radioactive substances, 1999, Brit. J. Radiol. 72:121-125



#### 11.1.4. Radyonüklid Tedavisi Sonrası Hamilelik

Radyonüklid tedavi sonrası hamilelik düşünen kadınların vücudundaki rezidüel radyoaktivitenin 1 mGy'lik potansiyel fetal dozu geçmemesi önerilir. Çeşitli ajanlara göre radyonüklid tedavi sonrası hamilelik için beklenmesi gereken süreler (1 mCi= 37 MBq)

Radyonüklid	Tedavi	Doz (MBq)	Beklenecek süre
131-I	Hipertiroidi	800	4 ay
131-I	Tiroid kanseri	6000	4 ay
I-131 MIBG	Feokromositoma	7500	3 ay
P-32 Fosfat	Polisitemi vb.	200	3 ay
Sr-89 Klorür	Kemik metastaz	150	24 ay
Y-90 Kolloid	Artritik eklem	400	0
Y-90 Kolloid	Malignite	4000	1 ay
Er-169 Kolloid	Artritik eklem	400	0

Kaynak: Administration of Radioactive Substances Advisory Committee. Notes for guidance on the clinical administration of radiopharmaceuticals and use of sealed radioactive sources, 2000 Nucl. Med. Communications. 21 Supplement

#### 11.1.5. Radyoaktif Atıklar

Radyoizotop ve radyoaktif atıkların bekletilmesi ve izolasyonu için Nükleer Tıp Anabilim Dalında özel, kilitli, radyoaktif atık deposu tahsis edilmiştir. Genel olarak nükleer tıp laboratuvarlarında uygulanan yöntem ve radyoaktif kaynağa bağlı olarak

- Kuru ve katı radyoaktif atık
- Sıvı atık
- Biyolojik ve keskin atıklar
- Havaya yayılan atıklar bulunabilmektedir.

##### 11.1.5.1. Radyoaktif Atıkların Yönetimine İlişkin TAEK Tarafından Belirlenen Hususlar

###### 11.1.5.1.1. Katı Radyoaktif Atıkların Biriktirilme ve Bekletilmelerinde Uyulması Gerekli Hususlar

Günlük çalışmalar için kullanılacak olan katı radyoaktif atık biriktirme kabının kapağı ayak pedalı ile açılmaktadır. Kapağın açılması ve kapanması için el kullanılmaz. Kullanılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyon tipine ve enerjisini göre atık biriktirme kabının iç kısımları, kapağı ve tabanı da dahil olmak üzere uygun malzeme ile zırhlanmıştır. Kabın dış kısmında uluslararası standart radyasyon uyarı işareti bulunmalıdır. Kabın büyüklüğü ve geometrik şekli oluşan radyoaktif atığın miktarına göre ayarlanmıştır.

- Yukarıda belirtilen özelliklere sahip atık biriktirme kabının içerisinde yeterli büyüklükte ve uç kısımları kabın üst kısmından dışarı taşacak şekilde bir plastik torba yerleştirilir.
- Radyoaktif katı atık biriktirme kabının bulunduğu ortamda, radyoaktif olmayan katı atıklar için ayrı bir biriktirme kabı bulundurulur. Radyoaktif olmayan atıklar hiç bir şekilde radyoaktif atık kutularına atılmazlar. Şüphe edilen atıklar radyoaktif atık kabul edilir.
- Biriktirme kabı dolduğunda plastik torbanın ağzı sıkı şekilde bağlanarak etiketlenir.
- Radyoaktif atık içerisinde tehlikeli kimyasal maddeler veya başka zehirleyici

maddeler karıştırılmaz. Ancak kaçınılmaz olarak meydana gelen karışımlar etiketler üzerinde belirtilir.

- Torbalar, uzun süreli atık bekletme yerlerine nakledilerek üzerlerindeki etiketlere göre bekletilir. Uzun süreli atık bekletme yeri Anabilim Dalı içindeki depo odasıdır. Buharlaştırma yapabilecek atıklar için havalandırma sistemi sağlanır.
- Katı radyoaktif atıklar uzun süreli atık bekletme yerlerinde plastik depoların yüzeylerindeki radyasyon doz şiddeti 1  $\mu\text{Sv/saat}$  değerine düşüncüye kadar bekletilir. Bu koşullar sağlandıktan sonra atıklar TAEK kurallarına uygun şekilde imha edilir.

#### **11.1.5.1.2. Sıvı Radyoaktif Atıkların Biriktirilme ve Bekletilmelerinde Uyulması Gerekli Hususlar**

Sıvı radyoaktif atıklar, aşağıda belirtilen hususlar sağlandıktan sonra, belirtilen aktivite sınırlarına göre kanalizasyon sistemine gönderilebilir.

##### **11.1.5.1.2.1.Uyulması Gerekli Hususlar**

- Sıvı radyoaktif atıklar, ünite içerisinde belirlenecek ve altında (T) dirsek olmayan bir lavabodan kanalizasyona bırakılır. Bu lavabo uluslararası, standart radyoaktif madde sembolü ile işaretlenir. Bu lavaboda radyoaktif olmayan çalışmalar yürütülemez.
- Kanalizasyona bırakılacak bütün radyoaktif sıvılar su içerisinde çözülebilir ve dağılıbilir özellikte olmalıdır. Radyoaktif sıvı, çözünmeyen katı parçacık veya tortu bulunduruyorsa, kanalizasyona bırakmadan önce filtre edilir. Filtre malzemesi katı atık olarak işleme tabi tutulur.
- Asidik çözeltiler kanalizasyona bırakmadan önce nötralize edilir.
- Kanalizasyona bırakılan sıvı, zehirli maddeleri veya diğer eczaları bulunduruyorsa kanalizasyona bırakılmadan önce bölgesel yetkili otoritelerden (belediye) izin alınır.

##### **11.1.5.1.2.2. Kanalizasyona Bırakma Sınırları**

- Sadece H-3 (trityum) ve/veya C- 14 (karbon- 14) içeren sintilasyon çözeltilerinin radyoaktivite konsantrasyonları 100 Bq/ml değerini aşmıyorsa kanalizasyon sistemine bırakılabilir.
- İlk maddede belirtilen sınırların dışında sıvı atıklar için radyoaktivite değerleri aşağıda verilmiştir.
- Kanalizasyon sistemine her bir göndermede radyoaktivite miktarı 1 ALImin değerinden fazla olamaz.
- Her bir laboratuarda veya eşdeğeri üniteden her ay kanalizasyona gönderilecek olan toplam aktivite 10 ALImin değerini geçemez.
- Bu değerler hiçbir zaman ayda 100 MBq değerinden fazla olamaz.
- Bu değerlerdeki radyoaktif sıvılar, kanalizasyona bırakılmaları sırasında en az 10 katı su ile seyreltilir.

#### **11.1.6. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri**

1. Yangın, deprem, patlama ve benzeri acil durumlar,
2. Siparişi verilen radyoaktif maddenin zamanında merkeze ulaşmaması,
3. Kullanılan radyoaktif maddenin çalışma alanı dışında bulaşmaya sebep olacak şekilde dökülüp saçılması.
4. Kullanılan radyoaktif maddenin çalışanların vücuduna bulaşması,
5. Radyoaktif maddenin çalınması veya kaybolması,
6. Hastalara yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulanması,
7. Radyo iyot tedavisi görmüş hastalara acil müdahale gerekmesi veya ölmesi. Bu durum TAEK tarafından tehlike durumu veya olağandışı durum olarak değerlendirilir.

#### **11.1.6.1. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler**

#### **11.1.6.2. Yangın, Deprem, Patlama Gibi Acil Durumlar**

Uygulama merkezinde yangın olması durumunda; elektrik ana şalterden kesilecek, tüm cihazlar kapatılarak hasta oda dışına çıkartılacaktır. Yangın söndürme cihazı kullanılarak yangına müdahale edilecektir. Müdahale sırasında radyasyon kaçaklarına karşı itfaiyeye rehberlik yapılacaktır. Kurtarma işlemini yapacak olan teknik personel, radyoaktif maddelerin bulunduğu alanlar ve acil durumlarda radyasyonun sebep olabileceği tehlikeler hakkında bilgilendirilecek ve uyulması gereken hususlar belirlenecektir. Bu gibi acil durumlarda, derhal hastane yönetimi haberdar edilerek gerekli önlemler alınır. Radyoaktif maddeler koruyucu kaplarının içinde taşınır. Ancak, ortamda doğal düzeyin üzerinde radyasyon bulunması halinde bile kurtarma ve ilkyardım işlemleri hiçbir şekilde engellenmez. Kaza ile ilgili tüm kayıtlar ve raporlar muntazam bir şekilde tutulacak ve TAEKRGD veya ÇNAEM sağlık bölümüne bildirilecektir.

#### **11.1.6.3. Sipariş Edilen Radyoaktif Maddenin Gelmemesi**

Sipariş edilmiş olan radyoaktif madde, belirtilen zamanda veya kabul edilebilir bir zaman geçmiş olmasına rağmen gelmemişse; önce hastanedeki tüm olasılıklar kontrol edilir, sonra firma aranarak siparişin gelmediği bildirilir, böylece firma radyoaktif maddenin izini takip ederek, nerede olduğunu bulabilir. Bulunamadığı takdirde TAEK'e haber verilir.

#### **11.1.6.4. Az Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Minör Kontaminasyon)**

- Dökülen sıvının üzerine hemen emici bez veya kağıt konularak yayılması önlenir, çevresi işaretlenir ve üzerinden geçişler engellenir.
- Temizlik esnasında mutlaka eldiven giyilir ve bulaşmış malzemelerin ve ıslak kağıtların içine konulabileceği, plastik bir torba bulundurulur.
- Dökülen maddenin üzerine konulmuş olan bez veya kağıt alınır ve bir havlu ile, bulaşma alanı dıştan içe doğru olmak üzere kurulanır.
- Alan iyice kurulandıktan sonra temizleme malzemeleri (dekontaminasyon ilaçları) ile ıslatılmış kağıt havlu ile silinir.
- Havlunun radyoaktivitesi uygun ölçüm cihazı kullanılarak kontrol edilir. Ortam sayımının iki katını geçen sayımlar, bulaşma olduğunun göstergesidir. Bulaşma

bulunuyorsa, kağıt havlularla temizlemeye devam edilir. Yumuşak bir temizleyici sıvı kullanılabilir ancak aşındırıcı temizleyicilerden sakınmalıdır. Temizlik sonunda silme testi tekrarlanır.

- Temizleme ve silme testi, silme işlemi yapılan havludaki radyasyon düzeyi, ortam sayımının iki katından daha küçük bir değere ulaşıncaya kadar devam ettirilir.
- Radyasyon korunması görevlisi durumdan haberdar edilir.

