



Hacettepe

Radyasyon Güvenlik Kılavuzu



Önsöz

Her zaman ileriye en iyiye ulaşmayı hedefleyerek bilgi ve teknolojiyi bir araya getiren Hacettepe Üniversitesi Hastanelerinin misyonu ‘Toplumun sağlığının korunması, bireye en üst düzeyde uzmanlaşmış kaliteli tanı ve tedavi hizmetini, çağın gerektirdiği bilgi ve teknolojiyi buluşturarak vermek yanında, eğitim öğretim ve araştırma yapılması için gerekli alt yapı desteğinin verilmesini amaçlar’ ifadesi ile tanımlanmıştır.

Bu amaçlarla tanı ve tedavide kullanılan radyasyonun etkin ve güvenli kullanılması esastır. Ülkemizde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ve Uluslararası Atom Enerji Kurumu’nun kuralları gereği hastanelerde Radyasyon Güvenlik Komiteleri oluşturulması öngörülmüştür. Üniversitemiz hastaneleri de bu uygulamaya uyarak hasta ve çalışan güvenliğinin sağlanması için Üniversite senatosunun 5.11.2003 tarih ve 110 sayılı kararı ile kabul edilen Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Hastane Radyasyon Güvenlik Komitesi’nin Kuruluş ve Çalışma esasları hakkındaki yönergeye göre Radyasyon Güvenlik Kuralları’nı oluşturmuştur. İlgili kurul ve komiteler o dönemden beri düzenli olarak uygulamaya ve eğitime yönelik çalışmalarını sürdürmektedir.

Bu kitapçık, ilk kez 2005 yılında personelimize rehber olarak hazırlanmış, 2010 yılı içerisinde yönetmeliklerde olan değişiklikler ve yeni görevlendirmeler nedeni ile yenilenmiştir. Bu kitapçık ile tüm çalışanlarımız yönelik radyasyon güvenliği eğitimi için bir kaynak, günlük uygulamaları sırasında her an başvuracakları bir rehber sağlanmıştır.

Prof.Dr.Tezer Kutluk

Hastaneler Genel Direktörü

İÇİNDEKİLER

Amaç	3
Görev ve Sorumluluklar	3
Radyasyonla Çalışan Birimler	9
Radyasyon	42
Radyasyon Alanları	58
Radyasyon Maruziyeti Sınırları ve Azaltılması	58
Ölçüm, İşaretleme ve Cihazlar	62
Cihazlar	62
Personel Ölçüm ve İzlem	63
Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlar	63
Kayıtlar	79
Araştırma Amaçlı Çalışmalar	81
Personel Eğitimi	82
Hamilelik ve Tıbbi İşınlama	82
Lisans İşlemleri	86
İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar	87
İlgili Terimler	91
Taek Acil Telefonları	91
İlgili Linkler	92

1. AMAÇ

Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri, Ankara’da en üst düzeyde sağlık hizmeti veren, tıp eğitiminin ve bilimsel araştırmaların yapıldığı bir kurumdur. Üniversite hastaneleri radyoaktif maddeler ve radyasyon üreten cihazlar, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile bu amaçla yoğun olarak hizmet vermektedirler.

Bu el kitabı, radyoaktif maddelerin ve radyasyon üreten cihazların; sağlık hizmeti, 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. GÖREV VE SORUMLUKLULAR

2.1. HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ HASTANELERİ

İşveren olarak Hacettepe Üniversitesi hastaneleri, TAEK’in düzenlemeleri doğrultusunda kurum içi radyasyon güvenliğini sağlamakla yükümlüdür.

2.2. RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ GÖREV VE ÇALIŞMA ESASLARI

2690 sayılı “Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Kanunu” 4-d Maddesi gereğince, İyonlaştırıcı Radyasyon Cihazları, radyoaktif maddeler ve benzeri radyasyon kaynakları kullanılarak yapılan çalışmalarda iyonlaştırıcı radyasyonların zararlarına karşı korunmayı sağlayıcı ilkelerin, önlemlerin ve hukuki sorumluluk sınırlarını saptamanın kurumların görevleri arasında olduğunu belirtmiştir. Bu sebeple TAEK Radyasyon Güvenliği Komitesi usul ve esaslarını belirleyen bir çalışma yaparak hastanemizden “Radyasyon Güvenliği Komitesi” kurulmasını talep etmiştir.

Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri bu talep doğrultusunda Rektörlüğümüzün 04.05.1999 tarih ve B.30.2.HAC.0.70.10.00.01/31-349 numaralı oluruyla “Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Radyasyon Güvenlik Komitesi” ni kurmuştur. İlk toplantısını 28.05.1999 tarihinde yapan komite ayrıca Hacettepe Üniversitesi

Senatosu tarafından kabul edilen “Hastane Radyasyon Güvenlik Komitesi Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönerge” yi yayınlamıştır.

Bu yönerge Hacettepe Üniversitesi Hastanelerinde, radyasyon kaynağı cihazlar ve radyoaktif maddelerin tanı, tedavi ve araştırma amacıyla kullanımında radyasyon güvenliğinin sağlanması, ortak sorunların belirlenmesi ve çözüme yönelik faaliyetlerin bir bütünlük içinde düzenlenip yürütülmesi, hastaneler düzeyinde alınması gereken önlemlerin ve uygulamaların belirlenerek ilgili birimlere iletilmesi görevlerini yerine getirmek üzere ‘Hastane Radyasyon Güvenlik Komitesinin’ oluşturulması amacıyla düzenlenmiştir.

2.2.1. Radyasyon Güvenliği Üst Kurulunun Oluşumu:

- Hastaneler Genel Direktörü veya görevlendireceği Başhekim,
- Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Başkanı,
- Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı,
- Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanı’ ndan oluşur.

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri Radyasyon Güvenlik Üst Kurulu Üyeleri		
Kurul Başkanı Prof.Dr. Şuayib Yalçın		
Radyasyon Onkolojisi AD. Prof.Dr. Fadıl Akyol	Radyoloji AD. Prof. Dr. Macit Arıyürek	Nükleer Tıp AD. Prof.Dr. Meltem Çağlar Tuncalı

2.2.1.1. Radyasyon Güvenlik Üst Kurulunun Çalışma Düzeni:

Radyasyon Güvenlik Üst Kurulu, Hastaneler Genel Direktörünün başkanlığında veya kurul başkanı olarak görevlendirdiği başhekimin, üyeler tarafından daha önce belirtilen gündemi görüşmek üzere yılda en az iki kez salt çoğunlukla toplanır. Olağanüstü durumlarda başkanın çağrısı veya üyelerden birinin başkanlığa yapacağı başvuru ve başkanın değerlendirmesiyle acil olarak toplanabilir. Karar oy çokluğu ile alınır. Eşitlik durumunda başkanın oyu iki oy sayılır.

2.2.1.2. Radyasyon Güvenlik Üst kurulunun Görev ve Sorumlulukları:

- Erişkin Hastanesi, İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi ve Onkoloji Hastanesinde radyasyon kaynağı cihazlar ve radyoaktif maddelerin tanı, tedavi ve araştırma amacıyla kullanımında ALARA prensiplerine uygun olarak, mevcut mevzuat ve uluslararası standartları göz önünde bulundurarak görevli personelin, hasta ve hasta yakınları ile çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak amacıyla genel prensipleri tespit etmek ve tespit edilen genel prensip ve önerileriyle ilgili kararlarını Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulu tarafından yerine getirilmek üzere Genel Direktörlüğe sunmak,
- Hacettepe Üniversitesi Hastanelerinde radyasyon güvenliğini sağlamak için **“Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulu”**nu bilgilendirmek, yönlendirmek ve Kurulun bu konuda yürütmekte olduğu çalışmaların koordinasyonunu sağlayarak yapılan çalışmaları denetlemek,
- Hastaneler genelinde radyasyon kaynağı cihazlar, radyasyon kaynakları veya radyofarmasötikler ile yapılan tüm tıbbi uygulamaların (teşhis ve tedavi) ve araştırmaların ilgili anabilim dallarının (Radyoloji, Radyasyon Onkolojisi ve Nükleer Tıp Anabilim Dalları) onay, lisans, denetim ve sorumluluğu altında yürütülmesini sağlamak,
- Radyasyon uygulamalarının yer aldığı bilimsel araştırma ve çalışmalarda Etik Kurullara danışmanlık yapmak üzere Radyoloji, Radyasyon Onkolojisi ve Nükleer Tıp Anabilim Dalları Başkanlarını yada bu Anabilim Dallarından seçilecek birer öğretim üyesini Danışma Kurulu oluşturmak üzere görevlendirmek.

2.2.2. Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulunun Oluşumu:

Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulu;

- Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Radyasyon Güvenlik ve çalışma grubu,

- Radyoloji Anabilim Dalı Radyasyon Güvenlik ve çalışma grubu,
- Nükleer Tıp Anabilim Dalı Radyasyon Güvenlik ve çalışma grubu,
- Erişkin Hastanesi Başhekimisi,
- İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi Başhekimisi,
- Onkoloji Hastanesi Başhekimisi,
- Erişkin Hastanesi Müdürü,
- İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi Müdürü,
- Onkoloji Hastanesi Müdürü,
- Erişkin Kateter Laboratuvar Temsilcisi (Kardiyoloji Anabilim Dalı Başkanı tarafından görevlendirilecek bir öğretim üyesi veya başteknisyen),
- Pediatrik Kateter Laboratuvar Temsilcisi (Pediatrik Kardiyoloji Ünitesi Başkanı tarafından görevlendirilecek bir öğretim üyesi veya başteknisyen),
- Ameliyathaneler temsilcisi,
- Devamlı Bakım Ünitelerinden birer temsilci,
- Erişkin Hastanesi Hemşire Müdürü,
- İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi Hemşire Müdürü,
- Onkoloji Hastanesi Hemşire Müdürü'nden oluşur.

Anabilim Dallarının Radyasyon Güvenlik Çalışma Grupları, ilgili anabilim dalı akademik kurulunun seçeceği, radyasyon güvenliği konusunda sorumlu olan öğretim üyesi, bölüm Medikal Fizikçisi ve Radyasyon Güvenliği Görevlisi olmak üzere en az üç kişiden oluşur. Medikal Fizikçi bulunmadığı durumlarda Başasistan, Başteknisyen veya Başhemşire çalışma grubuna katılır. Anabilim Dallarının çalışma grupları gerektiğinde birbirleri ile koordineli olarak çalışırlar.

2.2.2.1. Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulunun Çalışma Düzeni:

Radyasyon Güvenlik Üst Kurulu'nun almış olduğu kararların ve önerilerinin yerine getirilmesi ve birimler itibarıyla kontrolü görevini yerine getiren kurul, Radyasyon Güvenlik Üst Kuruluna karşı sorumlu olarak

çalışır. Kurul, aralarından seçtikleri bir üyenin başkanlığında yılda en az dört kez salt çoğunlukla toplanır ve toplantı sonuçlarını bir rapor halinde Radyasyon Güvenlik Üst Kuruluna sunar. Kurul olağanüstü durumlarda başkanın veya üyelerin 2/3'nün başkanlığa yapacağı başvuru ile yada Radyasyon Güvenlik Üst Kurulunun çağrısı üzerine acil olarak da toplanabilir. Toplantılarda anabilim dallarının çalışma grubu üyelerinin mutlaka bulunması beklenir. Kararlar oyçokluğu ile alınır. Eşitlik durumunda başkanın oyu iki oy sayılır.

2.2.2.2. Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulunun Görevleri:

- Anabilim Dalları, Radyasyon Güvenlik Çalışma Gruplarının kendi sorumluluk alanları ile ilgili olarak hazırladıkları organizasyon şemalarını ve görev tanımlarını onaylamak,
- ALARA prensiplerine uygun olarak görevli personelin hasta ve hasta yakınları ile çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak amacıyla Radyasyon Güvenlik üst Kurulunun belirlediği genel prensiplere ve önerilerine uygun olarak gerekli düzenlemeleri yapmak,
- Dozimetre kullanması gereken personelin, dozimetrelerini düzgün olarak kullanmalarını sağlamak ve sonuçlarından elemanları bilgilendirmek,
- Radyasyon güvenliği ile ilgili kayıt ve dokümanların tutulmasını sağlamak,
- Radyasyon güvenlik el kitabını hazırlamak ve gerektiğinde güncellemek,
- Radyasyon güvenliğinin sağlanması konusunda ortaya çıkan aksaklıkları saptamak ve gerekli önlemleri alarak, Radyasyon Güvenliği Üst Kurulu'nu bilgilendirmek,
- Radyasyon ile çalışan elemanların hizmet içi eğitimini sağlamak,
- Olası radyasyon kazaları ve olağan dışı durumlar için acil durum planı hazırlamak ve Radyasyon Güvenliği Üst Kurulu'nun onayına sunmak,
- Yıllık Faaliyet raporlarını hazırlayarak onaylanmak üzere Radyasyon Güvenliği Üst Kurulu'na sunmak.

Radyasyon Güvenlik Uygulama ve Kontrol Kurulu Üyeleri

Radyoloji AD. Öğretim Üyesi

İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi ve
Onkoloji Hastanesi Başhekimi

Erişkin Hastane Başhekimi

Radyasyon Onkolojisi AD. Öğretim Üyesi

Radyasyon Onkolojisi AD. Öğretim Üyesi

Radyasyon Onkolojisi AD. Öğretim Görevlisi

Nükleer Tıp AD. Öğretim Üyesi

Nükleer Tıp AD. Fizik Mühendisi

Nükleer Tıp AD. Fizik Mühendisi

Pediyatri Yoğun Bakım Ünitesi

Onkoloji Hastanesi Müdürü

Çocuk Hastanesi Müdürü

Erişkin Hastane Müdürü

Başteknisyen

Radyoloji AD. Öğretim üyesi

Radyasyon Onkolojisi Başteknisyeni

Radyoloji Başteknisyeni

Dahiliye Devamlı Bakım Ünitesi Sorumlu Hemşiresi

Anestezi ve Reanimasyon Devamlı Bakım Ünitesi
Sorumlu Hemşiresi

Göğüs Cerrahisi Devamlı Bakım Ünitesi Sorumlu
Hemşiresi

Beyin Devamlı Bakım Ünitesi Sorumlu Hemşiresi

Onkoloji Hastanesi Hemşire Müdürü

Genel Cerrahi Devamlı Bakım Ünitesi Sorumlu
Hemşiresi

Ameliyathaneler Sorumlu Hemşiresi

Onkoloji hastanesi Hemşire Müdürü

İhsan Doğramacı Çocuk Hastanesi Hemşire Müdürü

Radyoloji AD. Sorumlu Hemşiresi

Erişkin Hastanesi Hemşire Müdürü

3. RADYASYONLA ÇALIŞAN BİRİMLER

“3153” nolu yasaya tabi olan bölümler

3.1. NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI

Genel İçerik

Nükleer Tıp uygulamaları tanısal ve tedavi amaçlı olmak üzere ikiye ayrılır. Günlük pratikte radyofarmasötikler en sık olarak tanısal düşük dozlarda uygulanmakta ve yüksek tedavi dozlarının aksine sıkı korunma kuralları gerekmemektedir. Yüksek doz tedavide ise hastanın radyoaktif madde uygulanmadan önce hazırlanmasının yanı sıra, uygulamadan sonra belirli bir süre özel donanımlı odada izlenmesi zorunludur. Hasta vücudundaki radyasyon dozu toplum içinde kabul edilebilir sınıra geldiği anda hastaneden çıkarılır. Çevresindeki kişilerin güvenliği açısından düşük doz radyasyona maruz kalan hastalar aynı kurallara bir süre daha uymaları konusunda bilgilendirilirler.

Tanıda radyoaktif izotopların kullanımları in-vivo ve in-vitro teknikler olarak başlıca iki gruba ayrılabilir. İn-vivo çalışmalarda radyofarmasötikler genellikle intravenöz uygulanır. Özel durumlarda oral, intrakaviter vb. yoldan verilebilir. Hatalı uygulamaları önlemek için her uygulamada enjektörün üzerine radyofarmasötiğin adı, dozu ve hazırlama saati yazılmalıdır. Daha önce uygulanan radyofarmasötikler sorgulanmalı ve hastanın radyasyon maruziyeti mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Tekrarlı testlerden kaçınılmalı, optimum görüntü elde edilebilecek en az doz uygulanmalıdır.

Tablo I. Tanısal amaçlı kullanılan önemli radyonüklid-ler ve fiziksel özellikleri

Radyonüklid	Enerjisi (kev)	Yarıömür
I-131	284, 364, 637	8 gün
Tc-99m	140	6 saat
Ga-67	93,184,300, 393	78 saat
Tl-201	167	73 saat
In-111	171 ve 245	2,8 gün
Cr-51	320	28 gün

Tanısal amaçlı kullanılan radyofarmasötiklerin uygulama dozu 800 MBq'den (21 miliCurie) fazla olmamaktadır. Sıkı korunma kuralları gerekmez ve hastalar normal hijyenik tuvalet ve banyoları kullanabilir. Ancak, enjeksiyondan sorumlu personel, emziren anneler ve yoğun bakım tedavisi altındaki olgularda radyasyon korunmasına dikkat edilmesi gereklidir.

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda; sıcak oda, radyofarmasötik odası (1adet), hasta hazırlama odası (1 adet), kardiyolojik efor odası (1 adet), görüntüleme odası (6 adet), RIA laboratuvarı gibi birimler bulunmaktadır. Merkezi havalandırma (çeker ocak, aspiratör vs.) ve sıhhi tesisat (radyoaktif atık lavaboları, temiz atık lavaboları, hasta tuvaletleri ve lavaboları vs.) alt yapısı TAEK'in belirlediği standartlardadır.

