



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi

## RADYASYON GÜVENLİĞİ EL KİTABI

HAZIRLAYAN:

Prof. Dr. Fevziye CANBAZ TOSUN  
Uzm. Fiz. Tenzile YAŞAYACAK OFLUOĞLU

2013

## İÇİNDEKİLER

<b>1.</b>	<b>Genel Bilgiler</b>	<b>6</b>
1.1.	Amaç	6
1.2.	İçerik	6
<b>2.</b>	<b>Radyasyon Güvenliği Komitesi</b>	<b>6</b>
2.1.	Radyasyon Güvenliği Yönetimi	6
2.2.	O.M.Ü.S.U.V.A.M. RGK görev ve sorumlulukları	8
<b>3</b>	<b>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi (OMÜTF) Hastanesinde Radyasyonla Çalışan Birimlerde Radyasyon Güvenliği</b>	<b>9</b>
3.1.	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi <b>Radyodiagnostik Anabilim Dalı</b> 'nda Radyasyon Güvenliği	9
3.1.1.	Radyoloji Departmanında Uygulama İlkeleri	9
3.1.1.1.	Hastanın Radyasyon Güvenliği	9
3.1.1.2.	Çalışanın Radyasyon güvenliği	10
3.1.1.3.	Radyasyon Korunmasında Temel Kurallar	10
3.1.1.4.	Radyasyondan Korunmada Cihaz Kullanılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	11
3.1.2.	Kaza Veya Tehlike Durumunda Yapılması Gerekenler	13
3.2.	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi <b>Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı</b> 'nda Radyasyon Güvenliği	16
3.2.1.	Co-60 Teleterapi Tedavi Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler	16
3.2.1.1.	Co-60 Teleterapi Cihazında Çalışma Prensipleri	16
3.2.1.2.	Co-60 Teleterapi Cihazı İçin Tehlike Durum Planı	17
3.2.1.2.1.	Kaynağın Açık Kalması Durumu	17
3.2.1.2.2.	Kaynağın Düşmesi Durumu	17
3.2.1.2.3.	Yangın	17
3.2.1.2.4.	Su Basması	18
3.2.1.2.5.	Deprem	18
3.2.2.	Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler	18
3.2.2.1.	Lineer Hızlandırıcı Cihazında Çalışma Prensipleri	18
3.2.2.2.	Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike Durum Planı	19
3.2.2.2.1.	Yangın	19
3.2.2.2.2.	Su Basması	20
3.2.2.2.3.	Deprem	20
3.2.3.	Simülatör Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler	21
3.2.3.1.	Simülatör Cihazı Çalışma Prensipleri	21
3.2.3.2.	Simülatör Cihazı İçin Tehlike Durum Planı	22
3.3.	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi <b>Nükleer Tıp Anabilim Dalı</b> 'nda Radyasyon Güvenliği	24
3.3.1.	Nükleer Tıp Laboratuvarında Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar	24
3.3.2.	Sıcak (Radyofarmasi Laboratuvarı) Oda Düzeni	25
3.3.3.	Hasta Taburcu İşlemleri	27

3.3.4.	I-131 Dışında Beta Işınması Yapan Radyoaktif Maddeler İle Tedavi Sonrası Radyasyondan Korunma	29
3.3.5.	Nükleer Tıp ve Hamilelik	29
3.3.6.	Nükleer Tıp ve Emzirme	30
3.3.7.	Radyoaktif Atıklar	30
3.3.7.1.	Radyoaktif Atıkların Yönetimine İlişkin TAEK Tarafından Belirlenen Hususlar	31
3.3.7.2.	Katı Radyoaktif Atıkların Biriktirilme ve Bekletilmelerinde Uyulması Gereken Hususlar	31
3.3.7.3.	Sıvı Radyoaktif Atıkların Biriktirilme ve Bekletilmelerinde Uyulması Gereken Hususlar	31
3.3.7.4.	Uyulması Gerekli Hususlar	31
3.3.7.5.	Kanalizasyona Bırakma Sınırları	32
3.3.8.	Tehlike ve Acil Durum Nedenleri	32
3.3.8.1.	Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler	33
3.3.8.2.	Yangın, Deprem, Patlama Gibi Acil Durumlar	33
3.3.8.3.	Sipariş Edilen Radyoaktif Maddenin Gelmemesi	33
3.3.8.4.	Az Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Minör Kontaminasyon)	33
3.3.8.5.	Fazla Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Majör Kontaminasyon)	33
3.3.8.6.	Radyoaktif Maddenin Çalınması ve Kaybolması	34
3.3.8.7.	Yanlış Radyofarmasötik veya Yanlış Doz Uygulaması	34
3.3.8.8.	Radyoiyot Tedavisi Görmüş Hastalara Acil Müdahale Gerekmesi ve Ölmesi Durumu	35
3.3.9.	Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlarda Tutulacak Kayıtlar	35
3.3.10.	Tehlike Durumunda Kullanılacak Radyasyon Ölçüm Cihazı	35
3.3.11.	Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumların Yönetimi	35
3.4.	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Hastanesi Radyoimmunassay RIA Laboratuvarında Radyasyon Güvenliği	36
3.4.1.	Çalışanlar	36
3.4.2.	İzlem	36
3.4.3.	Radyoaktif kaynak onayı	36
3.4.4.	Satın alma-teslimat	37
3.4.5.	Taşıma	37
3.4.6.	RIA Odası	37
3.5.	Rutin İşlerde Radyasyonla Çalışan Diğer Birimler	37
<b>4.</b>	<b>Radyasyonla İlgili Genel Bilgiler</b>	<b>38</b>
4.1	İyonlaştırıcı Radyasyon	38
4.1.1.	Alfa radyasyonu	38
4.1.2.	Beta radyasyonu	38
4.1.3.	Gama radyasyonu	38
4.1.4.	X –Işınları	39
4.1.5.	Nötron radyasyonu	39
4.1.6.	Kozmik radyasyon	39
4.2.	Radyasyon Birimleri	39
4.3.	Radyasyonla Birlikte Yaşıyoruz	40
4.3.1.	Doğal Radyasyon Kaynakları	40
4.3.2.	Yapay Radyasyon Kaynakları	41
4.3.3.	Tıbbi Işınlamalar	42