#### **11.1.6.5. Fazla Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Majör Kontaminasyon)**

(Radyoaktif madde şişesinin kırılması, dökülmesi, hastanın idrarını kaçırmaması, kusması durumu vb )

- Odadaki herkes kapıya gider, ayakkabılar ayaklar kullanılarak çıkartılır ve kapı dışına çıplak ayakla çıkılır. Şayet dökülen maddeye değmişse eldivenler ve koruyucu giysiler çıkarılır ve bulaşma olasılığı olan diğer eşyalarla bir arada bırakılarak kapı kapatılır.
- Yardım çağırılır, şayet duyan olmazsa, ancak yalnız bir kişi radyasyon korunması görevlisini çağırarak ve bir uygun ölçüm cihazı bulacak birisini bulabilmek için bir yere kadar yürüyebilir
- Uygun ölçüm cihazı kullanılarak, odada bulunan herkesin el ve ayaklarına özellikle dikkat edilerek, bütün vücutlar ölçülür.
- Bulaşmış giysiler hemen çıkarılır ve büyük plastik torbalara veya başka uygun kapların içine konularak radyoaktif atık işlemi uygulanır.
- Eğer cilt radyoaktif madde ile bulaşmış ise, yumuşak bir sabun ve bol su ile yıkanır, sert fırça ve tahriş edici sabun kullanılmaz. Yıkandıktan sonra tekrar uygun bir ölçüm cihazı ile vücut ölçümü yapılır. Ortam sayımının üzerinde olmayan değerler alınmaya kadar yıkanma ve ölçme işlemi tekrarlanmalı veya üç kez yıkandıktan sonra ölçüm değerleri değişmiyorsa yıkanmaya son verilmelidir. Mümkün olursa yıkanmalar arasında nemlendirici losyon kullanılmalıdır.
- Genel vücut bulaşmalarında, tüm vücut ölçülür ve yüksek bulaşma bölgeleri işaretlenir. Bulaşmamış tüylü bölgelerin bulaşmamasına ve vücut açıklıklarına dikkat edilerek hızlıca duşa girilir, bol su ve sabun ile yıkandıktan sonra tekrar ölçüm alınır.
- Radyoaktif madde göze sıçramış ise, bol su ile ve serum fizyolojik ile durulanır ve durulama suyu ölçülür. Temizlik sağlandıktan sonra göz tahrişi için önlem alınır.
- Saçlarda bulaşma varsa, yumuşak bir deterjanla en iyi şekilde temizlenir. Saçları yıkarken sabunlu suyun gözlere, kulaklara veya ağza girmemesine özen gösterilmelidir. Tıraş yapılmamalıdır.
- Olay mutlaka kayda geçirilmeli ve tekrarlanmaması veya yaygınlaşmaması için alınması gerekli ilave önlemler belirlenmelidir. Temizleme işlemi başarılıyorsa TAEK'e haber verilmelidir.

#### **11.1.6.6. Radyoaktif Maddenin Çalınması veya Kaybolması**

Radyoaktif maddenin bulunabilmesi için araştırma başlatılmalı ve TAEK'e haber verilmelidir. Aranılan radyoaktif madde bulunduğunda, taşıma kabının hasar görüp görmediği incelenmeli ve orijinal aktivitenin bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. Yarılanma süresi göz önünde tutulmalıdır. Kabin zarar görmüş olması ve aktivite miktarının

azalmış olması durumunda TAEK'e haber verilmelidir.

#### 11.1.6.7. Yanlış Radyofarmasötik Veya Yanlış Doz Uygulanması

Yanlış hastaya radyofarmasötik verilmesi, hastaya yanlış dozda radyofarmasötik verilmesi, hastaya yanlış radyofarmasötik verilmesi veya radyofarmasötüğün yanlış yöntemle uygulanması gibi durumlarda hastanın en az zararı görmesi için gerekli müdahale yapılmalı ve bu durumların kayıtları tutulmalıdır.

Tedavi uygulamalarında uygulanması gereken dozun %10'undan fazlasının, teşhis uygulamalarında ise uygulanması gereken dozun %50'den fazlasının uygulanması yanlış doz verilmiş olduğunu gösterir.

#### 11.1.6.8. Radyo iyot Tedavisi Görmüş Hastalara Acil Müdahale Gerekmesi Ve Ölmesi Durumu

I-131 tedavisi gören hastanın vücudunda yüksek aktivite bulunduğu esnada, acil tıbbi müdahale gerektiği durumlarda müdahaleyi yapacak olan personel radyasyondan korunmak ve kontaminasyonu önlemek için alınacak önlemler hakkında bilgilendirilmeli ve gerekli korunma giysileri kullanılmalı ve müdahale esnasında çalışma alanında çevresel radyasyon ölçümleri alınmalıdır. Hastanın ölümü halinde hastanın vücudundaki aktivite müsaade edilen sınır düzeyine düşünceye kadar bekletildikten sonra defin işlemleri yapılmalı ve hasta yakınları radyasyondan korunmak için alınacak önlemler hakkında bilgilendirilmelidir. Otopsi yapılması gereken durumlarda vücuttaki aktivite otopsi yapacak olan kişileri etkilemeyecek düzeye düşünceye kadar beklenmelidir.

#### 11.1.7. Tehlike Durumu Ve Olağandışı Durumlarda Tutulacak Kayıtlar

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde herhangi bir tehlike durumuyla karşılaşıldığında olayı açıklayan bir rapor tutulmalıdır. Bu raporda tehlike durumunun sebepleri, tehlike durumuna sebep olan radyoaktif maddenin cinsi, aktivitesi, bulaşma şekli, etkilenen kişi sayısı, kişilerin almış oldukları dozlar, bulaşıklığın giderilmesi için alınan önlemler, vb bilgiler bulunmalı ve kayıtlar istendiğinde TAEK'e verilmelidir.

#### 11.1.8. Tehlike Durumunda Kullanılacak Radyasyon Ölçüm Cihazı

**Alan tarayıcı:**

*Marka: Technical Associates*

*Model: TBM-IC Mark V*

*Teknik özellikler: mR/hr cinsinden radyasyon ölçümü. .*

#### 11.1.9. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumların Yönetimi

**Tehlike durumunda sorumlu olacak kişiler:**

Adı	Görevi	Eğitimi	Telefon
Dr. Öğr. Üyesi Mahsun ÖZÇELİK	Öğretim üyesi	Nükleer Tıp	2150470-6519
İbrahim YILDIZ	Teknik Ekib	Nükleer Tıp	2150470-6522

## Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak TAEK telefonları:

### TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMLARDA ARANACAK TAEK TELEFONLARI

<b>TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI :</b>	444 TAEK (444 8235) arayarak "1"i tuşlayınız. E-posta: <a href="mailto:444taek@taek.gov.tr">444taek@taek.gov.tr</a>
<b>TAEK Bşk. :</b>	0 312 295 89 90, 295 89 89
<b>Santral :</b>	0 312 295 87 00

## 11.2. RADYASYON ONKOLOJİSİ

### 11.2.1. Co-60 Teleterapi Tedavi Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

#### 11.2.1.1. Co-60 Teleterapi Cihazında Çalışma Prensipleri

- Co-60 teleterapi cihazı ortalama 1.25 MeV'luk gamma ışını ile çalışan bir tedavi cihazıdır. Lethal doz alacak şekilde ışınlamak mümkündür. Potansiyel kaza durumunda alınacak önlemler ve kaza yönetimi, güvenlik yöntemleri aşağıda gösterilmiştir.
- Co-60 teleterapi ünitesi; kullanma kitabını okumuş, eğitim görmüş hekimler, teknisyenler ve radyasyon fizikçileri tarafından çalıştırılmalıdır.
- Cihaz ilk çalıştırıldığında önce ana şalteri sonra cihazın anahtarı açılmalıdır.
- Cihaz açıldıktan sonra hasta tedaviye alınmadan önce cihaz bir boşa ışınlanıp alarm monitörünün çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Cihaz ışınlama yapar iken kapı üzerinde kırmızı ve kontrol konsolunda kırmızı ışıkların yandığı görülmelidir. Tedavi bitince aynı yerlerde bulunan ışıkların yeşil yandığı görülmelidir. Eğer kırmızı ışıklar sönmedi ise Co-60 kaynağının park pozisyonuna (BEAM OFF) dönmediği anlaşılmalıdır.
- Cihazın kontrol masasında bulunan (EMERGENCY STOP) düğmesine basarak çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Tedavi odasının havalandırma sistemi çalıştırılmalı, tedavi bitinceye kadar sistem açık kalmalıdır.
- Hasta ile karşılıklı konuşmayı sağlayan sistemin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli çalışır durumda olması sağlanmalıdır.
- Hasta set-up'ında kullanılan LASER ayar sistemi kontrol edilmelidir.
- Gantry döndürülürken ve masa hareket ettirilirken birbirlerine, hastaya ve yakında bulunan yardımcı aletlere çarpmamasına (tabure, sedye, basamak vs.) dikkat edilmelidir.

- Kurşun koyma tepsisinin takıldığı yerde mekanik bir arıza olmadığından emin olunmalı, tepside radyasyon etkisi sonunda çatlaklar meydana geldi ise kesinlikle kullanılmamalıdır, kırılabilir.
- Lateral ışınlamalarda kurşun blokların düşüp hastayı yaralamamasına dikkat edilmeli, kolimatöre takılan aksesuarların hastaya çarpmasına özen gösterilmelidir.
- Cihazda meydana gelen arızalar ile birlikte Co-60 gamma ışını demetini ON-OFF durumuna gelmesini sağlayan IŞIN KESME mekanizmasının tamirlerini bu konuda yetkili servis elemanlarına yaptırılmalıdır. Kesinlikle onarıma teşebbüs edilmemelidir.
- Acil bir durum meydana gelir ise cihazın kontrol masası, duvarda ve el kumandasında bulunan (EMERGENCY STOP) düğmelerinden birine basılmalıdır.
- Cihazın günlük, haftalık, aylık, altı aylık ve yıllık bakımları, doz ölçümleri ve kalite kontrolleri düzenli olarak yaptırılmalıdır.

### **11.2.1.2. Co-60 Teleterapi Cihazı İçin Tehlike Durum Planı**

#### **11.2.1.2.1. Kaynağın Açık Kalması Durumu**

- Kaynak hasta ışınlaması sırasında açık kalmış ise, teknisyen acil durum talimatında belirtildiği şekilde hastayı kaldırmalıdır.
- Fizik bölümünde sorumlu fizikçiye ve sorumlu radyasyon onkoloğuna haber verilmelidir.
- Radyasyon tehlikesi işareti konarak bölgeye ilgisiz kişilerin girmesi engellenmelidir.
- Hastanın fazladan kaldığı süre not edilmeli, ne kadar fazla doz aldığı tespit edilmelidir. Odada bulunan monitör göstergesi değerlendirilerek, radyasyona maruz kalan teknisyenin film dozimetresi değerlendirilmek üzere TAEK'e gönderilmelidir. Kaza TAEK-RGD veya ÇNAEM'e bildirilmelidir.
- Cihazın bakım ve onarımını üstlenen firmaya haber verilmelidir.

#### **11.2.1.2.2. Kaynağın Düşmesi Durumu**

- Bu durumda teknisyen hastanın yataktan kalkmasına yardımcı olmalı ve hemen odadan çıkılmalıdır.
- Fizik bölümüne ve sorumlu hekime haber verilmelidir.
- Radyasyon uyarı işareti ile bölgeye girilmesi engellenmelidir.
- Cihazın bakım ve onarımını üstlenen firmaya haber verilmelidir.
- Teknisyenin dozimetresi değerlendirilmek üzere TAEK'e gönderilmelidir.
- Kaza TAEK-RGD veya ÇNAEM'e bildirilmelidir.

#### **11.2.1.2.3. Yangın**

- Işınlama süresi kaydedilerek cihaz durdurulur ve hasta tedavi odasının dışın çıkarılır.
- Yangın alarmı düğmesine basılarak bina boşaltılır.
- Elektrik ana şalterden kapatılmalıdır.

- Eldeki yangın söndürücülerle yangına müdahale edilirken yangın durumuna göre 110 numaradan itfaiye haberdar edilir.
- Sorumlu fizik uzmanına ve ilgililere haber verilir. Bu kişilerin telefon numaraları tüm tedavi cihazlarında bulunmaktadır.
- İtfaiye görevlilerine yol gösterilir (Co-60 cihazı için).
- Cihazlar yangından hasar görmüş ise TAEK-RGD ve ÇNAEM aranarak haberdar edilir.
- İlgili kişi ayrıntılı raporları hazırlayarak TAEK'e göndermelidir.
- Yangın halinde elektrik ve binada kullanılan materyale uygun söndürücü kullanılması ve yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılması gereklidir. Yangın söndürücüler kolay ulaşılabilir yerlerde bulundurulmalıdır. Tüm çalışanlar yangın anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.
- Olay sonrası cihaz çalıştırılmadan önce genel bakımdan geçmeli, kalite kontrol ve doz ölçümleri yapılmalıdır.

#### **11.2.1.2.4. Su Basması**

- Tedavi odasının zemin ve kablo kanallarına su girmiş, kablolar ıslanmış ise cihaz kesinlikle çalıştırılmamalıdır.
- Elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Suyun boşaltılmasını takiben sorumlu teknik personel tarafından cihazın kontrolleri yapılmalıdır.
- Hasta tedavi odasında iken su basarsa cihaz hemen kapatılmalı ve hasta dışarı alınmalıdır.
- Elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Sorumlu kişilere, hastane sorumlusuna ve yetkili firma elemanlarına haber verilmelidir.
- Hasar tespiti yapılarak ve gerekli raporlar hazırlanmalı ve TAEK'e gönderilmelidir.