3.1.1. Nükleer Tıp Laboratuvarında Çalışırken TAEK Tarafından Uyulması İstenen Kurallar

1. Laboratuvar ile ilgili kayıt tutulmalıdır. Bu kayıtlar ve işlemler Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Bölümü'nde Medikal fizikçi tarafından yapılmaktadır. Bu kayıtlar aşağıdaki hususları içermelidir.
 - Tesise giren radyoaktif maddelerin kayıtları,
 - Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları,
 - Radyoaktif atık kayıtları (miktarı, türü, tarihi, yüzeydeki doz şiddeti),
 - Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım, kalibrasyon ve kalite kontrol kayıtları,
 - Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları,
 - Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları,
2. Radyoaktif madde verilen hastaların kayıtları (miktarı, türü ve tarihi) tutulmalıdır.
3. Görevli olmayan personelin laboratuvara giriş çıkışları önlenmelidir.
4. Radyoaktif maddeler ile çalışmaya başlamadan önce masa üzerine emici kâğıtlar yerleştirilip bunların üzerinde çalışılmalıdır.
5. İşlemler kenarlı küvetler içinde ve emici kâğıtlar üzerinde yapılmalıdır.

6. Laboratuvarda çalışırken laboratuvar önlüğü, lastik eldiven, kurşun önlük gibi koruyucu giysiler giyilmelidir. İş bitiminde kullanılan eldivenler dik katli şekilde içten dışa doğru eldiven içi dışarı gelecek şekilde ten ile teması engellenerek çıkarılmalı, olası bir bulaş şüphesi durumunda uygun radyoaktif atık kutusu bölmesine atılmalıdır.
7. Laboratuvarda temizlik için kâğıt havlu kullanılmalı, olası bulaş durumunda uygun radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
8. Laboratuvarda çalışan personel koruyucu giysiler çıkarılıp eller ayaklar monitörize edildikten sonra laboratuvar dışına çıkarılmalıdır.
9. Radyoaktif madde kullanılan alanlarda yiyecek, içecek ve kişisel eşya bulundurulmamalıdır.
10. Ellerde yara olması durumunda radyoaktif madde ile çalışılmamalıdır.
11. Elektrik düğmeleri, kapı kolları, gibi alanların kontamine olmamasına özen gösterilmelidir.
12. Vücutta kesik ve çiziklere sebep olabilecek keskin uçlu malzemeler kullanılmamalıdır (kırık ve çatlak malzemeler gibi).
13. Çalışılan şişeler, karışıklığa meydan vermeyecek şekilde etiketli olmalı ve kolay açılabilir kapaklı olmalıdır.
14. Laboratuvar uygun radyasyon monitörü ile sürekli taranmalıdır.

3.1.2. Sıcak Oda (radyofarmasi laboratuvarı) Düzeni

Sıcak oda radyofarmasötiklerin hazırlandığı yer olup güçlü karbon filtreli çeker ocak ve laminar flow kabini bulunmalıdır. Çalışma bankoları, lavabo ve dekontaminasyon için duş olmalıdır. Radyofarmasötiklerin üretimi radyofarmasi laboratuvarında yapılır.

Elle taşınabilir radyasyon monitörünün taban ve çalışma alanlarının kontaminasyon kontrolleri için sıcak odada bulunması zorunludur. Ayrıca, laboratuvar kapısına yakın yerleştirilen sabit bir radyasyon monitörü de bulunmalıdır. Bu monitör odadan ayrılmadan önce kıyafet ve ellerin kontrolü için kullanılır. Üzeri şeffaf

plastik kaplı olmalı ve alarm sesi açık olmalıdır. Monitör ellenmemelidir, çünkü kişi kontamine olmuşsa monitörü de kontamine edecektir.

Bölümümüzde elle taşınabilir radyasyon monitörü radyofarmasi ve sıcak oda çalışanlarında, sabit ve alarm sesi açık olan radyasyon monitörü de bir adet olmak üzere kalite kontrol odasında çıkışa yakın yerde bulunmaktadır. Herhangi bir bulaş oluştuğunda durumdan radyasyon güvenlik görevlisi ve bölüm sağlık fizikcisi bilgilendirilir.

Sıcak odada işaretlenen kitlerin kurşun korumalarının üzerine kitin adı, hazırlanış saati, aktivitesi ve hacmi yazılmalıdır. Bu vialler kapakları kilitlenebilen kurşun kaplar içinde saklanmalıdır.

Sıcak odadaki diğer kurşun kaleler çalışma modülü içinde ve bankolar üzerine kurşun bloklarla oluşturulabilir. İçleri kolay dekontaminasyon için çelik veya laminat ile kaplanır. Kurşun camlı L-tipi zırhlar radyofarmasötik hazırlanırken göz lensini korumak ve yüze sıçramaları önlemek için gereklidir.

3.1.3. Radyofarmasi Laboratuvar ve Bölümleri

Radyofarmasi laboratuvarları nükleer tıp birimi içinde denetimli alanlar olup radyasyon dozimetrisi kullanılması zorunludur ve radyasyon konusunda eğitilmiş kişilerin girmesine izin verilir. Bu alanlarda çalışma sırasında uyulması gereken kurallar tanımlanmıştır.

3.1.3.1. Radyofarmasi laboratuvar ve bölümlerinde uyulması gereken genel prensipler “National Radiological Protection Board-1983”

1. “Açık kaynak” olan radyoaktif ürünlerin kullanımında tüm personel iyi eğitilmiş olmalıdır.
2. Çalışma işlemleri alandaki kontaminasyonu en aza indirmeye yönelik olmalıdır.
3. Çalışma alanına yenilip içilebilecek hiç bir gıda ürünü sokulmamalı, buzdolabında depolanmamalı, sigara içilmemelidir.
4. Mendil kullanımı yasaktır, kâğıt havlu kullanılmalıdır.

5. Derideki her hangi bir kesik veya çizik laboratuara girmeden önce suya dayanıklı yapışkan bantlar ile kapatılmalıdır.
6. Duvarlar, taban, tavan ve odadaki tüm donanım kontaminasyonu mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutmak için yeterli sıklıkta temizlenmelidir.
7. Uygulanacak radyoaktif solüsyonların adı, kimyasal formu, verilme tarihi ve zamanı açık olarak yazılmalıdır. “miliCurie” (mCi) ve “mikroCurie” (µCi) deyimleri hataları önlemek için açık yazılmalı kısaltma kullanılmamalıdır.
8. Tiroide yönelik tanı ve tedavi dışında eğer radyoaktif iyodun her hangi bir formu veya 185 MBq (5 mCi) den fazla Tc-99m uygulanacaksa hastanın radyasyon dozunu azaltmak için tiroid bezini bloke eden ajan verilmelidir.
9. Radyoaktif gazlar veya aerosoller uygulandığı zaman dışarı solunan hava doğrudan binanın dışına iletilmelidir.

Kullanıma hazır radyofarmasötik vialleri ve hasta enjektörleri üzerine olası radyasyon kazasını önlemek için radyofarmasötiğin adı, toplam aktivite miktarı, hazırlama saati vb. bilgiler mutlaka yazılmalıdır.

Tablo II. Radyofarmasötik doz hazırlama kayıtlarının içermesi gereken bilgiler

RADYOFARMASÖTİK

Çoklu doz vialı	Hasta dozu enjektörü
Radyofarmasötik adı	Hasta adı
Hacim	Çalışma adı
Toplam Aktivite	Radyofarmasötik adı
	Ölçüm
	Tarih- saat

3.1.3.2. Radyofarmasi odasında radyasyon güvenliği

Radyoizotoplarla çalışırken aşağıdaki genel güvenlik önlemleri alınmalıdır.

- a. Radyoaktif madde ile çalışırken eldiven giyilir. Laboratuvar kıyafetleri ve tek kullanımlık eldiven kul-

lanılmalıdır. Laboratuvardan ayrılırken kıyafetler çıkarılır. Eldivenler sık değiştirilir.

- b. Radyoaktif madde taşıyıcı kaplar üzerine radyofarmasötik adı, aktivite miktarı, hazırlanış saati ve tarihi yazılmalıdır.
- c. Radyoizotoplarla çalışırken herhangi bir şeyin yenilmesi veya içilmesi yasaktır.
- d. Radyofarmasötik maddeleri hazırlarken yutma riskini azaltmak için pipet, pipet ucu kullanılır.
- e. Buharlaşıma ve gaz salma özelliği olan maddeler havalanması yeterli ortamda tutulmalı ve taşınmalıdır.
- f. Radyoaktif atıklar uygun ortamda, kurşun çöp kutuları içerisinde saklanmalıdır.
- g. Çalışma tamamlandıktan sonra çalışan personelin ve çalışma ortamının her çalışmadan sonra radyasyon ölçümleri alınmalı ve gerekirse dekontaminasyon işlemi yapılmalı ve kayıtları tutulmalıdır.
- h. Önemli düzeyde bulaş saptanırsa radyasyon güvenlik birimi ve sağlık fizikcisi bilgilendirilmelidir.

Radyoaktif madde ile çalışırken oldukça planlı ve hızlı davranılmaktadır. Radyoaktif atıklar radyoizotopun türüne yani yayılan radyasyonun tipine ve enerjisine göre zırhlama malzemelerinden yapılmış (ör: kurşun) çöp kutuları içinde muhafaza edilmektedir. Bu katı atık torbaları dolduklarında yüzeyindeki radyasyon doz hızı bölüm sağlık fizikcisi tarafından ölçülüp bölüm atık deposuna gönderilmektedir.

TAEK “Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik 02.09.2004 / 25571” yönetmeliğinin öngördüğü sınırlar çerçevesine düşene kadar atık deposunda bekletilir.

3.1.4. RIA Laboratuvar Düzeni

RIA laboratuvarında radyoaktif I-125 ile çalışmalar yapılır. Hassas ölçümler yapıldığından dolayı çalışan kişilerin ve odaya giren ve çıkan kişilerin radyoaktifite ile kontamine olmaması gerekmektedir. Çalışma

yüzeyi düz, pürüzsüz ve temiz olmalıdır. Laboratuvar-
da her zaman kağıt havlu kullanılmadır. Gama sayacı,
santrifüj cihazı, vortex gibi cihazlarla çalışılmaktadır.

RIA atıkları, katı atık kurşun çöp kovalarında ve sıvı
atık kurşunlu bölme içinde bidonda olmak üzere iki
ayrı şekilde tutulur. Bölüm fizik mühendisi tarafından
çöpler dolduğunda doz şiddetleri ölçülüp üzeri etiket-
lenerek atık deposuna gönderilir.

RIA laboratuvarında oluşan katı radyoaktif atıklar
kurşun zırhlı çöp kovalarında, sıvı radyoaktif atıklar;
kurşun bölmeler içinde bulunan bidonlarda biriktiri-
lerek saklanırlar. Dolduklarında bölüm fizik mühendi-
si tarafından aşağıdaki işlemlere tabi tutulur.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMI SONRASI OLUŞAN ATIKLAR

**Bu konu ile ilgili uygulamalar Resmi Gazete Tarih/
Sayı: 02.09.2004 / 25571 Madde 11 düzenlenmiştir;**

Bölümümüzde oluşan radyoaktif atıklar, kullanılan
radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyonun tipine ve
enerjisine göre zırhlanmış ve üzerinde gerekli radyas-
yon uyarı işaretleri bulunan zırhlarda muhafaza edilir.
Bu kutulara radyoaktif atıklar dışında herhangi bir atık
atılmaz. Radyoaktif atıklar içerisine tehlikeli kimyasal
maddeler veya başka zehirleyici maddeler karıştırılmaz.
Bu atık kutularının içinde radyasyon güvenliği yönetme-
liğinde belirtilen uygun plastik torbalar bulunur. Bu tor-
balar dolduğunda ağzı sıkı bir şekilde bağlanır, gerekli
ölçümler yapılır ve radyasyon güvenlik yönetmeliğinde
belirtilen etiketle etiketlenir ve bölüm radyasyon gü-
venliği uzmanı tarafından beklemesi gerekli olan süreyi
tamamlamak üzere bölüm atık biriktirme deposuna
nakledilir. Bekleme süresi geçtiğinde bu atıkları tıbbi
atık bertaraf tesislerine göndermeden önce radyasyon-
dan korunma uzmanı (sağlık fizikcisi) tarafından uygun
ölçüm cihazları ile katı atık torbalarının yüzeyindeki
radyasyon doz hızı hiçbir şekilde 1 $\mu\text{Sv/saat}$ ' i geçme-
yecek şekilde olan atıkları tıbbi atık bertaraf tesislerine
gönderir. Bu atıklar evsel nitelikli atıklar ile aynı araca
yüklenmez. Bu atıklar tıbbi atık olarak değerlendirilir-
ler ve gönderici tarafından, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yö-
netmeliği çerçevesinde bertaraf edilir.

Sıvı atıklarla ilgili uyulması gerekli hususlar;

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUSAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK Resmi Gazete Tarih/ Sayı: 02.09.2004 / 25571’de ayrıntılı bir şekilde anlatılmakta olup, bölümümüzde oluşan sıvı atıklar (I-125, Cr-51 gibi) ve radyoaktif madde kullanımından oluşan atıklara ilişkin yönetmeliğin 8 inci maddesinde belirtilen sınırlar çerçevesinde, bölümümüzde yine yönetmeliklerle belirlenmiş koşullarda bulunan ‘radyoaktif lavabolardan’ kanalizasyon sistemine su ile seyreltilerek bırakılır. Bu lavaboda radyoaktif olmayan çalışmalar yürütülmemektedir.

Kanalizasyon sistemine bırakılacak tüm radyoizotoplar, su içerisinde çözülebilir ve dağılıbilir özellikte olması denetlendikten sonra, sıvı atık kendi içinde çözünmeyen katı parçacık ve tortu bulunduruyorsa, bir filtre aracılığı ile süzülür. Süzme işinde kullanılan filtre katı atık olarak değerlendirilir.

3.1.5. Radyonüklid Tedavi Uygulamalarında Radyasyondan Korunma

Hacettepe Nükleer Tıp AD’da tedavi amaçlı kullanılan radyoaktif maddeler, fiziksel özellikleri ve uygulama dozları.

Radyo-nüklid	Enerji (KeV)	Yarıömür (gün)	Dikey Şekli	Uygulama dozu
I-131	β (806 (%0.6)) γ (248 (%6.10)) 364 (%81.25) 637 (%7.26) 723 (%1.80)	8	B, γ	21 mCi
Y-90 kolloid	934	2.67	B	5 mCi
Y-90 anti CD20 [zevalin]	934	2.67	B	32 mCi
Y-90 mikrosfer	934	2.67	B	35 mCi
Sm-153	810 (B), 103 (γ)	1,95	B, γ	
Sr-89	1491	50,6	B	

Radyo-nüklid	Enerji (KeV)	Yarıömür (gün)	Dikey Şekli	Uygulama dozu
Rn-186	B (1071 (%73),934 (%23)) γ (137 (%11+%12IC) 132 (~%2) 632 (%0.032) 768 (%0.035)	3,8	B, γ	

Nükleer tıp kliniklerinde en sık I-131 tedavisi yapıldığı için bu kılavuzda dikkat edilmesi gereken kurallar ayrıntılı olarak verilecek tedavi yöntemleri ile ilgili kurallar genel olarak anlatılacaktır.

3.1.5.1. Radyoaktif I-131 tedavisinde radyasyondan korunma

Radyoaktif iyot-131 tiroid hastalıklarının tedavisinde internal kullanılır ve tedavi amaçlı en yaygın kullanılan “açık” kaynaktır. İyot tiroid bezinde tiroksin ve triiyodotironin hormonlarının sentezinde temel elementtir. Malign tiroid dokusu da normal tiroid dokusuna göre daha az olmakla birlikte iyot tutulumu gösterir. Bu nedenle, iyi differansiye tiroid kanserlerinin tedavisinde cerrahiye takiben radyoaktif iyot-131 tedavisi uygulanır. Radyoaktif iyot rezidü normal tiroid dokusunun ablasyonu ve metastatik lezyonların tedavisinde önemli rol oynar. Radyoaktif iyot-131 kapsül veya sıvı/akışkan formda oral uygulanır; eğer hasta oral alamıyorsa uygun formda intravenöz uygulanabilir. Tedavi amaçlı I-131 dozu 3.7-7.4 GBq (100-200 miliCurie) olabilir; hipertiroidizm tedavisinde daha küçük dozlar 148-800 MBq (4-21 miliCurie) uygulanır. Uygulanan dozun büyük kısmı tiroid bezi tarafından tutulur, geri kalanı idrarla ve çok az bir kısmı ise ter ile vücuttan atılır. I-131’in fiziksel yarı ömrü 8 gün, biyolojik yarı ömrü 15-16 gündür. Normal kişilerde iyodun yarısından fazlası uygulandıktan sonra ilk 24 saat içinde ve %75’i 48 saat içinde vücuttan atılır. Taşıma sırasında ulusal ve uluslararası radyoaktif madde taşıma kurallarına uyulmalıdır.

Kurşun kılıf yüksekliği 59-84 mm, kalınlığı 3-38 mm ve kurşun kabın içi plastik veya

polistren ile kaplanmış olmalıdır. Taşıma paketinin üzerine içeriği, aktivite miktarı ve radyoaktif uyarı işareti konmalıdır. TAEK tarafından kabul edilen ayaktan tedavi dozundaki 21mCi (800 MBq) radyoaktif iyot uygulamalarında hasta ve çevrenin radyasyondan korunması önemlidir. Bu amaçla hastaya veya hasta sahibine tedavi öncesi ve sonrası dikkat edilmesi gereken kuralları içeren yazılı bilgilendirme formu verilir. Tedavi uygulamadan önce tedavinin fayda ve riskleri konusunda bilgi verildiğine ve kendi isteği ile I-131 tedavisini onayladığına dair belge imzalatılmalıdır.

Yüksek doz I-131 uygulaması için çevre odalardaki hastalara ve personele radyasyon vermeyecek şekilde oda gereklidir. 800 MBq'ın üstünde I-131 radyoaktif maddesi verilen hastalar vücuttaki radyoaktivite miktarı, 600 MBq'ın ve hastadan 1 metre uzaktaki doz hızı, 30 mikroSv/saat'in altına düşünceye kadar kurum tarafından sıvı atık sistemi ve oda projesi uygun bulunan izolasyonlu ayrı bir odada bekletildikten ve hastanın özel koşulları değerlendirildikten sonra diğer kişilerle temasları ve radyasyon korunması ile ilgili alınacak önlemler sözlü ve yazılı talimatlar şeklinde bilgilendirilerek taburcu edilir.

