MARMARA ÜNİVERSİTESİ
HASTANESİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYIN NO :707
TIP FAKÜLTESİ YAYIN NO : 13

Radyasyon Güvenliği Elkitabı



FUAT DEDE

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYIN NO : 707
TIP FAKÜLTESİ YAYIN NO : 13

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ

RADYASYON GÜVENLİĞİ ELKİTABI

Hazırlayan

Dr. Fuat DEDE
Nükleer Tıp Uzmanı
Nükleer Tıp A.D.
Marmara Üniversitesi Hastanesi

Katkıda bulunanlar

Yrd. Doç. Dr. İhsan N. AKPINAR (Radyoloji A.D.)
Uzm. Fiz. Öznur ŞENKESEN (Radyasyon Onkolojisi A.D.)

2004
İSTANBUL

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ISBN 975-400-273-8

Marmara Üniversitesi
Döner Sermaye İşletmesi
Teknik Eğitim Fakültesi
Matbaa Biriminde Basılmıştır

Not: Hastane içi kullanım içindir. Para ile satılamaz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Marmara Üniversitesi Hastanesi
Radyasyon Güvenliği Komitesi

Prof. Dr. Canan ERZEN
Radyoloji A.D.
(Başkan)

Prof.Dr. H. Turgut TUROĞLU
Nükleer Tıp A.D.

Doç. Dr. Nihat KODALLI
Radyoloji A.D.
(Başhekim Yrd.)

Yrd. Doç. Dr. Meriç ŞENGÖZ
Radyasyon Onkolojisi A.D.

Yrd. Doç. Dr. İhsan N. AKPINAR
Radyoloji A.D.

Yrd. Doç. Dr. Ufuk ABACIOĞLU
Radyasyon Onkolojisi A.D.

Uzm. Dr. Fuat DEDE
Nükleer Tıp A.D.

Fiz.Yük .Müh. Meral DEĞER
Nükleer Tıp A.D.

Uzm. Fiz. Öznur ŞENKESEN
Radyasyon Onkolojisi A.D.

Uzm. Fiz. Zeynep ÖZEN
Radyasyon Onkolojisi A.D.

Rad. Tek. Zeynep DİNÇER
Radyoloji A.D.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

Önsöz

Radyasyon kaynaklarının Hastanemizde tanı, tedavi ve araştırma alanlarında kullanılması radyasyon güvenliği kavramını da gündeme getirmiştir. Yasa gereği hastanemizde kurulan Radyasyon Güvenliği Komitesi, bu konuda bir el kitabı hazırlatmak üzere Nükleer Tıp Anabilim Dalı öğretim üyesi Uzm. Dr. Fuat Dede'yi görevlendirmiştir.

Dr. Fuat Dede'nin titiz ve uzun araştırmaları ile ortaya çıkan el kitabına Dr. İhsan Akpınar radyoloji ve Uzm.Fiz. Öznur Şenkesen radyasyon onkolojisi ile ilgili ayrıntıları eklemişler ve böylece eksiksiz bir referans kaynağı olmuştur. İnsan sağlığını radyasyondan koruma ile ilgili bilgi sağlayan bu kitabın hastane personelinin anlayacağı ve uygulamalarda yararlanabileceği bir formatta hazırlanması yanı sıra çağdaş radyasyon kuramlarını içermesi uzun ve titiz bir çalışmayı gerektirmiştir. Dr. Fuat Dede'ye değerli emekleri ve katkıları için teşekkür ederiz.

Radyasyon Güvenliği Komitesi Adına:
Prof. Dr. Canan ERZEN

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

İçindekiler

Sayfa

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1.Amaç ve faaliyet alanı 1
2. Yetki ve sorumluklular 1
2.1. Marmara Üniversitesi Hastanesi 1
2.2. Radyasyon Güvenliği Komitesi, fonksiyon ve sorumlulukları 1
3. Hastanemizde Radyasyonla çalışan birimler 4
3.1. "3153" no'lu yasaya tabi olan bölümler 4
3.1.1. Nükleer Tıp 4
3.1.1.1. Nükleer Tıp laboratuarında çalışırken uyulması gereken kurallar 5
3.1.1.2. Nükleer Tıp ve emzirme 6
3.1.1.3. Hasta taburcu işlemleri 7
3.1.1.4. Radyonüklid tedavisi sonrası hamilelik 7
3.1.1.5. Radyoaktif atıklar 8
3.1.1.5.1. Radyoaktif atıkların yönetimine ilişkin TAEK tarafından belirlenen hususlar 8
3.1.1.5.1.1. Katı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli hususlar 8
3.1.1.5.1.2. Sıvı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli hususlar 9
3.1.1.5.1.2.1. Uyulması gerekli hususlar 9
3.1.1.5.1.2.2. Kanalizasyona bırakma sınırları 10
3.1.2. Radyasyon Onkolojisi 11
3.1.3. Radyoloji 12
3.1.3.1. Radyoloji Departmanında TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar 12
3.1.3.1.1. Çalışanların uyması gereken kurallar 12
3.1.3.1.2. Hastanın radyasyon güvenliği 15
3.1.3.1.3. Cihazların radyasyon güvenliği 17
3.2. Rutin işlerinde radyasyon kullanan diğer birimler 17
4. Radyasyon 17
4.1. Radyasyon çeşitleri 18
4.1.1. Alfa parçacıkları 18
4.1.2. Beta parçacıkları 18
4.1.3. X ışınları 19
4.1.4. Gama ışınları 19
4.1.5. Nötronlar 19
4.2. Radyasyon birimleri 19
4.3. Radyasyon kaynakları 20
4.3.1. Doğal radyasyon kaynakları 20
4.3.2 .Yapay radyasyon kaynakları 20
4.4. Tıbbi uygulamalar 21
4.5. Radyasyonun biyolojik etkileri 22
4.5.1. Radyasyonun hücre ile etkileşimi 22
4.5.2. Radyasyonun kromozoma verdiği hasarların sonuçları 22
4.5.3. Kromozom hasarlarına etki eden faktörler 23
4.5.3.1. Radyasyonun özelliklerine bağlı faktörler 23
4.5.3.2. Organizmanın özelliklerine bağlı faktörler 23