4.3.3.1.	Tanısal Radyoloji	42
4.3.3.2.	Nükleer Tıp	42
4.3.3.3.	Radyoterapi	43
4.4.	İyonlaştırıcı Radyasyonun Biyolojik Etkileri	44
4.4.1.	Radyasyonun Hücre ile Etkileşimi	44
4.4.2	Radyasyonun Kromozoma Verdiği Hasarın Sonuçları	45
4.4.3.	Radyasyon Hasarlarına Etki Eden Etkenler	46
4.4.3.1	Radyasyonun özellikleri	47
4.4.3.2	Hedefin özellikleri	47
4.4.4	Biyolojik Etkilerin Sınıflandırılması	47
4.4.4.1	Akut Radyasyon Sendromları (ARS)	48
4.4.4.2.	Bölgesel Radyasyon Hasarları (BRH)	50
4.4.5	Gecikmiş Etkiler (Kronik ışınlama etkileri)	51
<b>5</b>	<b>Radyasyon Alanları</b>	<b>51</b>
5.1.	Denetimli Alanlar ( Controlled Area)	51
5.2.	Gözetimli Alanlar (Supervised Area)	51
<b>6.</b>	<b>Radyasyona Maruz Kalma Doz Sınırları ve Azaltılması</b>	<b>51</b>
6.1	Uygulamaların Gerekliliği	51
6.2	Optimizasyon	51
6.3	Doz Sınırlaması	52
6.4.	Doz Azaltılması	54
6.4.1.	Dış (eksternal) Radyasyon Dozunun Kontrolü	54
6.4.2.	İnternal (vücut içi) Radyasyon Dozunun Kontrolü	54
<b>7.</b>	<b>Hamilelik ve Tıbbi Işınlama</b>	<b>54</b>
7.1	Santral Sinir Sistemine Ait Malformasyonlar	55
7.2.	Lösemi ve Diğer Kanserler	55
7.3.	Hamilelik Öncesi Işınlama	56
7.4	Hamilelik Potansiyeli Olan Hastaların Değerlendirilmesi	56
7.5	Rutin Radyolojik Uygulamalarda Maruz Kalınan Fetal Dozlar	56
7.6.	Rutin Nükleer Tıp Uygulamalarında Maruz Kalınan Fetal Dozlar	57
7.7.	Gebeliğin Sonlandırılması	57
<b>8.</b>	<b>Araştırma amaçlı ışınlamalar</b>	<b>57</b>
8.1.	İnsan Çalışmaları	57
8.2.	Hayvan Çalışmaları	57
8.2.1.	Hayvan Çalışmaları İçin Radyasyon Güvenlik Kuralları	58
8.3.	Etik Kurul ile Kooperasyon	58
<b>9.</b>	<b>Ölçüm, İşaretleme ve Cihazlar</b>	<b>59</b>
9.1.	Kontaminasyon Ölçümü ve Dekontaminasyon	59
9.2.	Etiketleme ve işaretleme	59
<b>10.</b>	<b>Cihazlar</b>	<b>59</b>
<b>11.</b>	<b>Personel Ölçüm ve İzlem</b>	<b>59</b>
<b>12.</b>	<b>Kayıtlar</b>	<b>60</b>
12.1.	Personele İlişkin Kayıtlar	60
12.2.	Radyasyon Kaynaklarına İlişkin Kayıtlar	60
12.3.	Radyoaktif Atıklara İlişkin Kayıtlar	60
12.4.	Kazaya İlişkin Kayıtlar	60

