

**T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ
RADYASYON GÜVENLİĞİ
EL KİTABI**

2018

HAZIRLAYANLAR:

**Dr. Yusuf Ziya TAN
Dr. Nilüfer AYLANÇ**

**Dr.Ozan KARATAĞ
Dr. Mustafa REŞORLU**

1.Amaç ve faaliyet alanı	6
2. Yetki ve sorumluluklar	6
2.1. ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi	7
2.2. Radyasyon Güvenliği Komitesi, fonksiyon ve sorumlulukları	7
3. Hastanemizde Radyasyonla çalışan birimler	10
3.1. "3153" no'lu yasaya tabi olan bölümler	
3.1.1. Nükleer Tıp	10
3.1.1.1. Nükleer Tıp laboratuvarında çalışırken TAEK tarafından uyulması istenen kurallar.....	10 11
3.1.1.2. Nükleer Tıp ve emzirme	12
3.1.1.3. Hasta taburcu işlemleri	12
3.1.1.4. Radyonüklid tedavisi sonrası hamilelik	13
3.1.1.5. Radyoaktif atıklar	13
3.1.1.5.1. Radyoaktif atıkların yönetimine ilişkin TAEK tarafından belirlenen hususlar	13
3.1.1.5.1.1. Katı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli hususlar	13
3.1.1.5.1.2. Sıvı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli hususlar	14
3.1.1.5.1.3. Kanalizasyona bırakma sınırları	14
3.1.1.5.1.3. Kanalizasyona bırakma sınırları	15
3.1.1.6. Tetkik sonrası hastaların uyması gereken hususlar	15
3.1.2. Radyasyon Onkolojisi	16
3.1.3. Radyoloji	
3.1.3.1. Radyoloji Kliniğinde TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar	16
3.1.3.1.1. Çalışanların uyması gereken kurallar	17
3.1.3.1.2. Hastanın radyasyon güvenliği	18
3.1.3.1.3. Cihazların radyasyon güvenliği.....	19
3.1.3.2. Tetkik sonrası hastaların uyması gereken hususlar.....	19
3.2. Rutin işlerinde radyasyon kullanan diğer birimler	19
4. Radyasyon	20
4.1. Radyasyon çeşitleri	20

4.1.1. Alfa parçacıkları	21
4.1.2. Beta parçacıkları	21
4.1.3. X ışınları	21
4.1.4. Gama ışınları	21
4.1.5. Nötronlar	21
4.2. Radyasyon birimleri	22
4.3. Radyasyon kaynakları	22
4.3.1. Doğal radyasyon kaynakları	23
4.3.2. Yapay radyasyon kaynakları	23
4.4. Tıbbi uygulamalar	24
4.5. Radyasyonun biyolojik etkileri	25
4.5.1. Radyasyonun hücre ile etkileşimi	25
4.5.2. Radyasyonun kromozoma verdiği hasarların sonuçları	25
4.5.3. Kromozom hasarlarına etki eden faktörler	26
4.5.3.1. Radyasyonun özelliklerine bağlı faktörler	26
4.5.3.2. Organizmanın özelliklerine bağlı faktörler	26
4.5.4. Biyolojik etkilerin sınıflandırılması	26
4.5.4.1. Erken etkiler (akut ışınlanma etkileri)	26
4.5.4.1.1 Akut radyasyon sendromları (ARS)	27
4.5.4.1.2. Bölgesel radyasyon hasarları (BRH)	30
4.5.4.2. Gecikmiş etkiler (Kronik ışınlanma etkileri)	30
4.6. Nükleer santral kazaları sonucu yayılan radyasyondan korunma	31
5. Radyasyon alanları	31
5.1. Denetimli alanlar (Controlled Area)	31
5.2. Gözetimli alanlar(Supervised Area)	32
6. Radyasyon maruziyeti doz sınırları ve azaltılması	32
6.1. Uygulamaların gerekliliği	32
6.2. Radyasyon korunmasının optimizasyonu	32
6.3. Doz sınırlaması ve izin verilen doz sınırları	34
6.4. Doz azaltılması	34
6.4.1. Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü	34
6.4.2. İnternal (vücut içi) radyasyon dozunun kontrolü	34
7. Ölçüm, işaretleme ve cihazlar	35

7.1. Kontaminasyon ölçümü ve dekontaminasyon	35
7.2. Etiketleme ve işaretleme	35
8. Cihazlar	36
9. Personel ölçüm ve izlem	36
9.1. Dozimetre Kullanma Talimatı.....	37
9.2. Dozimetre Konrolleri.....	38
10. Tehlike durumu ve olağandışı durumlar	38
10.1. Nükleer Tıp	38
10.1.1. Tehlike ve acil durum nedenleri :	38
10.1.2. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda izlenecek yöntemler:	39
10.1.2.1. Yangın, deprem, patlama gibi acil durumlar	39
10.1.2.2. Sipariş edilen radyoaktif maddenin gelmemesi	39
10.1.2.3. Az miktarda radyoaktif madde dökülmesi (Minör Kontaminasyon)	39
10.1.2.4. Fazla miktarda radyoaktif madde dökülmesi (Majör Kontaminasyon)	40
10.1.2.5. Radyoaktif maddenin çalınması veya kaybolması	40
10.1.2.6. Yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulanması	41
10.1.2.7. Radyoyot tedavisi görmüş hastalara acil müdahale gerekmesi ve ölmesi durumu	41
10.1.3. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda tutulacak kayıtlar :	41
10.2 Radyoloji	42
10.2.1. Kaza veya tehlike durumunda yapılması gerekenler	42
11. Kayıtlar	43
11.1. Personele ilişkin kayıtlar	43
11.2. Radyasyon kaynaklarına ilişkin kayıtlar	43
11.3. Radyoaktif atıklara ilişkin kayıtlar:	43
11.4. Kazaya ilişkin kayıtlar:	43
12. Araştırma amaçlı işinlamalar	44
12.1. İnsan çalışmaları	44
12.2. Hayvan çalışmaları	44
12.3. Etik kurul ile kooperasyon	44
13. Personel eğitimi	45
14. Hamilelik ve tıbbi işinlama	45
14.1. Santral sinir sistemine ait malformasyonlar	45
14.2. Lösemi ve diğer kanserler	45
14.3. Hamilelik öncesi işinlama	46
14.4. Hamilelik potansiyeli olan hastaların değerlendirilmesi	46

14.5. Rutin radyolojik uygulamalarda maruz kalınan fetal dozlar	47
14.6. Rutin nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan fetal dozlar	47
14.7. Gebeliğin sonlandırılması	48
15. Lisans işlemleri	48
16. İlgili tüzük, yönetmelik, yönerge ve diğer kaynaklar	48
17. İlgili terimler	49
18. ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Güvenlik Komitesi bağlantı bilgileri	51
19. TAEK acil telefonları	52
20. İlgili linkler	52

1. Amaç ve Faaliyet Alanı

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi bilimsel anlamda sağlık hizmeti ve eğitimi veren bir kurumdur. Kurumumuzda radyasyon üreten cihazlar ve radyoaktif maddeler bulunmaktadır. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun (TAEK) lisansı ile bu cihaz ve maddelerle tanı ve tedavi hizmeti yapılmaktadır.

Bu el kitabı radyoaktif maddeler ve radyasyon üreten cihazların sağlık hizmeti, eğitim ve araştırma amacıyla güvenli kullanımına katkıda bulunması ve hastane personeli, hasta ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla TAEK'in radyasyon güvenliği mevzuatı ve ilgili kanun ile yönetmeliklerin rehberliğinde tüm hastane personeli için hazırlanmıştır.

2. Yetki ve Sorumluluklar

2.1. ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi

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

2.2. Radyasyon Güvenliği Komitesi, fonksiyon ve sorumlulukları

TAEK tarafından; iyonizan (iyonlaştırıcı) radyasyonun uygulamalarının yapıldığı, *nükleer tıp*, *radyasyon onkolojisi*, ve *radyoloji* bölümleri gibi en az 2 tanesinin bulunduğu devlet hastaneleri, askeri hastaneler, *üniversite hastaneleri* ve özel hastanelerde çalışanların, hastaların ve çevrenin radyasyondan korunma ve güvenliğini sağlamak amacıyla 02.07.2002 tarihli ve 759 sayılı resmi yazısı ile "Radyasyon Güvenliği Komitesi" kurulması istenmiştir.

Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi üyeleri ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Başhekimisi tarafından atanmıştır.

ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi Üyeleri

Komite Başkanı

Komite Başkan Yardımcısı

Komite Üyeleri

**Hastane Başhekimliği
Başhekim Yardımcısı**

**Üye
Anestezi ve
Reanimasyon**

**Üye
Beyin ve Sinir Cerrahisi**

**Üye
Nükleer Tıp**

**Üye
Kardiyoloji**

**Üye
Üroloji**

**Üye
Hastane Müdürü**

**Üye
Başhemşirelik**

- Hastanemiz radyasyon güvenliği komitesi için TAEK tarafından belirlenen idari gereklilikler şunlardır
 - 1) Komite üyelerinin; lisans sahibi/sahipleri, radyasyon korunması görevlisi/görevlileri, medikal fizikçiler, hemşire temsilcisi, hastane yönetimi temsilcisi (başhekim, başhekim yardımcısı, baş müdür, baş müdür yardımcısı gibi) en az 4 kişiden oluşması tavsiye edilir. Radyasyon kaynağı kullanan her bir birimin (radyasyon onkolojisi, nükleer tıp, genel radyoloji, kardiyoloji, oral diaagnoz vb) temsilcisi bu komitede yer almalıdır.
 - 2) Komite yılda en az 2 kere toplanmalıdır.
 - 3) Komitenin kimlerden oluştuğu her yıl hastane yönetimi tarafından yayınlanarak, görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişiler ve diğer ilgililere tebliğ edilmelidir.
 - 4) Komite başkanınının seçikle göreve gelmesi tavsiye edilir.
 - 5) Toplantıların radyasyon korunması görevlisi ve hastane yönetim temsilcisi mutlaka olmak kaydıyla çoğunluk sağlandığı takdirde yapılması tavsiye edilir.

- 6) Her komite toplantısı rapor edilmeli ve bu rapor aşağıdaki hususları içermelidir.
- Toplantı tarihi,
 - Toplantıya katılan ve bulunamayan üyeler,
 - Tartışılan ve karara varılan hususlar,
 - Yapılmasına karar alınan işler ve tavsiyeler,
 - Optimizasyon (ALARA) prensibinin uygulanış ve yürütülmesi çerçevesinde yapılan plan ve programların gözden geçirilerek varılan sonuçlara ilişkin kararlar,
- 7) Komite toplantı raporu tüm üyelere ve diğer ilgili kurum (TAEK, Sağlık Bakanlığı, YÖK, vb.) ve kişilere dağıtılmalı ve bir kopyası da ayrı bir dosyada saklanmalıdır.
- Komite, TAEK'in ve diğer ilgili kuruluşların (Sağlık Bakanlığı gibi) yayınlamış oldukları radyasyondan korunma ve güvenliği mevzuatını inceleyip, yerine getirmekle yükümlü olduğu tüm hususları yürürlüğe koymak üzere ayrıntılı bir şekilde planlayıp; tanı, tedavi ve araştırma amaçlı olarak radyasyonla çalışılan her bölüm için bir organizasyon şeması oluşturmalı ve uygulanması sağlanmalıdır.

Komite, radyasyon uygulamalarının yapıldığı bölümlerde çalışanların, halkın ve hastaların radyasyon güvenliğini sağlamak ve kişisel veya kolektif dozları ALARA (As Low As Reasonably Achievable) prensibine uygun şekilde en az seviyede tutabilmek için tüm radyasyonla çalışılan bölümlerde günlük çalışma imkanlarını ve şartlarını belirleyerek ve tehlike durumunda yapılacak işlemleri ve alınacak önlemleri de içerecek şekilde "Radyasyon Güvenliği El-Kitabı" hazırlanmasını sağlamalı, onaylamalı, tüm radyasyon görevlilerinin ulaşabilirliğini sağlamalı ve gerekli görüldüğünde yeniden düzenlemelidir.

- Her toplantıda tesiste bulunan tüm radyasyon kaynaklarının envanterini tutmak ve bunları belirlenen periyotlarda güncellemektir.
- Komite kullanılan radyasyon kaynaklarına ilişkin güvenlik analizlerini yapılarak gerekli güvenlik analiz raporlarının hazırlanmasını sağlar.
- Komite, her toplantıda yürürlükteki radyasyondan korunma ve güvenliği programları dahilinde alınan kişisel ve kolektif dozları değerlendirmeli ve personelin bu değerlendirmeler hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamalı, iyileştirme gerektiren uygulamalara dönük tavsiyeleri belirlemelidir.

- Komite, radyasyonla çalışan kişilerin eğitim ve deneyimi ile ilgili olarak yeterlilik değerlendirmeleri yaparak gereken bilgi aktarımını sağlamak üzere eğitim programlarını oluşturmalı ve gereksinimlere göre yenilemelidir.
- Komite, üç ayda bir radyasyon korunması görevlisi/görevlilerinin tuttukları kayıtlar ve hazırladıkları raporlara göre; personel radyasyon dozlarını, radyasyon ölçüm taramaları (survey) sonuçlarını, kontaminasyon olaylarını, radyoaktif atık kayıtlarını, kalite kontrol kayıtlarını, bakım onarım kayıtlarını, eğitim programlarını incelemeli ve değerlendirmelidir.
- Komite, üç ayda bir radyasyondan korunma görevlisi/görevlilerinin yardımıyla tüm olağandışı (incident) durumları gözden geçirmeli, sebepleri, gelişimi, alınan önlemleri ve tekrarlanmaması için yapılan düzenlemeleri değerlendirmelidir.
- Komite, “Etik Komite” ile işbirliği kurarak, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon içeren uygulamalara dönük önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirmeli ve “gerekçelendirme” prensibine uygun olarak karar almalıdır. Komiteden onay almadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılmamalıdır.
- Komite, her yıl radyasyon güvenliği programlarını yeniden gözden geçirmeli, aksayan yönleri saptamalı, yenilemelidir.
- Komite, her yıl hazırlanan radyasyon güvenliği programlarının ve “Radyasyon Güvenliği EI-Kitabı”nın bir kopyasını TAEK’e göndermelidir.

3. Hastanemizde Radyasyonla Çalışan Birimler

3.1. "3153" nolu yasaya tabi olan bölümler (ilgili kanun ve tüzüğe ait ayrıntılar Ek 1 de belirtilmiştir)

3.1.1. NÜKLEER TIP

Nükleer Tıp ; halen eğitim fonksiyonunun yanı sıra, TAEK lisansı ile tanı (in-vitro, in-vivo) ve ayaktan tedavi amaçlı sağlık hizmetleri vermektedir.

Nükleer Tıp Bölümünde Gama Kamera ve PET-BT olmak üzere iki görüntüleme cihazı bulunmaktadır. Ayrıca sıcak oda/radyofarmasötik odası (iki adet), uygulama/enjeksiyon odası (Gama Kamera:1 adet, PET-BT:3 adet), hasta bekletme/kardiyolojik stres odası (1 adet) ve görüntüleme odaları (2 adet) gibi birimler bulunmaktadır.

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

3.1.1.1. Nükleer Tıp laboratuvarında çalışırken, TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

1. Laboratuvarla ilgili envanter tutulmalıdır. Bu envanter aşağıdaki hususları içermelidir.
 - . Tesise giren radyoaktif maddelerin kayıtları
 - . Radyoaktif madde verilen hastaların kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
 - . Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları
 - . Radyoaktif atık kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
 - . Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon kalite kontrol kayıtları
 - . Doz kalibratörü ve radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyon kayıtları
 - . Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları
 - . Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları
2. Görevli olmayan personelin laboratuvara giriş-çıkışları önlenmelidir.
3. Radyoaktif maddeler ile çalışma başlamadan önce masa üzerini plastik örtü ile kaplamalı, üzerine emici kağıtlar yerleştirilip bunların üzerinde çalışılmalıdır.
4. İşlemler kenarlı küvetler içinde emici kağıtlar üzerinde yapılmalıdır.
5. Laboratuvarında çalışırken laboratuvar önlüğü, lastik/plastik eldiven gibi koruyucu giysiler giyilmelidir. İş bitiminde kullanılan eldivenler dikkatli şekilde çıkartılarak radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.