4.5.4. Biyolojik etkilerin sınıflandırılması 23
4.5.4.1. Erken etkiler (akut ışınlanma etkileri) 23
4.5.4.1.1 Akut radyasyon sendromları (ARS) 24
4.5.4.1.2. Bölgesel radyasyon hasarları (BRH) 26
4.5.4.2. Gecikmiş etkiler (Kronik ışınlama etkileri) 28
4.6. Nükleer santral kazaları sonucu yayılan radyasyondan korunma 28
5. Radyasyon alanları 28
5.1. Denetimli alanlar (Controlled Area) 28
5.2. Gözetimli alanlar(Supervised Area) 29
6. Radyasyon maruziyeti doz sınırları ve azaltılması 29
6.1. Uygulamaların gerekliliği 29
6.2. Radyasyon korunmasının optimizasyonu 29
6.3. Doz sınırlaması ve izin verilen doz sınırları 29
6.4. Doz azaltılması 31
6.4.1. Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü 31
6.4.2. İnternal (vücut içi) radyasyon dozunun kontrolü 32
7. Ölçüm, işaretleme ve cihazlar 32
7.1. Kontaminasyon ölçümü ve dekontaminasyon 32
7.2. Etiketleme ve işaretleme 33
8. Cihazlar 33
9. Personel ölçüm ve izlem 33
10. Tehlike durumu ve olağandışı durumlar 34
10.1. Nükleer Tıp 34
10.1.1. Tehlike ve acil durum nedenleri : 34
10.1.2. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda izlenecek yöntemler: 34
10.1.2.1. Yangın, deprem, patlama gibi acil durumlar 34
10.1.2.2. Sipariş edilen radyoaktif maddenin gelmemesi 35
10.1.2.3. Az miktarda radyoaktif madde dökülmesi (Minör Kontaminasyon) 35
10.1.2.4. Fazla miktarda radyoaktif madde dökülmesi (Majör Kontaminasyon) 36
10.1.2.5. Radyoaktif maddenin çalınması veya kaybolması 37
10.1.2.6. Yanlış radyofarmasötik veya yanlış doz uygulanması 37
10.1.2.7. Radyoiyot tedavisi görmüş hastalara acil müdahale gerekmesi ve ölmesi durumu 37
10.1.3. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda tutulacak kayıtlar : 38
10.2. Radyasyon Onkolojisi 38
10.2.1 Lineer akseleratör cihazı için tehlike ve olağan dışı durumlarda izlenecek yöntemler 38
10.2.1.1. Tehlike ve acil durum nedenleri 38
10.2.1.1.1.Cihazın mekanik olarak arızalanması 38
10.2.1.1.2. Personel eğitiminin yetersizliğinden ve diğer nedenlerden kaynaklanabilecek olası tehlikeler ... 39
10.2.1.2. Kaza durumunda izlenecek yöntemler 40
10.2.1.3. Kaza durumunda başvurulacak ve müdahalede görev alacak personel 40
10.2.1.4. Kaza durumunda kullanılacak araç,gereç ve cihazlar 41
10.2.1.5. Kaza raporu ve kayıtlar 41
10.2.2. Simülatör cihazı için tehlike ve olağan dışı durumlarda izlenecek yöntemler 42
10.2.2.1. Tehlike ve acil durum nedenleri 42
10.2.2.2. Kaza durumunda izlenecek yöntemler 43

10.2.2.3. Kaza durumunda başvurulacak ve müdahalede görev alacak personel 43
10.2.3. Gamma knife cihazı için tehlike ve olağan dışı durumlarda izlenecek yöntemler 44
10.2.3.1. Tehlike ve acil durum nedenleri 44
10.2.3.1.1. Cihazın mekanik olarak arızalanması 44
10.2.3.1.2. Personel eğitiminin yetersizliğinden ve diğer nedenlerden kaynaklanabilecek olası tehlikeler 45
10.2.3.2. Kaza durumunda izlenecek yöntemler 45
10.2.3.3. Kaza durumuda başvurulacak ve müdahalede görev alacak personel 46
10.2.3.4.Kaza durumunda kullanılacak araç, gereç ve cihazlar 46
10.2.3.5. Kaza raporu ve kayıtlar 47
10.3. Radyoloji 48
10.3.1. Kaza veya tehlike durumunda yapılması gerekenler 48
11. Kayıtlar 49
11.1. Personele ilişkin kayıtlar 49
11.2. Radyasyon kaynaklarına ilişkin kayıtlar 49
11.3. Radyoaktif atıklara ilişkin kayıtlar: 50
11.4. Kazaya ilişkin kayıtlar: 50
12. Araştırma amaçlı ışınlamalar 50
12.1. İnsan çalışmaları 50
12.2. Hayvan çalışmaları 50
12.3. Etik kurul ile kooperasyon 51
13. Personel eğitimi 51
14. Hamilelik ve tıbbi ışınlama 51
14.1. Santral sinir sistemine ait malformasyonlar 52
14.2. Lösemi ve diğer kanserler 52
14.3. Hamilelik öncesi ışınlama 53
14.4. Hamilelik potansiyeli olan hastaların değerlendirilmesi 53
14.5. Rutin radyolojik uygulamalarda maruz kalınan fetal dozlar 53
14.6. Rutin nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan fetal dozlar 54
14.7. Gebeliğin sonlandırılması 54
15. Lisans 54
16. İlgili tüzük, yönetmelik, yönerge ve diğer kaynaklar 55
17. İlgili terimler 56
18. M.Ü. Hastanesi Radyasyon Güvenlik Komitesi bağlantı bilgileri 59
19. TAEK acil telefonları 60
20. İlgili linkler 60

ISBN 975-400-273-8

Marmara Üniversitesi
Döner Sermaye İşletmesi
Teknik Eğitim Fakültesi
Matbaa Biriminde Basılmıştır

Not: Hastane içi kullanım içindir. Para ile satılamaz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

1. Amaç ve Faaliyet Alanı

Marmara Üniversitesi Hastanesi, dünyanın en kalabalık şehirlerinden biri olan İstanbul'da; tıp eğitimi, toplum sağlığı ve bilimsel araştırma hizmetleri veren bir kurumdur. Üniversite hastanemizdeki radyoaktif maddeler ve radyasyon üreten cihazlar, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile bu amaçla yoğun olarak hizmet vermektedirler.

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

2. Yetki ve Sorumluklular

2.1. Marmara Üniversitesi 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* gibi en az 2 tanesinin yapıldığı devlet hastaneleri, askeri hastaneler, *üniversite hastaneleri* ve özel hastanelerde çalışanların, hastaların ve çevrenin radyasyondan korunma ve güvenliğini sağlamak amacıyla 02.07.2002 tarihli resmi yazısı ile "Radyasyon Güvenliği Komitesi" kurulması istenmiştir.

Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi, radyasyon güvenliği ve korunması bilincini oluşturabilmek için yukarıda belirtilen tarihten önce, 27.09.2001'de Marmara Üniversitesi Hastanesi Başhekimliği görevlendirmesiyle resmen kurulmuştur. Yılda 4 kez toplanan komitede katılım oranı, ortalama %95 (minimum %86) düzeyindedir.

Kaynak: Dede F ve ark. Hastanemiz radyasyon güvenliği komitesinin işlevselliği. Turk J Nucl Med. 2003;12:74 (P-110)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

M.Ü. Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi 2003-2004 yılı Üyeleri

Komite Başkanı

Prof.Dr. Canan ERZEN
(Radyoloji AD.)