3.1.5.2. Diğer (Beta ışıması yapan) radyoaktif maddeler ile tedavide radyasyondan korunma:

Nükleer tıp tedavi uygulamalarının bir kısmı beta (β) ışıması yapan Y-90, Samarium 153, Stronsiyum89 ve Rhenium 186 gibi radyofaktif maddeler ile olmaktadır. Yttrium-90'nın kolloid formu radyonüklid snöviektomide ve anti CD20 antikorları ile işaretlenerek geliştirilerek lenfoma hastalarında kullanılan formu en sık kullanılan tedavi ajanlarıdır. Her iki tedavi de poliklinik şartlarında uygulanmakta olup, hastaların medikal başka sorunları olmadığı takdirde hastanede izole edilmeleri gerekmemektedir. Radyonüklid snöviektomide tedavi intrakaviter olup enjeksiyon ile, Zevalin ise yavaş infüzyonla verilmektedir. Yayıdıkları enerji ve dikey şekli esas olarak β ışıması olduğundan, tedavi

veren personel ve yakın çevresinin aldığı radyasyon dozu (yakın temas olmadığı sürece) ihmal edilebilir düzeydedir. Sadece tedavi veren medikal personelin B ışımasının neden olabileceği Bramstrahlung ışımaya engel olabilmek amacıyla özel bir enjektör ile yapılmaktadır. Tedavi verilmesini takiben 1 metreden ölçülen değer 0.00295 mSv/saat ve hasta ailesinin maruz kalacağı radyasyon ilk hafta için yaklaşık 0.035 mSv (0.04–0.15 mSv/hafta) dir. Madde esas olarak idrar ile ekskresyona uğramaktadır ve bu nedenle tuvalet kullanımı ile ilgili uyarılarda bulunmak önemlidir.

Samarium 153, Stronsiyum89 ve Rhenium 186 tedavisi: Bu radyoaktif maddelerin hepsi beta ışıma yapmaktadır. Uygulama yolu intravenöz olup, poliklinik şartlarında verilebilirler. Esas atılım yolu gastrointestinal sistemdir, o nedenle tuvalet temizliği konusunda hastalar uyarılmalıdır. Ayrıca kesik veya yara lanma sonrası kanama olması durumunda çevrenin kontamine olmadan temizlenme vurgulanmalıdır. Bu tedavileri alan hastaların emzirmeyi kesmeleri gerekmektedir.

3.1.5.3. Hamilelik ve emzirme

Fötüs yada cenin plasentadan geçen radyonüklid veya komşu organlarda tutulan radyofarmasötiklerin yaydığı ışınlar ile radyasyona maruz kalır. Gebe ve fötüsün yada ceninin radyasyon maruziyetini önlemek için dikkat edilmesi gereken kurallar:

- Tüm tedavi ve teşhis uygulamalarında hastanın hamilelik durumu mutlaka sorgulanmalı ve gerekli tetkikler yapılmalıdır.
- Gebe gereksiz radyasyondan korunmalıdır.
- Radyasyon ile çalışan sağlık personeli anne ve fötüsün yada ceninin alacağı dozu en aza indirmek için gereken önlemleri bilmeli ve uygulamalıdır.
- Radyoaktivite uygulanması zorunlu durumlarda gebeye ve gönderen hekime olası riskler anlatılmalı, fayda-zarar ilişkisi değerlendirilmelidir.
- Gebeden ve / veya yakınlarından bilgilendirildikleri ve riskleri kabul ettiklerini içeren yazılı onay alınmalıdır.

Tanısal veya tedavi amaçlı radyoaktif madde uygulanan doğurganlık çağındaki kadınlarda aşağıda belirtilen süreler için gebelik kontrendikedir.

Tablo III. Radyoaktif madde uygulanan kadınlarda hamilelikten kaçınma süreleri

Radyofarmasötik	Aktivite (MBq)	Süre (ay)
Tanısal İşlemler		
t ¹ / ₂ <7 gün olan tüm radyofarmasötikler	-	0
¹³¹ I-MIBG	20	1
¹³¹ I-Nal	400	4
Tedavi		
¹³¹ I-Nal (tirotoksikoz)	800	4
¹³¹ I-Nal (tiroid kanseri)	5000	4
¹³¹ I-MIBG	4000	3
³² P-fosfat	150	3
⁸⁹ Sr-klorid	150	24
⁹⁰ Y-kolloid (intraartiküler)	400	0

Emziren anneye sütle atılan radyoaktif madde verilmiş ise doğrudan sütle alma yolu ile bebekte radyasyona maruz kalacaktır.

Emziren kadınlar için temel üç kural:

1. Teknesyum 99m işaretli radyofarmasötikler uygulanan emziren hastaların 24 saat süresince sütünü sağması ve atması, daha sonra normal emzirmeye devam etmeli
2. Diğer radyofarmasötiklerin süte geçmesi nedeni ile emzirme yasaklanmalı,
3. Eğer bu kurallara uyulmasında sorun varsa nükleer tıp uzmanından destekleyici bilgi alınmalıdır.

3.1.5.4. Hamile Personel

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nin 12. maddesine göre; Hamile radyasyon görevlileri için (29 Eylül 2004 tarih ve 25598 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile değiştirilmiştir), hamileliği belirlenmiş kadın çalışan, çalışma şartlarının yeniden düzenlenebilmesi amacıyla yönetimi haberdar eder. Hamileliğin bildirilmesi kadın çalışanın çalışmasına engel teşkil etmez, gerekiyorsa çalışma koşulları yeniden düzenlenir. Bu nedenle, doğacak çocuğun alacağı dozun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması sağlanır ve toplum için belirlenen doz sınırlarına uyulur. Emzirme dönemindeki kadın çalışanlar, radyoaktif kontaminasyon riski taşıyan işlerde çalıştırılmaz.

3.2. RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda sağlık hizmetlerinin yanısıra doktorlar için tıpta uzmanlık ve belirlenmiş 4 yıllık lisans programları mezunları içinde Sağlık Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Radyoterapi Fiziği lisansüstü eğitimi ve Sağlık Meslek Yüksekokulu bünyesinde 2 yıllık Radyoterapi Teknikerliği ön lisans eğitimi verilmektedir.

Radyasyon Onkolojisi Bölümü'müzde kanser tanısı almış hastaların tedavi ve takibi modern tıbbın gerektirdiği gelişmiş teknik olanaklardan yararlanılarak yapılmaktadır. Bölümümüzde uygulanan radyoterapi hizmetleri, öğretim üye ve görevlileri, radyoterapi fiziği uzmanları, araştırma görevlileri, teknisyenler ve hemşireler tarafından gerçekleştirilmektedir. Radyasyon Onkolojisi Bölümü'müz Hacettepe Onkoloji Hastanesi'nin -1 ve -2 katlarında, toplam 2500 metrekarelik alanda yer almaktadır. Eksternal (dışarıdan) ve brakiterapi (tümör veya ilgili organ içerisinden) tedavi olanakları bulunmaktadır.

Eksternal tedaviler için toplam 7 cihaz kullanılmaktadır. Bunlardan dördü yeni teknoloji Lineer Hızlandırıcı cihazları olup, 6 MV, 18 MV ve 25 MV düzeyinde X-ışınları ve 8 ayrı kademedeki elektron demetleri üretebilmektedir. Böylece derin ve yüzeysel tümörle-

rin tedavisi mümkün olmaktadır. Bu cihazların ikisi (Cyberknife® ve Novalis®) odaksal ışınlama (stereotaktik radyoterapi) yapabilen, dünyanın belli başlı merkezlerde bulunan ve en modern teknolojiye sahip düzeneklere sahiptir. Eksternal amaçlı kullanılan diğer cihaz ise radyoaktif kaynaklı dijital Kobalt-60 teleterapi cihazıdır.

Brakiterapide ise ayaktan ve yatarak tedavi olanağı veren iki yüksek doz hızlı cihaz bulunmaktadır. Bu cihazlarla başta jinekolojik tümörler ve baş-boyun tümörleri olmak üzere birçok tümöre yakın mesafeden ışınlama yolu ile yüksek tedavi dozu emniyetli bir şekilde verilebilmektedir. Her iki cihaz da benzerleri arasında en modern teknolojiye sahiptir.

Bölümümüzde ayrıca hastaları tedaviye hazırlık amacıyla alan belirlenmesinde kullanılan 2 adet simülatör (Konvansiyonel simülatör ve BT simülatör) ve bir adet C-kollu X-ışını cihazı bulunmaktadır.

Tedavilerimizi sağlıklı ve ayrıntılı bir şekilde planladığımız gelişmiş, üç boyutlu planlama YART (Yoğunluk ayarlı radyoterapi = IMRT Intensity modulated radioterapy) ve IGRT (Görüntü kılavuzluğunda radyoterapi) yapma özelliğinde 3 adet bilgisayarlı tedavi planlama cihazı bulunmaktadır. Accuray Cyberknife® ve Novalis® cihazlarının ise kendine özgü planlama sistemleri olup, solunum ve tümör takibi dahil her türlü modern planlamayı yapabilecek donanımdadır. Yüksek kalitede bir tedavi için gerekli olan kapsamlı, teknik altyapı ve ağ (network) sistemi anabilim dalımızın donanımını tamamlamaktadır.

Hastanın değerlendirilmesi

Bölümümüzde tedavi olmak üzere gönderilen veya doğrudan başvuran hastalar anabilim dalımız öğretim üyeleri, öğretim görevlileri ve araştırma görevlileri tarafından muayene edilip, laboratuvar ve radyolojik tetkikleri, ameliyat ve patoloji raporları incelenerek değerlendirilir. Tedavi edilmesinin uygun olduğuna karar verildiğinde, hastaya gerekli bilgi verilerek tedavi hazırlığı yapmak üzere randevu verilir.

Tedavi hazırlığı ve simülasyon

Tedavi öncesi hazırlık iki bölümden oluşur. Simülasyon öncesi hazırlık ve simülasyon. Tedavi öncesi hazırlık aşamasında gerektiğinde hastanın tedavi sırasında hareketsiz kalabilmesini sağlayan kişiye özel termoplastik baş ve boyun maskeleri, hastanın vücudunun şeklini alabilen özel yataklar hazırlanır. Gerekli olan durumlarda bilgisayarlı tomografi cihazında tedavi planlama amaçlı tomografi kesitleri alınır. Bu işlem sırasında hastanın radyoterapi sırasında kullanacağı maske ve tedavi yatağı gibi yardımcı düzeneklerde kullanılacağı için bu tetkikin hastanemizin bilgisayarlı tomografisinde doktorlarımız veya teknisyenlerimiz gözetiminde yapılması gerekmektedir. Bölümümüzdeki tedavi planlama bilgisayarına aktarılan hastaya ait bilgisayarlı tomografi bilgilerini kullanarak en uygun planlama gerçekleştirilir.

Bu işlemler belirli bir süre alacağı için hastaya simülasyon için aynı gün yada birkaç gün içerisinde randevu verilir.

Simülasyon işlemi tedavi cihazlarındaki şartlar sağlanarak radyasyon uygulanacak alanların belirlenmesidir. Simülasyon için gelen hasta teknisyenler tarafından karşılanır, gerekli bilgi verildikten sonra, doktorlarımız gözetiminde simülasyon yapılır. Simülasyon sırasında hastanın hareket etmemesi önem taşır. Çocuk hastalarımızın yanında, başlangıçta anne-babalarının kalması gerektiğinde özel önlem olarak (kurşun önlük giydirilerek) bu sağlanabilir. Hasta tedavi masasına yatırıldıktan sonra uygun tekniklerle tedavi alanları belirlenir. İşlem sonrası vücudun tedavi edilen yerlerine özel kalemlerle veya işaret bantları ile özel işaretler konulur. Bu işlemten sonra, tedaviye kadar ve tedavi sırasında bu işaretlerin muhafaza edilmesi önem taşır. Hastalar rahatça yıkanabilir ancak bu işaretlerin çıkarmaması ve tedavi alanlarında cildin tahriş olmaması için bu bölgelerin fazla miktarda sıcak suyla yıkanmaması, liflenmemesi ve keselenmemesi önerilir.

Eksternal tedavi uygulamaları

Bölümümüzdeki eksternal tedaviler için toplam 7 cihaz kullanılmaktadır. Bunlardan dördü Lineer Hız-

landırıcı cihazları olup, 6, 18 ve 25 MV düzeyinde X-ışınları ve 8 ayrı kademedeki elektron demetleri üretebilmektedir. Bu cihazlar kat (-1 ve -2) de bulunmaktadır. Eksternal amaçlı kullanılan diğer iki cihaz ise Novalis® ve Cyberknife® cihazı olup, -2 kat'da özel yerleşim yerlerinde hizmet vermektedir. Radyoaktif Kobalt-60 kaynaklı dijital teleterapi cihazı -1. kattadır. Eksternal tedaviler çevreye radyasyon yayılımı olmaması için özel olarak yapılan kalın duvarlı odalar içinde yer alır ve dışarıdan teknisyenin oturduğu bir kumanda odasından idare edilir. Tedavi sırasında hastanın izlendiği kapalı devre kamera sistemi ve karşılıklı konuşabilme imkanı veren diyaforon sistemi bulunur.

Hasta tedavi odasına alındıktan sonra soyunma kabinlerinde tedavi bölgesini açıkta bırakacak şekilde doktor ve teknisyenlerin uygun gördüğü şekilde hazırlanır. Hasta tedavi masasına yatırılır. Tedavi için hastanın tedavi masasına simülatördeki gibi yerleştirilmesinden sonra varsa maske, tedavi yatağı gibi şartlar sağlanır. Doktor, radyoterapi fiziyogisi uzmanı ve teknisyenler önceden belirlenmiş olan tedavi alanlarına göre gerekli işlemleri yapar ve ekip cihaz odasından çıktıktan sonra tedavi başlatılır.

Tedavi sırasında hasta hiçbir şey hissetmez. Radyasyonun verildiği anda cihazda hafif, ince devamlı bir ses duyulabilir. Tedavi genellikle 2-10 dakika sürebilir. Birden fazla alan varsa bu süre uzayabilir. Cihaz, gerektiğinde hasta etrafında dönebilir. Tedavi sırasında hastanın hareket etmemesi çok önemlidir. Tedavi bittikten sonra hasta teknisyen tarafından cihaz odasından çıkarılır, hastaya sonraki tedaviler için randevu verilir.

Tedaviler hastaya uygulanacak tedavi protokolüne göre farklılık göstermekle birlikte, genellikle haftada 5 gün (pazartesi-cuma) olmak üzere, toplam 1-7 hafta arasında değişir. Özel durumlarda günde 2 -3 tedavi uygulaması da yapılabilir.

Brakiterapi

Brakiterapi sözcüğü yakından tedavi anlamına gelir. Radyoaktif kaynakların doğrudan organ ve vücut boş-

luklarına, doku içerisine yerleştirilmesi ile uygulanır. Farklı uygulama yöntemleri olan brakiterapi yöntemi için anabilim dalımızda ayaktan tedavi olanağı veren yüksek doz hızlı cihazlar bulunmaktadır.

Radyoaktif kaynak olarak kullanılan Iridyum-192 nin enerjisi 380 kEV ve yarı ömrü 73.8 gündür. Bu nedenle belli aralıklarla kaynak değişimi gereklidir.

Brakiterapi uygulanacak hasta tedavi için randevusuna geldikten sonra brakiterapi hemşiresi tarafından bilgilendirilir. Yapılacak işleme bağlı olarak hafif bir sakinleştirici iğne yapılır. Doktorlar tarafından tedavinin uygulanacağı bölgeye radyoaktif kaynak içermeyen bazı aplikatörler yerleştirilir. Bazı hastalarda bu işlemin yapılması için genel anestezi kullanılır ve bu işlem genellikle Hacettepe Erişkin Hastanesi ameliyathanelerinde yapılır. Hasta uygulamadan sonra simülatöre alınır. Simülatörde bazı röntgen tetkikleri yapıp, hasta beklemek üzere brakiterapi bölümüne alınır.

Radyoterapi fiziği uzmanları ve doktorlar tarafından yapılan bilgisayarlı tedavi planlamasından sonra hasta tedavi odasına alınır. Hasta üzerindeki aplikatörlerle tedavi cihazı arasındaki bağlantılar sağlandıktan sonra tedavi ekibi dışarı çıkar ve tedavi başlatılır. Brakiterapi sırasında çevreye radyasyon yayılımı olmaması için kalın duvarlı odalar içinde yapılır ve dışarıda hemşirelerin oturduğu bir kumanda odasından idare edilir. Tedavi sırasında hastanın izlendiği kapalı devre kamera sistemi ve karşılıklı konuşabilme olanağı veren diyafon sistemi bulunur. Radyoaktif kaynak korumasından çıkıp hastaya önceden uygulanmış olan aplikatörlerin içine gider ve ışınlama işlemi başlar. Tedavi sırasında hasta hiçbir şey hissetmez ancak hafif bir titreşim algılanabilir. Tedavi genellikle 1-20 dakika sürebilir, bu sürede hastanın hareket etmemesi önemlidir. Tedavi bittikten sonra hasta cihaz odasından çıkarılır, sonraki tedavi için randevusu verilir.

Özel uygulamalar

Cyberknife (Uzay Neşteri: Robotik Kollu/Robotik Masalı Linear Akseleratör)

Stereotaktik radyoterapi; görüntüleme teknikleri (bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans, pozitron emisyon tomografisi, anjiyografi) ile elde edilen bilgilerle tedavi edilecek hedef tümöre maksimum çevre normal dokulara ise minimum doz uygulamak için bir çok farklı açıdan aynı merkeze yönelen ışın demetleri prensibine dayanmaktadır. Tedavi birden fazla fraksiyonla gerçekleştirilirse "Stereotaktik radyoterapi", tek fraksiyonda ise "Stereotaktik radyocerrahi" olarak adlandırılır. Bu alandaki son yıllarda en önemli gelişmelerden biri stereotaktik radyocerrahinin kranial lezyonlar ve kranium dışı yerleşimlerde Cyberknife ile uygulanmaya başlanmasıdır.