<b>13.</b>	<b>Dozimetre Kullanım Talimatları</b>	<b>61</b>
13.1.	Film Dozimetre Nasıl Kullanılmalıdır?	61
13.2.	TLD (Termolüminesans Dozimetre) Kullanım Talimatı	61
<b>14.</b>	<b>Personel Eğitimi</b>	<b>63</b>
<b>15.</b>	<b>Lisans İşlemleri</b>	<b>64</b>
<b>16.</b>	<b>İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar</b>	<b>64</b>
<b>17.</b>	<b>İlgili Terimler</b>	<b>65</b>
<b>18.</b>	<b>O.M.Ü. Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi Bağlantı Bilgileri</b>	<b>67</b>
<b>19.</b>	<b>TAEK Acil Telefonları</b>	<b>67</b>
<b>20.</b>	<b>İlgili Linkler</b>	<b>68</b>
<b>21.</b>	<b>Kısaltmalar</b>	<b>68</b>
<b>22.</b>	<b>Radyasyon Çalışanı Değerlendirme Formu (işe başlarken)</b>	<b>69</b>
<b>23.</b>	<b>Sağlık Bakanlığı Radyasyon Çalışanı Sağlık Raporu ( Yıllık Kontrol)</b>	<b>70</b>
<b>24.</b>	<b>Etik Kurul Başvuru Formu</b>	<b>72</b>

## TABLO DİZİNİ

Tablo 1.	OMÜSUVAM Radyasyon Güvenliği Komitesi	7
Tablo 2.	Tehlike Durumunda Ve Olağan Dışı Durumda Görevlendirilecek Personel Radyodiagnostik Anabilim Dalı Yönetimi	15
Tablo 3., 5.,13	Tehlike Durumunda Aranacak TAEK Telefon Numaraları	15,23,36
Tablo 4.	Tehlike Durumu Ve Olağandışı Durumda Görev Alacak Personel Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Yönetimi	23
Tablo 6.	Aktivite- Etkin Doz Dönüşüm Tablosu	27
Tablo 7.	I-131 Verilmiş Hastada Kısıtlamalar-1	28
Tablo 8.	I-131 Verilmiş Hastada Kısıtlamalar-2	28
Tablo 9.	I-131 Verilmiş Hasta Kısıtlamalar-3	28
Tablo 10.	Çeşitli Ajanlara Göre Radyonüklid Tedavi Sonrası Hamilelik İçin Beklenmesi Gereken Süreler	30
Tablo 11	Sıklıkla Kullanılan Radyonüklidlerin ALI <sub>min</sub> Değerleri*	32
Tablo 12	Tehlikeli Ve Olağandışı Durumlarda Görev Alacak Personel Nükleer Tıp Anabilim Dalı Yönetimi	35
Tablo 14.	Radyasyon Terimleri Ve Özel Birimler İle SI Birimleri Arasındaki İlişki	39
Tablo 15.	Dünya Genelinde Alınan Yıllık Ortalama Kişisel Dozlar	41
Tablo 16.	Tanısal Amaçlı Bazı X-Işını İncelemeleri Nedeni İle Alınan Etkin Doz Değerleri	42
Tablo 17.	Tanısal Amaçlı Bazı Nükleer Tıp Tetkikleri Nedeni İle Alınan Etkin Doz Değerleri	43
Tablo 18.	Hastalık Sınıfına Göre Hedef İçin Ortalama Tedavi Dozları	44
Tablo 19.	Radyasyonun Deterministik Ve Stokastik Etkileri	
Tablo 20.	Radyasyonla Çalışanların Kanserde Ölme Riski İle Endüstriyel Kazalar Nedeni İle Ölüm Risklerinin Karşılaştırılması (Yıllık Ortalama Risk - İngiltere)	46
Tablo 21.	ARS, Başlangıç Devresi	48
Tablo22.	ARS'nin İlk Günlerindeki Akut Doza Bağlı Lenfosit Sayısındaki (G/L) Değişim.	49
Tablo 23	ARS, Kritik Devre	49
Tablo 24.	Alınan Doza Bağlı Olarak, Ciltteki Hasarların Ve Klinik Bulguların Başlangıç Zamanı.	50
Tablo 25.	Radyasyona Maruz Kalmamış Hamile Popülasyonundaki Potansiyel Riskler	55
Tablo 26.	Alınan Radyasyon Dozuna Göre Sağlıklı Çocuk Doğurma Olasılığı	55
Tablo 27.	Konvansiyonel Röntgen (X Işını) Uygulamalarında Maruz Kalınan Tahmini Fetal Dozlar	56
Tablo 28.	Floroskopi Ve BT Uygulamalarında Maruz Kalınan Tahmini Fetal Dozlar	56
Tablo 29.	Konvansiyonel Nükleer Tıp Uygulamalarında Maruz Kalınan Tahmini Fetal Dozlar	57
Tablo 30.	OMÜTFH RGK Bilimsel Danışma Kurulu Üyeleri	58
Tablo 31.	Radyasyon Ve Dozimetri Konularında Her Türlü Soru Ve Öneri İçin İletişim Bilgileri	62
Tablo 32.	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi İle Bağlantı Bilgileri	67

# ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ RADYASYON GÜVENLİĞİ EL KİTABI

## 1. GENEL BİLGİLER

Bu kitapçıkta, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi (OMÜSUVAM) Radyasyon Güvenliği Komitesinin (RGK) örgütlenme, politika, işlem ve kuralları tanımlanmaktadır.