6. Eldiven kullanıldığında, kontaminasyonu önlemek amacıyla iç kısımlar dışta kalacak şekilde çıkartılmalıdır.
7. Laboratuarda temizlik için kağıt havlu ve mendil kullanılmalı, kullanımdan sonra derhal radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
8. Laboratuarda kullanılan giysilerin laboratuvar dışına çıkarılması önlenmeli, koruyucu giysiler çıkarılıp eller ayaklar monitörize edildikten sonra laboratuvar dışına çıkılmalıdır.
9. Laboratuvar içinde yiyecek, içecek ve kişisel eşyaların bulundurulmamasına özen gösterilmelidir.
10. Ellerde yara varsa bandajlı bile olsa laboratuvarda çalışılmamalıdır.
11. Elektrik düğmeleri, musluklar, kapı kolları, telefon ahizelerinin kontamine olmamalarına dikkat edilmelidir.
12. Çalışırken vücutta kesik ve çiziklere neden olabilecek keskin uçlu malzeme kullanmaktan kaçınılmalıdır (kırık ve çatlak cam eşyalar gibi.)
13. Laboratuvarda kullanılan şişelerin muhafaza kaplarının kapaklarının kolay açılabilir olmasına dikkat edilmeli ve uygun etiketleme işlemi yapılmalıdır.
14. Laboratuvar radyasyon monitörü ile sürekli taranarak radyasyon korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışma saatlerinde radyasyon monitörü sıcak odada ve devamlı çalışır durumda bulundurulmalı veya alarm seviyesi ayarlanabilir sesli uyarı istemi ile bir laboratuvar monitörü sağlanmalıdır. Kontaminasyon saptanması halinde dekontaminasyona gidilmelidir.
15. Radyofarmasötik uygulama, seyreltme ve diğer çalışmalar çeker ocak içerisinde ve kurşun eşdeğeri camdan yapılmış paravan arkasında yapılmalıdır.

3.1.1.2. Nükleer Tıp ve emzirme

Nükleer Tıpta görüntüleme ve tedavi amaçlı kullanılan radyoaktif maddeler belli sürelerde hasta üzerinde kalmakta birçok radyonüklid anne sütüne geçmektedir. Bu nedenle inceleme sonrası emziren bayanların bebeğini aşağıda belirtilen sürelerle emzirmeyi durdurması yada tamamen kesmesi önerilir.

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

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

3.1.1.3. Hasta taburcu işlemleri

Tanısal amaçlı nükleer tıp uygulamalarında, hastanın taburcu işlemleri sonrası toplum için özel önlemlerin alınması çoğunlukla gerekmemektedir. Ancak tedavi amaçlı doz uygulamaları sonrası aile üyeleri ya da toplum için radyasyon güvenliği açısından bir takım sınırlandırmalar gerekebilir. Hastanemiz Nükleer Tıp departmanında izolasyonlu, yataklı servisimiz bulunmadığından sadece ayaktan tedavi protokolleri (I-131, Sr-89, P-32 vb.) uygulanmaktadır.

I-131 tedavisi sonrası uyulması önerilen sınırlandırmalar

(5 mSv referans alındığında), (1 mCi = 37 MBq)

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

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

3.1.1.4. Radyonüklid tedavisi sonrası hamilelik

Radyonüklid tedavi sonrası hamilelik düşünen kadınların vücudundaki rezidüel radyoaktivitenin 1 mGy'lik potansiyel fetal dozu geçmemesi önerilir.

Çeşitli ajanlara göre radyonüklid tedavi sonrası hamilelik için beklenmesi gereken süreler

(1 mCi = 37 MBq)

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

Y-90 Kolloid	Malignite	4000	1 ay
Er-169 Kolloid	Artritik eklem	400	0

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

3.1.1.5. Radyoaktif atıklar

Radyoizotop ve radyoaktif atıkların bekletilmesi ve izolasyonu için ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Başhekimliğince Nükleer Tıp Bölümüne özel ve kilitli Radyoaktif Atık Deposu tahsis edilmiştir.

Genel olarak nükleer tıp laboratuvarlarında uygulanan yöntem ve radyoaktif kaynağa bağlı olarak

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

3.1.1.5.1. Radyoaktif atıkların yönetimine ilişkin TAEK tarafından belirlenen hususlar

3.1.1.5.1.1. Katı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli hususlar

- Günlük çalışmalar için kullanılacak olan katı radyoaktif atık biriktirme kabının kapağı ayak pedalı ile açılır olmalıdır. Kapağın açılması ve kapanması için el kullanılmaz. Kullanılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyon tipine ve enerjisine göre atık biriktirme kabının iç kısımları, kapağı ve tabanı da dahil olmak üzere uygun malzeme ile zırhlanmalıdır. Kabın dış kısmında uluslararası, standart radyasyon uyarı işareti bulunmalıdır. Kabın büyüklüğü ve geometrik şekli oluşan radyoaktif atığın miktarına göre ayarlanmalıdır.
- Yukarıda belirtilen özelliklere sahip atık biriktirme kabının içerisinde yeterli büyüklükte ve uç kısımları kabın üst kısmından dışarı taşacak şekilde bir plastik torba yerleştirilir.
- Radyoaktif katı atık biriktirme kabının bulunduğu ortamda, radyoaktif olmayan katı atıklar için ayrı bir biriktirme kabı bulundurulur. Radyoaktif olmayan atıklar hiç bir şekilde radyoaktif atık kutularına atılmazlar. Şüpheli atıklar radyoaktif atık kabul edilir.
- Biriktirme kabı dolduğunda plastik torbanın ağzı sıkı şekilde bağlanarak etiketlenir.
- Radyoaktif atık içerisinde tehlikeli kimyasal maddeler veya başka zehirleyici maddeler karıştırılmaz. Ancak kaçınılmaz olarak meydana gelen karışımlar etiketler üzerinde belirtilir.

- f) Torbalar, uzun süreli atık bekletme yerlerine nakledilerek üzerlerindeki etiketlere göre bekletilir. Uzun süreli atık bekletme yerleri bina içerisinde bodrum katı gibi insanlar tarafından fazla kullanılmayan bir oda şeklinde olabileceği gibi bina dışında girişi kontrollü ayrı bir oda şeklinde de yapılabilir. Buharlaştırma yapabilecek atıklar için havalandırma sistemi sağlanır.
- g) Katı radyoaktif atıklar uzun süreli atık bekletme yerlerinde plastik depoların yüzeylerindeki radyasyon doz şiddeti 5 µSv/saat değerine düşüncüye kadar bekletilir.

Bu koşullar sağlandıktan sonra atıkların imha yöntemi hakkında bilgi almak üzere TAEK'e başvurulmalıdır.

3.1.1.5.1.2. Sıvı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli hususlar

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

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

3.1.1.5.1.3. Kanalizasyona bırakma sınırları

- a. Sadece H-3 (trityum) ve/veya C-14 (karbon-14) içeren sintilasyon çözeltilerinin radyoaktivite konsantrasyonları 100 Bq/ml değerini aşmıyorsa kanalizasyon sistemine bırakılabilir.
- b. "a." maddesinde belirtilen sınırların dışında sıvı atıklar için radyoaktivite değerleri aşağıda verilmiştir.
 - i. Kanalizasyon sistemine her bir göndermede radyoaktivite miktarı 1 ALI_{min} değerinden fazla olamaz.
 - ii. Her bir laboratuardan veya eşdeğeri üniteden her ay kanalizasyona gönderilecek olan toplam aktivite 10 ALI_{min} değerini geçemez.
 - iii. Bu değerler hiçbir zaman ayda 100 MBq değerinden fazla olamaz.

iv. Bu değerlerdeki radyoaktif sıvılar, kanalizasyona bırakılmaları sırasında en az 10 katı su ile seyreltilir.

v. En çok kullanılan radyonüklidlerin ALI_{min} değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bulunmayan radyonüklidlerin ALI_{min} değerleri TAEK'ten sağlanabilir.

vi. Radyoaktif sıvı atığın birden fazla radyonüklid bulundurması halinde kanalizasyona gönderilecek toplam radyoaktivite aşağıdaki şekilde hesaplanır.