Komite Üyeleri

M.Ü. Hastanesi Başhekimliği	Nükleer Tıp AD.	Radyasyon Onkolojisi AD	Radyoloji AD
Başhekim Yardımcısı Doç.Dr. Nihat KODALLI (Radyoloji AD.)	Prof.Dr. H.Turgut TUROĞLU Uzm.Dr. Fuat DEDE Fiz.Yük.Müh. Meral DEĞER	Yrd.Doç.Dr. Meriç ŞENGÖZ Yrd.Doç.Dr. Ufuk ABACIOĞLU Uzm.Fiz Öznur ŞENKESEN Uzm.Fiz. Zeynep ÖZEN	Yrd.Doç.Dr. İhsan N. AKPINAR Rad.Tek. Zeynep DİNÇER

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

1) Komite üyeleri; lisans sahibi/sahipleri, radyasyon korunması görevlisi/görevlileri, medikal fizikçiler, hemşire temsilcisi, hastane yönetimi temsilcisi (başhekim, başhekim yardımcısı, 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 diagnoz 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 başkanı seçimle göreve gelmesi tavsiye edilir.
5) Toplantıların radyasyon korunması görevlisi ve hastane yönetim temsilcisi mutlaka olmak kaydıyla çoğunluk sağlandığı takdirde yapılması tavsiye edilir.
6) Her komite toplantısı rapor edilmeli ve bu raporun aşağıdaki hususları içermesi tavsiye edilir.
    a) Toplantı tarihi,
    b) Toplantıya katılan ve bulunamayan üyeler,
    c) Tartışılan ve karara varılan hususlar,

d) Yapılmasına karar alınan işler ve tavsiyeler,

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

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

- Komite, Türkiye Atom Enerji Kurumu'nun ve diğer ilgili kuruluşların (Sağlık Bakanlığı gibi) yayınlamış oldukları radyasyondan korunma ve güvenliği mevzuatını inceleyip, yerine getirmekle yükümlü olduğu tüm hususları yürürlüğe koymak üzere ayrıntısıyla planlayıp; tanı, tedavi ve araştırma amaçlarıyla radyasyonla çalışılan her bölüm için bir organizasyon şeması oluşturup uygulanmasını sağlamalıdır.
- Komite, radyasyon uygulamalarının yapıldığı bölümlerde çalışanların, halkın ve hastaların radyasyon güvenliğini sağlamak ve kişisel veya kolektif dozları ALARA prensibine uygun şekilde en az seviyede tutabilmek için tüm radyasyonla çalışılan bölümlerde günlük çalışma imkanlarını ve şartlarını belirleyerek ve tehlike durumunda yapılacak işlemleri ve alınacak önlemleri de içerecek şekilde ekteki formata uygun ayrıntılı bir "Radyasyon Güvenliği El-Kitabı" hazırlanmasını sağlamalı, onaylamalı, tüm radyasyon görevlilerinin ulaşabileceği şekilde ilgili bölümlere dağıtmalı, gerekli görüldüğünde ve her yıl bunu yenilemelidir.
- Her toplantıda tesiste bulunan tüm radyasyon kaynaklarının envanterinin tutmak ve bunları belirlenen periyotlarda güncellemektir.
- Komite kullanılan radyasyon kaynaklarına ilişkin güvenlik analizlerinin yapılarak gerekli güvenlik analiz raporlarının hazırlanmasını sağlar.
- Komite, her toplantıda yürürlükteki radyasyondan korunma ve güvenliği programları dahilinde alınan kişisel ve kolektif dozları değerlendirmesi ve personelin bu değerlendirmeler hakkında bilgi sahibi olmasının sağlanması, iyileştirme gerektiren uygulamalara dönük tavsiyeleri belirlemelidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- 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 radyasyon korunması 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 El-Kitabı"nın bir kopyasını TAEK'e göndermelidir.

Kaynak: www.taek.gov.tr <http://www.taek.gov.tr>, TAEK tarafından hazırlanan "Radyasyon Güvenliği Komitesi Çalışma Usul ve Esasları"

3. Hastanemizde Radyasyonla Çalışan Birimler

3.1. "3153" nolu yasaya tabi olan bölümler

3.1.1. Nükleer Tıp

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

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Bölümümüzde; sıcak oda/radyofarmasötik odası (1 adet), uygulama/enjeksiyon odası (1 adet), hasta bekletme/kardiyolojik stres odası (1 adet) ve görüntüleme odaları (3 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 laboratuarında çalışırken, TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

1. Laboratuarla 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 laboratuara 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. Laboratuarda çalışırken laboratuar 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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

8. Laboratuarda kullanılan giysilerin laboratuar dışına çıkarılması önlenmeli, koruyucu giysiler çıkarılıp eller ayaklar monitörize edildikten sonra laboratuar dışına çıkılmalıdır.
9. Laboratuar içinde yiyecek, içecek ve kişisel eşyaların bulundurulmamasına özen gösterilmelidir.
10. Ellerde yara varsa bandajlı bile olsa laboratuarda çalışılmamalıdır.
11. Elektrik düğmeleri, musluklar, kapı kolları, telefon ahizelerinin kontamine olmamalarına dikkat edilmelidir.
12. Çalışırken vücutta kesik ve çiziklere neden olabilecek keskin uçlu malzeme kullanmaktan kaçınılmalıdır (kırık ve çatlak cam eşyalar gibi.)
13. Laboratuarda kullanılan şişelerin muhafaza kaplarının kapaklarının kolay açılabilir olmasına dikkat edilmeli ve uygun etiketleme işlemi yapılmalıdır.
14. Laboratuar 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 laboratuar monitörü sağlanmalıdır. Kontaminasyon saptanması halinde de-kontaminasyona 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 tıp uygulamalarında kullanılan birçok radyonüklid anne sütünden salgılanır. 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)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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

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

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	Feokromositoma	7500	3 ay
P-32 Fosfat	Polisitemi vb.	200	3 ay
Sr-89 Klorür	Kemik metastaz	150	24 ay
Y-90 Kolloid	Artritik eklem	400	0
Y-90 Kolloid	Malignite	4000	1 ay
Er-169 Kolloid	Artritik eklem	400	0

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

3.1.1.5. Radyoaktif atıklar

Radyoizotop ve radyoaktif atıkların bekletilmesi ve izolasyonu için Marmara Üniversitesi Başhekimliğince Nükleer Tıp Anabilim Dalına özel, kilitli, Radyoaktif Atık Deposu tahsis edilmiştir.

Genel olarak nükleer tıp laboratuarlarında 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

a) 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 enerjisini 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.

b) Yukarıda belirtilen özelliklere sahip atık biriktirme kabının içerisinde yeterli büyüklükte ve uç kısımları kabın üst kısmından dışarı taşacak şekilde bir plastik torba yerleştirilir.

c) Radyoaktif katı atık biriktirme kabının bulunduğu ortamda, radyoaktif olmayan katı atıklar için ayrı bir biriktirme kabı bulundurulur. Radyoaktif olmayan atıklar hiç bir şekilde radyoaktif atık kutularına atılmazlar. Şüphe edilen atıklar radyoaktif atık kabul edilir.

d) Biriktirme kabı dolduğunda plastik torbanın ağzı sıkı şekilde bağlanarak etiketlenir.

e) Radyoaktif atık içerisinde tehlikeli kimyasal maddeler veya başka zehirleyici maddeler karıştırılmaz. Ancak kaçınılmaz olarak meydana gelen karışmalar etiketler üzerinde belirtilir.

f) Torbalar, uzun süreli atık bekletme yerlerine nakledilerek üzerlerindeki etiketler 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 oda şeklinde de yapılabilir. Buharlaşma yapabilecek atıklar için havalandırma sistemi sağlanır.

g) Katı radyoaktif atıklar uzun süreli atık bekletme yerlerinde plastik depoların yüzeylerindeki radyasyon doz şiddeti 5 microSv/saat değerine düşünceye 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.