Cyberknife ile görüntü füzyonu yardımıyla (BT ile MRI, PET, 3D anjiyo füzyonu) optimal hedef belirlenebilmekte, klinik doğruluk sapması 0.95 mm içinde homojen ve daha konformal tedaviler uygulanabilmektedir. Önceki tedavi cihazlarından önemli farkları intrakranial lezyonların tedavisinde kafaya vidalanan bir çerçeve gerektirmemesi, dinamik ışın kullanımı ile tedavi sırasında hasta hareketlerini ve organ hareketlerini kompanse edebiliyor olması ve 20-30 sn'de bir kontrol radyogramlarıyla güvenli bir tedavi sunması sıralanabilir. Görüntü Kılavuzluğunda Radyoterapi ile günümüzde varılan en son radyoterapi teknolojisini kullanmaktadır. 4-Boyutlu Radyoterapi olarak adlandırılan ve özellikle solunum ile hareketli olan organ tümörlerinde (başta erken evre Akciğer kanserleri ve Akciğere olan metastazlarda) solunum hareketlerini aktif olarak izleyerek eşzamanlı tedavi edebilen tek cihazdır. Robotik Kol Tedavi cihazının Işın Cerrahisi ve Işın Tedavisinde kullanım alanları çok geniş bir yelpaze sunmaktadır:

Beyin:

- İyi huylu beyin tümörleri
- Arteriovenöz Malformasyonlar
- Fonksiyonel
- Kötü huylu beyin Tümörleri (Erişkin ve Çocukluk çağı konvansiyonel eksternal tedavi ile kombine)
- Metastazlar

Vücut:

- Akciğer kanserleri
- Prostat
- Baş boyun kanserleri
- Vertebra tümörleri
- Bazı Gastrointestinal Tümörler (başta Pankreas)
- Metastazlar (Soliter karaciğer ve akciğer metastazları)

Yoğunluk ayarlı radyoterapi (Intensity-modulated radiotherapy-IMRT)

Özellikle düzensiz alanlarda konvansiyonel radyoterapi ile normal dokuları koruyarak sadece tümör ve tümör taşıması olasılığı olan dokulara maksimum dozu vermek çok zordur. Son yıllarda üç boyutlu planlama sistemlerinin ve dinamik multileaf kollimatör sistemli linear akseleratörlerin geliştirilmesi ile radyasyon demet yoğunluğunu değiştirerek tümöral dokuya maksimum doz verilirken radyasyona duyarlı normal dokuları korumak mümkün olmaktadır. Yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART: Intensity-modulated radiotherapy-IMRT) foton ışın profillerinin ayarlanmış akışı ile sonuçlanan karmaşık tedavi planlamasını ve dinamik radyasyon verilerek düzensiz biçimli yapıların ışınlanmasını uygun biçimde gerçekleştirebilen bir yöntemdir. Bu teknikte radyasyon yoğunluğu demet boyunca değiştirilmekte ve bu amaçla inverse tedavi planlama algoritmalarından yararlanılmaktadır. Inverse tedavi planlama işleminde, hedef ve kritik organlar ve istenen doz dağılımı tedavi planlama bilgisayarına tariflenmekte ve çeşitli demet kombinasyonları ile istenen optimal doz dağılımı elde edilmeye çalışılmaktadır.

Son yıllarda IMRT özellikle beyin tümörleri, baş-boyun tümörleri, meme kanserleri, prostat kanserleri tedavisinde giderek artan oranda kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda IMRT ile hedef hacimde konvansiyonel radyoterapiye göre daha homojen doz dağılımı elde edilirken, normal dokuların aldığı radyasyon dozunda azalmaya bağlı olarak daha az toksisite görüldüğü rapor edilmektedir.

Tüm vücut ışınlaması

Tüm vücut ışınlaması genellikle kemik iliği nakli öncesi ve bazı diğer hastalıklarda uygulanan bir tedavidir. Hastanın tedavisi için -1. kattaki Lineer Hızlandırıcı cihazı kullanılır.

Tedavi öncesi hastaya yan etkileri azaltmak amacıyla serum takılır ve gerekli ilaçlar verilir. Bir ekip işi olan bu tedavide hasta bir sedye üzerinde yatırılır. Özel ölçümler yapıldıktan sonra iki yan alandan tedavi edilir. Hasta tedavi sırasında hiçbir şey hissetmez. Tedavi genellikle 20-40 dakika sürebilir, bu sürede hastanın hareket etmemesi çok önemlidir. Tedavi bittikten sonra hasta cihaz odasından çıkarılır. Genellikle üç gün ve 6 seans olarak uygulanır.

Cihaz parkımız

Cyberknife Robotik Kollu/Robotik Masalı Lineer Hızlandırıcı

Dünyadaki bütün diğer radyocerrahi sisteminden farklı olarak Cyberknife robotik kollu lineer hızlandırıcıya ve robotik masaya sahip bir radyocerrahi sistemidir. Robotik sistem üzerinde 6 MV lineer hızlandırıcı taşımaktadır. Diğer lineer hızlandırıcılardan farklı olarak kolimatör sistemi konus şeklindedir. AxumTM tedavi masası robotik olup Cyberknife in durumuna göre hareket etmektedir. CyRISTM Multiplan planlama sistemi ürün ailesinin en son üyesi olup doz optimizasyon teknolojisinin en son özelliklerini barındırmaktadır. Bu planlama sistemi tek eşmerkezli olan veya olmayan ileri ve ters planlama algoritmasını kullanabilmektedir. SynchronyTM sistemi ile solunuma bağlı olan tümör pozisyonundaki değişimin ışınlama sırasında ıskalama gibi problemleri engellemek için Cyberknife hasta ile beraber nefes alıp verme hareketini bu teknoloji sayesinde yapmaktadır. Dünyada sayılı merkezlerde bulunan Cyberknife kendine has teknolojisiyle tektir.

Novalis Lineer Hızlandırıcı

Beyin tümörlerine yönelik tasarlanan bu cihaz ile masa ve lineer hızlandırıcı özellikleri ile diğer tümör

çeşitleri için de tedavi mümkün kılınmıştır. MLC sistemine sahip olan Novalis® da diğer MLC'lerden farklı olarak mikro-MLC sistemi bulunmaktadır. Bu sayede çok küçük tümörler de tedavi edilebilmektedir. Hem stereotaktik radyocerrahi hem de IMRT planlaması yapılabilen bu sistemde ters planlama algoritması ile 3-boyutlu planlama yapılmaktadır.

İki adet Varian Clinac DHX High Performance + 80 MLC Lineer Hızlandırıcı

İki adet aynı özellikte Varian marka lineer hızlandırıcıya sahip olan cihaz 6 MV ile 18 MV X ışını enerjilere sahiptir. Ark tedavisi, konformal tedavi ve IMRT tedavi yapabilme özelliklerine sahip olan cihazın 80 adet MLC çok yapraklı kolimatöre sahiptir. Ayrıca bu cihazların IMRT QA yazılımı da bulunmaktadır. Dinamik wedge özelliği olmasının yanında 15°, 30°, 45°, 60° sabit wedgelere de sahiptir. MLC sistemi sayesinde koruma bloklarına ihtiyaç duyulmamaktadır. Elektron tedavisi de yapabilen Clinac ın 6 farklı enerji seviyesi bulunmaktadır. EPID sistemi ve amorf silikon dedektörleri sayesinde portal görüntüleme elektronik ortamda yapılabilip izodoz değerlerine bakılabilmektedir. DICOM™ protokolüne uygun olan sistem Aria™ Network sistemiyle tüm cihazlara bağlıdır.

Elekta Synergy Lineer Hızlandırıcı

Elekta Synergy Lineer Hızlandırıcı 80 yapraklı MLC çok yapraklı kolimatörlere sahip lineer hızlandırıcıdır. MLC yaprakları sayesinde koruma bloklarına gerek kalmadan istenilen geometride alanlar açılabilir. EPID (elektronik portal görüntüleme sistemi) ile port kontrol elektronik ortamda yapılmaktadır. Düşük enerjili X ışını 6 MV, yüksek enerjili X ışını 18 MV dir. Aynı zamanda 6 farklı elektron enerjisine de sahiptir. Konformal radyoterapi için planlanan bu cihaz aynı zamanda IMRT opsiyonuna da sahiptir. Precise™ tedavi planlama sistemiyle 3-D konformal planlama yapılmaktadır. Karbon-fiber masası sayesinde tedavi tüm açılar için uygun hale gelmektedir. Standart SSD 100 cm'de tedavi yapmaktadır.

Philips SL-25 Lineer Hızlandırıcı

Üç boyutlu konformal tedavi yapabilen bu konvansiyel cihazın 6 MV X ışını enerjisi bulunmaktadır. 4, 6, 8, 10 ve 12 MeV enerjilerine sahip elektron demetleri üretebilen SL-25 dörtlü simetrik asimetrik kolimatör sistemine sahiptir. Kritik organları korumak için serrobend koruma blokları kullanılmaktadır. Standart SSD 100 cm'de tedavi yapmaktadır.

Dijital Kobalt-60 Teleterapi Cihazı

Ortalama 1.25 MeV enerjili Co-60 radyoaktif kaynağına sahip Kobalt-60 teleterapi cihazı, dijital kontrollü konvansiyonel eksternal radyoterapi cihazıdır. Benzerlerinden farklı olarak dijital veri giriş çıkışına sahip olan cihazda Karbon-fiber masası sayesinde tedavi sırasında masadan kaynaklanan kısıtlamalar ortadan kalkmaktadır. Asimetrik ve simetrik açılabilen kolimatörlere sahip olan cihaz SSD 80 cm'de tedavi etmektedir. Kritik organları korumak için serrobend blok kullanılmaktadır.

Varisource Brakiterapi HDR Sistemi

Ir-192 radyoaktif kaynağı kullanan Gammamed yüksek doz hızlı brakiterapi sistemidir. Brakiterapi eksternal terapi dışında kaynağın hastaya sokulması şeklindeki tedavi yöntemidir. Bu sistemle beraber kendi TPS sistemi olan Varian BrachVision™ tedavi planlama sistemi bulunmaktadır. 24 kanallı olan bu sistem 24 kanaldan hasta tedavisine imkan vermektedir.

Nucletron Brakiterapi HDR Sistemi (Microselectron®)

Ir-192 radyoaktif kaynağı kullanan Microselectron yüksek doz hızlı brakiterapi sistemidir. Brakiterapi eksternal terapi dışında kaynağın hastaya sokulması şeklindeki tedavi yöntemidir. Plato™ tedavi planlama sistemi bulunmaktadır. On sekiz kanallı olan bu sistem 18 kanaldan hasta tedavisine imkan vermektedir.

GE™ Hi-speed NX/I BT Simülatör

Konvansiyonel simülatör cihazlardan farklı olarak BT üzerinden simülasyon yapabilen bu cihaz, kesit aralıklarını 1 mm ile 10 mm arasında olmak üzere her rotasyonda 8 adet kesit elde edilebilmektedir. Spiral tarama yapabilmektedir. Sitemin saniyede gerçekleştirdiği projeksiyon sayısı 1388'dir. Cihazın tetkik mesafesi 160 cm dir. Sistem içersinde BT görüntüleri ile simülasyon yapmak amacıyla RT Table Top™ dörtlü hareketli lazer sistemi Advantage Workstation ve CT SIM™ yazılımı vardır. Sistemde 2 sıra halinde 46 adet katı hal dedektör vardır. Dijital projeksiyon özelliğine sahip olan bu cihaz MLC simülasyonlarında hasta üzerine düşürdüğü MLC projeksiyon ile gantryde MLC liflere ihtiyaç duymamaktadır. Karbon-fiber masa sayesinde masadan kaynaklanan simülasyon sıkıntısı ortadan kalkmaktadır.

Varian Acuity Konformal Simülatör Cihazı

Bir sonraki nesil simülatör cihazı olan Acuity ile birlikte Tedavi Planlama Sisteminden gelen planlamaların 3 boyutlu simüle etmektedir. DICOM ile tedavi planlamasına ve cihazlarına bağlı olan sistem konformal simülatörlerin en son versiyonlarından biridir. Yazılım yükseltilmesi ile BT simülatör opsiyonu bulunmaktadır. Kullanıcı ara yüzü ve kullanıcı basitliği sayesinde simülasyon işlemi çok kısa sürmektedir. Dijital projeksiyon özelliğine sahip olan bu cihaz MLC simülasyonlarında hasta üzerine düşürdüğü MLC projeksiyon ile gantry'de MLC liflere ihtiyaç duymamaktadır. Karbon fiber masa sayesinde masadan kaynaklanan simülasyon sıkıntısı ortadan kalkmaktadır.

Elektron ve Foton Dozimetri Sistemleri #1 ve #2

Çift dozimetri paketine sahip olan departmanımızın envanterinde standart olması gereken su fantomu ve sistemi, katı fantom, Marcus ve Advanced Marcus iyon odası, 0.6 cc iyon odaları, 0.125 cc iyon odaları, TLD ve diod invivo vb gibi en son teknolojik sistemlerin yanı sıra, dünyada pek az merkezde bulunan 2 adet 0.015 cc pinpoint iyon odası, 2 adet Grafit –Grafit iyon

odaları, 1 adet Diamond dedektör, 1 adet Roos iyon odası, 2 adet 729 2-D array iyon odası, 1 adet DAVID invivo dedektör sistemlerine sahiptir. 2 adet tüm özellikleri barındıran bu sistemlerle lineer hızlandırıcıları ve Kobalt-60 cihazlarının ölçümleri ve kalibrasyon işlemleri yapılmaktadır.

Radyoterapide amaç tümörlü bölgeye etkin tedavi dozunu verirken, sağlıklı bölgenin de maksimum korunması, buna ek olarak ışınanmak istenen bölgedeki dozun homojen olmasıdır.

3.2.1. Halkın Radyasyondan Korunması

Halkın radyasyondan korunmasının sağlanması amacıyla Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında aşağıdaki şartlar oluşturulmuştur.

- Bütün radyoterapi cihazlarının bulundukları odaların duvar kalınlıkları Türkiye Atom Enerji Kurumu tarafından öngörülen sınırları geçmeyecek şekilde belirlenmiştir hastanenin kurulma aşamasında TAEK yetkilileri tarafından yapılan ölçümlerle bu kalınlıklar onaylanmıştır.
- Radyoterapi fizikçileri tarafından hastane içerisinde periyodik olarak Geiger-Müller sayacı ile sızıntı kontrolleri yapılmaktadır.
- Radyoterapi cihazlarının ve radyoterapi kaynaklarının bulundukları odaların kapılarında Radyasyon Uyarı işaretleri bulunmaktadır. Ayrıca radyoaktif kaynak bulunan cihazların ve bu cihazların kumanda odalarının kapıları çalışma saatleri dışında kilitli tutulmaktadır.
- Hastaların ışınlaması sırasında kapı üstlerinde kırmızı ikaz lambaları ile uyarı verilmektedir.
- Hastaların ışınlaması sırasında oda kapısının açılması durumunda radyasyonu kesecek güvenlik sistemleri mevcuttur.

3.2.2. Personelin Radyasyondan Korunması

Personelin radyasyondan korunmasının sağlanması amacıyla Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında aşağıdaki şartlar oluşturulmuştur.

- Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda çalışan personel TLD (termoluminans dozimetri) lerini taşımaktadır. Bu dozimetreler düzenli aralıklarla TAEK'e gönderilmekte ve sonuçlara ilişkin kayıtlar tutulmaktadır.
- Bütün personelin kan sayımları,göz ve cilt muayeneleri yıllık olarak yapılmakta ve sonuçları değerlendirilerek kayıtları tutulmaktadır.
- Radyoaktif kaynak taşıyan Kobalt-60 ve Brakiterapi cihazları için, cihazın kapalı konumundaki sızıntı düzeyleri TAEK tarafından belirlenen sınırlar içeresindedir. Sızıntıya ilişkin ölçümler periyodik olarak Radyoterapi Fizikçileri tarafından yapılmaktadır. Bütün cihazlarda ışınlamanın güvenli olarak gerçekleştirilebilmesi için birden fazla kontrol sistemleri mevcuttur.
- Cihazların kumanda odalarında ışınlama sırasında ışıklı uyarı veren radyasyon alan monitörleri bulunmaktadır.
- Kumanda odalarında bulunan monitör ve ses sistemleri ile tedavi teknisyenleri ve hastalar arasında iletişim sağlanabilmektedir.
- Bütün kumanda odalarında tehlike durumunda doğru müdahale edilebilmesi için acil durum planları bulunmaktadır.

3.2.3. Hastanın Radyasyondan Korunması

Tıbbi ışınlamalarda hastanın gereksiz yere ışınlanmasını önlemek ve radyasyondan korunmasını sağlamak için aşağıdaki koşullar oluşturulmuştur:

- Uzman bir hekim tarafından karar verilmediği sürece, hiçbir hastaya terapötik tıbbi ışınlama uygulanmamaktadır.
- Tıp ve tıp dışı personel ihtiyaç duyulan ölçüde sağlanmıştır.Ayrıca tedavi teknisyenlerine, doktor tarafından öngörülen tedavinin uygulanmasında verilen görevleri gereken şekilde gerçekleştirebilmeleri konusunda gerekli eğitim verilmiştir.
- Radyasyonun tedavide kullanımı için, kalibrasyon, dozimetrik ölçüm, kalite güvencesi ve kontrolü işlemleri radyoterpi fizikçileri tarafından gerçek-

leştirilmektedir.Bununla ilgili olarak yapılanlar 3.2.4'te belirtilmiştir.

- Personelin, radyasyondan korunma programında belirlenen şekilde, hastaların istenmeyen şekilde radyasyona maruz kalmalarını önlemek üzere, gerekli sorumluluk alanı içinde gereken tedbirleri alması sağlanmıştır.Bununla ilgili olarak tıbbi ışınlamanın uygulanmasına dahil olan herkesin aşağıdakileri gerçekleştirmesi sağlanmıştır:
- Belirlenen şekilde, hastaların korunması ve güvenliği için uygun kuralları ve prosedürleri izler.
- Tedavi teknisyeni tedavi başlamadan önce, tedavi emrinin ve tedavi planının uzman doktor tarafından onaylandığını kontrol eder.
- Doktorlar, hastaların korunması ve güvenliğiyle ilgili olarak ortaya çıkacak olan sorunları derhal lisans sahibine bildirir, hastaların korunmasını ve güvenliğini sağlamak üzere uygun tedbirleri alır.