- . Bir ay içerisinde kanalizasyona gönderilecek olan sıvıların toplam radyoaktivitesi:

$$\Sigma k \frac{A_k}{ALI_{min}} \leq 10$$

- . Kanalizasyona her bir gönderme için uygulanacak radyoaktivite:

$$\Sigma k \frac{A_k}{ALI_{min}} \leq 1$$

3.1.1.6. Tetkik sonrası hastaların uyması gereken hususlar,

- Nükleer Tıpta görüntüleme amaçlı düşük dozda radyoaktif madde verilir,
- Verilen maddeler Nükleer Tıpta kullanılmak için laboratuarda insan vücuduna verilmek amacıyla özel olarak üretilmiş, düşük radyasyonlu, kısa ömürlü ve vücutta birikim yapmayan radyoaktif maddelerdir.
- Nükleer Tıp'ta kullanılan radyoaktif ilaçların yan etkisi ve alerjik etkileri yoktur.
- Bu maddeler her yaştaki hastada ve çocuklarda, yaşa göre değişen dozlarda güvenle kullanılabilir.
- Tetkikler tamamlandıktan sonra bol su içip idrara çıkılır.
- Eğer ocuk emziriliyorsa, 12 saat süreyle bebek emzirilmez, süt sağılarak dışarı atılır.
- Tetkik sonrası vücutta radyoaktif madde bulunduğundan ertesı güne kadar küçük bebeklerden ve hamilelerden uzak durulur.

Sıklıkla Kullanılan Radyonüklidlerin ALI_{min} Değerleri*

Radyonüklid	Yarılanma süresi	ALI _{min} (ISRP-61)	Radyonüklid	Yarılanma süresi	ALI _{min} (ISRP-61)
F-18	109.74 d	4 x10 ⁸	Sr-89	50.55 g	6 x10 ⁴
P-32	14.29 g	5 x10 ⁶	Y-90	64.1 g	5 x10 ⁶
Cr-51	27.704 g	2 x10 ⁸	Co-56	78.76 g	2 x10 ⁶
Ga-67	3.261 g	8 x10 ⁷	Co-58	70.8 g	7 x10 ⁶
Ga-68	68 d	2 x10 ⁸	C-14	5730 yıl	4 x10 ⁷
Tl-201	73.06 s	3 x10 ⁸	Au-198	2.696 s	1 x10 ⁷
In-111	2.83 g	5 x10 ⁷	I-123	13.13 s	9 x10 ⁷
Tc-99m	6.02 s	1 x10 ⁹	I-125	60.14 g	1 x10 ⁶
Hg-197	64.14 s	6 x10 ⁷	I-131	8.04 g	8 x10 ⁵

d: dakika, s: saat, g: gün

(*) Tüm radyonüklidlerin ALI_{min} değerleri Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nde verilmiştir.

3.1.2. RADYASYON ONKOLOJİSİ:

Radyasyon Onkolojisi Kliniğinde, Kobalt-60 ünitesinin yaydığı gama ışını ile malign ve benign tümörlerin tedavisi yapılır.

Radyoterapi merkezlerinde simülatör cihazı skopi yapabilen ve film çekebilen röntgen cihazı bulunur. Bu bölümlerde kullanılan cihazların yaydığı radyasyon yalnız hasta tarafından absorblanır. Hasta tedavi olduktan sonra dışarıya radyasyon yaymaz. Bu nedenle tedavi olan hastalar günlük yaşamlarını sürdürebilirler, çevre için herhangi bir ekstra önlem alınmasına gerek yoktur.

Hastanemizde radyoterapi ünitesi bulunmadığından bölümle ilgili ayrıntılı bilgi verilmemiştir.

3.1.3. RADYOLOJİ:

ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Kliniği; asistan ve öğrenci eğitiminin yanı sıra, tıbbi görüntüleme, tanı ve tedavi hizmetlerini karşılamaktadır. Radyoloji Kliniklerinde TAEK lisansı ile faaliyet gösteren 4 adet röntgen cihazı, 2 adet bilgisayarlı tomografi cihazı, 1 adet digital mamografi cihazı, 1 adet Kemik Mineral Dansitometri cihazı, 1 adet manyetik rezonans görüntüleme cihazı ve 4 adet renki Doppler ultrasonografi bulunmaktadır. Ayrıca ameliyathanede kullanılmakta olan skopi cihazları ile yatan hastalar için 3 adet taşınabilir röntgen cihazı ve 1 adet ultrasonografi cihazı hizmet vermektedir.

3.1.3.1. Radyoloji Kliniğinde TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

3.1.3.1.1. 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 ışınlanmalar için mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır.
 - c) Doz Sınırları: Halk ve radyasyonla çalışanlar için ilgili yönetmeliklerde verilen doz sınırları aşılamaz.
2. Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin optimizasyonunun sağlanması için kişisel dozlar, ilgili yönetmeliklerde verilen yıllık doz sınırları altında kalmak koşuluyla kaynak özelliklerine bağlı olarak sınırlandırılır.
3. Denetimli ve gözetimli alanlarda yürütülen faaliyetlerde ilgili yönetmeliklerde verilen hususlara 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. Geçici görevlilere yaptıkları görevler esnasında almaları gereken radyasyondan korunma yöntemleri hakkında yeterli eğitim verilir.
4. Yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak, TAEK tarafından radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez. **(Bkz. Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 10 ve 12)**
5. 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.

6. Ziyaretçiler denetimli alanlara kesinlikle, gözetimli alanlara ise radyasyon korunması sorumlusundan izin almadan giremezler. İzin verilen ziyaretçilerin giriş ve çıkış saatlerinin kayıtlarının tutulması radyasyon korunması sorumlusu tarafından sağlanır.

7. 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

8. Görevleri gereği radyasyona maruz kalan kişilerin çalışma koşulları 'Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 15' e göre sınıflandırılır.

9. Denetimli alanlarda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur. Belirlenen dönemlerde değerlendirmek üzere bu dozimetreler TAEK'e gönderilir.

10. Yapılan işin niteliğine uygun **koruyucu giysi ve teçhizat** kullanılır.

11. Radyasyon görevlilerinden, **radyasyon güvenliği yönetmeliğinin** 15. maddesinde belirtilen alanlarda işe başlamadan önce bu yönetmeliğinin 51. maddesinin (d) bendinde belirtilen sağlık raporu istenir, ayrıca hematolojik, dermatolojik ve hekim tarafından gerekli görülmesi halinde radyolojik tetkikleri yapılır. (Ek 2)

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

3.1.3.1.2. 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) İyonize radyasyon alacak tüm hastalardan tetkik öncesi onam formu alınmalıdır.

f) Kalibrasyon, dozimetri ve cihazların kalite kontrolü bu konuda yetkili kişilerin denetiminde 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 nerileri ve yazılı onayları ile araştırma yapılacak kişinin yazılı onayı alınmadan araştırma amacıyla tıbbi ışınlamalara izin verilemez.

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

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

3.1.3.1.3. Cihazların radyasyon güvenliği

1. Radyoloji Kliniğinde kullanılacak cihazların buldukları ortam ve ortamın güvenliği 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 parametrelerini, ilk kurulduklarında ve daha sonra düzenli olarak ölçmelidir,

c. llen parametrelerin ulusal veya uluslararası mevzuata uygunluğu doğrulanmalıdır,

d. Radyasyon lm cihazlarının kalibrasyonları ile dozimetrik verilerin uygunluğu doğrulanmalıdır.

e. Kalite temini program sonuçları kayıt edilmeli ve sonuçlardan TAEK bilgilendirilmelidir.