3.1.1.5.1.2.1. Uyulması gerekli hususlar

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 dağılabilir 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 maddeleri veya diğer eczaları bulunduruyorsa kanalizasyona bırakılmadan önce bölgesel yetkili otoritelerden (belediye) izin alınır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

3.1.1.5.1.2.2. 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 laboratuarda 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:

$$\Sigma k \quad \frac{A_K}{ALI_{min}} \leq 10$$

- Kanalizasyona her bir gönderme için uygulanacak radyoaktivite:

$$\Sigma k \quad \frac{A_K}{ALI_{min}} \leq 1$$

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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	4×10^{8}	Sr-89	50.55 g	6×10^{6}
P-32	14.29 g	5×10^{6}	Y-90	64.1 g	5×10^{6}
Cr-51	27.704 g	2×10^{8}	Co-56	78.76 g	2×10^{6}
Ga-67	3.261 g	8×10^{7}	Co-58	70.8 g	7×10^{6}
Ga-68	68 d	2×10^{8}	C-14	5730 yıl	4×10^{7}
Tl-201	73.06 s	3×10^{8}	Au-198	2.696 s	1×10^{7}
In-111	2.83 g	5×10^{7}	I-123	13.13 s	9×10^{7}
Tc-99m	6.02 s	1×10^{9}	I-125	60.14 g	1×10^{6}
Hg-197	64.14 s	6×10^{7}	I-131	8.04 g	8×10^{5}

d: dakika, **s**: saat, **g**: gün

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

3.1.2. Radyasyon Onkolojisi

Radyasyon Onkolojisi Ana Bilim Dalı, halen eğitim fonksiyonunun yanı sıra, TAEK lisansı ile tedavi amaçlı sağlık hizmeti vermektedir.

Bölümümüzde, 1 Lineer Hızlandırıcı cihazı, 1 Simülatör cihazı 1, Gamma-Knife cihazı, vardır.

GE Saturne 42 model Lineer Hızlandırıcı tedavi cihazı, 6-18MV foton ve 4.5, 6, 7.5, 9, 12, 15, 18, 21 MeV elektron olmak üzere iki farklı tipte ışın verme özelliğine sahiptir. Oda duvar kalınlıkları ve zırhlamaları TAEK tarafından uygun bulunan şekilde yapılmıştır. Tedavi alanlarının belirlenmesinde Nükletron Oldeft Simülix HP simülatör cihazı kullanılmaktadır. Radyoterapi merkezlerinde kullanılan simülatör cihazı skopi yapabilen ve film çekebilen röntgen cihazı gibidir. Ancak tedavi alanının boyutları, ışın yönünün açısı, tedavi mesafesi gibi tüm parametreler tedavi cihazındaki gibi bu cihazda ayarlanabilir. Gerektiğinde simülatör ile belirlenen alana bilgisayarlı tomografi çekilerek tedavi planlama bilgisayarına network yardımı ile aktarılan kesitlerde hasta doz planı yapılabilmektedir.

Bölümümüzde bulunan Gamma -Knife tedavi cihazı, çapı 4cm den küçük malign , bazı benign tümörlerin ve AVM (arterio-venöz malformasyon) tedavilerinde kullanılmaktadır. 201 adet radyoaktif kobalt-60 kaynağının tek bir noktada odaklanması ile tedavi alanları oluşur. 18, 14, 8 ve 4mm kolimatörlere sahiptir. Hasta tedavi planlaması CT , MR

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ve/veya anjiografi görüntülerinin planlama bilgisayarına aktarılması ile gerçekleştirilir. Uygun koordinatlar hasta başına fikse edilen çerçeve ile ayarlanır.

Bölümümüzde kullanılan cihazların yaydığı radyasyon yalnız hasta tarafından absorblanır. Hasta tedavisini olduktan sonra dışarıya radyasyon yaymaz. Bu nedenle tedavi olan hastalar günlük yaşamlarını sürdürebilir, çevresi için herhangi bir önlem alınmasına gerek yoktur.

3.1.3. Radyoloji

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı; asistan ve öğrenci eğitimi yanı sıra yüksek lisans eğitimi sağlamakta, hastanemizin ve yakın bölgemizin tıbbi görüntüleme, teşhis ve tedavi ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Radyoloji departmanında TAEK lisansı ile faaliyet gösteren 4 adet röntgen cihazı, bir adet floroskopi cihazı, bir adet anjiografi cihazı, bir adet bilgisayarlı tomografi cihazı, bir adet C-kollu floroskopi cihazı ve bir adet manyetik rezonans görüntüleme cihazı bulunmaktadır. Ayrıca yatan hastalar için 3 adet portable röntgen cihazı hizmet vermektedir.

3.1.3.1. Radyoloji Departmanında 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. Tanı ve tedavi amaçlı radyasyon ışınlanmasına maruz kalanlara ve doğal radyasyon seviyelerine doz sınırlamaları uygulanmaz.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 çalıştırılamaz. 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 maddenin solunum veya sindirim sistemine geçebileceği alanlarda çalıştırılamaz.

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 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.

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 tüzüğün 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılamazlar. 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 batın yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı 1 mSv'dir.

6. Görevi gereği ışınlamalar için ikincil sınırlar;

a. Görevi gereği ışınlanmalar için doz sınırları ile uygunluğu sağlamak üzere, eşdeğer doz indisleri ve yıllık vücuda alınma sınırları değerleri (ALI) 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 yapılmalıdır. Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

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, 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.

3.1.3.1.2. 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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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, halk için bir yıllık en yüksek izin verilen doz düzeyi aşılamaz. Çok özel durumlarda TAEK tarafından onaylanmak koşuluyla radyasyon görevlileri için izin verilen ortalama yıllık doz düzeyine izin verilebilir.

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

3.1.3.1.3. Cihazların Güvenliği

1. Radyolojik görüntülemelerde kullanılacak cihazların bulundukları 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 parametreleri ilk kurulduklarında ve daha sonra düzenli olarak ölçmelidir,
   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.

3.2. Rutin işlerinde radyasyon kullanan diğer birimler

- Ameliyathane (Skopi cihazı)
- Kan bankası (Sezyum-137, Kan Işınlama Cihazı : IBL 437 C)
- Kardiyoloji (Anjiografi Ünitesi)
- RIA laboratuarı (Biyokimya AD)
- Radyoaktif madde kullanan veya radyasyon üreten cihazların kullanıldığı diğer birimler

4. Radyasyon

Ana kaynak www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm'dir. 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 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 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	1Ci=3.7×10^{10} Bq 1 Ci=37GBq
IŞINLANMA 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 γradyasyonu 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.	1C/kg=3876 R1R=2.58×10^{-4} C/kg
SOĞURULMUŞ DOZ	radiation absorbed dose (rad); ışınlanan maddenin 1 kg'ında 10^{-2} Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	Gray (Gy) , ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	1Gy=100rad 1rad=0.01 Gy
DOZ EŞDEĞERİ	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. Rem=(rad)x(W_R)*	Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır. Sv=(Gy)x(W_R)*	1Sv=100 rem 1rem=0.01Sv

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

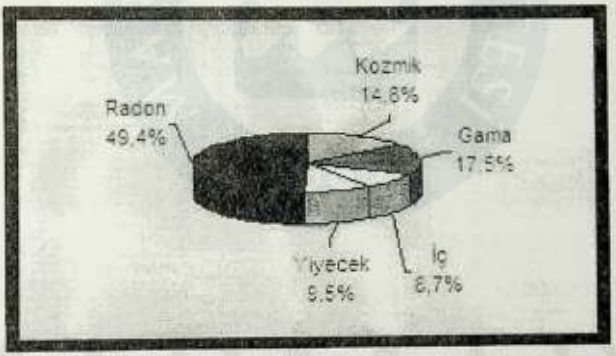
MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 ışınlara 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, bir çok 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 serpintiler, 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)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 bir çok organ yada 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 eşiğini aşan akut doz almış kişilerde ortaya çıkan bu tür hasarlara **DETERMİNİSTİK 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 dozu