3.2.4. Hasta Dozlarının Kontrolü

Hastaların radyasyonla tedavisinin tedavi planlaması ve simülasyona uygun şekilde gerçekleştirilmesi ve verilen dozların doğruluğu için Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında, Radyasyon Fizikçileri tarafından aşağıdaki ölçüm ve kontroller yapılmaktadır:

- *Cihazların Mekanik Kontrolleri:* Dozimetrik parametrelerin doğru ölçüm koşullarında belirlenmesi ve hastaların doğru tedavi edilmesi için cihazın mekanik hareketlerinin belirlenmiş tolerans değerleri içinde olduğuna ilişkin kontroller haftalık, aylık ve 6 aylık dönemlerde yapılmakta ve kayıtları tutulmaktadır. Bu kontroller içerisinde gantri, kolimatör ve masanın dönüşüyle izomerkezin değişimi, dijital ve analog olarak gözlenen değerlerin karşılaştırılması, kolimasyon sistemiyle oluşturulan alanların ve ışınlanan alanın doğruluğu yer almaktadır. Brakiterapi cihazının mekanik kontrolleri kapsamında kaynağın hareketinin doğruluğuna bakılır.
- *Cihazların Dozimetrik Kontrolleri:* Lineer Hızlandırıcı cihazı için kullanılan radyasyon enerjileri

(elektron, foton) literatürde gösterilmiş protokoller ile kalibre edilir. Haftalık ölçümlerle cihazın verdiği radyasyonun doğruluğu kontrol edilmektedir. Kobalt-60 cihazı için verimin kontrolü aylık olarak gerçekleştirilir ve hesap ile bulunan değer ile karşılaştırılır. Brakiterapi cihazı için kaynak değişimlerinde kalibrasyon yapıp aktivitenin doğruluğu ölçümlerle kontrol edilir. Ölçülen bütün dozimetrik hesaplama parametrelerinin değerlerine ilişkin kayıtlar tutulur.

- *Tedavi Planlamasının Kontrolleri:* Periyodik olarak tedavi planlaması tarafından hesaplanan değerlerin manuel olarak hesaplanan ve ölçümlerde karşılaşılan değerlerle tutarlılığının kontrolü yapılmaktadır. Kullanılan radyasyon enerjisinin giricilik ve düzgünlük gibi karakteristikleri ölçülüp bu değerlerin tedavi planlamasının değerleri ile uyumunun kontrolleri yapılır.
- *Radyolojik Kontroller:* Tedavi planlamasına aktarılan BT'lerdeki doku yoğunluğu değerlerinin tedavi planlamasına uygun olmasına ilişkin kontrolleri içerir.
- Ölçüm yapılan iyon odalarının ve elektrometrenin kalibrasyonunun periyodik olarak yapılması sağlanır.
- Hastaların tedavisinin, tedavi planlamasında belirlendiği şekilde gerçekleştirilmesi için simülasyon ve tedaviye Medikal Fizikçi katılır.
- Bütün tedavi dosyaları için doz hesaplamaları iki Medikal Fizikçi tarafından yapıp onaylanır.
- Bütün tedavi dosyalarındaki hesapların periyodik (haftalık) kontrolleri yapılır.

3.3. RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı; Tıp eğitimi yanında, Radyoloji uzmanı ve belirli alanlarda yan dal uzmanı yetiştirerek yüksek lisans eğitimi sağlamaktadır. Üniversiteye bağlı Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulunda ise radyoloji teknikerliği eğitimi verilmektedir. Radyoloji departmanında halen 6 Bilgisayarlı Tomografi cihazı, 5 anji-

yografi cihazı, 3 radyoskopi cihazı, 15 direkt radyografi odası, 2 mamografi cihazı, 8 taşınabilir radyografi, 4 taşınabilir radyoskopi cihazı ve 1 kemik dansitometri cihazı uluslar arası kurallara uygun olarak TAEK lisansı ile hizmet vermektedir.

3.3.1. Radyoloji Departmanında TAEK Tarafından Uyulması İstenen Kurallar

3.3.1.1. Çalışanların uyması gereken kurallar

1. Radyasyondan korunmaya ilişkin uygulama ve önlemler üç temel ilkeye göre düzenlenir:
 - a) Radyasyon Uygulamasının Gerekçelendirilmesi: Işınlanmanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmez.
 - b) Radyasyon Uygulamasının Optimizasyonu: Radyasyon ışınlanması gerektiren uygulamalarda olası tüm ışınlamalar için mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır.
 - c) 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.
2. Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin optimizasyonunun sağlanması için kişisel dozlar, ilgili yönetmeliklerde verilen yıllık doz sınırları altında kalmak koşuluyla sınırlandırılır.
3. Denetimli ve gözetimli alanlarda yürütülen faaliyetlerde ilgili yönetmeliklerde belirtilen kurallara uyulur:
 - a) 18 yaşından küçükler bu alanlarda çalıştırılmaz. 16-18 yaş arası stajyer ve öğrenciler ancak gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
 - b) Hamileliği belirlenmiş olan çalışanlar ancak ilgili yönetmeliklerde verilen koşullarda ve gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
 - c) Emzirme döneminde bulunan çalışanlar radyoaktif madde veya ortamda bulunan serbest radikallerin solunum veya sindirim sistemine geçebileceği alanlarda çalıştırılmaz.

- d)** Geçici görevlilere yaptıkları görevler esnasında almaları gereken radyasyondan korunma yöntemleri hakkında yeterli eğitim verilir.
- 4.** Yıllık doz sınırları, sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara (ICRP-60 1990) 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 kalmalarına izin verilemez.
- 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 radyasyon güvenliği tüzüğü 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15inci 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.
- 5.** 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.
- Fetusu korumak amacıyla, hamile radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı 1 mSv'dir.

6. Görevi gereği ışınlamalar için ikincil sınırlar;

- a. Görevi gereği ışınlamalar için doz sınırları ile uygunluğu sağlamak üzere, eşdeğer doz indisleri ve yıllık vücuda alınma sınırları değerleri (ALI = Annual Limit on Intake) kullanılır.
- b. 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.

7. Radyasyon alanlarının sınıflandırılması, yönetmeliklerle belirlenen kurallara uygun olarak yapılır. Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar, **radyasyon alanı** olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

a. Denetimli Alanlar:

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

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

b. Gözetimli Alanlar

8. 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.

9. 16-18 yaşları arasındaki öğrenci ve stajyerlere sadece gözetimli alanlarda eğitim izni verilebilir.
10. Ziyaretçiler denetimli alanlara kesinlikle giremezler. Gözetimli alanlara ise radyasyon korunması sorumlusundan izin almadan giremezler. İzin verilen ziyaretçilerin giriş ve çıkış saatlerinin kayıtlarının tutulması radyasyon korunması sorumlusu tarafından sağlanır.
11. 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
12. Görevleri gereği radyasyona maruz kalan kişilerin çalışma koşulları aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:
 - a. Çalışma Koşulu A
 - b. Çalışma Koşulu B
13. 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.
14. Yapılan işin niteliğine uygun koruyucu giysi ve teçhizat kullanılır.
15. 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.

3.3.1.2. Hastanın Radyasyon Güvenliği

1. Tanı ve tedavi amacıyla radyasyon uygulamalarının amacına ulaşması öncelikli olmak üzere hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere aşağıdaki hususlara uyulur.
 - a) Hekimin yazılı kararı olmayan hiçbir ışınlama yapılamaz.
 - b) 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.
 - c) Görevli tüm personel, tanı ve tedavinin gerektirdiği radyasyon güvenliği konularında eğitilmiş olmalıdır.
 - e) Kalibrasyon, dozimetri ve cihazların kalite kontrolü bu konuda yetkili kişilerin denetimi altında yapılır.
2. Radyolojik incelemelere aşağıdaki koşullarda izin verilir.
 - a) Alternatif tekniklerle karşılaştırıldığında, radyasyonla yapılacak tanı ve tedavinin yararları radyasyonun hasarlarına göre daha ağırlık kazandığı durumlarda tıbbi ışınlamalar uygulanır.
 - b) 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.
 - c) Toplumun sağlık taramalarında radyolojik yöntemler ekonomik ve sosyal bedelin sağlık riskini karşılaması halinde ve kişiler için net bir yarar sağlayacak ise uygulanır.
 - d) 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, toplum bireyleri

için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşamaz. Çok özel durumlarda, Sağlık Bakanlığı ilgili birimi ve 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.

3.3.1.3. Cihazların Güvenliği

1. Radyolojik görüntülemelerde kullanılacak cihazların bulundukları ortam ve ortamın güvenliği TAEK'in belirlediği yönetmeliklere uygun şekilde hazırlanır.
2. Radyolojik görüntülemelerin yapıldığı tesislerde kullanılan cihazlarda uygulanacak kalite temini programları aşağıdaki hususları içermelidir.
 - a. Cihazların kalite kontrollerini içeren kalite denetimleri, TAEK ve/veya TAEK'in yetkilendirdiği kuruluşlar tarafından yapılır. Kurum yetkilendirdiği kuruluşları denetler ve gerektiğinde yetkilerini iptal eder,
 - b. Yetkili kuruluşlar radyasyon kaynaklarının, tanı ve tedaviye etki eden fiziksel parametreleri ilk kurulduklarında ve daha sonra düzenli aralıklarla ölçer,
 - c. Ölçülen parametrelerin ulusal veya uluslararası mevzuata uygunluğu doğrulanmalıdır,
 - d. Radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyonları ile dozimetrik verilerin uygunluğu doğrulanmalıdır.
 - e. Kalite temini program sonuçları kayıt edilmeli ve sonuçlardan TAEK bilgilendirilmelidir.

3.4. Rutin işlerde radyasyonla çalışan diğer birimler

- Ameliyathane (Skopi cihazı)
- Kan bankası (Sezyum-137, Kan Işınlama Cihazı)

- Kardiyoloji (Anjiyografi Ünitesi)
- Radyoaktif madde kullanan veya radyasyon üreten cihazların kullanıldığı diğer birimler

4. RADYASYON

X ışınları ve radyoaktivitenin keşfiyle birlikte tıbbi ve endüstriyel alanlardaki kullanımı giderek artan bir hızla yaygınlaşan radyasyon, farklı çevreler tarafından farklı amaçlarla kullanılmaktadır.

Kaynak: www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radyasyon.html

4.1. RADYASYON ÇEŞİTLERİ

Doğal yada yapay radyoaktif çekirdeklerin kararlı yapıya geçebilmek için dışarı saldıkları hızlı parçacıklar ve elektromanyetik dalga şeklinde taşınan enerjileri “radyasyon” olarak adlandırılır. Parçacık ve dalga tipi radyasyonlar “iyonlaştırıcı (iyonizan) ” ve “iyonlaştırıcı olmayan (non-iyonizan) ” olmak üzere iki gruba ayrılır. Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi “iyonizan radyasyon” güvenliği ile sorumludur.

Başlıca beş tip iyonlaştırıcı radyasyon vardır.

Alfa parçacıkları,

Beta parçacıkları,

X ışınları,

Gama ışınları

Nötronlar

4.1.1. Alfa Parçacıkları

Alfa parçacığı “ α ” işaretiyle sembolize edilirler. Genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanır. Alfa parçacıklarını çok küçük kalınlıklardaki maddelerle (örneğin ince bir kağıt tabaka ile) durdurmak mümkündür. Bu yüzden de normal olarak dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak, mide, solunum ve yaralar vasıtasıyla vücuda girdiklerinde tehlikeli olabilirler.

4.1.2. Beta Parçacıkları

Pozitif yüklü elektronlar " β^+ " ile, negatif yüklü iyonlar ise " β^- " işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdekteki enerji fazlalığı proton fazlalığından meydana geliyorsa β^+ , nötron fazlalığından meydana geliyorsa β^- çıkar. Korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir.

4.1.3. X Işınları

Röntgen ışınları da denilen X ışınları, görünür ışık dalgaları ve mor ötesi ışınları gibi dalga şeklindedir. X ışını yapay olarak, röntgen tüplerinden elde edilebilir. Korunmak için kurşun zırhlama gerekir.

4.1.4. Gama Işınları

" γ " sembolize edilirler. Birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun tuğlalarla ve sadece belli bir kısmı durdurulabilir.

4.1.5. Nötronlar

Nötronlar yüksüz olduklarında doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşmeleri, iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya X ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Nötronlar sadece kalın beton, su veya parafin kütleleriyle durdurulabilirler.

4.2. RADYASYON BİRİMLERİ

Radyasyon terimleri ve özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki

TERİM	BİRİMİ	
	ESKİ	
AKTİVİTE	Curie (Ci); 3.7x10 ¹⁰ parçalanma / 1 saniye	
İŞINLANMA DOZU	Röntgen (R); normal hava şartlarında (00C ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1kg'ında 2.58x10 ⁻⁴ Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya γ radyasyonu miktarıdır.	
SOĞURULMUŞ DOZ	radiation absorbed dose (rad); ışınlanan maddenin 1 kg'ında 10-2 Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	
DOZ EŞDEĞERİ	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya γ ışıını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. Rem = (rad) x (WR) *	

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

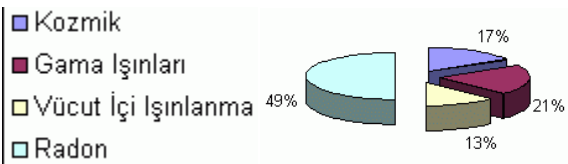
(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

4.3. RADYASYON KAYNAKLARI

4.3.1. Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli sebeplerden biri, yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin (Ra²²⁶) bozunması sırasında salınan “radon gazı”dır. 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. Doğal radyasyonun bir bölümünü de uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur. Bu ışınların büyük bir kısmı atmosferde tutulurken küçük bir miktarı yerküreye ulaşabilir. Pilotlar ve yüksekte yaşayanlar kozmik ışınlara daha çok maruz kalır.

Doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozlarının oransal değerleri

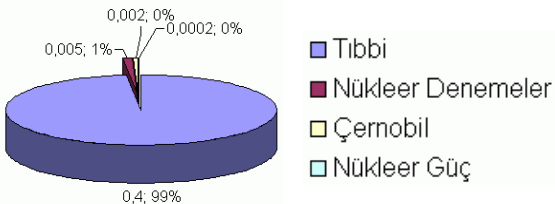


Kaynak: (www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/dogalrad.html)

		DÖNÜŞÜM
	YENİ	
	Becquerel (Bq); 1 parçalanma/1 saniye	1Ci = 3.7x10 ¹⁰ Bq 1 Ci = 37GBq
	Coulomb / kilogram (C/kg); normal hava şartlarında havanın 1 kg'ında 1 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya γ radyasyonu miktarıdır.	1C/kg = 3876 R1R = 2.58x10 ⁻⁴ C/kg
	Gray (Gy); ısınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	1Gy = 100rad 1rad = 0.01 Gy
	Sievert (Sv); 1 Gy'lık X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır. Sv = (Gy) x (WR) *	1Sv = 100 rem 1rem = 0.01Sv

4.3.2. Yapay Radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişiminin gereği olarak, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, birçok ışın daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda ise alternatifleri yok gibidir. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları 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.



(Kaynak: www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/yapayrad.html)

4.4. TIBBİ UYGULAMALAR

Tıbbi alandaki radyasyon uygulamaları, radyasyonla görüntü elde edebilme ve radyasyonun hücre veya tümörleri yok edebilme yeteneğine sahip olması temeline dayanır.

Bazı radyolojik tetkikler sonucu, ülke seviyelerine ve yapılan tetkiklere göre, hastaların maruz kaldığı etkin dozlar

TETKİKLER		HER BİR TETKİKTE MARUZ	
		Seviye 1*	
Göğüs Radyografisi		0.14	
Göğüs Fotofloroskopisi		0.65	
Göğüs Floroskopisi		1.1	
Kol, bacak ve eklemler		0.06	
Omurga	Bel	1.8	
	Göğüs	1.4	
	Boyun	0.27	
Kalça ve Kalça eklemi		0.83	
Kafa		0.1	
Karın		0.5	
Üst sindirim sistemi		3.6	
Alt sindirim sistemi		6.4	
Safra kesesi grafisi		2	
Üriner sistem grafisi		3.7	
Mamografi		0.5	
Bilgisayarlı Tomografi		8.8	
Anjiyografi		12	
Cerrahi işlemler		20	
Diş		0.02	

* **Seviye 1;** Doktor başına 1000'den az hasta düşen ülkeler

** **Seviye 2;** Doktor başına 1000-3000 arası hasta düşen ülkeler (Türkiye bu gruptadır.)

4.5. Radyasyonun biyolojik etkileri

4.5.1. Radyasyonun Hücre ile Etkileşimi

İyonlaştırıcı radyasyonun bir canlıda biyolojik bir hasar yaratabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekir. Bu soğurma sonucu hedef moleküllerde iyonlaşma ve uyarılmalar meydana gelir. Bu iyonlaşmalar, DNA zincirlerinde kırılmalara ve hücre içerisinde kimyasal toksinlerin üremesine neden olabilir. Kırılmaların hemen ardından bir onarım faaliyeti başlar. Hasar çok büyük değilse DNA

da meydana gelen kırılmalar onarılabılır. Ancak bu onarım esnasında da hatalar oluşabilir ve yanlış şifre bilgiler içeren kromozomlar meydana gelebilir.

4.5.2. Radyasyonun Kromozoma Verdiği Hasarların Sonuçları

Vücudun birçok organ yada dokusu, önemli sayıda

KALINAN ETKİN DOZ (mSv)		
Seviye 2**	Seviye 3-4***	Dünya
0.14	0.20	0.14
0.65	0.65	0.65
1.1	1.1	1.1
0.06	0.1	0.06
1.8	2	1.8
1.4	1.5	1.4
0.27	0.3	0.27
0.83	1	0.83
0.1	0.15	0.1
0.6	1	0.55
4	4	3.7
6.4	6.4	6.4
2	2	2
3.9	4	3.7
0.5	0.5	0.5
5	5	8.6
12	12	12
20	20	20
0.1	0.1	0.03

***** Seviye 3;** Doktor başına 3000-10000 arası hasta düşen ülkeler

Seviye 4; Doktor başına 10000'den fazla hasta düşen ülkeler

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

hücre kaybına rağmen faaliyetlerini normal bir şekilde sürdürebilir. Yine de hücre kaybı belli bir sayının üzerine çıktığında ışınlanan kişilerde gözlenebilir hasarlar meydana gelecektir. Etki eşiğini aşan akut doz almış kişilerde ortaya çıkan bu tür hasarlara **DETER-MİNİSTİK ETKİLER** denir.