3.1.3.2. Tetkik sonrası hastaların uyması gereken hususlar

X-ışını ile yapılan inceleme sonrasında, gerek hastanın gerekse hasta yakınlarının kısa süreli herhangi bir tedbir alması gerekmemektedir. Ancak hasta, radyasyona bağlı olarak daha uzun vadede oluşabilecek yan etkiler açısından dikkatli olmalı ve farketmediği herhangi bir olumsuzluk durumunda klinik muayenesi yapılmalıdır.

Emziren annelerin, intravenöz olarak iyotlu kontrast madde ya da Gadolinyum içeren kontrast maddeye maruz kalması durumunda, maruziyet sonrasında bebeklerini emzirmelerinde bariz bir sakınca bulunmamaktadır (Committee on Obstetric Practice. "Committee Opinion No. 723: Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation." *Obstetrics and gynecology* 130.4 (2017): e210). Yine de birçok merkezde önlem olarak, kontrast madde uygulanması sonrasında annelerin 24 saatlik periyotta sütlerini sağıp atmaları ve bebeklerini emzirmemeleri şeklinde uygulama yapılmaktadır.

3.2. Rutin işlerinde radyasyon kullanan diğer birimler "3153" sayılı yasaya tabi olmayan bölümler

1. Ameliyathaneler (Ortopedi, Beyin cerrahisi ve Üroloji, vb.) ve ESWL (Skopi cihazları)
- 2.Hematoloji-Kan Bankası (Kan ışınlama cihazı, Cs137)
- 3.Kardiyoloji (Anjiyografi)

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.

4.1. Radyasyon Çeşitleri

Doğal ya da 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 edilir. 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 yoluyla, solunum ile 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. Çekirdekdeki 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 zırlama gerekir.

4.1.4. Gama Işınları

Gama ışınları daha çok Nükleer Tıp bölümlerinde kullanılmakta olup “ γ ” ile sembolize edilirler. Birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun tuğlalarla ve sadece belli bir kısmı durdurulabilir.

4.1.5. Nötronlar

Nötronlar yüksüz olduklarından doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşimleri, 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 Birimleri

Radyasyon terimleri ve özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki

TERİM	BİRİMİ		DÖNÜŞÜM
	ESKİ	YENİ	
AKTİVİTE	Curie (Ci) ; 3.7×10^{10} parçalanma / 1 saniye	Becquerel (Bq); 1 parçalanma/1 saniye	$1 \text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ $1 \text{Ci} = 37 \text{ GBq}$
İŞINLANMA DOZU	Röntgen (R) ; normal hava şartlarında (0°C ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1kg'ında 2.58×10^4 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya γ radyasyonu miktarıdır.	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.	$1 \text{C/kg} = 3876 \text{ R}$ $1 \text{R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
SOĞURULMUŞ DOZ	radiation absorbed dose (rad); işinlanan maddenin 1 kg'ında 10^{-2} Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	Gray (Gy) ; işinlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	$1 \text{Gy} = 100 \text{ rad}$ $1 \text{rad} = 0.01 \text{ Gy}$
DOZ EŞDEĞERİ	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. $\text{Rem} = (\text{rad}) \times (W_R)^*$	Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır. $\text{Sv} = (\text{Gy}) \times (W_R)^*$	$1 \text{Sv} = 100 \text{ rem}$ $1 \text{rem} = 0.01 \text{ Sv}$

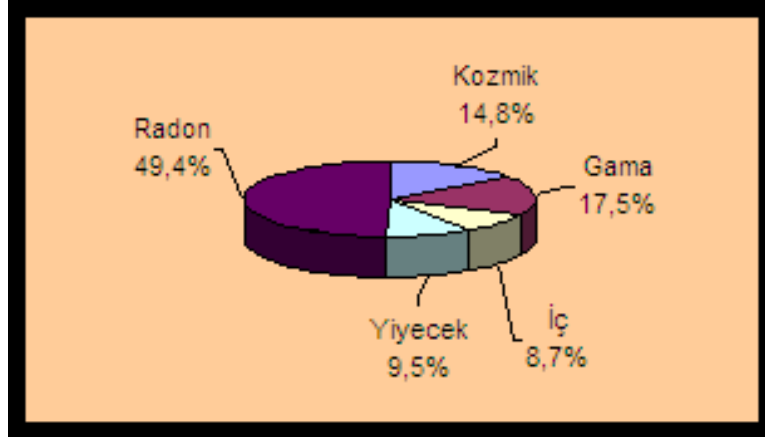
Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002. (www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)

4.3. Radyasyon Kaynakları

4.3.1. Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli sebeplerden biri, yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin (Ra^{226}) 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 ışınlarla daha çok maruz kalır.

Doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozlarının oransal değerleri



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

4.3.2 .Yapay Radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişiminin gereği olarak, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, birçok işin 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 serpinçler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır.

4.4. Tıbbi 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 KALINAN ETKİN DOZ (mSv)			
	Seviye 1*	Seviye 2**	Seviye 3-4***	Dünya
Göğüs Radyografisi	0.14	0.14	0.20	0.14
Göğüs Fotofloroskopisi	0.65	0.65	0.65	0.65
Göğüs Floroskopisi	1.1	1.1	1.1	1.1
Kol, bacak ve eklemler	0.06	0.06	0.1	0.06
Omurga				
Bel	1.8	1.8	2	1.8
Göğüs	1.4	1.4	1.5	1.4
Boyun	0.27	0.27	0.3	0.27
Kalça ve Kalça eklemi	0.83	0.83	1	0.83
Kafa	0.1	0.1	0.15	0.1
Karın	0.5	0.6	1	0.55
Üst sindirim sistemi	3.6	4	4	3.7
Alt sindirim sistemi	6.4	6.4	6.4	6.4
Safra kesesi grafisi	2	2	2	2
Üriner sistem grafisi	3.7	3.9	4	3.7
Mamografi	0.5	0.5	0.5	0.5
Bilgisayarlı Tomografi	8.8	5	5	8.6
Anjiyografi	12	12	12	12
Cerrahi işlemler	20	20	20	20
Diş	0.02	0.1	0.1	0.03

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

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

*** 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)

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

İŞLEMLER	KULLANILAN RADYOİZOTOPLAR	HER BİR İŞLEMDE MARUZ KALINAN ETKİN DOZ (mSv)				
		Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4	Dünya
Kemik	Tc ^{99m}	4.5	4.5	4	4	4.5
Kalp-Damar	Tc ^{99m} , Tl ²⁰¹	8	8	12	12	8

Akciğer perfüzyon	Tc ^{99m}	1.5	2	2	2	1.5
Akciğer ventilasyon	Tc ^{99m} , Kr ^{81m} , Xe ¹³³	1	1	1	1	1
Tiroid Sintigrafi	Tc ^{99m} , I ¹³¹ /I ¹³⁵	2	10	30	30	3.4
Uptake	I ¹³¹ , I ¹²³ /I ¹²⁵	15	20	30	30	15
Böbrek	Tc ^{99m} , I ¹³¹ /I ¹²³	1.5	3	3	3	1.9
Karaciğer/Dalak	Tc ^{99m}	1.7	2	2	2	1.7
Beyin	Tc ^{99m}	6	6	6	6	6
Her bir işlemde hastanın maruz kaldığı ortalama etkin doz		4.3	6.7	20	20	4.6

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

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 onarılabilir. 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 ya da dokusu, önemli sayıda hücre kaybına rağmen faaliyetlerini normal bir şekilde sürdürebilir. Yine de hücre kaybı belli bir sayının üzerine çıktığında ışınlanan kişilerde gözlenebilir hasarlar meydana gelecektir. Etki eşliğini aşan akut doz almış kişilerde ortaya çıkan bu tür hasarlara **DETERMINİSTİK ETKİLER** denir. Eşik doz aşıldığında mutlak suretle ortaya çıkan etkilerdir.

Kanser ve genetik etkiler ise 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 dozu arttıkça çok daha fazla sayıda hücre hasar görür ve stokastik etkilerin meydana gelme ihtimali artar.

4.5.3. Kromozom hasarlarına etki eden faktörler

4.5.3.1. 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.