**1.1 Amaç:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde radyoaktif maddelerin ve radyasyon üreten aygıtların, sağlık, eğitim ve araştırma amacıyla güvenli ve etkin kullanımına katkıda bulunmak, iyonlaştırıcı radyasyon ve etkilerine karşı çalışanların, hastaların ve çevrenin radyasyon güvenliğini sağlayacak politika, yöntem ve kuralları belirlemektir.

**1.2 İçerik:** Bu kitapçık OMÜSUVAM' da tıbbi amaçlı iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları ile ışınlamaların denetimi için gerekli düzenlemelerin yapılması ve radyasyonun zararlı etkilerinden çalışanların ve çevrenin korunması, güvenliğinin sağlanması için alınması gereken her türlü önlemi ve yapılması gereken etkinliklerle ilgili konuları kapsar.

## 2. RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ

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

O.M.Ü Tıp Fakültesi Eğitim, Uygulama ve Araştırma Hastanesi olarak, radyasyon güvenliği ve korunması bilincini oluşturabilmek için 2004 yılında radyasyon güvenliği komitesini kurmuş, 2008 yılında aktif toplantı ve çalışmaların ardından "Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesi Kuruluş ve Çalışma Esasları Yönergesi" ni yayımlamıştır.

Bu Yönerge, OMÜSUVAM radyasyon kaynağı cihazlar ve radyoaktif maddelerin tanı, tedavi ve araştırma amacıyla kullanımında radyasyon güvenliğinin sağlanması, ortak sorunların belirlenmesi ve çözüme yönelik etkinliklerin bütünlük içinde düzenlenip yürütülmesi, hastane düzeyinde alınması gereken önlemlerin ve uygulamaların belirlenerek ilgili birimlere iletilmesi görevlerini yerine getirmek amacıyla düzenlenmiştir.

### 2.1 Radyasyon Güvenliği Yönetimi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Başhekimliği'nin radyasyon güvenliği konusunda görev ve sorumluluğu, kurum içinde hasta, sağlık çalışanı ve çevre açısından radyasyon güvenliğinin sağlanmasıdır.

Bunun için:

- a. Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesini görevlendirir ve çalışmalarını denetler.
- b. Hastane içindeki çalışan dağılımının planlanmasında radyasyon güvenliğini sağlayacak düzenlemeler yapar. Radyasyon güvenliği konusunda uygun eğitim almış kişilerin bu alanlarda çalışmasını sağlar.
- c. Radyasyon Güvenliği Komitesi'nin gerekli gördüğü yatırımlara kurum olanakları içinde öncelik tanır.
- d. Radyasyon Güvenliği Komitesi'nin bilimsel çalışmalarını kurum olanakları içinde destekler.

**Radyasyon Güvenliği Komitesi:** Başhekim ya da Başhekim yardımcısı başkanlığında, iyonlaştırıcı radyasyon ile çalışan üç ana birim (Radyodiagnostik, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi) temsilcileri olan hekimler ve medikal fizik uzmanları, rutin işlerinde radyasyonu kullanan birim (kardiyoloji vb.) temsilcileri olan hekimler, hastane müdür ya da müdür yardımcısı, teknik hizmetler sorumlusu, Hemşirelik Hizmetleri Müdürlüğü'nden sorumlu bir kişiden oluşur.

**Tablo 1. OMÜSUVAM Radyasyon Güvenliği Komitesi**

Doç. Dr. Yücel YAVUZ	Başhekim Yardımcısı
Prof. Dr. Fevziye CANBAZ TOSUN (Başkan)	Nükleer Tıp A.D.
Yrd. Doç. Dr. A. Deniz MEYDAN (Başkan Yrd.)	Radyasyon Onkolojisi AD.
Uzm. Fiz. Tenzile Yaşayacak OFLUOĞLU (Genel Sekreter)	Radyasyon Onkolojisi A.D.
Prof. Dr. Çetin ÇELENK	Radyoloji A.D.
Doç. Dr. Metin SUNGUR	Pediyatrik Kardiyoloji AD.
Yrd. Doç. Dr. Korhan SOYLU	Kardiyoloji
Yrd. Doç. Dr. Emin Murat CANGER	Diş Hekimliği -Oral Diagnoz
İsa ERFALAY	Hastane Baş Müdürü
Şebnem KAYAN	Hemşire Hizmetleri Müdürü
<b>ALT KOMİTE</b>	
Engin ÖZÇUBUKÇU	Radyoloji AD.
Zeynep YILMAZ	Radyasyon Onkolojisi AD.
Erol ÇAKIR	Nükleer Tıp AD
Erdoğan YAŞAR	Kardiyoloji AD.