Kanser ve genetik etkiler radyasyonun **STOKASTİK** (rastlantısal) **ETKİLERİDİR**, belli bir eşik doz yoktur, meydana gelme olasılığı doz ile artar, şiddet derecesi doz ile artmaz. Stokastik etkilere tek bir hücrede meydana gelen hasarlar neden olur. Doku

Tanısal amaçlı nükleer tıp uygulamalarında, ülke seviyelerine ve yapılan işlemlere göre, hastaların maruz kaldığı etkin dozlar

İŞLEMLER		KULLANILAN RADYOİZOTOPLAR
Kemik		Tc^{99m}
Kalp-Damar		Tc^{99m} , Tl^{201}
Akciğer perfüzyon		Tc^{99m}
Akciğer ventilasyon		Tc^{99m} , Kr^{81m} , Xe^{133}
Tiroid	sintigrafi	Tc^{99m} , I^{131}/I^{135}
	uptake	I^{131} , I^{123}/I^{125}
Böbrek		Tc^{99m} , I^{131}/I^{123}
Karaciğer/Dalak		Tc^{99m}
Beyin		Tc^{99m}
Her bir işlemde hastanın maruz kaldığı ortalama etkin doz		

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

dozu arttıkça çok daha fazla sayıda hücre hasar görecektir ve stokastik etkilerin meydana gelme ihtimali artar.

4.5.3. Kromozom Hasarlarına Etki Eden Faktörler

a. Radyasyonun özelliklerine bağlı faktörler

Hasarın büyüklüğünü, radyasyonun çeşidi ve sahip olduğu enerji belirler; Doz hızı ve maruz kalış süresi de diğer belirleyici faktör olup 1 Gy'lik bir dozun bir saatte alınması sonucu oluşacak hasar, aynı dozun bir hafta boyunca alınması sonucu oluşacak hasardan büyük olacaktır.

b. Organizmanın özelliklerine bağlı faktörler

Oksijen konsantrasyonu yüksek dokular ile sık sık bölünen, tam olarak farklılaşmamış ve bölünme safhasında olan hücrelerin radyasyona karşı duyarlılığı fazladır. Radyasyona duyarlılık yaşa, cinsiyete ve organizmanın sağlığına göre de değişebilir.

4.5.4. Biyolojik etkilerin sınıflandırılması

Radyasyonun hücre ile etkileşmesi sonucunda kromozomda meydana gelen hasarlar bedensel ve kalıtsal biyolojik etkilerin oluşmasına yol açarlar. Etkiler

	HER BİR İŞLEMDE MARUZ KALINAN ETKİN DOZ (mSv)				
	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4	Dünya
	4.5	4.5	4	4	4.5
	8	8	12	12	8
	1.5	2	2	2	1.5
	1	1	1	1	1
	2	10	30	30	3.4
	15	20	30	30	15
	1.5	3	3	3	1.9
	1.7	2	2	2	1.7
	6	6	6	6	6
	4.3	6.7	20	20	4.6

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

- erken
- gecikmiş etkiler olarak iki farklı grupta incelenebilir.

4.5.4.1. Erken etkiler (akut ışınlanma etkileri)

Vücudun belli bir bölgesi, tamamı veya büyük bir kısmı kısa bir zaman dilimi içerisinde büyük miktarlarda radyasyon dozuna maruz kaldığında ortaya çıkabilecek hasarlar kişiden kişiye değişmekle birlikte genel olarak birkaç gün veya birkaç hafta içerisinde şiddetli hasarlar, hastalıklar ve hatta ölüm meydana gelebilir. Akut ışınlanmalar olarak adlandırılan bu tip ışınlanmalar, genellikle, radyasyon kazası sonucu meydana gelen istem dışı ışınlanmalardır.

Akut ışınlanmalar sonucu meydana gelebilecek etkileri, genel olarak, akut radyasyon sendromları ve bölgesel radyasyon hasarları olarak sınıflandırmak mümkündür.

4.5.4.1.1. Akut radyasyon sendromları (ARS)

Vücudun tamamının veya büyük bir bölümünün akut bir ışınlamaya maruz kalması sonucunda gelişen Akut Radyasyon Sendromları (ARS) iyonlaştırıcı radyasyonların en önemli deterministik etkisidir.

ARS, Başlangıç Devresi

Semptomlar ve Tıbbi Müdahale	ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz	
	Hafif	Orta
	1-2 Gy	2-4 Gy
Kusma		
Başlama	Işınlamadan 2 saat sonra veya daha geç	Işınlamadan 1-2 saat sonra
Vaka oranı	%10-50	%70-90
İshal	Yok	Yok
Başlama	-	-
Vaka oranı		-
Baş ağrısı	Önemsiz	Hafif
Başlama	-	-
Vaka oranı	-	-
Bilinç	Etkilenmez	Etkilenmez
Başlama	-	-
Vaka oranı	-	-
Vücut sıcaklığı	Normal	Artma
Başlama	-	1-3 saat
Vaka oranı	-	%10-80
Tıbbi müdahale	Hastane dışı gözlem	Tam teşekküllü bir hastanede gözlem, gerek duyulduğu takdirde ihtisas hastanesinde tedavi

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.
(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

	Şiddetli	Çok şiddetli	Ölümcül
	4-6 Gy	6-8 Gy	>8 Gy
	Işınlamadan sonraki ilk 1 saat içinde	Işınlamadan sonraki ilk yarım saat içinde	Işınlamadan sonraki ilk 10 dakika içinde
	%100	%100	%100
	Hafif	Kuvvetli	Kuvvetli
	3-8 saat	1-3 saat	Dakikalar mertebesinde veya 1 saat içinde
	<%10	>%10	~ %100
	Orta	Şiddetli	Şiddetli
	4-24 saat	3-4 saat	1-2 saat
	%50	%80	%80-90
	Etkilenmez	Etkilenebilir	Saniyeler / dakikalar süren bilinç kaybı
	-	-	Saniyeler / dakikalar
	-		%100 (>50 Gy de)
	Ateş	Yüksek ateş	Yüksek ateş
	1-2 saat	<1 saat	<1 saat
	%80-100	%100	%100
	İhtisas hastanesinde tedavi	İhtisas hastanesinde tedavi	Geçici tedavi (sadece şikayetlere yönelik)

Lenfositler radyasyona karşı en duyarlı kan hücreleridir. Mutlak lenfosit sayısındaki en küçük bir düşme, erken teşhis aşamasında, ışınlama seviyesini gösterebilecek en iyi ve en yararlı laboratuvar testidir.

ARS'nin ilk günlerindeki akut doza bağılı lenfosit sayısındaki (G/L) değişim.

ARS derecesi	Doz (Gy)	
Klinik öncesi safha	0.1-1.0	
Hafif	1.0-2.0	
Orta	2.0-4.0	
Şiddetli	4.0-6.0	
Çok şiddetli	6.0-8.0	
Öldürücü	>8.0	

G/L; 10⁹ hücre/Litre

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

ARS, Gizlenme Devresi

	ARS derecesi Yaklaşık Akut Doz	
	Hafif	Orta
	1-2 Gy	2-4 Gy
Lenfositler	0.8-1.5	0.5-0.8
Granülositler* (G/L)	>2.0	1.5-2.0
İshal	Yok	Yok
Epilasyon	Yok	Orta dereceli, Başlangıç 15. Gün veya daha geç
Gizlenme Süresi (gün)	21-35	18-28
Tıbbi müdahale	Hastanede gözetim gerekli değil	Hastanede gözetim önerilir

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

Lenfosit sayısı (G/L) *	
İlk ışınlamadan 6 gün sonra	
	1.5-2.5
	0.7-1.5
	0.5-0.8
	0.3-0.5
	0.1-0.3
	0.0-0.05

	Şiddetli	Çok Şiddetli	Ölümcül
	4-6 Gy	6-8 Gy	>8Gy
	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
	1.0-1.5	= 0.5	= 0.1
	Nadir	<6. ve 9. günler arasında belirir	4. ve 5. günler arasında belirir
	Orta dereceli veya tam, 11. ve 21. günler arasında	Tamamen, 11 günden önce	Tamamen, 10 günden önce
	8-18	7 veya daha az	Yok
	Hastanede gözetim gerekli	Hastanede gözetim ivedi olarak gerekli	Sadece ağrı dindirici tedavi

ARS, Kritik Devre

	ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz	
	Hafif	Orta
	1-2 Gy	2-4 Gy
Belirtinin başlaması	>30 gün	18-28 gün
Lenfosit sayısı (G/L)	0.8-1.5	0.5-0.8
Plateletler * (G/L) (Trombositler)	60-100 %10-25	30-60 %25-40
Klinik belirtiler	Yorgunluk, halsizlik	Ateş, enfeksiyon, iç kanama, halsizlik, epilasyon
Ölüm (%)	0	0-50 6 ila 8 hafta arasında
Tıbbi müdahale	Koruyucu tedbirler	<u>14-20 günden itibaren özel koruyucu tedavi;</u> <u>10-20 günden sonra tecrit</u>

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

4.5.4.1.2. Bölgesel radyasyon hasarları (BRH)

Vücudun belli bir bölgesinin, genellikle bir kaza sonucu, kısa bir sürede ve bir defada yüksek dozlara maruz kalması sonucu görülen etkiler Bölgesel Radyasyon Hasarları olarak adlandırılır. Bu tür kazalarda genellikle eller ve parmaklar, nadiren de vücudun diğer kısımları etkilenir. Eldeki yanıklar, radyasyon kay-

	Şiddetli	Çok Şiddetli	Ölümcül
	4-6 Gy	6-8 Gy	>8Gy
	8-18 gün	<7 gün	<3 gün
	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
	25-35 %40-80	15-25 %60-80	<20 %80-100
	Yüksek ateş, enfeksiyon, iç kanama, epilasyon	Yüksek ateş, ishal, kusma, baş dönmesi ve şaşkınlık, tansiyon düşüklüğü	Yüksek ateş, ishal, bilinç kaybı
	20-70 4 ila 8 hafta arasında	50-100 1 ila 2 hafta arasında	100 1 ila 2 hafta arasında
	7-10 günden itibaren özel koruyucu tedavi; başlangıçtan itibaren tecrit	1. günden itibaren özel koruyucu tedavi; başlangıçtan itibaren tecrit	Sadece ağrı dindirici tedavi

nağına dokunulması veya elin birkaç saniye için bile olsa kaynağa çok yaklaştırmaması sonucu meydana gelir. Yanığa sebep olan ısı değil kaynağın radyasyon şiddetidir ve ne yazık ki, vücut ısıya gösterdiği refleksi radyasyon şiddetine göstermez. Bölgesel ışınlamalar sonucu meydana gelen bu hasarlar, akut radyasyon sendromlarına göre daha sık karşılaşılan olaylardır.

Maruz kalınan doza bağı olarak bölgesel radyasyon hasarının klinik belirtileri ve başlangıç zamanları

EVRE/BELİRTİ	DOZ ARALIĞI (Gy)
Eritem	3-10
Epilasyon	>3
Kuru Deri Dökülmesi	8-12
Yaş Deri Dökülmesi	15-20
Su Kabarcığı Oluşumu	15-25
Ülser (Açık yaralar)	>20
Nekroz (Doku ölümü)	>25

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

Eritem ve kuru deri dökülmesi, belirtilere yönelik olarak tedavi edilebilir. Ödem oluşumuna yol açan şiddetli eritem belirtilerini hafifletmek için hidrokortizon içeren losyon veya spreyler kullanılabilir. Yaş deri dökülmesi tedavisinde elbiselerin her gün değiştirilmesi ve hasarlı bölgenin antiseptik solüsyonla pansumanı yararlı olacaktır. Ayrıca, antibiyotik kremler de kullanılabilir.

Ülser tedavisinde, bölgenin steril bir ortamda tutulması veya giysilerin her gün değiştirilmesi ve yaranın antiseptik bir solüsyonla pansumanı önerilir. Kuvvetli ağrı kesici ilaçlar gerekebilir. İkincil bir enfeksiyondan kuşku duyuluyor veya bundan şüphe duyulmuyor ise bölgesel veya tüm vücuda etki edecek bir antibiyotik tedavi düşünülmelidir.

Nekroz tedavisinde, kesinlikle cerrahi müdahale yapılmalıdır. Ölü doku alınmalı ve deri veya başka bir çeşit doku nakli yapılmalıdır. Radyasyon duyarlılığı en fazla olan bölgelerden biri de üreme organlarının bulunduğu bölgedir. Yumurtalık ve testisler radyasyona karşı çok duyarlıdır. Erkeklerde 0.3 Sv, kadınlarda ise 3 Sv'lik tek bir ışınlama dozu alınması sonucunda döllenmede geçici kısırlık meydana gelebilir. Küçük doz alımlarında, kadınlarda geçici yumurtlama ve regli durulması gözlenebilir ve bu birkaç ay sürebilir.

	BELİRGİNLEŞME ZAMANI (gün)
	14-21
	14-18
	25-30
	20-28
	15-25
	14-21
	>21

Göz merceği de radyasyona karşı çok duyarlıdır. Bir defada maruz kalınacak 0.5 ila 2 Sv arasındaki bir radyasyon dozu fark edilebilir saydamlık kaybına neden olabilirken 5 Sv'lik bir doz katarakt oluşumuna yol açabilir.

4.5.4.2. Gecikmiş Etkiler (Kronik ışınlama etkileri)

Uzunca bir süre içinde aralıklı olarak düşük dozlara maruz kalınması yani kronik olarak ışınlanması sonucu meydana gelebilecek etkiler yıllar sonra ortaya çıkabilir. Bunun sebebi ise, doz düşük dahi olsa tekrarlanan ışınlamalarda organizmanın bir sonraki ışınlamaya kadar hasarı onaramaması ve hasarın gittikçe artmasıdır. Kronik olarak ışınlanan kişilerde, yıllar sonra, katarakt, malignite, doğal ömür sürelerinde kısalma ile sonraki nesillerinde kalıtsal bozukluklara rastlanabilir.

4.6. NÜKLEER SANTRAL KAZALARI SONUCU YAYILAN RADYASYONDAN KORUNMA

Radyasyon düzeyinin ve radyoaktif kirlenmenin derecesine göre pratik olarak çiğ sebze ve meyvelerin iyi yıkanması ve iyot tableti kullanımı önerilir. Radyoaktif kirlenmeye uğramış gıda maddelerinin tüketimi durdurulur.

Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

(www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

5. RADYASYON ALANLARI

Radyasyon alanları, 24.03.2000 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanan 23999 sayılı *Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği*’nin 15. maddesine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

5.1. DENETİMLİ 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:

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

5.2. GÖZETİMLİ 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.

6. RADYASYON MARUZİYETİ SINIRLARI VE AZALTILMASI

Doz sınırlama sisteminin üç temel ilkesi aşağıda verilmiştir.

6.1. UYGULAMALARIN GEREKLİLİĞİ

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

6.2. RADYASYON KORUNMASININ OPTİMİZASYONU

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

6.3. DOZ SINIRLAMASI VE İZİN VERİLEN DOZ SINIRLARI

Bireylerin normal işinlamaları, izin verilen tüm işinlamaların neden olduğu ilgili organ yada dokudaki eşdeğer doz ile etkin doz değerleri *Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği* nin 10 ve 12. maddesinde aşağıda belirtilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği nin 10. maddesine göre;

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 işinlama ile iç işinlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi işinlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez.

- **Radyasyon görevlileri** için (29Eylül 2004 tarih ve 25598 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile değiştirilmiştir. de) etkin doz ardışık beş yılın ortalaması 20 mSv’i, herhangi bir yılda ise 50 mSv’i geçemez. El ve ayak veya cilt için yıllık eşdeğer doz sınırı 500 mSv, göz merceği için 150 mSv’dir. Cilt için en yüksek radyasyon dozuna maruz kalan 1 cm²’lik alanın eşdeğer dozu, diğer alanların aldığı doza bakılmaksızın ortalama cilt eşdeğer dozu olarak kabul edilir.

- **Toplum üyesi kişiler** için (29 Eylül 2004 tarih ve 25598 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile değiştirilmiştir) etkin etkin doz yılda 1 mSv’i geçemez. Özel durumlarda; ardışık beş yılın ortalaması 1 mSv olmak üzere yılda 5 mSv’e kadar izin verilir. Cilt için yıllık eşdeğer doz sınırı 50 mSv, göz merceği için 15 mSv’dir.
- **18 yaşından küçükler** Tüzüğün 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15inci 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.

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 Yönetmeliği’nin 29. maddesine göre;

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 Yönetmeliği’nin 30. maddesine göre;

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.

6.4. DOZ AZALTILMASI

6.4.1. Dış (eksternal) Radyasyon Dozunun Kontrolü Zaman, zırhlama ve mesafe

Radyasyon kaynağının bulunduğu ortamda kalma süresi mümkün olduğu kadar kısa tutulmalıdır.

Radyoaktivite yada radyoaktif ortamda optimum zırhlama yapılmalı, bu ortamlarda kurşun önlük, kurşun eldiven, kurşun enjektör ve enjektör taşıyıcı, kurşun cam ve, maşa kullanılmalıdır. Bu ortamları çevreleyen duvarların yeterli beton kalınlığı ve/veya kurşun zırhlaması olmalıdır.

Maruz kalınan radyasyon dozu, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azaldığından radyoaktif kaynaklardan mümkün olduğunca uzak mesafede durulmalıdır.

Kaynak: Barnes WE. Basic physics of nuclear medicine. In: Henkin ER (Ed). Nuclear Medicine Volume I. Missouri: Mosby-Year Book, 1996; pp.43-63

• Tıbbi radyoaktivite uygulama dozunun azaltılması

Radyolojide en az radyasyon dozu ile (Optimum KV ve minimum miliAmper, Cihaz kalibrasyonlarının yapılması) en iyi görüntüyü elde edecek koşulların oluşturulması, film tekrarının yapılmayarak hasta dozunun azaltılması, Nükleer tıpta hastaya yeteri kadar radyoizotop verilmesi, gama kameraların kalite kontrollerinin yapılması,

• Alternatifi olan non-radyoaktif yöntemlerin (US vb.) kullanılması

Işınlanmanın zararlı sonuçları gözönünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilemez. Alternatif diğer yöntemler uygulanır.