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

arttıkça çok daha fazla sayıda hücre hasar görecek 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 kalıtımsal biyolojik etkilerin oluşmasına yol açarlar. Etkiler

- 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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 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	Yok	Yok	Hafif	Kuvvetli	Kuvvetli
Başlama	-	-	3-8 saat	1-3 saat	Dakikalar mertebesinde veya 1 saat içinde
Vaka oranı		-	< %10	> %10	- % 100
Baş ağrısı	Önemsiz	Hafif	Orta	Şiddetli	Şiddetli
Başlama	-	-	4-24 saat	3-4 saat	1-2 saat
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)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 laboratuar 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; 10^9 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 gerekli değil	Hastanede gözetim önerilir	Hastanede gözetim gerekli	Hastanede gözetim ivedi olarak gerekli	Sadece ağrı dindirici tedavi

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

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ARS, Kritik Devre

	ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz				
	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok Şiddetli	Ölümcül
	1-2 Gy	2-4 Gy	4-6 Gy	6-8 Gy	> 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, epilasyon	Yüksek ateş, enfeksiyon, iç kanama, epilasyon	Yüksek ateş, ishal, kusma, baş dönmesi ve şaşkınlık, tansyon 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 etkiler Bölgesel Radyasyon Hasarları olarak adlandırılır. 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 yaklaştırması 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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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)

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.

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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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, katarak, malignite, doğal ömür sürelerinde kısalma ile sonraki nesillerinde kalıtımsal 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:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 verilememelidir.

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 yada dokudaki eşdeğer doz ile etkin doz değerleri *Radyasyon Güvenliği Yönergesi*'nin 10 ve 12. maddesinde aşağıda belirtilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 işinde çalıştırılamazlar. 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 hastaların taburcu edilebilecekleri en yüksek radyoaktivite düzeyleri 31. Maddede belirtilmiştir.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 31

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

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

Maruz kalınan radyasyon dozu, uzaklığın karesi ile ters orantılı ($1/R^2$ 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 (soluma ile)
- Ağız yolu
- Absorbsiyon (emilim ile)
- Enjeksiyon

Özellikle açık radyoaktif kaynak kullanılan Nükleer Tıp laboratuarı 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" yada "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 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. Cihazlar

- 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 kalarak çalıştırılan kişiler radyasyona maruz kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamalıdır.
- Radyasyonlu alanlarda yapılan işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) kullanımı sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- İşe alınacak radyasyon görevlilerinin sağlık durumlarının yapacağı işe uygun olup olmadığı hakkında sağlık raporu alınmalı ve çalıştıkları süre içinde, yılda en az bir

kez tıbbi muayeneleri ile hematolojik ve göz kontrolleri yaptırılarak takip edilmeli, kayıtların tutulmalıdır. Sonuçları yılda 1 kez komiteye sunularak değerlendirilmelidir.

- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulan bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılmasını sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetrileri 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. 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. 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 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 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

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 gelmediğini 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 radyoaktivitesin 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 kaçırması, kusması durumu vb)

1. Odadaki herkes kapıya gider, ayakkabılar ayaklar kullanılarak çıkarılır ve kapı dışına çıplak ayakla çıkılır. 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 çağırmak 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) Kabın 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. Radyo iyot Tedavisi Görmüş Hastalara Acil Müdahale Gerekmesi Ve Ölmesi Durumu

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

10.1.3. Tehlike Durumu Ve Olağandışı Durumlarda Tutulacak Kayıtlar :

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

Kaynak: www.taek.gov.tr , Nükleer Tıp Tehlike Durum Planı

10.2. Radyasyon Onkolojisi

10.2.1 Lineer Akseleratör Cihazı için Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

10.2.1.1. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri

10.2.1.1.1. Cihazın Mekanik Olarak Arızalanması

Olası tehlikeler,

1. Elektrik Arızası
2. Yangın
3. Deprem
4. Su basması
5. Kapının kontrol dışı kalması
6. El kumandasında arıza olması halinde, cihazın kontrol edilememesi

Yukarıda belirtilen kaza durumlarında acil düğmesine basılarak cihazın elektrik akımı kesilir.

Akseleratörün bütün fonksiyonlarını durdurabilen kırmızı renkli acil butonları, modülatör odasında (gantrinin sağındaki modülatör odası kapısının karşısındaki duvarda) 1 adet, tedavi odasında gantrinin karşısındaki duvarda 1adet, kumanda paneli üzerinde 1 adet, ana elektrik panosu üzerinde 1adet olmak üzere 4 acil buton mevcuttur. Ayrıca sadece masanın elektrik akımını keserek masanın hareketini durduran butonlar, masanın her iki yanında birer adet, kapıya ait tedavi odasının içinde ve dışında birer adet acil butonu vardır. Elektrik akımı kesildiğinde kapı el ile hareket edebilmektedir.

Kaza halinde tedavi teknisyeni acil butonları ile cihazın elektrik akımını keserek hastayı hızla odadan dışarı çıkarmalıdır. Masa pozisyonu hastanın inmesine uygun olmadığında masanın sol alt tarafındaki kapak açılarak, manuel olarak masayı indirmek için bulundurulan özel alet ile hastanın masadan inebileceği pozisyon sağlanır. Tedavi odasının kapısı kapatılarak derhal gerekli kişilere haber verilir.

Yangın durumunda acil butonları ile cihazın elektrik bağlantısı kesilir. Acil yangın çıkışı kapısının yanında iki tip yangın tüpü vardır. Elektrikli cihazların söndürülmesi gerekiyorsa Halocarbon yangın tüpü ile değilse normal yangın söndürme tüpü ile müdahalede bulunulur. Cihazların tüm bağlantılarının bulunduğu ana elektrik panosu acil çıkışı merdiveni altındadır. Eğer Mümkünse ana şalter buradan kapatılarak tesisin elektrik akımı kesilmiş olur.

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

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 kaldığı sanılan/bilinen kişi gerektiğinde müdahalede bulunulabilmesi için tıbbi kontrol altına alınır. Tedavi cihazlarında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Yetkili otorite (TAEK) cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile temasa geçerek bilgi verecektir. 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 Durumunda Başvurulacak Ve Müdahalede Görev Alacak Personel:

Kaza yada olağanüstü durum hastane atölyesinin yardımı ile halledilebilecek türde ise Atölye dahili telefon numaraları aranarak yardım istenir.