#### **11.2.1.2.5. Deprem**

- Tüm çalışanlar deprem anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.
- Depremün tedavi sırasında olması halinde, çalışan kişiler asla paniğe kapılmamalıdır. Işınlama hemen durdurulmalıdır. Bu işlem sırasında sadece ışın kesilmeli, sistemin elektriği kesilmemelidir. Aksi halde cihaza müdahale etmek imkansız hale geleceğinden hasta masası hareket ettirilemez.
- Hastaya sakin olması söylenmelidir.
- Sarsıntı geçer geçmez hasta derhal tedavi odasından dışarı alınmalı ve ana şalterden elektrik kesilmelidir. Güvenli bir yerde sarsıntının geçmesi beklenmelidir
- Sorumlu kişilere haber verilmelidir.
- Hasar tespiti yapılmalıdır.
- Bina hasar görmüş ise itfaiye ve polisten yardım istenmelidir.
- Cihazın koruyucu zırhı hasar görmüş ise TAEK'ten yardım istenmelidir.



- Herhangi bir hasar yoksa ilgili firma elemanlarıyla birlikte cihazın fiziksel parametreleri kontrol edilmelidir.
- Deprem sonrası ayrıntılı rapor hazırlanarak TAEK'e gönderilmelidir.
- Depremi tedavi saatleri dışında meydana gelmesi durumunda; hasar tespiti yapılır, cihaza ait parametreler kontrol edilir, durum TAEK'e bildirilir.

## **11.2.2. Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler**

### **11.2.2.1. Lineer Hızlandırıcı Cihazında Çalışma Prensipleri**

- Cihaz eğitim almış deneyimli teknisyen ve fizikçiler tarafından kullanılmalıdır.
- Cihaz bakım-onarımı lisanslı ve eğitilmiş kişilerce yapılmalıdır.
- Cihaz ilk açıldığında sorumlu teknisyen tarafından havalandırma, soğutma sisteminin çalışıp çalışmadığı, su sıcaklığı, basıncı, seviyesi, gaz basıncı kontrol edilmelidir.
- Cihazın bulunduğu oda sıcaklığı ve basıncı kontrol edilerek kayıt tutulmalıdır.
- Gantri ve kolimatör 0°'ye getirilmelidir.
- Elektron ve foton enerjilerinde sabah kontrolleri sorumlu teknisyen tarafından yapılmalıdır.
- Cihazın mekanik kontrolleri sorumlu teknisyen tarafından yapılmalı ve sorumlu fizikçiye onaylatılmalıdır.
- Foton enerjileri için 5 cm derinlikte, elektron enerjileri için dmax derinliğinde doz verimi kontrolleri yapılmalıdır. Sonuçlar sorumlu fizikçiye bildirildikten sonra hasta tedavisine başlanmalıdır.
- Tedaviler bittikten sonra cihaz gantri ve kolimatör 90°'de STANBY konumuna getirilmelidir. Bilgisayarlar kapatılmalıdır.
- Hasta tedavisi ayarlanırken gantri ve masa hareketleri sırasında çarpma ve vurmalara dikkat edilmelidir (gantrinin çarpabileceği veya sıkışabileceği materyallerin olmamasına dikkat edilmelidir).
- Tedavi sırasında herhangi bir çarpma ve sıkışma durumunda acil durum butonları kullanılarak hastanın ve tedavinin zarar görmesi engellenmelidir.
- Hasta tedavi süresince teknisyenler tarafından monitörden izlenmeli ve tedaviyi hatalı hale getirecek koşulların oluşmasına izin verilmemelidir.
- İlk hasta tedavilerinde sorumlu fizikçi ve sorumlu doktora haber verilmeli ve tedavi bu koşullarda gerçekleştirilmelidir.
- Tedavi boyunca belirtilen günlerdeki hasta kontrollerinin yapılmasına dikkat edilmelidir.
- Tedavi boyunca hastada beklenmedik reaksiyonlar için sorumlu fizikçi ve sorumlu doktor haberdar edilmelidir.
- Emin olunamayan hiçbir hasta set-up'ı ve tedavisi gerçekleştirilmemelidir. Böyle durumlarda sorumlu fizikçi ve sorumlu doktor haberdar edilmelidir.

- Cihaz arıza ve hata mesajları gün, saat ve oluşma koşulu laboratuvar bulundurulurarak kayıt edilmeli ve bakım-onarım sözleşmesi olan firmaya sorumlu fizikçi denetiminde haber verilmelidir.
- Cihazın günlük, aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık kontrolleri düzenli olarak yapılmalı ve kayıtları saklanmalıdır.
- Herhangi bir arıza ve bakım sonrası cihazın tüm kontrolleri sorumlu fizikçi ile birlikte yapıldıktan sonra hasta tedavisi başlamalıdır.
- Cihaz ile ilgili tüm dokümanlar gerektiğinde kullanılabilir şekilde uygun yerlerde bulundurulmalıdır.
- Tedavide kullanılan yardımcı cihazlar (kol tutacağı, kurşun bloklar, yasta yatakları, vs...) uygun koşullarda yerleştirilmelidir. Hasar görenler sorumlu fizikçiye ve doktora bildirilerek tedavi koşulları yeniden sağlanmalıdır.
- Cihaz odası çalışma koşullarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmeli ve tedavi boyunca hasta ve çalışanı rahatsız edecek ayrıntılar bulundurulmamalıdır.
- Cihazda bulunan bilgisayarlara dışarıdan hiçbir disket veya CD takılmamalıdır.
- Temel prensip güvenli, doğru ve sistemli çalışma olmalıdır.

#### **11.2.2.2. Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike Durum Planı**

##### **11.2.2.2.1. Yangın**

- Işınlama süresi kaydedilerek cihaz durdurularak hasta tedavi odasının dışına çıkarılmalıdır. Durumdan bölüm sorumlusu ve ilgili fizikçi haberdar edilerek hastane sorumlusu bilgilendirilmelidir.
- Yangın alarmı düğmesine basılarak bölüm boşaltılmalıdır.
- Elektrik ana şalterden kapatılmalıdır.
- Eldeki yangın söndürücülerle yangına müdahale edilirken; yangın durumuna göre 110 numaradan itfaiye haberdar edilmelidir.
- İtfaiye görevlilerine yol gösterilmelidir.
- Cihazlar yangından hasar görmüş ise TAEK-RGD ve ÇNAEM aranarak haberdar edilmelidir.
- Sorumlu kişi ayrıntılı raporları hazırlayarak TAEK'e göndermelidir.
- Yangın halinde elektrik ve binada kullanılan materyale uygun söndürücü kullanılması ve yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılması gereklidir. Yangın söndürücüler kolay ulaşılabilir yerlerde bulundurulmalıdır. Tüm çalışanlar yangın anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.
- Olay sonrası cihaz çalıştırılmadan önce genel bakımdan geçmeli, kalite kontrol ve doz ölçümleri yapılmalıdır.

##### **11.2.2.2.2. Su Basması**

- Tedavi odasının zemin ve kablo kanallarına su girmiş, kablolar ıslanmış ise cihaz kesinlikle çalıştırılmamalıdır.
- Elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Suyun boşaltılmasını takiben sorumlu teknik personel tarafından cihazın kontrolleri yapılmalıdır.
- Hasta tedavi odasında iken su basarsa cihaz hemen kapatılmalı ve hasta dışarı alınmalıdır.
- Elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Sorumlu kişilere, hastane sorumlusuna ve yetkili firma elemanlarına haber verilmelidir.
- Hasar tespiti yapılarak ve gerekli raporlar hazırlanmalı ve TAEK'e gönderilmelidir.

### **11.2.2.2.3. Deprem**

- Tüm çalışanlar deprem anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.
- Depremün tedavi sırasında olması halinde; çalışan kişiler asla paniğe kapılmamalıdır. Işınlama hemen durdurulmalıdır. Bu işlem sırasında sadece ışın kesilmeli, sistemin elektriği kesilmemelidir. Aksi halde cihaza müdahale etmek imkansız hale geleceğinden hasta masası hareket ettirilemez.
- Hastaya sakin olması söylenmelidir.
- Güvenli bir yerde sarsıntının geçmesi beklenmelidir.
- Sarsıntı geçer geçmez hasta derhal tedavi odasından dışarı alınmalı ve ana şalterden elektrik kesilmelidir.
- Sorumlu kişilere haber verilmelidir.
- Hasar tespiti yapılmalıdır.
- Bina hasar görmüş ise itfaiye ve polisten yardım istenmelidir.
- Cihazın koruyucu zırhı hasar görmüş ise TAEK'ten yardım istenmelidir.
- Herhangi bir hasar yoksa ilgili firma elemanlarıyla birlikte cihazın tüm parametreleri kontrol edilmelidir.
- Deprem sonrası ayrıntılı rapor hazırlanarak TAEK'e gönderilmelidir.
- Depremün tedavi saatleri dışında meydana gelmesi durumunda; hasar tespiti yapılır, cihaza ait parametreler kontrol edilir, durum TAEK'e rapor edilir.

### **11.2.3. Simülatör Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler**

#### **11.2.3.1. Simülatör Cihazında Çalışma Prensipleri**

##### **Cihaz İle İlgili Olarak;**

- Öncelikle UPS açılarak şebekenin cihaza gelmesi sağlanmalıdır.
- Ana şalterden açma düğmeleri devreye sokulduktan sonra, bilgisayar sistemi açılmalı ve skopi ekranına elektrik gelip gelmediği kontrol edilmelidir.

- Bilgisayar sistemi açılırken; ilk açılışta bilgisayar şifresi konulmadığı için “tamam” veya “iptal” denilerek geçilebilir.
- Bilgisayar açıldıktan sonra, programa girmek için kullanıcı “service”, şifre “3” olarak girilmeli ve programın açılması sağlanmalıdır.
- Bu sırada içeride maske eritme potasının açılıp açılmadığı kontrol edilmelidir. İçerisindeki su miktarının yeterli seviyede olması sağlanmalı, eğer su çok kirlenmiş ise simülasyonlar bittikten sonra bütün su boşaltılıp temiz su ile değiştirilmeli ve ertesi güne hazır durumda bırakılmalıdır.
- Simülatör cihazının günlük kalite kontrol formlarının her gün cihaz açıldıktan sonra düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Değerlerde limit dışında düzensizlikler olduğunda sorumlu fizikçiye haber verilmelidir. Son olarak hasta alınmadan önce cihazın skopi yapıp yapmadığı ve görüntü kalitesinin durumu kontrol edilerek cihaz hasta alır duruma getirilmelidir.
- Akşam mesai bitiminde simülatör odası ertesi güne hazır olacak şekilde bütün kullanılan malzemeler yerlerine kaldırılmalı ve Gantry 0° olacak şekilde cihaz kapatılmalıdır. Maske eritme potasının (potanın içerisinde maske bırakılmamalıdır), banyo cihazının kapalı olup olmadığı kontrol edilmeli ve içerideki ısıtıcılar açıksa mutlaka kapatılmalıdır.

#### **Karanlık oda ile ilgili olarak;**

- Banyo cihazının çalışır durumda olması ve filmlerin kaliteli görüntü vermesi için solüsyonlarının yeterli seviyede olması sağlanmalıdır. Bir tane boş filmin banyo edilmesi ile cihaz kontrol edilmelidir. Karanlık odada kutulardaki filmlerin kapaklarının açık bırakılmamasına mutlaka özen gösterilmelidir.