## 2.2. O.M.Ü.S.U.V.A.M. RGK Görev ve Sorumlulukları:

a. Erişilebilen en düşük doz (**ALARA - As Low As Reasonably Achievable**) ilkelerine uygun olarak, görevli personelin, hasta ve hasta yakınları ile çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak amacıyla gerekli düzenlemeleri yapmak.

b. Radyasyonlu alanlarda ölçüm ve izlemi denetlemek.

c. Radyasyon korunmasında optimizasyon, radyoaktif madde kullanılan alanların güvenliğinin sağlanması, radyasyon kaynaklarının çalınması ve kaybolmasını engelleyecek güvenlik sisteminin oluşturulmasını sağlamak.

d. Radyoaktif kaynakların depolanması, kayıt ve taşınması ile ilgili kurallarının uygulamasını belirlemek.

e. Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalıştığı sırada kullanmak zorunda olduğu TLD ve/veya film dozimetrelerini sağlamak ve denetlemek.

f. Denetimli ve gözetimli alanlarda, radyasyon düzeyine uygun uyarı ve etiketlerin, çalışma kurallarının ve kaza durumu girişim planının bulunmasını ve kolayca görülebilecek biçimde yerleştirilmesini sağlamak.

g. Radyasyonlu alanlarda bulunan cihazların bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetimlerinin yapılmasını sağlamak ve izlemek

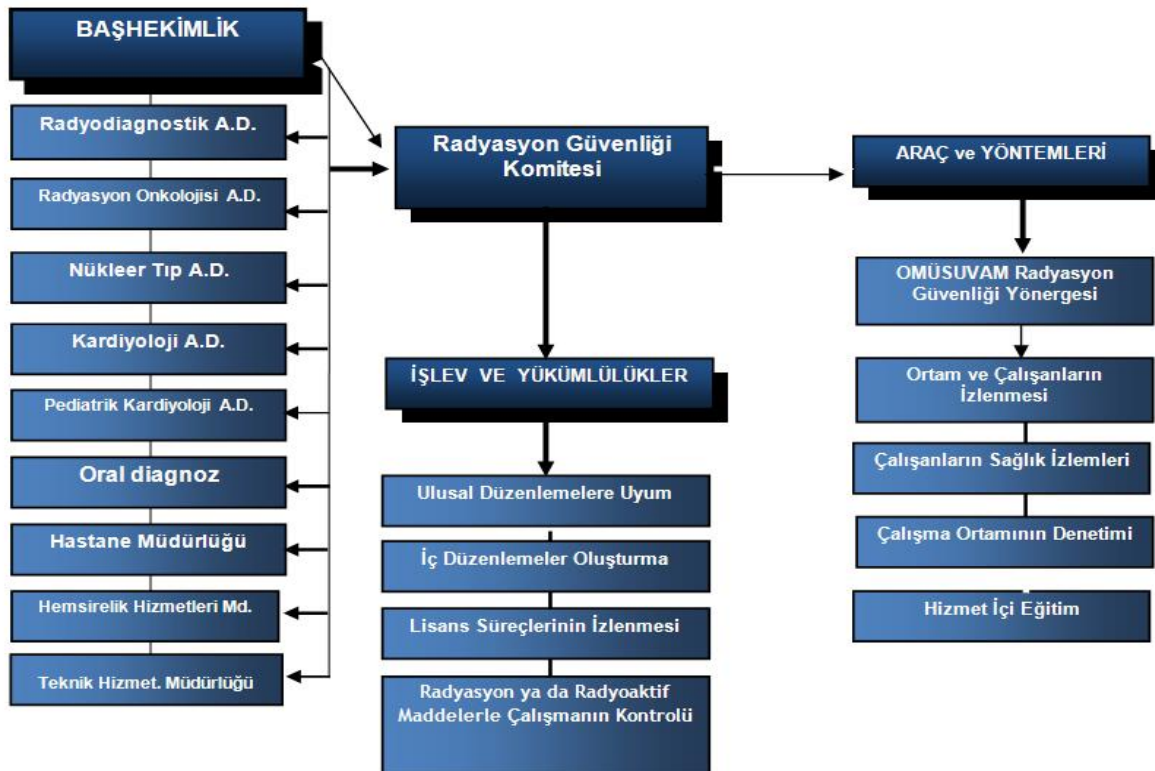
h. Radyasyonla çalışan kişilerin RGK tarafından oluşturulmuş protokollerle sağlık taramalarının yapılmasını tasarlamak ve denetlemek.

ı. Radyasyonla çalışan tüm birimlerden, yıllık durum değerlendirme bildirimini almak.

i. Denetimli ve gözetimli alanlarda çalışan kişilerin hizmet içi eğitimlerini sağlamak. Eğitim izlencelerinin güncellenmesini yapmak ve uygulamak.

j. Radyasyon Güvenliği El Kitabını hazırlamak ve güncellemek

### Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık, Uygulama ve Araştırma Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi (RGK) Yapısı ve İşlevleri



### **3. ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ (OMÜTF) HASTANESİNDE RADYASYONLA ÇALIŞAN BİRİMLERDE RADYASYON GÜVENLİĞİ**

#### **3.1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Radyasyon Güvenliği**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı tıp, radyoloji uzmanlığı eğitimi yanı sıra hastanemizin ve yakın bölgelerimizin tıbbi görüntüleme, teşhis ve tedavi ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Anabilim Dalı, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Radyoloji Teknisyerliği Programının eğitim programına destek vererek ön lisans düzeyinde eğitim hizmeti de sunmaktadır. Radyoloji departmanının sağlık hizmetine yönelik donanımı 8 röntgen aygıtı, 3 tane bilgisayarlı tomografi (BT), 2 adet manyetik rezonans görüntüleme (MRG), 6 C-kollu sistem, 2 floroskopi sistemi, 2 mamografi, 1 anijografi cihazı (1 adet DSA) ve 9 adet ultrasonografi cihazı, 10 adet taşınabilir röntgen aygıtından oluşmaktadır. Sistem ve gereçler, uluslararası kurallara uygun olarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile hizmet vermektedir.