Atölye Telefon: 366-246-250

Yangın kontrol edilemeyecek boyutta ise

İtfaiye telefonu: 110

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Sorumlu Olacak Kişiler

	Hastane Yönetimi Sorumlusu	Radyoterapi Bölümü Sorumlusu
Adı:	Nihat Kodallı	Meriç Şengöz
Görevi:	Başhekim Yardımcısı	Radyasyon Onk.AD.Başkanı
Eğitimi:	Radyoloji A.D. Doç.Dr.	Radyasyon Onkolojisi Y.Doç.Dr.
Telefon No:	02163271010-704	02164564799 -05322711295

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Görev Alacak Personel

Adı	Görevi	Eğitimi	Telefon No
Öznur Şenkesen	Sağlık Fizikçisi	T.Rad.Fizik M.Sc.	02163885424-05424375489
Zeynep Işbakan	Sağlık Fizikçisi	T.Rad.Fizik M.Sc.	02164740025-05333698893
Ufuk Abacıoğlu	Y.Doç.Dr	R.Onkolojisi.Uzm.	02164253252-05422358078
Beste Atasoy	Uzman Dr.	R.Onkolojisi Uzm.	02126315421-05335176297
GE	Call center		0.212.3374400
VOSS	Yetkili Servis		0.216.4450070

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

10.2.1.4 Kaza Durumunda Kullanılacak Araç,Gereç ve Cihazlar:

Tedavi masasının elle aşağıya indirilmesi için kullanılan özel alet tedavi masasının yanında aksesuarların konduğu dolabın sağ alt rafındadır. Yangında kullanılmak üzere 2 adet yangın söndürme tüpü vardır. Yangın çıkışını gösterir işaret acil çıkışı kapısında yer almaktadır. Çıkışın dışarıya açılan kapısının anahtarı Radyoloji bölümü koordinatörü Yasemin Ünsal ve merdiven başında duvarda camlı kutunun içinde yer almaktadır. Ortamdaki radyasyon düzeyini belirlemek için kullanılacak olan dozimetre Radyoterapi planlama odasında kapının arkasındaki dolapta bulunmaktadır. Dozimetre yılda bir ÇNAEM'ne gönderilerek kalibre ettirilmektedir. Kalibrasyon sertifikası dozimetrenin hemen yanındadır. Planlama odası anahtarı Radyoterapi bölümünde görevli fizikçi ve doktorlarda vardır. Bölüme ait bütün anahtarlar tedavi cihazının kumanda paneli yanındaki raftadır.

Hastanemizin Afet Planı bulunmaktadır. Kaza veya olağanüstü durumunda hastanenin Afet Kurulu Yönetimi ile birlikte Afet planı yürürlüğe sokulur. Planda Afet kurulu başkanı ve görevli kişiler, afet sırasındaki görevleri, Afet organizasyon planı bulunmaktadır. Hastanemizin Deprem planı bulunmaktadır. Bu planda belirtilen kişiler deprem durumunda herhangi bir çağrı beklemeksizin kriz masası oluşturacaktır. Oluşturulan deprem planında görevlilerin dağılımı, deprem öncesinde, deprem sırasında ve sonrasında alınacak önlemler ve hastanenin tahliye planı yer almaktadır.

Hastanenin deprem planı, afet planı ve radyoterapi bölümü için hazırlanan acil durum planları için tatbikat periyodu altı aydır. Bu tatbikatlarda tesis içinde sorumlu olanların müdahaleye katkıları belirlenir, aksayan hususlar tespit edilerek iyileştirmeleri yapılır, bunların bir sonraki tatbikatta yerine getirilip getirilmediğine dikkat edilir. Altı ayda bir periyodik olarak yazılı olan afet, deprem ve tehlike durumu planı gözden geçirilerek gerekli değişiklikler yapılır. Bu işlem yapılırken tesis dışı organizasyonlarla irtibata geçilir. Kaza yada olağandışı durum mutlaka Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na (TAEK) bildirilir.

10.2.1.5 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 radyasyon fizikçileri Öznur Şenkesen yada Zeynep Işbakan tarafından tutulacaktır. Rapor kazanın oluş

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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.

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
5. Simülasyon sırasında odaya girilmesi

Yukarıda belirtilen kaza durumlarında Simülatörün bütün fonksiyonlarını durdurabilen kırmızı renkli acil butonları, kumanda paneli üzerinde ayrıca odanın prizleri de dahil tüm elektrik akımını kesen acil düğmesi kumanda odası duvarında bulunan elektrik panosunda bulunmaktadır .

Ayrıca sadece masanın elektrik akımını keserek masanın hareketini durduran butonlar, masanın her iki yanında bulunan panel üzerinde bulunmaktadır.

Kaza halinde görevli kişi acil butonları ile cihazın elektrik akımını keserek hastayı hızla odadan dışarı çıkarmalı ve derhal yetkili kişilere haber vermelidir.

Yangın durumunda acil butonları ile cihazın elektrik bağlantısı kesilir. Acil yangın çıkışı kapısının yanında iki tip yangın tüpü vardır. Elektrikli cihazların söndürülmesi gerekiyorsa halokarbon yangın tüpü ile değilse normal yangın söndürme tüpü ile müdahalede bulunulur. Cihazların tüm bağlantılarının bulunduğu ana elektrik panosu acil çıkışı merdiveni altındadır. Eğer Mümkünse ana şalter buradan kapatılarak tesisin elektrik akımı kesilmiş olur.

Simülatör odasının kapısı üzerinde bulunan kırmızı radyasyon uyarı lambası hasta simülasyonu sırasında yanar. Bu durumda oda kapısı hiç bir şekilde açılmamalı simülasyon işlemi bitiminde ışığın sönmesi beklenmelidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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. Simülatör cihazında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile temasa geçilerek cihazın parametrelerinde değişiklik olup olmadığı, ışın çıkış şiddeti ve görüntüleme fonksiyonlarının durumu araştırılır. Simülasyon işlemine başlamadan önce cihazın bütün kalite kontrol testleri yapılarak kabul edilebilir seviyede olduğu tespit edildikten sonra, hasta simülasyonuna izin verilir.

10.2.2.3 Kaza Durumunda Başvurulacak Ve Müdahalede Görev Alacak Personel:

Kaza yada olağanüstü durum hastane atölyesinin yardımı ile halledilebilecek türde ise Atölye dahili telefon numaraları aranarak yardım istenir.

Atölye Telefonu: 366-246-250

Yangın kontrol edilemeyecek boyutta ise

İtfaiye telefonu: 110

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Sorumlu Olacak Kişiler

	Hastane Yönetimi Sorumlusu	Radyoterapi Bölümü Sorumlusu
Adı:	Nihat Kodallı	Meriç Şengöz
Görevi:	Başhekim Yardımcısı	Radyasyon Onk.AD.Başkanı
Eğitimi:	Radyoloji A.D. Doç.Dr.	Radyasyon Onkolojisi Y.Doç.Dr.
Telefon No:	02163271010-704	02164564799 -05322711295

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Görev Alacak Personel

Adı	Görevi	Eğitimi	Telefon No
Öznur Şenkesen	Sağlık Fizikçisi	T.Rad.Fizik M.Sc.	02163885424-05424375489
Zeynep Işbakan	Sağlık Fizikçisi	T.Rad.Fizik M.Sc.	02164740025-05333698893
Ufuk Abacıoğlu	Y.Doç.Dr	R.Onkolojisi.Uzm.	02164253252-05422358078
Beste Atasoy	Uzman Dr.	R.Onkolojisi Uzm.	02126315421-05335176297
GE	Call center		0.212.3374400

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

10.2.3 Gamma Knife Cihazı için Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

10.2.3.1. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri:

10.2.3.1.1 Cihazın Mekanik Olarak Arızalanması:

Olası tehlikeler,

1. Elektrik Arızası
2. Yangın
3. Deprem
4. Su basması
5. Masanın içeri giriş- çıkışı sırasında problem olması

Yukarıda belirtilen kaza durumlarında acil düğmelerine basılarak cihazın elektrik akımı kesilir.