#### **Hasta Alımı İle İlgili Olarak;**

- Simülatör randevu defterinden o güne ait hastaların listesi alınmalı ve randevu saatinde hastanın doktoru ile iletişime geçilerek simülasyona başlanmalıdır.
- Öncelikle hastanın dikkatli bir şekilde masaya yatması sağlanmalıdır. Maske yapılması gerekiyorsa baş veya baş-boyun olmak üzere hastadan sorumlu asistanı ile birlikte hastaya açıklama yapılarak maske hazırlanmalıdır.
- Simülasyon işleminin hangi cihaza göre yapılacağı doktorundan öğrenilerek, sistem ona göre ayarlanmalıdır (SSD, alan göstergesi tepsisi).
- Filmler çekildiğinde FFD mesafesi ve diğer gerekli bilgilerin film üzerine yapıştırılan etikette olmasına dikkat edilmelidir.
- Eğer hastanın konturu alınacaksa simülasyon işlemi bittikten sonra kontur alımı tamamlanmalıdır.
- Hastanın tedavi randevusu hangi cihazda tedaviye başlayacaksa cihaza ait teknisyen ile görüşülerek saati hastaya ve ilgili kişilere bildirilmelidir.
- Hastaya ait filmler, tedavi dosyası ve varsa konturunun sorumlu fizikçiye ulaşması sağlanmalıdır.

- Hasta işlemleri bittikten sonra yakınları çağırılarak güvenli bir şekilde odadan çıkması sağlanmalı ve hastanın odada tek başına bırakılmamasına özen gösterilmelidir.
- Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra diğer hasta alımı için doktoru ile iletişime geçilmelidir.
- Sorumlu teknisyen mesai saatleri içerisinde daima cihazı başında bulunmak zorundadır.

### **11.2.3.2. Simülatör Cihazı İçin Tehlike Durum Planı**

Tehlike ve Acil Durum Nedenleri, Olası tehlikeler

1. Elektrik Arızası
  2. Yangın
  3. Deprem
  4. Su basması
  5. Simülasyon sırasında odaya girilmesi
- Yukarıda belirtilen kaza durumlarında Simülatörün bütün fonksiyonlarını durdurabilen kırmızı renkli acil butonları, kumanda paneli üzerinde ayrıca odanın prizleri de dahil tüm elektrik akımını kesen acil düğmesi kumanda odası duvarında bulunan elektrik panosunda bulunmaktadır. Ayrıca sadece masanın elektrik akımını keserek masanın hareketini durduran butonlar, masanın her iki yanında bulunan panel üzerinde bulunmaktadır.
  - Kaza halinde görevli kişi acil butonları ile cihazın elektrik akımını keserek hastayı hızla odadan dışarı çıkarmalı ve derhal yetkili kişilere haber vermelidir.
  - Yangın durumunda acil butonları ile cihazın elektrik bağlantısı kesilir. Acil yangın çıkışı kapısının yanında iki tip yangın tüpü vardır. Elektrikli cihazların söndürülmesi gerekiyorsa halokarbon yangın tüpü ile değilse normal yangın söndürme tüpü ile müdahalede bulunulur. Ana şalter kapatılarak tesisin elektrik akımı kesilmiş olur.
  - Simülatör odasının kapısı üzerinde bulunan kırmızı radyasyon uyarı lambası hasta simülasyonu sırasında yanar. Bu durumda oda kapısı hiç bir şekilde açılmamalı simülasyon işlemi bitiminde ışığın sönmeye beklenmelidir.

#### **11.2.3.2.1. Kaza Durumunda İzlenecek Yöntemler:**

- Kaza gerçekleştiğinde, çalışanların ve hastaların kazayı hangi şiddette yaşadıkları araştırılır. Radyasyona maruz kalıp kalmadıklarının tespiti için derhal yetkili otoriteye haber verilir. Simülatör cihazında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile temasa geçilerek cihazın parametrelerinde değişiklik olup olmadığı, ışın çıkış şiddeti ve görüntüleme fonksiyonlarının durumu araştırılır.
- Simülasyon işlemine başlamadan önce cihazın bütün kalite kontrol testleri yapılarak kabul edilebilir seviyede olduğu tespit edildikten sonra, hasta simülasyonuna izin verilir.

#### 11.2.3.2.2. Kaza Durumunda Başvurulacak Ve Müdahalede Görev Alacak Personel:

- Kaza yada olağanüstü durum sorumlu kişilere bildirilerek halledilebilecek türde ise dahili telefon numaraları aranarak yardım istenir.

#### 11.2.4. Kaza Ve Arıza Durumunda Haberdar Edilecek Kurum Ve Kişilerin İletişim Bilgileri

##### Tehlike durumunda sorumlu olacak kişiler:

Adı	Görevi	Eğitimi	Telefon
Dr. Öğr. Üyesi Taylan TUĞRUL	Öğretim üyesi	Radyasyon Onkolojisi	2286396-6956
Nuran AYŞİN	Teknik Ekip	Radyasyon Onkolojisi	2286396

#### 11.2.5. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu İletişim Bilgileri

TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	Tel: 444 82 35 (444 TAEK)
Taek Başkanlığı	Tel: 0312 295 87 00
RSGD Başkanlığı	Tel: 444 82 35- 0312 295 87 00
TAEK Başkanlığı Santral	Tel: 0312 295 87 00
TAEK Başkanlığı Fax	Tel: 0312 287 87 61
ÇNAEM Santral	Tel: 0212 473 26 00
ÇNAEM Fax	Tel: 0212 473 26 34
Sarayköy Nük. Araştırma Mrkz.	Tel: 0312 810 15 00

### 11.3. RADYOLOJİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı; asistan ve öğrenci eğitimi yanı sıra yüksek lisans eğitimi sağlamakta, hastanemizin ve yakın bölgemizin tıbbi görüntüleme, teşhis ve tedavi ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

#### 11.3.1. Radyoloji Departmanında TAEK Tarafından Uyulması İstenilen Kurallar

##### 11.3.1.1. Çalışanların Uyması Gereken Kurallar

Radyasyondan korunmaya ilişkin uygulama ve önlemler üç temel ilkeye göre düzenlenir:

\*Radyasyon Uygulamasının Gerekçelendirilmesi: Işınlanmanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmez.

**\*\*Radyasyon Uygulamasının Optimizasyonu:** Radyasyon ışınlanması gerektiren uygulamalarda olası tüm ışınlanmalar için mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır.

**\*\*\*Doz Sınırları:** Halk ve radyasyonla çalışanlar için ilgili yönetmeliklerde verilen doz sınırları aşılamaz. Tanı ve tedavi amaçlı radyasyon ışınlanmasına maruz kalanlara ve doğal radyasyon seviyelerine doz sınırlamaları uygulanmaz. Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin optimizasyonunun sağlanması için kişisel dozlar, ilgili yönetmeliklerde verilen yıllık doz sınırları altında kalmak koşuluyla kaynak özelliklerine bağlı olarak sınırlandırılır.

Denetimli ve gözetimli alanlarda yürütülen faaliyetlerde ilgili yönetmeliklerde verilen hususlara uyulur:

- 18 yaşından küçükler bu alanlarda çalıştırılmaz. 16-18 yaş arası stajyer ve öğrenciler ancak gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
- Hamileliği belirlenmiş olan çalışanlar ancak ilgili yönetmeliklerde verilen koşullarda ve gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
- Emzirme döneminde bulunan çalışanlar radyoaktif maddenin solunum veya sindirim sistemine geçebileceği alanlarda çalıştırılmaz.
- Geçici görevlilere yaptıkları görevler esnasında almaları gereken radyasyondan korunma yöntemleri hakkında yeterli eğitim verilir. Yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak, TAEK tarafından radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz almalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez.
- Radyasyon görevlileri için etkin doz herhangi bir yılda 50 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 20 mSv'i geçemez. El ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 500 mSv, göz merceği için 150 mSv'dir.
- Toplum üyesi kişiler için doz herhangi bir yılda 5 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 1 mSv'i geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 50 mSv, göz merceği için 15 mSv'dir.
- 18 yaşından küçükler radyasyon güvenliği tüzüğü'nün 6. maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15. maddesinin (b) bendinde belirtilen alanlarda, eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, herhangi bir yılda 6 mSv'i geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 50 mSv'dir.
- Çocuk doğurma çağındaki radyasyon görevlilerinin maruz kaldıkları radyasyon dozunun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması için gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Hamileliği belirlenmiş olan radyasyon görevlileri ancak gözetimli alanlarda çalıştırılır. Fetüsü korumak amacıyla, hamile radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı 1 mSv'dir.

**Görevi gereği ışınlamalar için ikincil sınırlar;**

- Görevi gereği ışınlanmalar için doz sınırları ile uygunluğu sağlamak üzere, eşdeğer doz indisleri ve yıllık vücuda alınma sınırları değerleri (ALI) kullanılır.
- Yetişkinlerden oluşan kritik grup üyesi kişiler için, uygun "ALI" değerlerinin 1/10'u ve iç ışınlanma durumunda bebek ve çocuklardan oluşan kritik grup üyesi kişiler için ise uygun "ALI" değerlerinin 1/100'ü kullanılır. Radyasyon alanlarının sınıflandırılması yapılmalıdır. Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

#### **Denetimli Alanlar:**

Denetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur:

- Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri,
- Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, simge ve renkleri taşıyan işaretler,
- Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaşma tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilecek sürenin sınırlandırılması ile koruyucu giysi ve araçlar kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı işaretleri.

#### **Gözetimli Alanlar:**

Radyasyon alanlarının izlenmesinde uygun radyasyon ölçüm cihazları ve dozimetreler kullanılır. Radyasyon alanlarının radyasyon/radyoaktivite düzeyi ölçümleri TAEK tarafından belirtilen sıklık ve yöntemlere uygun olarak yapılır. Bu ölçümlerde kullanılan cihazların kalibrasyonları TAEK tarafından uygun görülen aralıklarla, Kurumun İkincil Standart Dozimetre Laboratuvarı'nda yapılır.

- 16-18 yaşları arasındaki öğrenci ve stajyerlere sadece gözetimli alanlarda eğitim izni verilebilir.
- Ziyaretçiler denetimli alanlara kesinlikle, gözetimli alanlara ise radyasyon korunması sorumlusundan izin almadan giremezler. İzin verilen ziyaretçilerin giriş ve çıkış saatlerinin kayıtlarının tutulması radyasyon korunması sorumlusu tarafından sağlanır.
- Görev gereği ışınlanmalarda yönetmeliklerde belirtilen yıllık doz sınırlarına uyulması zorunludur. Tanı, tedavi eğitim ve araştırma amaçlı ışınlanmalarda, mesleki ve toplumsal sağlık taramalarındaki ışınlanmalarda kişilerin alacağı radyasyon dozu, TAEK tarafından öngörülen rehber düzeylerine uygun olmalıdır.
- Görevleri gereği radyasyona maruz kalan kişilerin çalışma koşulları aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

#### **I. Çalışma Koşulu A**

#### **II. Çalışma Koşulu B**

- Yıllık dozun, izin verilen düzeyin 3/10'unu aşma olasılığı bulunan Çalışma Koşulu A durumunda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur. Belirlenen dönemlerde değerlendirmek üzere bu dozimetreler TAEK'e gönderilir.
- Yapılan işin niteliğine uygun koruyucu giysi ve teçhizat kullanılır.



- Radyasyon görevlilerinin bu radyasyon güvenliği yönetmeliğin 15inci maddesinde belirtilen alanlarda işe başlamadan önce bu yönetmeliğin 51inci maddesinin (d) bendinde belirtilen sağlık raporu istenir, ayrıca hematolojik, dermatolojik ve hekim tarafından gerekli görülmesi halinde radyolojik tetkikleri yapılır.

Denetimli alanlarda görev yapanların hematolojik tetkikleri yılda en az bir kez yapılır, gerekli görüldüğü hallerde ise bu süre kısaltılır ve raporları saklanır.

### **11.3.1.2. Hastanın Radyasyon Güvenliği**

1. Tanı ve tedavi amacıyla radyasyon uygulamalarının amacına ulaşması öncelikli olmak üzere hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere aşağıdaki hususlara uyulur.