6.4.2. 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.

7. ÖLÇÜM, İŞARETLEME VE CİHAZLAR

7.1. KONTAMİNASYON ÖLÇÜMÜ VE DEKONTAMİNASYON

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.

7.2. 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.

8. CİHAZLAR

- Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite kontrol ve kalibrasyon yapılmalıdır.
- Her cihazın kolay ulaşılır bir yerinde kullanım kılavuzu bulundurulmalıdır.

9. 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 olarak 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, kayıtların tutulmalıdır. Sonuçları yılda 1 kez komiteye sunularak değerlendirilmelidir.
- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurululan bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, yüzük tld dozimetre, film dozimetri) kullanılmasını sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetrleri 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.

10. TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI

DURUMLAR

10.1. NÜKLEER TIP (Kaynak: www.taek.gov.tr, Nükleer Tıp Tehlike Durum Planı)

10.1.1. 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 durumu, TAEK tarafından tehlike durumu veya olağandışı durumlar olarak değerlendirilir.

10.1.2. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler:

10.1.2.1. Yangın, Deprem, Patlama Gibi Acil Durumlar

Kurtarma işlemini yapacak olan teknik personel, radyoaktif maddelerin bulunduğu alanlar ve acil durumlarda radyasyonun sebep olabileceği tehlikeler hakkında bilgilendirilir ve uyulması gereken hususlar belirlenir. Bu gibi acil durumlarda, derhal hastane yönetimi haberdar edilerek gerekli önlemler alınır. Radyoaktif maddeler korucu kaplarının içinde taşınır. Ancak, ortamda doğal düzeyin üzerinde radyasyon bulunması halinde bile kurtarma ve ilkyardım işlemleri hiçbir şekilde engellenmez.

10.1.2.2. Sipariş Edilen Radyoaktif Maddenin Gelmemesi

- Radyasyon güvenlik komitesi üyelerine haber verin.
- Firmayı durumdan bilgilendirin.
- Firma tarafından kaynak bulunamadığı takdirde TAEK' e haber verin.

10.1.2.3. Az Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Minör Kontaminasyon)

- [Çalışma esnasında az miktarda radyoaktif maddenin saçılması ve dökülmesi]

- Dökülen sıvının üzerine hemen emici bez veya kağıt konularak yayılmasını önleyin.
- Çevresini işaretleyin ve üzerinden geçişleri engelleyin.
- Temizlik esnasında mutlaka eldiven giyin ve bulaşmış malzemelerin ve ıslak kağıtların içine konulabileceği, plastik bir torba bulundurun.
- Dökülen maddenin üzerine konulmuş olan bez veya kağıdı alın ve bir kağıt havlu ile, bulaşma alanı dıştan içe doğru olmak üzere kurulayın.
- Alan iyice kurulandıktan sonra temizleme malzemeleri (dekontaminasyon ilaçları) ile ıslatılmış kağıt havlu ile silin.
- Havlunun radyoaktivitesin uygun ölçüm cihazı kullanılarak kontrol edilmelidir. Ortam sayımının iki katını geçen sayımlar, bulaşma olduğunun göstergesidir. Bulaşma bulunuyorsa, kağıt havlularla temizlemeye devam edin. Yumuşak bir temizleyici sıvı kullanılabilir ancak aşındırıcı temizleyicilerden sakınılmalıdır. Temizlik sonunda silme testini tekrarlayın.
- Temizleme ve silme testi, silme işlemi yapılan havludaki radyasyon düzeyi, ortam sayımının iki katından daha küçük bir değere ulaşınca kadar devam ettirin.
- Radyasyon korunması görevlisini durumdan haberdar edin.

10.1.2.4. Fazla Miktarla Radyoaktif Madde

Dökülmesi (Majör Kontaminasyon)

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

- Odadaki herkes kapıya gider.
- Ayakkabıları ayakları kullanılarak çıkarın ve kapı dışına çıplak ayakla çıkın. DAHA FAZLA İLERLEMİYİN! Şayet dökülen maddeye değilmişse eldivenler ve koruyucu giysileri çıkarın ve bulaşma olasılığı olan diğer eşyalarla bir arada bırakın kapıyı kapatın.
- Yardım çağırın, 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 kullanarak, odada bulunan herkesin el ve ayaklarına özellikle dikkat ederek, bütün vücutları ölçün.
- Bulaşmış giysileri hemen çıkarın ve büyük plastik torbalara veya başka uygun kapların içine koyarak radyoaktif atık işlemi uygulayın.
- Eğer cilt radyoaktif madde ile bulaşmış ise, yumuşak bir sabun ve bol su ile yıkayın, sert fırça ve tahriş edici sabun kullanmayın. Yıkandıktan sonra tekrar uygun bir ölçüm cihazı ile vücut ölçümü yapın. Ortam sayımının üzerinde olmayan değerler alınıncaya kadar yıkanma ve ölçme işlemini tekrarlayın veya üç kez yıkandıktan sonra ölçüm değerleri değişmiyorsa yıkanmaya son verin. Mümkün olursa yıkanmalar arasında nemlendirici losyon kullanın.
- Genel vücut bulaşmalarında, tüm vücudu ölçün ve yüksek bulaşma bölgelerini işaretleyin. Bulaşmamış tüylü bölgelerin bulaşmamasına ve vücut açıklıklarına dikkat edilerek hızlıca duşa girin, bol su ve sabun ile yıkandıktan sonra tekrar ölçüm alın.
- Radyoaktif madde göze sıçramış ise, bol su ile ve serum fizyolojik ile durulayın ve durulama suyunu ölçün. Temizlik sağlandıktan sonra göz tahrişi için önlem alın.
- Saçlarda bulaşma varsa, yumuşak bir deterjanla en iyi şekilde temizleyin. Saçları yıkarken sabunlu suyun gözlere, kulaklara veya ağıza girmemesine özen gösterin. Tıraş yapmayın.
- Olayı mutlaka kayda geçin ve tekrarlanmaması veya yaygınlaşmaması için alınması gerekli ilave önlemler belirleyin.

***Temizleme işlemi başırlamıyorsa
TAEK'e haber verin.***

10.1.2.5. Radyoaktif Maddenin Çalınması veya Kaybolması

- Radyoaktif maddenin bulunabilmesi için araştırmalar yapın.
- TAEK'e haber verin.
- Radyoaktif madde bulunduğunda taşıma kabının hasar görüp görmediği inceleyin.
- Bulunan radyoaktif maddenin aktivitesi ölçülüp orijinal aktivitesi ile karşılaştırın (yarılanma süresi göz önünde tutulmalıdır.)
- Taşıma kabının zarar görmesi ve aktivite azalması durumunda TAEK'e haber verin.

10.1.2.6. Yanlış Radyofarmasötik Veya Yanlış Doz Uygulanması

- Yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulamasında anında medikal fizikçiye veya nükleer tıp teknik koordinatörüne veya nükleer tıp başkanına haber verin. Olası yanlış uygulama onayı için 24 saat içinde doz hesaplaması yapılır.
- Radyasyon güvenlik görevlisini durumdan bilgilendirin. Radyasyon güvenlik görevlisi olay takibi için TAEK ile en kısa sürede iletişime geçer. Medikal fizikçi, Nükleer tıp teknik koordinatörü, nükleer tıp başkanı ve radyasyon güvenlik görevlisi yanlış uygulamadan sonra 15 gün içerisinde yazılı raporu TAEK'e ulaştırmalıdır.
- Yanlış uygulamanın olduğu 15 gün içerisinde hastaya TAEK'e yazılan raporun kopyası ulaştırılır.
- Medikal fizikçi, Nükleer tıp koordinatörü ve Radyasyon güvenlik görevlisi kayıtları 5 yıl saklar.

10.1.2.7. Radyoiyot Tedavisi Görmüş Hastalara Acil Müdahale Gerekmesi ve Ölmesi Durumu

- Hastaya hidrasyon önerilir.
- Durum hakkında hasta bilgilendirilir.
- Radyasyon güvenlik görevlisine haber verilir.

10.1.3. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumların Yöntemi

a) TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMLARDA SORUMLU OLACAK KİŞİLER:

	Hastane Yönetimi Sorumlusu	Nükleer Tıp Anabilim Dalı Sorumlusu
Adı	Prof.Dr. Şuayib Yalçın	Prof.Dr. Meltem Çağlar Tuncalı
Görevi	Radyasyon Güvenlik Komitesi Başkanı	Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi
Eğitimi	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)
Telefon No	3052910 / 3051142	3051336 / 3051337
Adres	H.Ü.T.F. Onkoloji Hastanesi	H.Ü.T.F. Nükleer Tıp AD

b) TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMLARDA GÖREV ALACAK KİŞİLER

Adı:	Görevi:*	Eğitimi:	Telefon No:
Prof.Dr. Pınar Özgen Kıratlı	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)	Yüksek lisans	3051336
Gizem Demir	Fizik Mühendisi)	Lisans	3051337
Okan Şar	Fizik Mühendisi	Lisans	3051336
Gül Kırmızıgül	Teknisyen	Önlisans	3051337

* Gerekli acil önlemleri almak, radyasyon ölçümlerini yapmak, bulaşmayı temizlemek, vb. işlerden sorumlu kişiler.

10.1.4. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlarda Kullanılacak Radyasyon Ölçüm Cihazları

Marka: Alnor

Model: Wallac Radiation Monitor RDA-31

Teknik Özellikleri: Gama counter, 0.05-400 R/h, 0.05-400mR/h, ACC: 2x1.25V, BATT: 2x1.5V

10.2. RADYASYON ONKOLOJİSİ

10.2.1. Lineer Hızlandırıcı Cihazı için Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

10.2.1.1. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri

10.2.1.1.1. Müdahale gerektiren olağan dışı durumlar

Olası tehlikeler,

1. Elektrik Arızası
2. Yangın
3. Deprem
4. Su basması

Yukarıda belirtilen kaza durumlarında acil düğmesi-ne basılarak cihazın elektrik akımı kesilir. Hacettepe Üniversitesi Hastanelerinin olağan dışı durum planı uygulamaya geçilir.

10.2.1.1.2. Personel Eğitiminin Yetersizliğinden ve Diğer Nedenlerden Kaynaklanabilecek Olası Tehlikeler:

Tedavi süresinin hesaplanmasında kullanılan tablo ve grafiklerin hesaplanmasında yapılabilecek hatalar, kabul testlerinde ve hizmete alma esnasında yapılabilecek hatalar, bakım onarım hataları, protokol ve öngörülen dozun yanlış anlaşılması, bilgi akışındaki hatalar, periyodik bakım programındaki eksiklikler, dikkatsizlik (dikkati dağıtacak çalışma ortamının olması) yapılacak olan tüm tedavi tekniklerine uygun olarak personelin yeterli eğitime sahip olmaması tedaviler sırasında ortaya çıkacak tehlikelerin nedenlerini oluşturur.

Tedavi dozları ve hesaplamaları ile ilgili protokoller ikinci bir kişi tarafından dikkatle incelenerek yürürlüğe sokulmalı, dozlar ikinci bir ölçüm cihazı ile kontrol edilmelidir. periyodik bakım onarım dokümanları muhafaza edilmeli, başlangıç değerleri referans alınarak gerekli düzeltmeler yapılmalıdır. Personel ve cihaz sayısı göz önüne alınmadan iş yükü arttırılmamalı, dikkati dağıtacak çalışma ortamı olmamalıdır.

Doktor, Medikal fizikçi ve tekniker arasındaki bilgi akışı sürekli sağlanmalı herhangi bir yanlış anlamaya neden olmayacak şekilde iletişim kurulmalıdır.

10.2.1.2. 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. Işınlamaya maruz kalan kişinin aldığı doz tespit edilir ve kişi gerektiğinde müdahalede bulunulabilmesi için tıbbi kontrol altına alınır. Tedavi cihazlarında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile birlikte olay ile ilgili raporlar hazırlanarak TAEK'e sunulur. Hasta tedavilerine başlamadan önce cihazın bütün kalite kontrol testleri yapılarak tedaviye uygunluğu tespit edildikten sonra, hasta tedavilerinin devamına izin verilir.

10.2.1.3. Kaza Raporu ve Kayıtlar:

Kaza ile ilgili kayıtlar tarih, yer, saati belirten, müdahale eden kişinin almış olduğu dozu, çevre radyasyon seviyesine ait doz kayıtlarını kapsayacak şekilde Medical Fizik Uzmanları tarafından tutulacaktır. Rapor kazanın oluş nedenini ve detaylarını açıklayıcı olmalıdır. Maruz kalan kişinin aldığı dozun kayıtları ve daha sonra yapılan iyileştirici müdahaleler kayıtlarda olmalıdır. Eğer hasta yanlış bir tedavi tekniğine maruz kaldı ise, yanlış olarak maruz kaldığı alanın yeri ve aldığı dozun miktarı, yapılan müdahale ve tedavi süreci sorumlu radyasyon onkoloğu tarafından kayıt ve muhafaza edilir. Kaza yada olağandışı durum mutlaka TAEK'e bildirilir.

10.2.2. Simülatör Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

10.2.2.1. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri

Olası tehlikeler,

1. Elektrik Arızası
2. Yangın
3. Deprem
4. Su basması

Yukarıda belirtilen kaza durumlarında acil düğmesine basılarak cihazın elektrik akımı kesilir. Hacettepe Üniversitesi Hastanelerinin olağan dışı durum planı uygulamaya geçilir.

10.2.2.2. 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.

10.2.2.3. Kaza Durumunda Başvurulacak ve Müdahalede Görev Alacak Personel:

Kaza yada olağanüstü durumda 10.2.1.3 maddesindeki görevli kişilere haber verilir.

10.2.3. Radyoaktif Kaynaklı Radyoterapi Cihazları İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

10.2.3.1. Tehlike ve acil durumun nedenleri:

- 1.1. Cihazın mekanik olarak arızalanması,
- 1.2. Co- 60 veya brakiterapi kaynağının geri dönüşünde problem olması, ışınlamanın kesilmemesi,
- 1.3. Yangın, deprem, sel baskını, hırsızlık gibi olaylar,
- 1.4. İnsan hatası,
- 1.5. Radyoaktif kaynakların (Co- 60 teleterapi cihazının verimi veya Ir – 192 brakiterapi kaynağının aktivitesi) veya radyoterapi cihazlarının yanlış kalibre edilmeleri,
- 1.6. Tedavi süresinin hesaplanmasında kullanılan tablo ve eğrilerin hazırlanmasında yapılabilecek olası hatalar,
- 1.7. Kabul testlerinde ve hizmete alma esnasında yapılabilecek hatalar veya tedavi planlama sistemi ve radyasyon kaynaklarının kontrollerindeki eksiklikler,
- 1.8. Bakım onarım hataları,
- 1.9. Radyasyon onkoloğu ile iletişimden kaynaklanan hatalar, eski protokollerin kullanılması, protokollerin ve öngörülen dozun yanlış anlaşılması ve bilgi akışındaki hatalar,
- 1.10. Tedavi bölgesinin veya hasta tanımının yanlış yapılması,

- 1.11. Yanlış kaynak veya yanlış kaynak şiddet biriminin kullanılması,
- 1.12. Kaynakların hasta içerisinde kalması,
- 1.13. Teleterapi kaynaklarının değişimleri esnasında meydana gelebilecek kazalar,
- 1.14. Radyasyon kaynaklarının kaybolması,
- 1.15. Teleterapi kaynaklarının montajından önce veya sökülmesinden sonra, uzun süreli depolanmaları esnasında çalınmaları,
- 1.16. Kapalı kaynaklarda meydana gelebilecek sızıntılar.

Ayrıca, aşağıdaki sebepler de kazaya neden olabilir:

- 1.17. Radyasyon onkoloğunun, radyoterapi fizikçisinin, radyasyon korunma sorumlusunun, radyoterapi teknisyenin, bakım-onarım mühendisinin, ve brakiterapi teknisyenin yetersiz eğitime sahip olması,
- 1.18. Yeni bir cihaz veya sistem alındıktan sonra tüm personelin o konuda eğitime tabii tutulmaması,
- 1.19. İş yükünün personel ve cihaz sayısı göz önüne alınmadan arttırılması,
- 1.20. Yetersiz kalite temin programının uygulanması,
- 1.21. Kabul testleri ve hizmete alma programındaki eksiklikler,
- 1.22. Periyodik bakım programındaki eksiklikler,
- 1.23. Belirlenmiş olan prosedürlerin atlanması, yanlış anlaşılması veya yetersiz olması,
- 1.24. Kullanıcının anlayabileceği dilde işletmeye ilişkin yeteri kadar döküman olmaması,
- 1.25. Yazılım (bilgisayar programı) gösterge mesajlarının yanlış anlaşılması,
- 1.26. Dikkatsizlik (dikkatini dağıtacak bir çalışma ortamı olması),
- 1.27. Birimlerin ve niceliklerin yanlış ve hatalı kullanılması.

Birçok kaza ise aynı anda birçok faktörün birleşmesi sonucu meydana gelmektedir. Bunlardan bazıları:

- 1.28. Lisans sahibi (hastane yönetimi veya bölüm başkanı) ile olan iletişim kopukluğu,

- 1.29. Yeterince eğitilmemiş veya konusunda yetiştirilmemiş eleman çalıştırılması,
- 1.30. Kalite temini programı ve aşamalı korunma ilkesindeki yetersizlik.

10.2.3.2. Kaza durumunda izlenecek yöntemler:

- 2.1. Hasar sonucu sızıntı yaptığı tespit edilen kaynak en kısa sürede çevreden yalıtılacaktır.
- 2.2. Kaynak ve kaynak yuvası ile direk temastan kaçınılacaktır.
- 2.3. Kişilerin iç veya dış ışınlama ile sonuçlanan olay neticesinde belli bir değerin üzerinde doz alınıp alınmadığının tayini ve vücudun herhangi bir bölümünün bölgesel doku hasarına neden olacak şekilde yüksek radyasyona maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi amacıyla, derhal yetkili otoriteye bilgi verilecek, ışınlamaya maruz kaldığı belirlenen/sanılan kişi ivedilikle tıbbi kurumlara gönderilecektir.
- 2.4. Yetkili otorite acilen kaynağın montaj ve bakımını yapan firma ile temasa geçerek bilgi verecektir.