Elektrik Arızası: Arıza olduğunda cihazın aküsü devreye girer. Hasta yatağı akü enerjisi ile dışarı çıkar koruma kapakları kapanır.

Akü devreye girmediği takdirde masa freninin boşalması için kumanda panelinden cihaz kapatılır, masa manuel olarak içeriden çıkarılabilir.

Herhangi bir nedenle masanın içeride takılı kalma durumunda: Kumanda panelinin yanındaki duvarda bulunan acil butonuna basılır. Acil durumda kullanılmak üzere duvarda asılı bulunan uzun tornavidalar yardımı ile radyasyona direkt olarak maruz kalmamaya çalışılarak hastanın sabitlendiği çerçevesi masadan çözülür. Hasta hızla odadan çıkarılır, tedavi odasının kapısı kapatılarak içeri herhangi bir kişinin girmesi önlenir. Panik yatıştıktan sonra kumanda panelinden cihaz kapatılarak masa boşa alınır, masanın ayak ucundan dışarı doğru çekilir. Masa dışarı çıkmış ve kapaklar kapanmıyorsa kumanda panelinin üzerindeki dolapta bulunan anahtarla korumalı gövdenin sol alt köşesinde bulunan koruma kapaklarını elle kapatmaya yarayan sistemin kilidi sökülür, döndürülerek koruma kapakları kapatılmaya çalışılır.

Bütün tehlike durumlarında hastanın başının sabitlendiği yerden kurtarılması işleminin hızla yapılabilmesi için görevli personelin hastasız olarak bu işlemi bir aylık aralıklarla tekrarlayarak süratle yapabilmesi sağlanır. Hastanın odayı süratle terk etmesi ve tedavi odasının kapısının kapatılarak yetkili kişilere ve TAEK 'e haber verilmesi gereklidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Yangın durumunda kullanılmak üzere tedavi cihazının bulunduğu katta yangın söndürme vanası ve yangın söndürme cihazları mevcuttur.

Kaynakların bulunduğu zırhın deprem ya da benzeri herhangi bir etkiye maruz kaldığı durumda, zırhın yapısında yada kaynakların yerlerinde değişiklik olabileceği düşünülerek TAEK acil telefonları ile yardım istenir. Bölge etrafında güvenlik şeridi çekilir halkın ve personelin bölgeden uzak tutulması sağlanır.

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

Yetersiz eğitim veya yanlış kalibrasyon nedeni ile oluşabilecek kazaları ortadan kaldırmak için bazı önlemler alınmalıdır. 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 cihazın performansı izlenmelidir. Hastanın tedaviye hazırlanması, belirlenen koordinatların ayarlanması mutlaka ikinci bir kişi tarafından kontrol edilmelidir. Tedavi planlamaları beyin cerrahisi uzmanı, radyasyon onkoloğu ve radyoterapi fizikçisinin ekip çalışması şeklinde yapılmalı, tedavi planlaması ve tekniği hakkında yeterli eğitimi olmayan kişilerin çalışmasına izin verilmemelidir.

10.2.3.2 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 kaldığı sanılan/bilinen kişi gerektiğinde müdahalede bulunulabilmesi için tıbbi kontrol altına alınır. Tedavi cihazlarında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Yetkili otorite (TAEK) cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile temasa geçerek bilgi verecektir. Hasta tedavilerine başlamadan önce cihazın bütün kalite kontrol testleri yapılarak tedaviye uygunluğu tespit edilir, uygun ise hasta tedavilerinin devamına izin verilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

10.2.3.3 Kaza Durumuda Başvurulacak ve Müdahalede Görev Alacak Personel:

Kaza yada olağanüstü durum hastane atölyesinin yardımı ile halledilebilecek türde ise atölye dahili telefon numaraları aranarak yardım istenir.

Atölye Telefonu:366-246-250

Yangın kontrol edilemeyecek boyutta ise

İtfaiye telefonu: 110

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Sorumlu Olacak Kişiler

	Hastane Yönetimi Sorumlusu	Radyoterapi Bölümü Sorumlusu
Adı:	Nihat Kodallı	Meriç Şengöz
Görevi:	Başhekim Yardımcısı	Radyasyon Onk.AD.Başkanı
Eğitimi:	Radyoloji A.D., Doç.Dr.	Radyasyon Onkolojisi Y.Doç.Dr.
Telefon No:	0216 3271010 - 704	02164564799 -05322711295

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Görev Alacak Personel

Adı	Görevi	Eğitimi	Telefon No
Öznur Şenkesen	Sağlık Fizikçisi	T.Rad.Fizik M.Sc.	02163885424-05424375489
Zeynep Işbakan	Sağlık Fizikçisi	T.Rad.Fizik M.Sc.	02164740025-05333698893
Ufuk Abacıoğlu	Y.Doç.Dr	R.Onkolojisi.Uzm.	02164253252-05422358078
Türker Kılıç	Y.Doç.Dr.	Beyin Cerr.Uzm	02163264426-05325141498
Selçuk Peker	Y.Doç.Dr.	Beyin Cerr.Uzm.	02164551027-05322738018
Ebru Akın	Tekniker	Üniv.Mezunu	02126647516-05354563807
GE	Call center		0.212.3374441-42
ELEKTA	Yetkili Servis		02163565139-0046858725400

10.2.3.4.Kaza Durumunda Kullanılacak Araç,Gereç ve Cihazlar:

Yangında kullanılmak üzere 2 adet yangın söndürme tüpü vardır. Yangın çıkışını gösterir işaret acil çıkışı kapısında yer almaktadır. Çıkışın dışarıya açılan kapısının anahtarı Radyoloji bölümü koordinatörü Yasemin Ünsal ve merdiven başında duvarda camlı kutunun içinde yer almaktadır. Ortamdaki radyasyon düzeyini belirlemek için kullanılacak olan dozimetre Radyoterapi planlama odasında kapının arkasındaki dolapta bulunmaktadır. Dozimetre yılda bir ÇNAEM'ne gönderilerek kalibre ettirilmektedir. Kalibrasyon sertifikası dozimetrenin hemen yanındadır. Planlama odası anahtarı Radyoterapi bölümünde görevli fizikçi ve doktorlarında vardır. Radyoterapi bölümünün diğer anahtarları tedavi cihazının kumanda paneli yanındaki raftadır.

Gamma-Knife bölümü anahtarları Radyoterapi Bölüm başkanı Yrd. Doç. Dr. Meriç Şengöz, Radyofizik Uzm. Zeynep Işbakan, Yrd. Doç. Dr. Selçuk Peker, Yrd. Doç. Dr. Türker Kılıç ve Gamma-knife teknikeri Ebru Akın'da bulunmaktadır.

Hastanemizin Afet Planı bulunmaktadır. Kaza veya olağanüstü durumunda hastanenin Afet Kurulu Yönetimi ile birlikte Afet Planı yürürlüğe sokulur. Planda Afet kurulu başkanı ve görevli kişiler, afet sırasındaki görevleri, afet organizasyon planı bulunmaktadır.

Hastanemizin Deprem planı bulunmaktadır. Bu planda belirtilen kişiler deprem durumunda herhangi bir çağrı beklemeksizin kriz masası oluşturacaktır. Oluşturulan deprem planında görevlilerin dağılımı, deprem öncesinde, deprem sırasında ve sonrasında alınacak önlemler ve hastanenin tahliye planı yer almaktadır.