- Hekimin yazılı kararı olmayan hiçbir ışınlama yapılamaz.
- Hastanın alacağı veya alması gereken doz miktarının tayini ve tıbbi ışınlama süresince hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere gerekli tüm bilgiler hekim tarafından yazılı olarak önceden belirlenir ve bunlar kesinlikle uygulanır.
- Görevli tüm personel, tanı ve tedavinin gerektirdiği radyasyon güvenliği konularında eğitilmiş olmalıdır.
- Kalibrasyon, dozimetri ve cihazların kalite kontrolü bu konuda yetkili kişilerin denetimi altında yapılır.

2. Radyolojik incelemelere aşağıdaki koşullarda izin verilir.

- Alternatif tekniklerle karşılaştırıldığında, radyasyonla yapılacak tanı ve tedavinin yararları radyasyonun hasarlarına göre daha ağırlık kazandığı durumlarda tıbbi ışınlamalar uygulanır.
- Mesleki, yasal veya sağlık sigortası amaçlı tıbbi ışınlanmalar, sağlıkla ilgili belirgin bir beklenti olmadıkça ve uygulama tipi hakkında profesyonel kişi veya kuruluşların görüşleri alınmadan yapılamaz.
- Toplumun sağlık taramalarında radyolojik yöntemler ekonomik ve sosyal bedelin sağlık riskini karşılaması halinde ve kişiler için net bir yarar sağlayacak ise uygulanır.
- Sağlık kuruluşlarının Etik Komite önerileri ve yazılı onayları ile araştırma yapılacak kişinin yazılı onayı alınmadan araştırma amacıyla tıbbi ışınlanmalarına izin verilemez.

3. Kişiye net bir yarar sağlamayan, alacakları doz ve risk hakkında kişilerin bilgilendirildiği, kişilerin ve Etik Komite'nin yazılı onayı alınmış araştırma amaçlı gönüllü ışınlanmalarda, halk için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda TAEK tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.

4. Gerek görülen hallerde tıbbi tanı ve tedavi altındaki hastalara gönüllü ve bilinçli olmak koşuluyla yardım etmek isteyen veya hasta ziyareti için gelen kişilerin alacakları etkin doz, tanı ve tedavi süresince 5 mSv değerini aşamaz.

### **11.3.1.3. Radyasyon Korunmasında Temel Kurallar**

1. Asemptomatik hastalarda rutin amaçlı tetkiklerden kaçınılmalıdır.
2. Ekspozur faktörlerinin yanlış seçimi, yanlış pozisyon gibi teknik hatalar nedeniyle tetkik tekrarına yol açılmamalıdır.

3. Radyasyon kontrolünde; zaman, mesafe ve bariyerin önemini iyi anlaşılmalı ve pratikte kullanılmalıdır.

4. X-ışını oluşması ekspozur parametresi olan zamanla doğru orantılıdır.

5. Ekspozur süresi arttıkça aynı oranda x-ışını miktarı artar.

6. Mesafe ise karesi oranında alınan radyasyonu azaltır yani ters orantılıdır. Bir metre mesafede ekspozur 2 R ise, 4 metrede 0.13 R olur  $(2R \times 1/4^2) = 0.13 R$

7. Kurşun veya beton bariyerler radyasyon korunmasında paravan oluştururlar.

8. Primer ışının yolunda kesinlikle durulmamalıdır. Koruyucu bariyer arkasında değil ise mutlaka kurşun önlük giyilmelidir.

9. Devamlı dozimetre kullanılmalı ve bunu kurşun önlüğün dışına takmalıdır.

10. Çekim esnasında hastayı tutulmamalı, mümkünse metalik tespitleyiciler kullanılmalıdır. Hastanın tutulması gerekli ise bu yakınlarına yaptırılmalıdır. Hastayı tutan kişiye kurşun önlük ve mümkünse kurşun eldiven giydirilmelidir.

11. Doğum çağındaki herkes için tetkike engel olmuyorsa gonad koruyucu kullanılmalıdır.

12. Kesin gereklilik mevcut değilse gebelikte inceleme yapılmamalıdır. Doğurgan kadında pelvis ve alt abdominal inceleme menstruasyondan sonraki ilk 10 günde yani gebelik şansının en az olduğu dönemde uygulanmalıdır. Gebelikte bu tip inceleme gebelik sonrasına veya mümkünse gebeliğin 2. yarısına ertelenmelidir.

13. İncelemeler sırasında mümkün olan en küçük kolimasyonu kullanmak radyasyon dozunu azaltacaktır.

#### **11.3.1.4. Radyasyondan Korunmada Cihaz Kullanılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar**

##### **Radyografi Cihazları**

- Radyografi tekrarlarından kaçınmak gerekir.
- Bazı tekrar nedenleri; Yetersiz pozisyonlandırma, uygun olmayan ekspozur faktörleri (aşırı ya da düşük doz), hasta hareketi, yetersiz kolimasyon, kaset ve ranforsatör hataları, banyo hataları, grid hataları, aynı kasete birden fazla ekspozur yapılması, yanlış bölgeye radyografi yapılması.

##### **Radyografik teknik:**

- Yüksek kVp ile çalışmak hasta dozunu azaltır.
- Örnek: 64 kVp, 80mAs kullanılan bir incelemede deri dozu 400 mrad'dır. Bunun yerine 74 kVp ve 40 mAs ile dansite değeri aynı olan film elde ediliyor. Bu durumda hasta dozu ne kadar olur?

64kVp 40 mAs için

$$400 \times (40/80) = 200 \text{ mrad}$$

74kVp 40mAs için

$$200 \times (74/64)^2 = 200 \times 1,34$$

$$= 267 \text{ mrad}$$

### **Kolimasyon**

- Kolimatör, sadece ilgilenilen alanı içine alacak kadar açılmalıdır. Işın alanı ile film uyumuna dikkat edilmeli ve bu amaçla film boyutuna uygun kolimasyon sağlayan otomatik kolimatörler kullanılmalıdır.
- Kolimasyon, hastanın aldığı dozu azaltmasının yanı sıra saçılmanın azalmasına bağlı görüntü kalitesini de artırır.

### **Filtrasyon**

- X-ışını tüpünden çıkan tanı değeri olmayan düşük enerjili ışınların vücuda ulaşmadan filtre edilmesi gerekir. Bu amaçla röntgen cihazındaki kaçınılmaz ve eklemeli filtrasyonun toplam miktarı 2,5 mm Al eşdeğeri olmalıdır.

### **Fokus-obje mesafesi**

- Portabl incelemelerde 30 cm'den, fluoroskopide 45 cm'den, radyografide ise 100 cm'den az olmamalıdır.
- Trifaze jeneratörlerin kullanılması alınan radyasyon dozunu azaltır.

### **Banyo kalite kontrolü**

- Filmin dansite-ekspozur ilişkisini en iyi düzeyde tutmak için banyolarda günlük kalite kontrolü yapılmalıdır.

### **Koruyucu bariyerler**

- Radyografi cihazlarının primer ve sekonder koruyucu bariyerleri vardır ve teknisyenin aldığı doz bu şekilde en aza indirilmiştir.

### **Röntgen masaları**

- Röntgen masalarının iyi ışın geçiren maddelerden yapılmış olması gerekir. Bu amaçla en sık "karbon fiber" kullanılır. Absorbsiyon özelliği az olan karbon fiber, oldukça dayanıklı bir maddedir.

### **Grid türü**

- Çok yüksek oranlı gridlerin kullanılması hasta dozunu artırır.

### **Görüntü alıcı (film, ranforsatör ve dedektörler)**

- Ranforsatörler hastanın aldığı dozu büyük oranda azaltırlar (%95). Yüksek hızlı ranforsatörler ve bunlara uyumlu filmlerin kullanılması, alınan dozu daha da azaltmaktadır. Bu nedenle nadir toprak ranforsatörler ve diğer hızlı ranforsatörlerin öncelikle seçilmesi gerekir.

### **Portabl röntgen cihazları**

- Bu cihazlarda koruyucu bariyerler olmaması nedeniyle, birlikte koruyucu kurşun önlük bulundurulmalıdır. Bu cihazların ekspozur düğmeleri x-ışını tüpünden 180 cm'ye kadar uzaklaştırılabilir.

### **Fluoroskopi ve Anjiyografi Cihazları**

- Bu cihazlar, radyografiden beklenen verileri elde etmek amacıyla kullanılmamalıdır.
- Görüntü kuvvetlendirici tüpü, hastanın aldığı dozu azaltmasının yanı sıra primer koruyucu bariyer gibi rol yapar.
- Görüntü tüpünün operatörün bulunduğu tarafta olması ve hastaya temas edecek kadar yakın olması gerekir.
- Bu cihazlarda kullanılan floroskopi düğmesinin basınca radyasyon veren, bırakınca radyasyonu kesen tipte olması daha avantajlı olmaktadır.
- Bu cihazlarda hastadan gelen radyasyonu azaltmak için koruyucu perdeler, koruyucu kurşunlu camlar kullanılabilir.
- Yine bu cihazlarda bulunan zaman uyarıcıları, toplam skopi süresini belirler ve beş dakikalık toplam skopi süresinde sesli sinyal verir.
- Floroskopi cihazları, masa üzerindeki x-ışını intensitesi 10 R/dk'yı geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır.
- C kollu fluoroskopi ve anjiyografi sistemlerinde x-ışını tüpü masa üstünde ise çalışanın aldığı doz daha fazladır.
- Bu nedenle bu cihazlarla çalışırken x-ışını tüpü masa altında ya da çalışanın öbür tarafında olmalıdır.
- Hasta yakınında personelin durması gereken masa kenarlarında doz değerlerinin en yüksek olduğu unutulmamalıdır.
- Radyolojik tetkik esnasında personelin hastanın yanında bulunması gerekiyorsa, vücutlarını, tiroid ve gözlerini korumaları gerekir. Ters kare yasasının sonucu olarak, hastadan 3 m. uzaklık civarında saçılma düzeyleri hızla düşer ve kurşun önlük giymek gerekmeyebilir.
- Radyoloji personeli asla hastaları tutmamalıdır. Mümkün olduğunca mekanik tutma aygıtları kullanılmalı ya da hastanın yakını veya arkadaşından yardımcı olması istenmelidir. Bu yardımı yapacak kişiye de uygun koruma sağlanmalıdır.

### **Mamografi**

- Mamografide radyasyonun oluşturduğu risk nedeniyle tarama amacıyla 35-40 yaşın üzerinde kullanılması ve taramada her bir meme için tek projeksiyonda inceleme yapılması önerilmektedir.
- Mamografi cihazlarında ranforsatörlerin kullanılması, hastanın aldığı dozu oldukça azaltmıştır.
- Görüntü kalitesi yüksek olan xeromammografi tetkikinde hasta daha fazla doz alır.
- Ranforsatör kullanılarak yapılan tetkikte her bir projeksiyon için meme dozu 40 mRad iken, xeromammografide meme dozu 370 mRad olmaktadır.

### **Bilgisayarlı Tomografi**

- BT de kolime edilmiş x-ışını demeti kullanıldığı için saçılan radyasyon floroskopiye göre daha azdır.
- BT'de hasta dozu, ardışık kesitlerin aldığı dozun toplamı şeklindedir.

- Fakat saçılan radyasyon ve yetersiz kolimasyona bağlı olarak verilen radyasyon, ilgili kesit alanının dışına kısmen taşma göstermektedir.
- Bunun sonucu olarak taranan bölgenin almış olduğu total radyasyon miktarı, bir kesitte alınmış olan dozun üzerinde olmaktadır.
- Bir BT kesitinin radyasyon dozu, kesit alanı içindeki tüm dokulara yaklaşık olarak eşit oranda dağılır.
- Bu doz 1-10 rad arasında değişir.
- Bir BT kesitinde en yüksek dozu deri alır.
- Deri dozu vücudun merkezine oranla yaklaşık %20 daha fazladır.
- Ardışık kesitler alınan bir çalışmada, her kesitin aldığı radyasyon dozu, tek bir kesitte alınan doza göre % 40 daha fazladır.