10.2.3.3. Kaza durumunda başvurulacak ve müdahalede görev alacak personel:

Aşağıda belirtilen tüm kişilerin ev adresleri, telefon numaraları ve çağrı numaralarının tehlike durum planında olması zorunludur.

- 3.1. Haber verilecek kişilere ait liste (Tatilde oldukları zamanki adresleri ve telefon numaraları, cep telefonlarının herkes tarafından bilinen bir yere bırakılmalıdır).
 - 3.1.1. Kilit personelin listesi (Tesisde çalışan),
 - 3.1.2. Tesis dışı personelin listesi,
- 3.2. 1inci maddede tanımlanan her durum için ayrı ayrı yapılacak işlemler
 - 3.2.1. 3.1inci maddede belirtilen kişilerin sorumlulukların ve her bir kişi için yedek personelin belirlenmesi,

**A. TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMDA
SORUMLU OLACAK KİŞİLER**

	Hastane Yönetimi Sorumlusu	Radyoterapi Anabilim Dalı Sorumlusu
Görevi:	Radyasyon Güvenlik Komitesi Başkanı Prof.Dr. Şuayib Yalçın	Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Fadıl Akyol
Eğitimi:	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)
Telefon No:	3052910/3051142	3052900/3052901
Adres:	H.Ü.T.F. Hastanesi	H.Ü.T.F. Radyasyon Onkolojisi AD

**B. TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMDA
GÖREV ALACAK PERSONEL**

Adı	Görevi*	Eğitimi	Telefon No
Medikal Fizik Uzmanı Ali Doğan	Uzman	Yüksek Lisans	3052898
Medikal Fizik Uzmanı Demet Yıldız	Uzman	Yüksek Lisans	3052898
Medikal Fizik Uzmanı Ertuğrul Ertürk	Uzman	Yüksek Lisans	3052898
Radyasyon Güvenlik Uzmanı Ali Halaç	Sağlık Fizikçisi	Lisans	3052898
Medikal Fizik Uzmanı Talip Yolcu	Fizik Mühendisi	Yüksek Lisans	3052898

* Gerekli acil önlemleri almak, radyasyon ölçümlerini yapmak, vb. işlerden sorumlu kişiler.

- 3.2.2.** Olayın büyümesini engelleyecek tedbirlerin alınması,
- 3.2.3.** Olayın etkilerin azaltacak önlemlerin alınması,
- 3.2.4.** Müdahale seviyelerinin belirlenmesi,
 - 3.2.4.1.** Hangi durumda tesis dışı kuruluşlardan yardım isteneceği
 - 3.2.4.2.** Olay yerinin izolasyonunun sağlanarak kontrolsüz girişlerin engellenmesi (polisye tedbirlerin alınması, tehlike belirten şeritlerin çekilmesi),
 - 3.2.4.3.** Hangi durumda normal koşullara dönüleceğinin belirlenmesi.
- 3.3.** Acil durumda kullanılacak araç, gereç ve cihaza ait;
 - 3.3.1.** Cihaz listesinin hazırlanması
 - 3.3.2.** Cihazların kimin sorumluluğunda olduğunun belirlenmesi,
 - 3.3.3.** Cihazların periyodik kontrollerinin, kalibrasyonlarının yapılması,
 - 3.3.4.** Kalibrasyon sertifikalarına kolay erişilebilir olması,
 - 3.3.5.** Eğer cihazlar kilitli bir ortamda tutuluyorsa, anahtarlarının kimde olduğunun bilinmesi ve bu kişiye en kısa sürede erişmenin sağlanması,
 - 3.3.6.** Dozimetrelerin müdahale esnasında kullanılması, alarm seviyelerin set edilmesi ve bunlara ilişkin doz kayıtlarının kimler tarafından tutulacağının belirlenmesi
- 3.4.** İlgili kurum ve kuruluşların bilgilendirilmesi (Bu kuruluşlara ait telefon, fax numaralarının tehlike durum planında herkes tarafından ayırt edilebilecek şekilde yazılması)
 - 3.4.1.** Yetkili Otorite,

TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMLARDA ARANACAK TAEK TELEFONLARI	
TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	172
TAEK Başkanı	0 312 287 57 23, 0 312 287 52 46
RSGD Başkanı	0 312 285 96 68
Santral	0 312 287 15 29, 0 312 287 20 71
Faks	0 312 285 42 84, 0 312 287 87 61

3.4.2. Diğer uzman kuruluşlar

3.5. Planın test edilmesi

3.5.1. Planın test edilme sıklığının belirlenmesi,

3.5.2. Tatbikata ilişkin kayıtların tutulması,

3.5.3. Tatbikat sırasında tesis içerisinde sorumlu olanların müdahaleye katkılarının belirlenmesi,

3.5.4. Tatbikat sırasında tesis dışı kuruluşların müdahaleye katkılarının belirlenmesi,

3.5.5. Aksayan hususların tespit edilerek gerekli iyileştirmelerin yapılması ve bunların bir sonraki tatbikatta yerine getirilip getirilmediğine dikkat edilmesi,

3.6. Periyodik olarak yazılı tehlike durumunun gözden geçirilerek gerekli değişikliklerin yapılması

3.6.1. Bu işlem yapılırken tesis dışı organizasyonlar ile irtibata geçilmesi,

3.6.2. Periyodun belirlenmesi.

10.2.3.4. Kaza Raporu ve Kayıtlar

4.1. Kayıtlardan kimin sorumlu olduğunun ve nasıl tutulması gerektiğinin belirlenmesi,

4.2. Kazanın oluş nedeni ile ilgili açıklayıcı ve detaylı bilgi,

4.3. Dozimetrik kayıtlar

- 4.3.1. Müdahale eden personelin almış olduğu doz kayıtları,
- 4.3.2. Çevre radyasyon seviyesine ilişkin doz kayıtları.
- 4.4. Kazanın olduğu;
 - 4.4.1. Gün, saat,
 - 4.4.2. Yer.
- 4.5. Kazaya neden olan kaynağa ilişkin kayıtlar
 - 4.5.1. Aktivite,
 - 4.5.2. Aktivite tarihi.
- 4.6. Kazaya maruz kalan hastaya ilişkin kayıtlar
 - 4.6.1. Maruz kaldığı dozun, radyasyon tipinin belirlenmesi,
 - 4.6.2. Maruz kaldığı dozun hangi metot ile tespit edildiği,
 - 4.6.3. Bu kişilerin adres, telefon numaralarına ilişkin kayıtlar,
 - 4.6.4. Bu hastaların daha sonra yapılan iyileştirici müdahalelere ilişkin kayıtlar.
- 4.7. Hastanın yanlış bir tedavi tekniğine maruz kalması durumunda buna ilişkin kayıtların tutulması
 - 4.7.1. Yanlış olarak vücudun hangi bölgesinin ne kadarlık bir doza maruz kaldığına,
 - 4.7.2. Bu bölgede meydana gelebilecek hasarlara,
 - 4.7.3. Böyle bir durumda yapılan müdahaleye,
 - 4.7.4. Hastanın tedavi sürecine ilişkin kayıtlar.

10.3. RADYOLOJİ

10.3.1. 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;
 - a) Hasta dozu belirlenir,
 - b) Durum hakkında Sağlık Bakanlığı ilgili birimi ve TAEK bilgilendirilir,

- c) Durum hastaya, radyasyon korunması sorumlusuna ve ilgili doktoruna bildirilir,
 - d) Önlemler ve hastanın durumuna göre yapılması gerekenler belirlenerek, uygulanması sağlanır.
 - e) 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 Sağlık Bakanlığı ilgili birimine ve 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 alınış 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 Sağlık Bakanlığı ilgili birimine ve 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. Raporda 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 Sağlık Bakanlığı ilgili birimine ve 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.

A. TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMDA SORUMLU OLACAK KİŞİLER

	Hastane Yönetimi Sorumlusu	Radyoloji Anabilim Dalı Sorumlusu
Görevi	Radyasyon Güvenlik Komitesi Başkanı Prof. Dr. Şuayib Yalçın	Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Macit Arıyürek
Eğitimi	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)	Öğretim Üyesi (Tıp Doktoru)
Telefon No	3052910/3051142	305 1188 / 305 1891
Adres	H.Ü.T.F. Hastanesi 06100 Sıhhiye – Ankara	H.Ü.T.F Radyoloji Bölümü 06100 Sıhhiye – Ankara

B. TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMDA GÖREV ALACAK PERSONEL

Adı:	Görevi:*	Eğitimi:	Telefon No:
Celal Ergün	Başteknisyen	Ön Lisans	305 1895
Ersin Can	Teknisyen	Ön Lisans	305 1895
Nuran Ulugöl	Teknisyen	Ön lisans	305 2977
Himmet Yeşil	Teknisyen	Ön Lisans	305 1895
Hakan Kutlu	Teknisyen	Lisans	305 1895

* Gerekli acil önlemleri almak, radyasyon ölçümlerini yapmak, vb. işlerden sorumlu kişiler.

11. KAYITLAR

24.03.2000 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan 23999 sayılı *Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği*'nin 69. maddesinde belirlenen kayıt tutma ve saklama yükümlülükleri aşağıda sunulmuştur:

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.

11.1. Personele İlişkin Kayıtlar

1. Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve içeriği ile lisans belgesi üzerinde ismi belirtilen kişiler,
2. Radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri,
3. Radyasyon görevlilerinin kişisel dozimetri raporları,
4. Radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu Yönetmeliğin 23üncü maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları,
5. 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 ışınlama sonuçları.

11.2. Radyasyon Kaynaklarına İlişkin Kayıtlar

1. Verilen lisans belgelerinin tarih, sayı ve kullanım amaçları ile lisans belgesi üzerinde belirtilen radyasyon kaynaklarının cinsi ve radyoaktiviteleri;
2. Radyasyon kaynağının yurda girişi, satın alınması, kurulması ve kalibrasyonuna ilişkin tarih ve işlemler ile konu ile ilgili kişilerin isimleri,
3. Radyasyon kaynağının bakımı, onarımı, sızıntı testi, tüp ve kaynak değişimi gibi işlemlerinin tarihleri, yapılan işlerin içeriği ve konu ile ilgili kişilerin isimleri.

11.3. Radyoaktif Atıklara İlişkin Kayıtlar

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

11.4. 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.

12. ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMALAR

12.1. İNSAN ÇALIŞMALARI

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.

12.2. HAYVAN ÇALIŞMALARI

- 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* işlemi görmelidir.
- Hayvan bakıcıları radyasyon güvenliği konusunda eğitilmelidir.

12.3. Etik Kurul ile Kooperasyon

Hastanemiz Radyasyon Güvenlik Üst Kurulu “*Bilimsel Danışma Kurulu*”, Hastane “Etik Komitesi” ile işbirliği kurarak, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon içeren uygulamalara dönük önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirir ve “gerekleştirme” prensibine uygun olarak karar alır. Hastane Radyasyon Güvenlik Üst Komitesinden onay alınmadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılamaz.

13. PERSONEL EĞİTİMİ

Öncelikle Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri 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

“Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Radyasyon Güvenliği El Kitabı” Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri’nin tüm birimlerde personelin kolayca ulaşacağı yerlere Hastane Başhekimliğince dağıtılarak, okunması sağlanacaktır.

14. HAMİLELİK VE TIBBİ İŞINLAMA

(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, fetüs 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.

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.

Radyasyona maruz KALMAMIŞ hamile popölasyonundaki potansiyel riskler

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

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation

(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps)

14.1. SANTRAL SİNİR SİSTEMİNE AİT 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.

14.2. LÖSEMİ VE DİĞER KANSERLER

Radyasyonun, erişkin ve çocuklarda, lösemi ve diğer bazı kanserlerin gelişim riskini arttırdığı gösterilmiştir. Gebelikte de fetus benzer riski taşımaktadır.

10 mGy'lik fatal dozda relatif risk 1.4'tür bu normal insidanstan %40 artışa işaret eder.

Alınan radyasyon dozuna göre SAĞLIKLI çocuk doğurma olasılığı

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

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation

(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps)

14.3. Hamilelik öncesi ışınlama

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

Radyonüklid tedavi uygulanan hastalar lütfen için “3.1.1.3. Radyonüklid tedavisi sonrası hamilelik” başlıklı konuya bakınız.

14.4. 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.

14.5. Rutin Radyolojik Uygulamalarda Maruz Kalınan Fetal Dozlar

Konvansiyonel röntgen (X ışını) uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar

Uygulama	Ortalama Doz (mGy)	Maksimum 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

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation
(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps)

Floroskopy ve CT uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar

Uygulama	Ortalama Doz (mGy)	Maksimum 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

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation
(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps)

14.6. RUTİN NÜKLEER TIP UYGULAMALARINDA MARUZ KALINAN FETAL DOZLAR

Konvansiyonel nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar

Uygulama	Uygulanan aktivite (MBq) 1 mCi = 37 Mbq	Erken Gebelik Doz (mGy)	9ncu Ay Doz (mGy)
Tc-99m			
Kemik Sint.	750	4.7	1.8
Akciğer sint.	240	0.9	0.9
Karaciğer Kolloid	300	0.6	1.1
Tiroid Sint.	400	4.4	3.7
Böbrek (DTPA)	300	9.0	3.5
İşaretleli eritrosit	930	6.0	2.5
I-131			
Tiroid Uptake	0.55	0.04	0.15

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation
(www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps)

14.7. GEBELİĞİN SONLANDIRILMASI

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.

15. LİSANS İŞLEMLERİ

Lisans işlemleri ile ilgili olarak *Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği*'nin 50. maddesinde belirtilen hükümler uygulanır.

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 çalışılabilmesi 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. Ayrıca aynı yönetmeliğin 54. maddesine göre,

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.

16. İLGİLİ TÜZÜK, YÖNETMELİK, YÖNERGE VE DİĞER KAYNAKLAR

“Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri Radyasyon Güvenliği El Kitabı” hazırlanırken faydalanan ulusal tüzük, yönetmelik ve yönergeler ile uluslararası kaynaklar aşağı belirtilmiştir.

- **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**; 3 Haziran 2010 tarih ve -27600 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmıştır
- **Radiation Protection, The Universty of Edinburg Health and Safety Policy**. (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)
- Togay YE. **Radyasyon ve Biz**. RSGD-TAEK 2002. (www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)
- TAEK “Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik 02.09.2004 / 25571”
- Marmara Üniversitesi Radyasyon Güvenlik El Kitabı

17. İLGİLİ TERİMLER

ALARA: As Low As Reasonably Achievable

- **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 yada canlı varlıklarda istenmeyen radyoaktif madde birikimidir.

- **Eşdeğer doz;** birimi Sievert (Sv) olup, radyasyonun türüne ve enerjisine bağlı olarak doku veya organ-da soğurulmuş dozun, radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılmış halidir.
- **Etkin doz;** birimi Sievert (Sv) olup, insan vücudun-da ışınlanan bütün doku ve organlar için hesaplan-mış eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağıır-lık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen dozların toplamıdır.
- **Lisans Sahibi;** Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği hükümlerine göre verilen lisans belgesinde ismi belirtilen ve radyasyon güvenliği mevzuatının uy-gulanmasında Kuruma karşı sorumlu olan kişiyi,
- **Geçici görevliler:** Görev gereği denetimli ve göze-timli alanlarda geçici olarak veya arasıra bulunan kişilerdir.
- **Görev gereği ışınlanma:** Bu Tüzük kapsamına gi-ren faaliyetlerin yürütülmesi esnasında görev ge-reği maruz kalınan ışınlanmadır.
- **İşınlanma:** Görev gereği, tıbbi veya toplumsal ola-rak, radyasyon uygulamasından veya kaynağından çıkan radyasyona maruz kalmaz. Vücut dışındaki bir radyasyon kaynağından maruz kalınan ışınlan-malar dış ışınlanmalar, radyoaktif maddelerin so-lunum, sindirim veya cilt yoluyla alınmasını yada tanı veya tedavi amacıyla vücuda verilmesini taki-ben 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 elektromagne-tik radyasyonlar, gama ve X-ışınları, alfa ve beta parçacıkları, yüksek hızlı elektronlar, nötronlar, protonlar ve diğer nükleer parçacıklardır.
- **İzin:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına gi-ren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenli ve basit, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski dü-şük olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kayna-ğının 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 in 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 15inci 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 lisans üstü 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.
- **Medikal Fizik Uzmanı:** Medikal Fizik alanında yüksek lisans yapmış eğitimi ve yeterliliği yetkili makamlarca tanınan, uygun olan durumlarda, hasta dozimetrisi, karmaşık yöntemlerin ve gereçlerin

geliştirilmesi kullanılması, optimizasyon,kalite kontrol,cihaz kalibrasyonları dahil olmak üzere kalite güvencesi ve 97/43/EURATOM sayılı konsey yönergesi kapsamında ışınlama konusunda radyasyondan korunmayla ilgili diğer meseleler hakkında faaliyette veya tavsiyede bulunan ışınlamaya uygulanan radyasyon fiziği veya radyasyon teknolojisi uzmanı.

- **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.
- **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. TAEK ACİL TELEFONLARI

TEHLİKE DURUMU VE OLAĞAN DIŞI DURUMLARDA ARANACAK TAEK TELEFONLARI	
TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	172
TAEK Başkanı	0 312 287 57 23 - 287 52 46
RSGD Başkanı	0 312 285 96 68
Santral	0 312 287 15 29 - 287 20 71
Faks	0 312 285 42 84 - 0 312 287 87 61

19. İLGİLİ LİNKLER

- a. Hacettepe Üniversitesi
www.hacettepe.edu.tr
www.hacettepe.com.tr
- b. Türkiye Atom Enerjisi kurumu
www.taek.gov.tr
- c. European Commission (radiological protection pages):
europa.eu.int/comm/environment/radprot
- d. International Atomic Energy Agency
www.iaea.org
- e. International Commission on Radiological Protection
www.icrp.org
- f. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
www.unscear.org
- g. World Health Organization
www.who.int

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]