##### **3.1.1. Radyoloji Departmanında Uygulama İlkeleri**

###### **3.1.1.1. Hastanın Radyasyon Güvenliği**

1. Tanı ve tedavi amacıyla yapılan radyasyon uygulamalarının amacına ulaşması öncelikli olmak üzere hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak için Lisans sahibi tarafından aşağıdaki hususların yerine getirilmesi sağlanır.

Hastaya hekimin yazılı isteği dışında hiçbir radyasyon uygulaması yapılamaz.

Hastanın alacağı veya alması gereken doz miktarının tayini ve tıbbi ışınlama süresince hastanın radyasyondan korunmasını sağlamak üzere gerekli tüm bilgiler yazılı olarak önceden belirlenir ve uygulanır.

Radyasyondan korunma konusunda uygulamaya özgü olarak eğitilmiş personel çalıştırılır.

Kalibrasyon, dozimetri ve cihazların kalite kontrolü bu konuda yetkili kişilerin denetimi altında yapılır.

2. Radyolojik incelemelere aşağıdaki koşullarda izin verilir.

Alternatif tekniklerle karşılaştırıldığında, radyasyonla yapılacak tanı ve tedavinin yararları radyasyonun hasarlarına göre daha ağırlık kazandığı durumlarda tıbbi ışınlamalar uygulanır.

Mesleki, yasal veya sağlık sigortası amaçlı tıbbi ışınlanmalar, sağlıkla ilgili belirgin bir beklenti olmadıkça ve uygulama tipi hakkında profesyonel kişi veya kuruluşların görüşleri alınmadan yapılamaz.

Toplumun sağlık taramalarında radyolojik yöntemler ekonomik ve sosyal bedelin sağlık riskini karşılaması halinde ve kişiler için net bir yarar sağlayacak ise uygulanır.

Sağlık kuruluşlarının Etik Komite önerileri ve yazılı onayları ile araştırma yapılacak kişinin yazılı onayı alınmadan araştırma amacıyla tıbbi ışınlanmalarına izin verilemez.

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

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

### 3.1.1.2. Çalışanın radyasyon güvenliği:

- Radyasyonla çalışan kişiler işe ilk başladığında, “Radyasyon Çalışanı Değerlendirme Formu” ve “Radyasyon Çalışanı Sağlık İzlem Formu” (Ek-1 ve 2) bir kereye özgü olarak doldurulur.

- Sağlık izlemleri radyasyon korunma sorumlusu tarafından gerçekleştirilir, saklanır, sonuçlar yıllık olarak RGK 'ya sunulur.

- Denetimli ve gözetimli alanlardaki radyasyon çalışanlarının kişisel dozları, radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin optimizasyonunun sağlanması için ilgili yönetmeliklerde verilen yıllık doz sınırları altında kalmak koşulu ile sınırlandırılır. Bunu sağlamak için Radyodiyagnostik AD'da:

- Denetimli ve gözetimli alanlarda çalışanların film dozimetre sonuçları (rutin 2 aylık ölçüm) kayıtları tutulur.

- Radyasyon kaynaklarının kullanıldığı alanlarda radyasyon düzeyleri düzenli olarak (yilda bir) izlenerek kayıtları tutulur.

- Denetimli alanlarda çalışan kişilerin kullanabilmesi için cihazların bulunduğu odalarda gonad koruyucu, kurşun önlük ve özellikle anjio'da tiroid koruyucu ve kurşun gözlük bulundurulur.

- Yapılan işin niteliğine uygun koruyucu giysilerin nitelik denetimleri yıllık olarak yapılır ve kayıtları tutulur. Hasar gören kurşun önlükler ve diğer koruyucular bildirilerek yerine yenileri sağlanır.

- Radyasyon çalışanın sağlık izlemleri, yılda bir kez RGK tarafından oluşturulan protokoller doğrultusunda gerçekleştirilir ve kayıtları saklanır.

- Radyasyon Güvenliği sorumlusu, denetimli alanlarda geçici görevle bulunanlara, çalıştıkları süre içinde radyasyondan korunma yöntemleri hakkında bilgi verir.

- Stajyer ve öğrenci konumunda olan 18 yaşından küçükler Anabilim Dalının denetimli alanlarında çalıştırılmazlar. Ancak gözetimli alanlarda eğitim amaçlı 16–18 yaş stajyer ve öğrenciler bulunabilir.

### 3.1.1.3. Radyasyon Korunmasında Temel Kurallar

Asemptomatik hastalarda rutin amaçlı tetkiklerden kaçınılmalıdır.