### 11.3.2. Kaza veya Tehlike Durumunda Yapılması Gerekenler

1. Radyasyon ile tanı amaçlı uygulamalarda dozun rehber düzeyin belirgin şekilde üzerine çıkması veya cihaz arızası, kaza, hata gibi nedenlerle hastanın beklenenden fazla doz alması durumunda;

- Hasta dozu belirlenir,
- Durum hakkında TAEK bilgilendirilir,
- Durum hastaya, radyasyon korunması sorumlusuna ve ilgili doktoruna bildirilir,
- Önlemler ve hastanın durumuna göre yapılması gerekenler belirlenerek, uygulanması sağlanır.
- Tekrarlanmaması için önlemler alınır.

2.Tehlike durumu veya kaza durumlarında Radyasyon Güvenliği Komitesinin hazırladığı "Tehlike Durumu Planı" uygulamaya konulur.

3.Tehlike durumu veya kaza halinde alınması gerekli önlemler derhal yerine getirilir ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK'e bildirilir.

4.Tehlike durumu veya kaza sona erdikten sonra, kazanın oluş şekli radyasyon görevlilerinin ve diğer kişilerin maruz kaldıkları radyasyon dozları ve radyoaktif maddelerin vücuda alınıp şekli ve nedeni araştırılarak, radyasyon görevlilerinin film ve/veya TLD dozimetre ve gerekirse kromozom aberasyonu test sonuçları ile birlikte, sonuç bir raporla en kısa zamanda TAEK'e bildirilir.

5.Radyasyon kazasından sonra, yönetmelikte belirtilen sınırlar üzerinde radyasyona maruz kalan radyasyon görevlilerinin, eski görevlerine devam etmesinde bir sakınca bulunmadığının, resmi sağlık kuruluşu tarafından bir raporla belirlenmesi halinde, bu kişiler eski görevlerine devam edebilirler. Raporla eski görevine devamı sakıncalı görülen radyasyon görevlileri, sosyal ve ekonomik durumları, yaşları ve özel becerileri göz önüne alınarak radyasyona maruz kalmasını gerektirmeyecek başka bir görevde çalıştırılır.

6.Tehlike durumu ve kaza söz konusu olmamakla birlikte, doz sınırlarının aşılmasından şüphe edilmesi halinde konuya ilişkin araştırma ve sonuçlar bir raporla TAEK'e yazılı olarak bildirilir.

7.Radyasyon kaynaklarının kaybı, çalınması veya hasar görmesi halinde, ivedilikle gerekli önlemler alınır ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK'e bildirilir.

## Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Sorumlu Olacak Kişiler

Adı	Görevi	Eğitimi	Telefon
Prof. Dr. Cemil GÖYA	Öğretim üyesi	Radyoloji	2286396-6956
Zeynelabidin ATABEY	Teknik Ekip	Radyoloji	2286396

TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	<b>Tel: 444 82 35 (444 TAEK)</b>
TAEK Başkanlığı	<b>Tel: 0312 295 87 00</b>
RSGD Başkanlığı	<b>Tel: 4448235-0312 29587 00</b>
TAEK Başkanlığı Santral	<b>Tel: 0312 295 87 00</b>
TAEK Başkanlığı Fax	<b>Tel: 0312 287 87 61</b>
ÇNAEM Santral	<b>Tel: 0212 473 26 00</b>
ÇNAEM Fax	<b>Tel: 0212 473 26 34</b>
Sarayköy Nük. Araştırma Mrkz.	<b>Tel: 0312 810 15 00</b>

### 11.4. KARDİYOLOJİ

#### 11.4.1. Anjiyografi Cihazları

Anjiyografi cihazı kardiyolojide damarları görüntülemesinde kullanılan x-ışını ile çalışan bir cihazdır. Anjiyografi cihazı temel olarak hastanın üzerine yatırıldığı masa, görüntülemenin sağlandığı C kollu skopi, görüntülemenin izlendiği ekran ve ayrı bir odada olan kumanda odasından oluşur. Bu cihazlarda, görüntü kuvvetlendirici tüpü, hastanın aldığı radyasyon dozunu azaltmasının yanısıra primer koruyucu bariyer gibi rol oynar. Görüntü tüpünün operatörün bulunduğu tarafta olması ve hastaya temas edecek kadar yakın olması gerekir. Bu cihazlarda floroskopi düğmesinin basınca radyasyon veren, bırakınca radyasyonu kesen tipte olması daha avantajlı olmaktadır. Bu cihazlarda hastadan gelen radyasyonu azaltmak için koruyucu perdeler, koruyucu kurşunlu camlar kullanılabilir. Yine bu cihazlarda bulunan zaman uyarıcıları, toplam skopi süresini belirler C kollu fluoroskopi ve anjiyografi sistemlerinde x-ışını tüpü masa üstünde ise çalışanın aldığı doz daha fazladır. Bu nedenle bu cihazlarla çalışırken x-ışını tüpü masa altında ya da çalışanın diğer tarafında olmalıdır. Hasta yakınında personelin durması gereken masa kenarlarında doz değerlerinin en yüksek olduğu unutulmamalıdır. Bu yüzden radyolojik tetkik esnasında personelin hastanın yanında bulunması gerekiyorsa, vücut, troid ve gözlerini korumaları gerekir. Radyoloji personeli hastaları tutmamalıdır. Mümkün olduğunca mekanik tutma aygıtları kullanılmalı ya da hastanın yakını veya arkadaşlarından yardımcı olması istenmelidir. Ayrıca bu yardımı yapacak kişiye de uygun koruma sağlanmalıdır.

Kardiyoloji Anabilim Dalı “anjiyografi laboratuvarları” ve “elektrofizyoloji yapılan alan” ile komşu alanlar yasa, yönetmelik ve tüzüklere uygun olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın sağlıklı olması için söz konusu alanlarda belirli aralıklarla düzenli ölçümler yapılacaktır.

**Alan 1 (kırmızı bölge):** Aralıklı olarak iyonize radyasyon oluşan alanlardır. Bu alanlarda ayrı ayrı iki oda olarak anjiyografi cihazlarının bulunduğu bölümlerdir.

**Alan 2 (sarı bölge):** Bu alanlarda “background” düzeyi dışında radyasyona maruz kalınmamaktadır. Buralarda anjiyografi cihazları kumanda odası ve anjiyografi-UPS destek odası bulunmaktadır.

**Alan 3 (yeşil bölge):** Bu alanlarda “background” düzeyi dışında radyasyona maruz kalınmamaktadır. Bu alanlarda anjiyografi sekreteryası, doktor odası, hasta hazırlık-bekleme odası ve temizlik alanlarından oluşur.

**Alan 4 (beyaz bölge):** Bu alanlarda “background” düzeyi dışında radyasyona maruz kalınmamaktadır. Burası Kalp hastanesi 2. kat kalp damar cerrahisi yoğun bakımı ve ameliyathanesine giden koridor ve anjiyografi hastalarına bilgi verilen alandan oluşmaktadır.

Radyasyon Güvenlik Tüzüğü (24/7/1985, No: 85/9727)'nde belirtilen prensiplere uygun olarak Radyasyon görevlisi, sürekli olarak denetimli alanlarda veya radyasyon kaynaklarıyla çalışan kişidir. Denetimli alanlarda veya radyasyon kaynaklarıyla geçici olarak veya ara sıra çalışan kişiler radyasyon görevlisi sayılmazlar. Bu maddeye istinaden çalışan personelin tüzüğe uygun görev yapıp yapmadıkları takip edilecektir. Bu tanım dışına çıkanların çalışma esasları yeniden düzenlenecektir. Yeni işe başlayanlarda da yasa ve tüzüğe uygun olarak radyasyon görevlisi olup olmadıkları belirlenecektir.

“TC. Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü Üniversite ve Sağlık personelinin Tam gün çalışmasına ve bazı kanunlarda değişiklik yapılmasına dair 5947 sayılı kanunun 30 Ocak 2010 tarihli ve 27478 sayılı Resmi Gazete yayınlanan kanunun 9. Maddesiyle 19/4/1937 tarihli ve 3153 sayılı Radyoloji, Radyom ve Elektrikle Tedavi ve Diğer Fizyoterapi Müesseseleri Hakkında Kanuna eklenen “EK MADDE 1 İyonlaştırıcı radyasyonla teşhis ve tedavi veya araştırmanın yapıldığı yerler ile bu iş veya işlemlerde çalışan personelin haftalık çalışma süresi 35 saattir. Bu süre içerisinde Sağlık Bakanlığınca çıkarılacak yönetmenlikte belirtilen radyasyon dozu limitleri de aşıldığı takdirde izinle geçirilecek süreler ve alınacak diğer tedbirler Sağlık Bakanlığınca çıkarılacak yönetmenlikle belirlenir” hükmüne istinaden bu çerçevede; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp hastanesi Kardiyoloji Anabilim Dalı Alan 1’de görev yapacak personel günde 7 saat mesai yapmaya, 1 ay radyasyon izni kullanmaya ve yasanın tanımladığı diğer haklara sahip olmaya devam edecektir. Alan 1’de çalışan görevliler acil durumlar dışında bu alanı terketmeyeceklerdir, görevleri gereği alan -2’ye geçici olarak geçiş yapabilirler. Operatörün talebi olursa yıkanarak steril koşullarda işleme yardımcı olmak zorundadırlar. Alan-2 dışına operatörlerden izin alarak çıkabilirler.

Görevi gereği radyasyon kaynaklarıyla çalışan veya ve radyasyona maruz kalan kişilerin iç ve dış radyasyon kaynaklarından bütün vücutlarının alacağı yıllık 5 remi geçmemelidir. Radyasyon görevlisi sayılmayan kişilerin ve toplumdaki diğer kişilerin maruz kalacakları iç ve dış radyasyonun toplamı, bütün vücut için 0.5 remi geçmemelidir. Söz konusu kontrollerin sağlıklı yapılabilmesi için “dozimetre”lerin titizlikle takılması gerekmektedir. İş bitimi sonrası dozimetreler; dozimetreler için hazırlanmış olan yere bırakılmalıdır.

Tüm personelin “dozimetre” takması, şua alanlarında “kurşun önlük”, “tiroid kılıfı” ve radyasyondan koruyucu “gözlük” takması gerekmektedir. İşlem esnasında koruyucu kurşun kalkanların kullanılması tüzük gereği zorunludur. İşlem esnasında alan 1 ile alan 2 arasındaki kapının kapalı tutulması tüzük gereği zorunludur. Steril ortamı korumak için Alan-1-2 ve 3’de önlük ve galoş vb. giyilmesi tüzük gereği zorunludur. İşlem yapan hekimlerin geçici olarak Alan 1’2

girmek zorunda kalan personelin transit geçişleri esnasında skoba basmamaları ve ilgili personeli uyarması gerekmektedir.

### **Kaza Ve Arıza Durumunda Haberdar Edilecek Kurum Ve Kişilerin İletişim Bilgileri:**

<b>Adı</b>	<b>Görevi</b>	<b>Eğitimi</b>	<b>Telefon</b>
Prof. Dr. Mustafa TUNCER	Öğretim üyesi	Kardiyoloji	2150470-6269
Yusuf ALADAĞ	Teknik Ekip	Kardiyoloji	2150470-6269

### **Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) İletişim Bilgileri**

TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	Tel: 444 82 35 (444 TAEK)
TAEK Başkanlığı	Tel: 0312 295 87 00
TAEK Başkanlığı Santral	Tel: 0312 295 87 00
TAEK Başkanlığı Fax	Tel: 0312 287 87 61
Sarayköy Nük. Araştırma Mrkz.	Tel: 0312 810 15 00
Taek Acil Durum Bildirim Hattı	444taek@taek.gov.tr

## **12. Kayıtlar**

23999 sayılı Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğince belirlenen kayıt tutma ve saklama yükümlülükleri aşağıda sunulmuştur.

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 69: Bu Yönetmelik kapsamına giren gerçek kişiler, resmi, özel kurum veya kuruluşlar aşağıda belirtilen esaslara uygun olarak kayıt tutmakla yükümlüdürler. Bu kayıtlar 30 yıl süre ile saklanır

### **12.1. Personele İlişkin Kayıtlar**

Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve içeriği ile lisans belgesi üzerinde ismi belirtilen kişiler,

1. Radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri,
2. Radyasyon görevlilerinin kişisel dozimetri raporları,

3. Radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu Yönetmeliğin 23üncü maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları, Radyasyon görevlilerinin bu Yönetmeliğin 23üncü maddesine göre yaptırılan periyodik tıbbi muayeneleri ile Kurum tarafından gerekli görülen durumlarda yaptırılan tıbbi muayenelerin sonuçları ve varsa diğer tıbbi ışınlanma sonuçları.