Hastanenin deprem planı, afet planı ve radyoterapi bölümü için hazırlanan acil durum planları için tatbikat periyodu altı aydır. Bu tatbikatlarda tesis içinde sorumlu olanların müdahaleye katkıları belirlenir, aksayan hususlar tespit edilerek iyileştirmeleri yapılır, bunların bir sonraki tatbikatta yerine getirilip getirilmediğine dikkat edilir. Altı ayda bir periyodik olarak yazılı olan afet, deprem ve tehlike durumu planı gözden geçirilerek gerekli değişiklikler yapılır. Bu işlem yapılırken tesis dışı organizasyonlarla irtibata geçilir. Kaza yada olağandışı durum mutlaka Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na (TAEK) bildirilir.

10.2.3.5 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 radyasyon fizikçileri Öznur Şenkesen yada Zeynep İşbakan 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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

10.3. Radyoloji

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 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 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 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 TAEK'e yazılı olarak bildirilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

7. 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

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 Çalışmalar

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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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

13. Personel Eğitimi

Öncelikle Marmara Üniversitesi Hastanesi radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane personelinin aşağıdaki plana göre eğitimi planlanır

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

"Marmara Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" Marmara Üniversitesi Hastanesi'nin tüm birimlerde personelin kolayca ulaşacağı yerlere Hastane Başhekimliğince dağıtılarak, 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. trimestrelerde giderek azalır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 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 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)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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 gebeleğin 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.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 54

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.

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

16. İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar

"Marmara Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" hazırlanırken faydalanılan 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**; 24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.
- **Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Yönergesi**; 2003, İzmir.
- **Radiation Protection, The Universty of Edinburg Health and Safety Policy**. (www.safety.ed.ac.uk/policy/part7/index.html
- 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)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

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.
- **Işınlanma**: Görev gereği, tıbbi veya toplumsal olarak, radyasyon uygulamasından veya kaynağından çıkan radyasyona maruz kalmadır. Vücut dışındaki bir radyasyon kaynağından maruz kalınan ışınlanmalar dış ışınlanmalar, radyoaktif maddelerin solunum, sindirim veya cilt yoluyla alınmasını ya da tanı veya tedavi amacıyla vücuda verilmesini takiben oluşan ışınlanmalar iç ışınlanmalardır.
- **İyonlaştırıcı radyasyon**: Radyo ve ses dalgaları, görünür, kızılötesi ve morötesi ışık hariç olmak üzere yolları üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak iyon oluşturma kapasitesinde olan elektromagnetik radyasyonlar, gama ve X-ışınları, alfa ve beta parçacıkları, yüksek hızlı elektronlar, nötronlar, protonlar ve diğer nükleer parçacıklardır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- **İzin**: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenli ve basit, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski düşük olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.
- **Lisans**: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenlik önlemleri alınmasını gerektiren, karmaşık, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski yüksek olan uygulamaların 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.
- **Radyasyon görevlisi**: Denetimli ve gözetimli alanlarda görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişidir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

- **Radyasyon kaynağı**: Radyoaktif maddeler ve radyasyon yayan veya üreten cihazlardır.
- **Radyasyon üreten cihaz**: Yüklü parçacık veya ağır iyonları hızlandırarak belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında iyonlaştırıcı radyasyon üretmek üzere yapılmış röntgen cihazları, betatron, lineer akseleratör, siklotron ve nötron jeneratörü gibi cihazlardır.
- **Radyasyon yayan cihaz**: Bir veya birkaç tür iyonlaştırıcı radyasyonu belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında yaymak amacıyla yapılmış olan ve radyoaktif madde içeren cihazdır.
- **Radyasyon korunması sorumlusu**: Radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenerek TAEK tarafından onaylanmış kişidir.
- **Radyoaktivite**: Kararsız atom çekirdeklerinin parçacıklı ve/veya elektromanyetik radyasyonlar yayınlamak sureti ile başka atom çekirdeklerine dönüşmesi olup birimi Becquerel'dir.
- **Radyoaktif madde**: Bir veya birden çok iyonlaştırıcı radyasyon yayarak çekirdekleri kendiliğinden bozunmaya uğrayan bir izotopu alaşım, karışım, bileşik veya çözelti olarak içeren maddelerdir.Tıbbi (medikal) Fizik Uzmanları; Kurum tarafından aranacak koşulları özel yönetmeliklerinde belirtilen ve tıbbi uygulama alanlarına göre radyoterapi, radyoloji ve nükleer tıp fizikçisi olarak isimlendirilen kişilerdir.
- **Tesis sahibi**: Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren radyasyon kaynakları ile faaliyette bulunulan tesis veya kuruluşların sahibidir. Tesis sahibi aynı zamanda izin/lisans sahibi de olabilir.
- **Tıbbi ışınlanma**: Tanı, tedavi ve tıbbi araştırma amacıyla yapılan radyasyon uygulamalarında, görevi gereği ışınlanmalar hariç, hastaların ve gönüllü hasta refakatçilerinin ışınlanmasıdır.
- **Toplum etkin dozu**; ışınlamaya maruz kalan çeşitli grupların ortalama etkin dozu ile bu grubu oluşturan kişi sayısının çarpımının toplamıdır.

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

18. Marmara Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi ile Bağlantı Bilgileri

	Bölüm	Dahili Tel.	Direkt Tel.	e-mail
Prof.Dr. Canan ERZEN	Radyoloji	360	325 94 30	cerzen@marmara.edu.tr
Prof.Dr. H. Turgut TUROĞLU	Nükleer Tıp	479	327 69 57	turgut.turoglu@caramail.com
Doç.Dr. Nihat KODALLI	Başhekim Yard.	467		
Yrd.Doç.Dr. Meriç ŞENGÖZ	Radyasyon Onk.	431	327 69 56	msengoz@marmara.edu.tr
Yrd.Doç.Dr. Ufuk ABACIOĞLU	Radyasyon Onk.	199	327 69 56	ufuk@abacioglu.com
Yrd.Doç.Dr. İhsan N. AKPINAR	Radyoloji	480		iakpinar@lycos.com
Uzm.Dr. Fuat DEDE	Nükleer Tıp	479	327 69 57	fdede@marmara.edu.tr
Fiz.Yük.Müh. Meral DEĞER	Nükleer Tıp	479	327 69 57	mdeger@hotmail.com
Uzm.Fiz. Öznur ŞENKESEN	Radyasyon Onk.	197	327 69 56	osenkesen@marmara.edu.tr
Uzm.Fiz. Zeynep ÖZEN	Radyasyon Onk.	197	327 69 56	zeynepozen@marmara.edu.tr
Rad.Tek. Zeynep DİNÇER	Radyoloji			

19. TAEK Acil Telefonları

Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak TAEK telefonları	
TAEK Acil Durum Bildirim Hattı	172
TAEK Bşk.	(312) 287 57 23 / 287 52 46
RSGD Bşk.	(312) 285 96 68
Santral	(312) 287 15 29 / 287 20 71
Faks	(312) 285 42 84

20. İlgili Linkler

a. Marmara Üniversitesi Hastanesi
   hastane.marmara.edu.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

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

ISBN 975-400-273-8

PARA İLE SATILMAZ