Ekspozur faktörlerinin yanlış seçimi, yanlış pozisyon gibi teknik hatalar nedeniyle tetkik tekrarına yol açılmamalıdır.

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

X-ışını oluşması ekspozur parametresi olan zamanla doğru orantılıdır.

Eksposur süresi arttıkça aynı oranda x-ışını miktarı artar.

Alınan radyasyon, mesafenin karesi ile ters orantılıdır.

Kurşun veya beton bariyerler radyasyon korunmasında paravan oluştururlar.

Primer ışının yolunda kesinlikle durulmamalıdır. Koruyucu bariyer arkasında durulmuyorsa mutlaka kurşun önlük giyilmelidir.

Devamlı dozimetre kullanılmalı ve kurşun önlüğün altına takmalıdır.

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

Doğum çağındaki herkes için tetkike engel olmuyorsa gonad koruyucu kullanılmalıdır.

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

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

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

#### **Radyografi Cihazları**

Radyografi tekrarlarından kaçınmak gerekir.

Bazı tekrar nedenlerini ; yetersiz pozisyonlandırma, uygun olmayan ekspojur faktörleri (aşırı ya da düşük doz), hasta hareketi, yetersiz kolimasyon, kaset ve ranforsatör hataları, banyo hataları, grid hataları, aynı kasete birden fazla ekspojur yapılması, yanlış bölgeye radyografi yapılması oluşturur.

Radyografik teknik:

Yüksek kVp ile çalışmak saçılmanın azalması nedeniyle hasta cilt dozunu azaltır.

Kolimasyon

Kolimatör, sadece ilgilenilen alanı içine alacak kadar açılmalıdır.

Işın alanı ile film uyumuna dikkat edilmeli ve bu amaçla film boyutuna uygun kolimasyon sağlayan otomatik kolimatörler kullanılmalıdır.

Kolimasyon, hastanın aldığı dozu azaltmasının yanı sıra saçılmanın azalmasına bağlı görüntü kalitesini de artırır.

Filtrasyon

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

Fokus-obje mesafesi

Portabl incelemelerde 30 cm'den, fluoroskopide 45 cm'den, radyografide ise 100 cm'den az olmamalıdır.

Trifaze jeneratörlerin kullanılması

Alınan radyasyon dozunu azaltır.

Banyo kalite kontrolü

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

Koruyucu bariyerler

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

Röntgen masaları

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

Grid türü

Çok yüksek oranlı gridlerin kullanılması hasta dozunu artırır.

Görüntü alıcı (film, ranforsatör ve dedektörler)

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

#### **Portabl röntgen cihazları**

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

#### **Floreskopi ve Anjiografi Cihazları**

Bu cihazlar, radyografiden beklenen verileri elde etmek amacıyla kullanılmamalıdır.

Görüntü kuvvetlendirici tüpü, hastanın aldığı dozu azaltmasının yanısıra primer koruyucu bariyer gibi rol yapar.

Görüntü tüpünün operatörün bulunduğu tarafta olması ve hastaya temas edecek kadar yakın olması gerekir.

Bu cihazlarda kullanılan floreskopi düğmesinin basınca radyasyon veren, bırakınca radyasyonu kesen tipte olması daha avantajlı olmaktadır.

Bu cihazlarda hastadan gelen radyasyonu azaltmak için koruyucu perdeler, koruyucu kurşunlu camlar kullanılabilir.

Yine bu cihazlarda bulunan zaman uyarıcıları, toplam skopi süresini belirler ve beş dakikalık toplam skopi süresinde sesli sinyal verir.

Floreskopi cihazları, masa üzerindeki x-ışını intensitesi 10 R/dk'yı geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır.

C kollu floreskopi ve anjiografi sistemlerinde x-ışını tüpü masa üstünde ise çalışanın aldığı doz daha fazladır.

Bu nedenle bu cihazlarla çalışırken x-ışını tüpü masa altında ya da çalışanın öbür tarafında olmalıdır.

Hasta yakınında personelin durması gereken masa kenarlarında doz değerlerinin en yüksek olduğu unutulmamalıdır.

Radyolojik tetkik esnasında personelin hastanın yanında bulunması gerekiyorsa, vücutlarını, troid ve gözlerini korumaları gerekir. Ters kare yasasının sonucu olarak, hastadan 3 m. uzaklık civarında saçılma düzeyleri hızla düşer ve kurşun önlük giymek gerekmez.

Radyoloji personeli asla hastaları tutmamalıdır. Mümkün olduğunca mekanik tutma aygıtları kullanılmalı ya da hastanın yakını veya arkadaşından yardımcı olması istenmelidir. Bu yardımı yapacak kişiye de uygun koruma sağlanmalıdır.

#### **Mamografi**

Mamografide radyasyonun oluşturduğu risk nedeniyle tarama amacıyla normal riskli hastalarda 40 yaşın üzerinde kullanılması ve taramada her bir meme için tek projeksiyonda inceleme yapılması önerilmektedir.

Mamografi cihazlarında ranforsatörlerin kullanılması, hastanın aldığı dozu oldukça azaltır.