4.5.3.2. 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. Bu etkiler;

- erken etkiler
- 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 hasarlardır. 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)

Vücutun 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 1-2 Gy	Orta 2-4 Gy	Şiddetli 4-6 Gy	Çok şiddetli 6-8 Gy	Ölümcül > 8 Gy
Kusma					
Başlama	Işınlamadan 2 saat sonra veya daha geç	Işınlamadan 1-2 saat sonra	Işınlamadan sonraki ilk 1 saat içinde	Işınlamadan sonraki ilk yarım saat içinde	Işınlamadan sonraki ilk 10 dakika içinde
Vaka oranı	% 10-50	%70-90	%100	%100	%100
İshal					
Başlama	Yok	Yok	Hafif 3-8 saat	Kuvvetli 1-3 saat	Kuvvetli Dakikalar mertebesinde veya 1 saat içinde
Vaka oranı	-	-	< %10	> %10	~ % 100
Baş ağrısı	Önemsiz	Hafif	Orta 4-24 saat	Şiddetli 3-4 saat	Şiddetli 1-2 saat
Başlama	-	-	-	-	-
Vaka oranı	-	-	%50	%80	%80-90
Bilinç	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenebilir	Saniyeler / dakikalar süren bilinç kaybı
Başlama	-	-	-	-	Saniyeler / dakikalar
Vaka oranı	-	-	-	-	%100 (>50 Gy de)
Vücut sıcaklığı	Normal	Artma	Ateş	Yüksek ateş	Yüksek ateş
Başlama	-	1-3 saat	1-2 saat	< 1 saat	< 1 saat
Vaka oranı	-	%10-80	%80-100	%100	%100
Tıbbi müdahale	Hastane dışı gözlem	Tam teşekküllü bir hastanede gözlem, gerek duyulduğu takdirde ihtisas hastanesinde tedavi	İhtisas hastanesinde tedavi	İhtisas hastanesinde tedavi	Geçici tedavi (sadece şikayetlere yönelik)

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

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

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

ARS derecesi	Doz (Gy)	Lenfosit sayısı (G/L)* İlk ışınlamadan 6 gün sonra
Klinik öncesi safha	0.1-1.0	1.5-2.5
Hafif	1.0-2.0	0.7-1.5
Orta	2.0-4.0	0.5-0.8
Şiddetli	4.0-6.0	0.3-0.5
Çok şiddetli	6.0-8.0	0.1-0.3
Öldürücü	>8.0	0.0-0.05

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 1-2 Gy	Orta 2-4 Gy	Şiddetli 4-6 Gy	Çok Şiddetli 6-8 Gy	Ölümcül > 8Gy
Lenfositler	0.8-1.5	0.5-0.8	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
Granülositler* (G/L)	>2.0	1.5-2.0	1.0-1.5	=0.5	=0.1
İshal	Yok	Yok	Nadir	<6. ve 9. günler arasında belirir	4. ve 5. günler arasında belirir
Epilasyon	Yok	Orta dereceli, Başlangıç 15. Gün veya daha geç	Orta dereceli veya tam, 11. ve 21. günler arasında	Tamamen, 11 günden önce	Tamamen, 10 günden önce
Gizlenme Süresi (gün)	21-35	18-28	8-18	7 veya daha az	Yok
Tıbbi müdahale	Hastanede gözetim	Hastanede gözetim	Hastanede gözetim	Hastanede gözetim ivedi	Sadece ağrı dindirici tedavi

gerekli değil önerilir gerekli olarak gerekli

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

ARS, Kritik Devre

ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz					
	Hafif 1-2 Gy	Orta 2-4 Gy	Şiddetli 4-6 Gy	Çok Şiddetli 6-8 Gy	Ölümcül > 8Gy
Belirtinin başlaması	> 30 gün	18-28 gün	8-18 gün	< 7 gün	< 3 gün
Lenfosit sayısı (G/L)	0.8-1.5	0.5-0.8	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
Plateletler (G/L) (Trombositler)	60-100 %10-25	30-60 %25-40	25-35 %40-80	15-25 %60-80	< 20 %80-100
Klinik belirtiler	Yorgunluk, halsizlik	Ateş, enfeksiyon, iç kanama, halsizlik, epileksiyon	Yüksek ateş, enfeksiyon, iç kanama, epileksiyon	Yüksek ateş, ishal, kusma, baş dönmesi ve şaşkınlık, tansiyon düşüklüğü	Yüksek ateş, ishal, bilinç kaybı
Ölüm (%)	0	0-50 6 ila 8 hafta arasında	20-70 4 ila 8 hafta arasında	50-100 1 ila 2 hafta arasında	100 1 ila 2 hafta arasında
Tıbbi müdahale	Koruyucu tedbirler	14 - 20 günden itibaren özel koruyucu tedavi; 10 - 20 günden sonra tecrit	7 - 10 günden itibaren özel koruyucu tedavi;başlangıçtan itibaren tecrit	1. günden itibaren özel koruyucu tedavi;başlangıçtan itibaren tecrit	Sadece ağrı dindirici tedavi

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 etkilerdir. Bu tür kazalarda genellikle eller ve parmaklar, nadiren de vücudun diğer kısımları etkilenir. Eldeki yanıklar, radyasyon kaynağına dokunulması veya elin birkaç saniye için bile olsa kaynağa çok yaklaştırılması sonucu meydana gelir. Yanığa sebep olan ısı değil kaynağın radyasyon şiddetidir ve ne yazık ki, vücut ısıya gösterdiği refleksi radyasyon şiddetine göstermez. Bölgesel ışınlanmalar sonucu meydana gelen bu hasarlar, akut radyasyon sendromlarına göre daha sık karşılaşılan olaylardır.

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

EVRE/BELİRTİ	DOZ ARALIĞI (Gy)	BELİRGİNLEŞME ZAMANI (gün)
Eritem	3-10	14-21
Epilasyon	>3	14-18
Kuru Deri Dökülmesi	8-12	25-30
Yaş Deri Dökülmesi	15-20	20-28
Su Kabarcığı Oluşumu	15-25	15-25
Ülser(Açık yaralar)	>20	14-21
Nekroz (Doku ölümü)	>25	>21

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

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 durması gözlenebilir ve bu birkaç ay sürebilir.

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, 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 kazaları sonucu yayılan 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 Alanları

Radyasyon alanları, 23999 sayılı Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 15. maddesine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 15

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. Denetimli Alanlar (Controlled Area)

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

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. Gözetimli Alanlar(Supervised Area)

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

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

6. Radyasyon Maruziyeti Sınırları ve Azaltılması

Doz sınırlama sisteminin üç temel ilkesi aşağıda verilmiştir.

6.1. Uygulamaların gerekliliği

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

6.2. Radyasyon korunmasının optimizasyonu

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

6.3. Doz sınırlaması ve izin verilen doz sınırları

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 10

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

a. Radyasyon görevlileri için etkin doz herhangi bir yılda 50 mSv'i, ardışık beş yılın

ortalaması ise 20 mSv'i geçemez. El ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 500 mSv, göz merceği için 150 mSv'dir.

- b. Toplum üyesi kişiler** için etkin doz herhangi bir yılda 5 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 1 mSv'i geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 50 mSv, göz merceği için 15 mSv'dir.
- c. 18 yaşından küçükler** Tüzüğün 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması içinde 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.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 12

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

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

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 29

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 30

Gerek görülen hallerde tıbbi tanı ve tedavi altındaki hastalara gönüllü ve bilinçli olmak

koşuluyla yardım etmek isteyen veya hasta ziyareti için gelen kişilerin alacakları etkin doz, tanı ve tedavi süresince 5 mSv değerini aşamaz.

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 31

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

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

6.4. Doz azaltılması

6.4.1. Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü

- Zaman, zırhlama ve mesafe**

Radyoaktiviteye mümkün olan en kısa süre temas edilmelidir.

Radyoaktivite ya da radyoaktif ortamda optimum izolasyon sağlanmalı, bu ortamlarda kurşun önlük, kurşun eldiven, kurşun enjektör ve enjektör taşıyıcı, kurşun cam ve maşa kullanımı sağlanmalıdır. Bu ortamları çevreleyen duvarların yeterli beton kalınlığı ve kurşun izolasyonu olmalıdır.