### **12.2. Radyasyon Kaynaklarına İlişkin Kayıtlar**



Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve kullanım amaçları ile lisans belgesi üzerinde belirtilen radyasyon kaynaklarının cinsi ve radyoaktiviteleri;

1. Radyasyon kaynağının yurda girişi, satın alınması, kurulması ve kalibrasyonuna ilişkin tarih ve işlemler ile konu ile ilgili kişilerin isimleri, Radyasyon kaynağının bakımı, onarımı, sızıntı testi, tüp ve kaynak değişimi gibi işlemlerinin tarihleri, yapılan işlerin içeriği ve konu ile ilgili kişilerin isimleri.

### **12.3. Radyoaktif Atıklara İlişkin Kayıtlar**

1. Meydana gelen radyoaktif atığın cinsi, miktarı, radyoaktivitesi ve tarihleri, Depolanmak ve işlenmek üzere Kuruma gönderilen veya çevreye verilen radyoaktif atıkların miktarları.

### **12.4. Kazaya İlişkin Kayıtlar**

1. Kazanın yeri ve tarihi,
2. Kazanın oluş şekli,
3. Kazaya neden olan radyasyon kaynağının cinsi ve radyoaktivitesi,
4. Vücuda alınan radyoaktif maddeler ve alınış nedenleri,
5. Maruz kalınan süre ve radyasyon dozları,
6. Kazaya maruz kalan kişilerin tıbbi muayene sonuçları ve yapılan tıbbi uygulamalar,
7. Kazaya ilişkin rapor.

Kaynak: Resmi Gazete Tarih/Sayı: 24.03.2000/23999, Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği

## **13. Dozimetre Kullanma Talimatları**

### **13.1. Film Dozimetre Değiştirme İşlemi**

1. Film taşıyıcısının açılması

Film taşıyıcısı, alt ve üst yüzeyindeki iki deliğe uygun bir tornavida sokulup çevrilerek açılır.

2. Filmin taşıyıcıya yerleştirilmesi

Film, taşıyıcının alt parçasına, film numarası üste gelecek şekilde yerleştirilir.

3. Film taşıyıcısının kapatılması

Taşıyıcı kapağı, taşıyıcı alt parçası üzerine, alt ve üst yüzeylerdeki çıkıntılar birbirinin içine geçecek şekilde ve iki parça birbirine kenetleninceye kadar bastırılarak oturtulur. Bu işlem sırasında filmin düzgün bir şekilde yerleşmesine dikkat edilmelidir.

4. Film Dozimetresi

Film Taşıyıcısının (badge), film takılmış halinin önden ve arkadan görünüşü. Arkadaki klips yardımı ile taşıyıcıyı, yakaya, iş önlüğü üst cebine veya kemere takabilirsiniz.

### **13.2. Film Dozimetresi Nasıl Kullanılmalıdır?**

1. Film dozimetreleri X (Röntgen), Gamma ışınları yayan cihaz veya radyoaktif madde içeren cihazlarla çalışan personel tarafından kullanılır. Taşıyıcı (badge) ve film olmak üzere iki kısımdan oluşan dozimetreler, belirlenen periyot içerisinde personelin aldığı radyasyon dozlarını ölçer.

2. Kullanılmış filmlerin toplanması, yenilerinin taşıyıcılara yerleştirilmesi, kuruluş içinde personele dağıtılması, doz raporu sonuçlarının personele bildirilmesini üstlenmiş bir kişiyi “SORUMLU KİŞİ” olarak belirleyerek Sağlık Fiziyi Birimine bildiriniz.

3. Filmler, Sağlık Fiziyi Birimi tarafından belirlenen periyotlarda kuruluşlara kargo ile gönderilecek ve kuruluştaki sorumlu kişi, kullanılmış filmleri arka sayfada gösterildiği gibi film taşıyıcısı içerisinde çıkararak yenilerini yerleştirecektir. Kullanılmış tüm filmleri, en kısa sürede birimize kargo aracılığı ile gönderiniz.

4. Yeni filmler ile birlikte gönderilen “FİLM DAĞITIM LİSTESİ” personelin hangi filmi kullanacağını göstermektedir. Doz değerlendirmeleri bu listeye göre yapıldığı için personel, ismi karşısında yazılı numaralı filmi kullanmalıdır.

5. Dozimetreler sorumlu kişi tarafından radyasyon alanı dışında belirli bir yerde muhafaza edilmeli, personel her sabah işe başlarken dozimetrelerini buradan alarak kullanmalıdır. İş bitiminde dozimetreler yine aynı yere bırakılmalıdır. Dozimetreler önlük üst cebine, yakaya veya kemere (dozimetre öne gelecek şekilde) klips ile takılarak tüm vücudu temsil eden radyasyon dozunun ölçülmesi sağlanır. Kullanım sırasında dozimetrenin önüne herhangi bir cisim (kalem, isimlik vb.) gelmemesine dikkat edilmelidir.

6. Çalışma sırasında kurşun önlük giyiliyorsa, dozimetre, önlüğün altına takılarak tüm vücut dozunun ölçülmesi sağlanır. Dozimetrenin kurşun önlük dışında taşınması durumunda ise kurşun önlük dışında kalan vücut kısımlarının (troid, göz lensi, eller) aldığı dozlar ölçülmüş olur. İdeal olanı, bu durumdaki personelin iki dozimetre taşınmasıdır.

7. Film dozimetresi değerlendirme sonuçları, “DOZ RAPORU” olarak yeni periyot filmleri ile birlikte, kuruluşa gönderilecektir. Doz raporundaki doz değerlerinin önceki periyotlarda kullandığınız filmlere ait olduğuna dikkat ediniz (genellikle iki periyot önceki).

8. Yeni personele film dozimetresi sağlanması için “DOZİMETRE İSTEK FORMU” ile dozimetre ücretinin Kurumumuza yatırıldığını gösteren banka dekontunun bize ulaşması gerekmektedir. Personelin işten ayrılması halinde, film taşıyıcısı ileride kullanmak üzere saklanmalıdır.

9. Film eğilip, bükülmemeli ve ASLA AÇILMAMALIDIR. Filmi iliştmek için iğne, tel zımba, ataç vb. kullanmayınız. Film üstüne ASLA yazı yazmayınız.

10. Çalışma sırasında kazaya uğradığınızı veya yüksek radyasyon aldığınızı düşünüyorsanız, durumu amirinize bildirerek, dozimetrenizin acil olarak ölçülmesini isteyebilirsiniz. Dozimetrenizin Birimize ulaştırılması durumunda en geç iki gün içerisinde dozimetreniz değerlendirilerek sonuç size ve kuruluşunuza bildirilecektir.

11. Radyasyon ve dozimetri konularında her türlü soru ve önerilerinizi bize ulaştırabilirsiniz.

### **13.3. TLD (Termoluminesans Dozimetre) Kullanma Talimatı**

1. TLD X (röntgen), gamma, beta ışınları ve nötronla çalışan personel tarafından kullanılır. Taşıyıcı ve TLD kartı olmak üzere iki kısımdan oluşan dozimetre (badge)'ler, belirlenen periyot içerisinde personelin aldığı radyasyon dozlarını ölçer.

2. Taşıyıcı ve TLD kartı bir bütündür. Dozimetri Birimi tarafından her yeni periyot için kuruluşa, TLD kartları taşıyıcı içine yerleştirilmiş olarak gönderilir.

3. TLD'lerin açılması özel bir aparat gerektirdiğinden herhangi bir kişi tarafından AÇILMAK İÇİN ASLA ZORLANMAMALI, BASINÇ VE FAZLA ISIYA MARUZ BIRAKILMAMALI, ISLATILMAMALI

dır. Aksi takdirde değerlendirilmesi ve kişi tarafında alınan radyasyon dozunun ölçülmesi mümkün olmayacağı gibi, dozimetre zarar görecektir.

4. Son derece hassas ve doz ölçüm aralığı geniş olan TLD'lerin maliyeti yüksek olup, hasara uğraması ve kaybolması halinde kuruluşunuzdan ücreti yeniden talep edilecektir.

5. TLD'ler her yeni periyotta kuruluşunuzdaki sorumlu kişi tarafından kullanılmış dozimetreler ile değiştirilecektir. Kullanılmış dozimetreler en kısa zamanda bize ulaştırılacaktır.

6. Yeni periyotta kullanılacak TLD'ler ile gönderilen TLD DAĞITIM LİSTESİ, kişinin hangi numaralı TLD'yi kullanacağını göstermektedir. Personel ismi karşısında yazılı numaralı TLD'yi kullanmalıdır.

7. TLD'ler radyasyon alanı dışında belirli bir yerde muhafaza edilecek, personel işe başlarken dozimetrelerini buradan alarak kullanacaktır. İş bitiminde dozimetreler gene aynı yere bırakılmalıdır.

8. Dozimetreler önlük üst cebine, yakaya veya kemere (dozimetre öne gelecek şekilde ) klips ile takılarak tüm vücudu temsil eden radyasyon dozunun ölçülmesi sağlanır.

9. Çalışma sırasında kurşun önlük giyiliyorsa, dozimetre, önlüğün altına takılarak tüm vücut dozunun ölçülmesi sağlanır. Dozimetrenin kurşun önlük dışında taşınması durumunda ise kurşun önlük dışında kalan vücut kısımlarının (troid, göz lensi, eller) aldığı dozlar ölçülmüş olur. İdeal olanı, bu durumdaki personelin iki dozimetre taşımasıdır.

10. TLD doz değerlendirme sonuçları, DOZ RAPORU olarak yeni periyot dozimetreleri ile birlikte kuruluşa gönderilecektir. Doz raporundaki doz değerlerinin önceki periyotlarda kullandığınız TLD'lere ait olduğuna dikkat ediniz.

11. Yeni personele dozimetre sağlanması için "Dozimetre İstek Formu" ile dozimetre ücretinin Kurumumuza yatırıldığını gösteren banka dekontunun bize ulaşması gerekmektedir. Personelin işten ayrılması halinde dozimetre, bize bildirmek kaydı ile personeliniz için kullanılabilir.

12. Çalışma sırasında kazaya uğradığınızı veya yüksek radyasyon aldığınızı düşünüyorsanız, durumu amirinize bildirerek, dozimetrenizin acil olarak değerlendirilmesini isteyebilirsiniz. Dozimetrenizin Merkezimize ulaştırıldığı gün değerlendirilerek sonuç size ve kuruluşunuza bildirilecektir.

13. Radyasyon ve dozimetre konularında her türlü soru ve önerileriniz için bize ulaşabilirsiniz.

Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziyoloji Birimi Saray Mah. Atom Cad. No:27 06983 KAZAN ANKARA	Tel: 0 (312) 8154306 Fax: 0 (312) 8154395 e-posta: dozimetri@taek.gov.tr
--	--

Dozimetre sonuç sorgulama; <http://www.taek.gov.tr/doz/index.html>

#### 14. Personel Eğitimi

Öncelikle Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane personelinin aşağıdaki plana göre eğitimi planlanır:

- İşe başlamadan önce
- Düzenli olarak her yıl

- Koşullarda, mevzuatta veya lisan koşullarında değişiklik olduğunda " Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi'nin tüm birimlerde personelin kolayca ulaşacağı yerlere Hastane Başhekimliğince dağıtılarak, okunması sağlanacaktır.