Maruz kalınan radyasyon dozu, uzaklığın karesi ile ters orantılı ($1/R^2$ kuralı) 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**

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

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 Cihazlar

7.1. Kontaminasyon ölçümü ve dekontaminasyon

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

7.2. Etiketleme ve işaretleme

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

- . Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon sembolleri
- . Radyasyona maruz kalma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere gerekli bilgi, semge 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. Cihazlar

- Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite kontrol ve kalibrasyonu yapılmalıdır.
- Her cihazın kolay ulaşılır bir yerde 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 kalarak çalıştırılan kişiler radyasyona maruz kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamalıdır.
- Radyasyonlu alanlarda yapılan işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) kullanımı sağlanmalı ve belli dönemlerde kalibrasyonları yapılarak kayıt altına alınmalıdır.
- 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. (Ek 2)
- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulan bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılması sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetrisi komite temsilcileri tarafından kontrolü yapılarak kaydı tutularak sonuçları komitede değerlendirilmelidir. Radyasyona maruz kalan ya da öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için durum değerlendirmesinin yapılarak ilgili bölüme tavsiyelerde bulunulmalıdır.

9.1. Dozimetre Kullanma Talimatı

- Kişisel dozimetreler, X-ışını ve gamma ışınları yayan cihaz veya radyoaktif madde içeren cihazlarla çalışan personel tarafından kullanılır. Bu dozimetreler, radyasyondan korumaz, belirlenen periyod içerisinde personelin aldığı radyasyon dozlarını ölçer.
- Dozimetreler kullanıcı kişi tarafından radyasyon alanı dışında belirli bir yerde saklanır. Personel her sabah işe başlarken dozimetrelerini buradan alarak kullanır. İş bitiminde dozimetreler yine aynı yere bırakılır.
- Dozimetreyi kullanacak kişi üzerinde, kendi adı yazılı dozimetreyi kullanır. Dozimetre başkası tarafından kullanılmaz.
- Dozimetreler önlük üst cebine, yakaya veya kemere (dozimetre öne gelecek şekilde) klips ile takılarak tüm vücudu temsil eden radyasyon dozunun ölçülmesi sağlanır. Kullanım sırasında dozimetrenin önüne herhangi bir cisim (kalem, isimlik vb.) gelmemesine dikkat edilir.
- Çalışma sırasında kurşun önlük giyiliyorsa, dozimetre, önlüğün altına takılarak tüm vücut dozunun ölçülmesi sağlanır. Dozimetrenin kurşun önlük dışında taşınması durumunda ise kurşun önlük dışında kalan vücut kısımlarının (tiroid, göz lensi, eller vb) aldığı dozlar ölçülmüş olur. İdeal olanı, bu durumdaki personelin iki dozimetre taşımasıdır.
- Dozimetre, çalışma sırasında kazaya uğrarsa veya yüksek radyasyon alındığı düşünülüyorsa durum, bölümün Radyasyon Korunma sorumlusuna ve RGK ya bildirilir, rapor tutulur ve sonuçlar değerlendirilmek üzere TAEK'e gönderilir.
- Dozimetrenin bel, bilek bölgesinde kullanılması halinde, bu durum dozimetre TAEK' e kontrole gönderilirken ilgili formda belirtilir.
- TAEK'e gönderilme işlemi için Radyasyon Güvenliği Sorumlusu tarafından bölümde toplanan dozimetreler, ölçümleri yapılmak ve yenileri ile değiştirilmek üzere TAEK'e gönderilmek için hastane yönetimine teslim edilir.
- Kişisel dozimetre değerlendirme sonuçları, Doz Raporu olarak yeni periyod dozimetreleri ile birlikte TAEK' den alınır.
- Kullanılmadığı sürelerde dozimetre radyasyon alanı dışında bir yerde saklanır. Dozimetre asit buharlı, nemli, ıslak, aşırı sıcak ve soğuk ortamlarda bırakılmaz.
- Dozimetre TAEK tarafından değerlendirilme amacı dışında hiçbir suretle açılmaz. Dozimetredeki film üzerine yazı yazılmaz, flaster, seloteyp, ataç, toplu iğne gibi şeyler doğrudan film paketi üzerine uygulanmaz. Dozimetre zarar görmeyecek şekilde dikkatle korunur.
- Görevden ayrılma halinde, dozimetre TAEK' e iade edilmek üzere bölümün Radyasyon Güvenliği Sorumlusuna teslim edilir.

9.2. Dozimetre Kontrolleri:

- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesinde mevcut olan radyasyon üreten cihazlar "Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği" doğrultusunda, TAEK tarafından lisanslıdır. Yönetmelik gereği yıllık dozun, izin verilen düzeyin 3/10' unu aşma olasılığı bulunan Çalışma Koşulu A durumunda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur.
- İyonize radyasyonun kullanıldığı bölümlerdeki tüm dozimetreler, Radyasyon Güvenliği Sorumlusu tarafından 2 ayda bir toplanarak TAEK' e değerlendirilmek üzere gönderilir.
- Dozimetrelerin içerisindeki filmler TAEK' deki görevliler tarafından yenisi ile veya sirkülasyonu sağlayacak yeni bir dozimetre ile değiştirilir. Teslim edilen dozimetrelerin ölçüm sonuçları ilgili personel tarafından takip edilerek en kısa sürede alınır ve Radyasyon Güvenliği Sorumlusuna teslim edilir.
- TAEK'den alınan tüm sonuçlar Radyasyon Korunma Sorumlusu tarafından dosyalanır. Sonuçlar bölüm tarafından 6 ayda bir RGK'ya rapor edilir.

10. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlar

10.1 Nükleer Tıp (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. Radyoiyot 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 izlenecek 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 koruyucu 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

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

10.1.2.3. Az Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Minör Kontaminasyon)

(Çalışma esnasında az miktarda radyoaktif maddenin saçılması ve dökülmesi)

1. Dökülen sıvının üzerine hemen emici bez veya kağıt konularak yayılmasını önlenir, çevresi işaretlenir ve üzerinden geçişler engellenir.
2. Temizlik esnasında mutlaka eldiven giyilir ve bulaşmış malzemelerin ve ıslak kağıtların içine konulabileceği, plastik bir torba bulundurulur.
3. Dökülen maddenin üzerine konulmuş olan bez veya kağıt alınır ve bir havlu ile, bulaşma alanı dıştan içe doğru olmak üzere kurulanır.
4. Alan iyice kurulandıktan sonra temizleme malzemeleri (dekontaminasyon ilaçları) ile ıslatılmış kağıt havlu ile silinir.
5. Havlunun radyoaktivitesi uygun ölçüm cihazı kullanılarak kontrol edilir. Ortam sayımının iki katını geçen sayımlar, bulaşma olduğunun göstergesidir. Bulaşma bulunuyorsa, kağıt havlularla temizlemeye devam edilir. Yumuşak bir temizleyici sıvı kullanılabilir ancak aşındırıcı temizleyicilerden sakınmalıdır. Temizlik sonunda silme testi tekrarlanır.
6. Temizleme ve silme testi, silme işlemi yapılan havludaki radyasyon düzeyi, ortam sayımının iki katından daha küçük bir değere ulaşıncaya kadar devam ettirilir.
7. Radyasyon korunması görevlisi durumdan haberdar edilir.

10.1.2.4. Fazla Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Majör Kontaminasyon)

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

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

Temizleme işlemi başarılamıyorsa TAEK'e haber verilmelidir.

10.1.2.5. Radyoaktif Maddenin Çalınması Veya Kaybolması

Radyoaktif maddenin bulunabilmesi için araştırma başlatılmalı ve TAEK'e haber verilmelidir.

Aranan radyoaktif madde bulunduğunda, taşıma kabının hasar görüp görmediği incelenmeli ve orijinal aktivitenin bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. (Yarılanma süresi göz önünde tutulmalıdır) Kabin zarar görmüş olması ve aktivite miktarının azalmış olması durumunda TAEK'e haber verilmelidir.