#### 15. Lisans İşlemleri

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve bu Yönetmelik kapsamına giren radyasyon kaynaklarının imal, ithal ve ihraç edilmesi, alınması, satılması, taşınması, depolanması, bakımı, onarımı, kurulması, sökülmesi, değiştirilmesi, radyasyon kaynaklarıyla çalışabilmesi ve her türlü amaçla bulundurulması ve kullanılması için TAEK'ten lisans alınması zorunludur. Bu lisans, başvurusu yapılan kaynakların Kurum tarafından onaylanan kişilerin sorumluluğu altında ve başvuruda belirtilen adresteki faaliyetini kapsar. Bu işler, diğer bakanlık ve/veya kuruluşlardan da izin, ruhsat veya bir belge alınmasını gerektiriyorsa, bunların verilmesi Kurum tarafından lisans verilmesi önkoşuluna bağlıdır. 7/2/1993 tarihli 21489 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliğine tabi olan faaliyetler için Çevre Bakanlığı'nın olumlu kararı alınmadan lisans işlemi başlatılamaz.

(Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 50) Lisans sahibi, radyasyon kaynağının bulunduğu ve kullanıldığı yerde veya lisans koşullarında herhangi bir değişiklik olması halinde, değişiklik yapılmadan önce en az 15 (on beş) gün içerisinde TAEK'e yazılı başvuruda bulunmak zorundadır. (Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 54)

#### 16. İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar

"Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" hazırlanırken faydalanılan ulusal tüzük, yönetmelik ve yönergeler ile uluslararası kaynaklar aşağıda belirtilmiştir.

- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ([www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr))
- Trakya Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı
- Radyasyon Güvenliği Tüzüğü; 24/7/1985 tarihli ve 85/9727 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe konulmuştur.
- Nükleer Tanımlar Yönetmeliği; 9/9/1991 tarihli ve 20286 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.
- Radyofarmasötik Yönetmeliği; 23/12/1993 tarihli ve 21797 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği; 24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.
- Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Yönergesi; 2003, İzmir.
- Radiation Protection, The Universty of Edinburg Health and Safety Policy. ([www.safety.ed.ac.uk/policy/part7/index.html](http://www.safety.ed.ac.uk/policy/part7/index.html))
- Riviere J, Fox MA. Radiation safety manual (version II). Enviromental Health and Safety Center, Radiation Safety Division, North Carolina State Universty. North Carolina, 2002.
- Pregnancy and Medical Radiation ([www.icrp.org/ICRP\\_84\\_Pregnancy\\_s.pps](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

#### 17. İlgili Terimler

- Bilimsel danışma kurulu: 3153 nolu yasada tanımlanan radyasyonla çalışan 3 ana birimin (Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi ve Radyoloji) hekim ve medikal fizik uzmanlarından oluşur.
- Bulaşma: Herhangi bir maddenin yüzeyinde veya içinde ya da canlı varlıklarda istenmeyen radyoaktif madde birikimidir.
- Eşdeğer doz; birimi Sievert (Sv) olup, radyasyonun türüne ve enerjisine bağlı olarak doku veya organda soğurulmuş dozun, radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılmış halidir.
- Etkin doz; birimi Sievert (Sv) olup, insan vücudunda ışınlanan bütün doku ve organlar için hesaplanmış eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen dozların toplamıdır.
- Lisans Sahibi; Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği hükümlerine göre verilen lisans belgesinde ismi belirtilen ve radyasyon güvenliği mevzuatının uygulanmasında Kuruma karşı sorumlu olan kişiyi,
- Geçici görevliler: Görev gereği denetimli ve gözetimli alanlarda geçici olarak veya ara sıra bulunan kişilerdir.
- Görev gereği ışınlanma: Bu Tüzük kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi esnasında görev gereği maruz kalınan ışınlanmadır.
- Işınlanma: Görev gereği, tıbbi veya toplumsal olarak, radyasyon uygulamasından veya kaynağından çıkan radyasyona maruz kalmadır. Vücut dışındaki bir radyasyon kaynağından maruz kalınan ışınlanmalar dış ışınlanmalar, radyoaktif maddelerin solunum, sindirim veya cilt yoluyla alınmasını ya da tanı veya tedavi amacıyla vücuda verilmesini takiben oluşan ışınlanmalar iç ışınlanmalardır.
- İyonlaştırıcı radyasyon: Radyo ve ses dalgaları, görünür, kızılötesi ve morötesi ışık hariç olmak üzere yolları üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak iyon oluşturma kapasitesinde olan elektromagnetik radyasyonlar, gama ve X ışınları, alfa ve beta parçacıkları, yüksek hızlı elektronlar, nötronlar, protonlar ve diğer nükleer parçacıklardır.
- İzin: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenli ve basit, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski düşük olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.
- Lisans: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenlik önlemleri alınmasını gerektiren, karmaşık, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski yüksek olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.
- Radyasyon: Geçtikleri ortamda doğrudan veya dolaylı iyon çifti oluşturabilen enerjideki parçacık ve elektromagnetik dalga olup bu Tüzükte kullanılan radyasyon terimi iyonlaştırıcı radyasyonu ifade eder.

- Radyasyon Görevlisi; Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 10uncu maddesinde belirtilen yıllık doza maruz kalma olasılığı bulunan ve bu Yönetmeliğin 15. maddesinde belirtilen denetimli ve gözetimli alanlarda görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişidir.
- Radyasyon Güvenliği Uzmanı; mühendislik veya fen bilimleri alanında aldığı temel eğitim üzerine radyasyon güvenliği alanında lisansüstü eğitimi veya radyasyon güvenliği ile ilgili olarak katıldığı yurt içi ve/veya yurt dışı eğitimi Kurum tarafından uygun görülüp onaylanan ve radyasyon güvenliği konusunda en az 4 (dört) yıllık deneyime sahip kişidir.
- Radyasyon Korunması Sorumlusu; radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak ve bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenmiş ve TAEK tarafından onaylanmış kişidir.
- Radyasyon görevlisi: Denetimli ve gözetimli alanlarda görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişidir.
- Radyasyon kaynağı: Radyoaktif maddeler ve radyasyon yayan veya üreten cihazlardır.
- Radyasyon üreten cihaz: Yüklü parçacık veya ağır iyonları hızlandırarak belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında iyonlaştırıcı radyasyon üretmek üzere yapılmış röntgen cihazları, betatron, lineer akseleratör, siklotron ve nötron jeneratörü gibi cihazlardır.
- Radyasyon yayan cihaz: Bir veya birkaç tür iyonlaştırıcı radyasyonu belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında yaymak amacıyla yapılmış olan ve radyoaktif madde içeren cihazdır.
- Radyasyon korunması sorumlusu: Radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenerek TAEK tarafından onaylanmış kişidir.
- Radyoaktivite: Kararsız atom çekirdeklerinin parçacıklı ve/veya elektromanyetik radyasyonlar yayınlamak sureti ile başka atom çekirdeklerine dönüşmesi olup birimi Becquerel'dir.
- Radyoaktif madde: Bir veya birden çok iyonlaştırıcı radyasyon yayarak çekirdekleri kendiliğinden bozunmaya uğrayan bir izotopu alaşım, karışım, bileşik veya çözelti olarak içeren maddelerdir. Tıbbi (medikal) Fizik Uzmanları; Kurum tarafından aranacak koşulları özel yönetmeliklerinde belirtilen ve tıbbi uygulama alanlarına göre radyoterapi, radyoloji ve nükleer tıp fizikçisi olarak isimlendirilen kişilerdir.
- Tesis sahibi: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren radyasyon kaynakları ile faaliyette bulunulan tesis veya kuruluşların sahibidir. Tesis sahibi aynı zamanda izin/lisans sahibi de olabilir.
- Tıbbi ışınlanma: Tanı, tedavi ve tıbbi araştırma amacıyla yapılan radyasyon uygulamalarında, görevi gereği ışınlanmalar hariç, hastaların ve gönüllü hasta refakatçilerinin ışınlanmasıdır.
- Toplum etkin dozu; ışınlamaya maruz kalan çeşitli grupların ortalama etkin dozu ile bu grubu oluşturan kişi sayısının çarpımının toplamıdır.

- Yetkilendirme: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi için kişilerin ve uygulama koşullarının radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi sonucunda uygulanan işlemdir.
- Yetkin uzman: Mühendislik, tıp veya fen bilimleri alanında aldıkları temel eğitim üzerine bu Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi için ilgili yönetmeliklerde özellikleri belirtilen gerekli eğitimi almış, aynı zamanda radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin sağlanması konusunda eğitim ve tecrübesi TAEK tarafından teyit edilmiş kişidir.
- Yüklenmiş eşdeğer doz; birimi Sievert (Sv) olup, radyoaktif maddenin alınmasını takiben, doku veya organda kaldığı sürede (süre belirtilmemiş ise, yetişkinler için 50 yıl, çocuklar için 70 yıl alınır) vermiş olduğu eşdeğer doz toplam dozdur.
- Yüklenmiş etkin doz; yüklenmiş eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen toplamıdır.

18. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi ile Bağlantı Bilgileri:

Adı	Görevi	Dahili Tel.	e-mail
Prof. Dr. Cemil GÖYA (Başkan)	Başhekim Yardımcısı	6355	cegoya1@ yahoo.com
Dr. Öğr. Üyesi Taylan TUĞRUL	Öğretim Üyesi	6556	taylantugrul@gmail.com
Dr. Öğr. Üyesi Mahsun ÖZÇELİK	Öğretim Üyesi	6519	<a href="mailto:puhuw@hotmail.com">puhuw@hotmail.com</a>
Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖZTÜRK	Öğretim Üyesi	6330	fatihozturk2488@gmail.com
Süleyman AYŞİN	Hastane Müdür Yardımcısı	6059	mudrad6100@hotmail.com
Yeter İrem BAYRAM	Sağlık Bakım Hizmetleri	6087	<a href="mailto:xyz_prozac@hotmail.com">xyz_prozac@hotmail.com</a>
Zeynalabidin ATABEY	Radyoloji Sorumlu Teknisyen	6252	<a href="mailto:z.a.atabey@gmail.com">z.a.atabey@gmail.com</a>
Elif GAZİOĞLU	Kalite Yönetim Direktörü	6250	<a href="mailto:gaziogluelif@hotmail.com">gaziogluelif@hotmail.com</a>
İbrahim YILDIZ	Nükleer Tıp Sorumlusu	6522	<a href="mailto:yildiz.653465@gmail.com">yildiz.653465@gmail.com</a>
Sevim TOPRAK	Kalite Sekreteri	6250	topraksevim65@gmail.com
Beyza AKSÖZ	Kalite Hemşiresi	6250	<a href="mailto:beyzaaaksoz@gmail.com">beyzaaaksoz@gmail.com</a>
Mervenur TAŞ	HAP Koordinatörü	6665	<a href="mailto:mervenurtas@gmail.com">mervenurtas@gmail.com</a>
Murat VANÇİN	İş Yeri Hemşiresi	6269	<a href="mailto:murat210821@hotmail.com">murat210821@hotmail.com</a>

## 19. TAEK Acil Telefonları

TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	<b>Tel: 444 82 35 (444 TAEK)</b>
Taek Başkanlığı	<b>Tel: 0312 295 87 00</b>
RSGD Başkanlığı	<b>Tel: 444 82 35- 0312 295 87 00</b>
TAEK Başkanlığı Santral	<b>Tel: 0312 295 87 00</b>
TAEK Başkanlığı Fax	<b>Tel: 0312 287 87 61</b>
ÇNAEM Santral	<b>Tel: 0212 473 26 00</b>
ÇNAEM Fax	<b>Tel: 0212 473 26 34</b>
Sarayköy Nük. Araştırma Mrkz.	<b>Tel: 0312 810 15 00</b>

## 20. İlgili Linkler

1. Marmara Üniversitesi Hastanesi; [hastane.marmara.edu.tr](http://hastane.marmara.edu.tr)
2. Türkiye Atom Enerjisi kurumu; [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr)
3. European Commission (radiological protection pages);  
[www.europa.eu.int/comm/environment/radprot](http://www.europa.eu.int/comm/environment/radprot)
4. International Atomic Energy Agency; [www.iaea.org](http://www.iaea.org)
5. International Commission on Radiological Protection; [www.icrp.org](http://www.icrp.org)
6. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; [www.unscear.org](http://www.unscear.org)
7. World Health Organization; [www.who.int](http://www.who.int)