10.1.2.6. Yanlış Radyofarmasötik Veya Yanlış Doz Uygulanması

Yanlış hastaya radyofarmasötik verilmesi, hastaya yanlış dozda radyofarmasötik verilmesi, hastaya yanlış radyofarmasötik verilmesi veya radyofarmasötiğin yanlış yöntemle uygulanması gibi durumlarda hastanın en az zararı görmesi için gerekli müdahale yapılmalı ve bu durumların kayıtları tutulmalıdır. Tedavi uygulamalarında uygulanması gereken dozun %10'undan fazlasının, teşhis uygulamalarında ise uygulanması gereken dozun %50'den fazlasının uygulanması yanlış doz verilmiş olduğunu gösterir.

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

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

10.1.3. Tehlike Durumu Ve Olağandışı Durumlarda Tutulacak Kayıtlar :

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

10.2. Radyoloji

10.2.1. 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 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 halinde alınması gerekli önlemler derhal yerine getirilir ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK'e bildirilir.
3. 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 TAEK'e bildirilir.
4. Radyasyon kazasından sonra, yönetmelikte belirtilen sınırlar üzerinde radyasyona maruz kalan radyasyon görevlilerinin, eski görevlerine devam etmesinde bir sakınca bulunmadığının resmi sağlık kuruluşu tarafından bir raporla belirlenmesi halinde, bu kişiler eski görevlerine devam edebilirler. Raporla eski görevine devamı sakıncalı görülen radyasyon görevlileri, sosyal ve ekonomik durumları, yaşları ve özel becerileri göz önüne alınarak radyasyona maruz kalmasını gerektirmeyecek başka bir görevde çalıştırılır.
5. Tehlike durumu ve kaza söz konusu olmamakla birlikte, doz sınırlarının aşılmasından şüphe edilmesi halinde konuya ilişkin araştırma ve sonuçlar bir raporla TAEK'e yazılı olarak bildirilir.
6. Radyasyon kaynaklarının kaybı, çalınması veya hasar görmesi halinde, ivedilikle gerekli önlemler alınır ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK'e bildirilir.

11. Kayıtlar

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

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 69

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

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 ışınlanma 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.

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

12. Araştırma Amaçlı Işınlamalar

12.1. İnsan çalışmaları

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 çalışmaları

- Radyoaktif madde uygulanan hayvan kafesleri etiketlenerek, uygulanan radyoaktif madde cinsi ve dozu belirtilmelidir.
- Non-radyoaktif hayvanlar ile ayrı ortamlarda tutulmalıdır.
- Havaya radyoaktivite karışma riski nedeni ile uygun havalandırma sistemleri kullanılmalıdır.
- Hayvan çıkartıları ve atıkları *radyoaktif atık* işlemi görmelidir.
- Hayvan bakıcıları radyasyon güvenliği konusunda eğitilmelidir.

12.3. Etik Kurul İle Kooperasyon

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

13. Personel Eğitimi

Hastanemizde öncelikle radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane personelinin aşağıdaki plana göre eğitimi planlanır

- . İşe başlamadan önce
- . Düzenli olarak her yıl
- . Koşullarda, mevzuatta veya lisans koşullarında değişiklik olduğunda

"ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" personelin kolayca ulaşacağı hastane web sitesinde yayınlanarak okunması sağlanacaktır.

14. Hamilelik ve Tıbbi Işınlama

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

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

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

Radyasyona maruz **KALMAMIŞ** hamile popülasyonundaki 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 sinir sistemine ait malformasyonlar

SSS özellikle konsepsiyon sonrası 8-25. Haftalarda radyasyona duyarlıdır.

100 mGy üzerindeki fetal dozlarda mental fonksiyonlarda (IQ) azalmaya yol açabilir.
1000 mGy dozlarında ise ciddi mental retardasyon ve mikrosefali gelişebilir.

14.2. Lösemi ve diğer 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 <u>olmama</u> olasılığı	Kanser <u>olmama</u> 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 için lütfen "3.1.1.4. 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)

Floroskopi ve BT uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar

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

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

14.6. Rutin nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan 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
İşaretli 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. Gebeliğin sonlandırılması

Fetal dozun 100 mGy'den düşük olduğu durumlarda radyasyon riski temel alınarak gebeliğin sonlandırılması uygun değildir.

500 mGy'den yüksek dozlarda ciddi fetal hasar riski bulunmaktadır.

100-500 mGy arası fetal dozlarda ise olgu bazında değerlendirme yapılmalıdır.

15. Lisans İşlemleri

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 50

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.

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 54

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

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

16. İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar

"ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" hazırlanırken TAEK Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Taslağı'ndan yararlanılmıştır.

- **Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği**; 24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.

17. İlgili Terimler

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

radasyon riski yüksek olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radasyon kaynağının teknik özellikleri ve radasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.

- **Radasyon:** Geçtikleri ortamda doğrudan veya dolaylı iyon çifti oluşturabilen enerjideki parçacık ve elektromagnetik dalga olup bu Tüzükte kullanılan radasyon terimi iyonlaştırıcı radasyonu ifade eder.
- **Radasyon Görevlisi;** Radasyon Güvenliği Yönetmeliği 10 uncu maddesinde belirtilen yıllık doza maruz kalma olasılığı bulunan ve bu Yönetmeliğin 15 inci maddesinde belirtilen denetimli ve gözetimli alanlarda görevi gereği radasyon kaynağı ile çalışan kişidir.
- **Radasyon Güvenliği Uzmanı;** mühendislik veya fen bilimleri alanında aldığı temel eğitim üzerine radasyon güvenliği alanında lisans üstü eğitimi veya radasyon güvenliği ile ilgili olarak katıldığı yurt içi ve/veya yurt dışı eğitimi Kurum tarafından uygun görülüp onaylanan ve radasyon güvenliği konusunda en az 4 (dört) yıllık deneyime sahip kişidir.
- **Radasyon kaynağı:** Radyoaktif maddeler ve radasyon yayan veya üreten cihazlardır.
- **Radasyon üreten cihaz:** Yüklü parçacık veya ağır iyonları hızlandırarak belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında iyonlaştırıcı radasyon üretmek üzere yapılmış röntgen cihazları, betatron, lineer akseleratör, siklotron ve nötron jeneratörü gibi cihazlardır.
- **Radasyon yayan cihaz:** Bir veya birkaç tür iyonlaştırıcı radasyonu belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında yaymak amacıyla yapılmış olan ve radyoaktif madde içeren cihazdır.
- **Radasyon korunması sorumlusu:** Radasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenerek TAEK tarafından onaylanmış kişidir.
- **Radyoaktivite:** Kararsız atom çekirdeklerinin parçacıklı ve/veya elektromanyetik radasyonlar yayınlamak sureti ile başka atom çekirdeklerine dönüşmesi olup birimi Becquerel'dir.
- **Radyoaktif madde:** Bir veya birden çok iyonlaştırıcı radasyon 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 bulunan 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. ÇOMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi ile Bağlantı Bilgileri

Bölüm	Tel
Başhekim Yard.	1000
Nükleer Tıp	2031
Radyoloji	1080
Radyoloji	1080
Beyin Cerrahisi	1090
Anestezi ve Reanimasyon	1141

Kardiyoloji

Üroloji

Hastane müdürü

Başhemşirelik

19. TAEK Acil Telefonları

Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak TAEK telefonları

TAEK Acil Durum Bildirim Hattı	+90 (312) 295 8947 444taek@taek.gov.tr 444 TAEK (444 8235)
TAEK Bşk.	(312) 287 57 23 / 287 52 46
RSGD Bşk.	(312) 285 96 68
Santral	(312) 295 87 00
Faks	(312) 285 42 84

20. İlgili Linkler

- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
www.taek.gov.tr
- European Commission (radiological protection pages):
europa.eu.int/comm/environment/radprot
- International Atomic Energy Agency (IAEA)
www.iaea.org
- International Commission on Radiological Protection (ICRP)
www.icrp.org
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
www.unscear.org
- World Health Organization (WHO)
www.who.int