Görüntü kalitesi yüksek olan xeromammografi tetkikinde hasta daha fazla doz alır.

Ranforsatör kullanılarak yapılan tetkikte her bir projeksiyon için meme dozu 40 mRad iken, xeromammografide meme dozu 370 mRad olmaktadır.

### **Bilgisayarlı Tomografi**

Bilgisayarlı Tomografide kolime edilmiş x-ışını demeti kullanıldığı için saçılan radyasyon floroskopiye göre daha azdır.

Bilgisayarlı Tomografide hasta dozu, ardışık kesitlerin aldığı dozun toplamı şeklindedir.

Fakat saçılan radyasyon ve yetersiz kolimasyona bağlı olarak verilen radyasyon, ilgili kesit alanının dışına kısmen taşma göstermektedir; bunun sonucu olarak taranan bölgenin almış olduğu total radyasyon miktarı, bir kesitte alınmış olan dozun üzerinde olmaktadır.

Bir BT kesitinin radyasyon dozu, kesit alanı içindeki tüm dokulara yaklaşık olarak eşit oranda dağılır; bu doz 1-10 rad arasında değişir.

Bir BT kesitinde en yüksek dozu deri alır. Deri dozu vücudun merkezine oranla yaklaşık % 20 daha fazladır.

Ardışık kesitler alınan bir çalışmada, her kesitin aldığı radyasyon dozu, tek bir kesitte alınan doza göre % 40 daha fazladır.

### **3.1.2. Kaza veya Tehlike Durumunda Yapılması Gerekenler**

#### **1. Potansiyel kaza durumları:**

1. Aygıtın kullanımından kaynaklanan kazalar

- Hastaya yapılan inceleme sonucunda yüksek doz alındığının saptanması.

- Bu sırada incelemeye eşlik eden (doktor, hemşire, teknisyen/tekniker vb) kişilerin aldığı dozların yüksek olması durumunun saptanması.

2. Aygıtla bağlı bozukluklar

- Kullanıcı ölçütü olan kVp, mA ve mAs değerlerinin doğru seçilmesine karşın, sistemin öngörülenden daha yüksek değerde doz oluşturması.

3. Dış etkenler

- Yangın, sel baskını, deprem, hırsızlık olayları vb.

#### **2. Kaza durumu nedenleri ve izlenecek yöntemler**

1. Aygıtın kullanımından kaynaklanan kazalar

Kaza nedenleri

a- İncelemelerin uzunluğu ve/veya karmaşıklığı

b- Doz ölçümlerinin yapılmaması

c- Işınlanan bölgelerin vücut kalınlığı ya da demet açısı nedeniyle kalın olması

d-Yüksek doz hızı modlarının kullanılması (elektronik ve geometrik büyütme de göz önüne alınarak)

e- Gereksiz vücut bölgelerinin ışınlanması

f- Sık yinelenen filmler

İzlenecek yöntemler

Radyasyonla çalışan kişilerin yüksek dozda radyasyonla karşılaşması durumunda:

a- Fazla dozla karşılaşan hasta ve çalışanlar saptanarak radyasyon güvenliği sorumlusuna bilgi verilir.

b- Radyasyon güvenliği sorumlusu, çalışanların film dozimetrisinin Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne (ÇNAEM) acilen gönderilmesini sağlar.

c- Radyasyonla karşılaşmış kişilerin gerekli laboratuvar incelemeleri yapılır.

d- İnceleme sonuçları OMÜSUVAM Radyasyon Güvenliği Yönergesinde belirtilen sınırları (**herhangi bir yılda alması beklenen 50 mSv'ı, ardışık 5 yılın ortalaması ise 20 mSv'**) aşmamalıdır. Ortamda bu doğrultuda gerekli önlemler alınır.

e- Radyasyon güvenliği sorumlusu, ÇNAEM' den gelen sonuçların sınırları aşması durumunda çalışan kişilerin radyasyon riski olmayan alanlarda (gözetimli alanlarda) görevlendirilmesi için gerekeni yapar.

f- Çalışan kişinin aldığı dozun sınırları aşması ya da üst eşiğe ulaşması durumunda ve kaza ya da tehlike durumlarında lisans sahibine bilgi verilir.

g- Radyasyonlu alanda çalışan kişinin ne kadar süreyle radyasyonlu alan dışında çalışacağına radyasyon güvenliği sorumlusu ve lisans sahibi kararlaştırır.

Yapılan tetkik sonucunda hastanın yüksek dozla karşılaşması durumunda:

a- Yapılan incelemenin teknik ölçütleri istenerek, hastanın aldığı doz hesaplanır. Hastadaki doku hasarı değerlendirilir.

b- Belirlenen değerlere göre hastanın doktoruna bir bildirim hazırlanır; bu bildirimde hastanın ne kadar doz aldığı belirtilir ve önerilerde bulunulur. Bildirim, radyasyon güvenliği sorumlusu ve lisans sahibi tarafından imzalanarak ve başhekimliğe iletilir.

c- Hasta uygun izlem programına alınır.

d- Fazla doz alımına neden olan sürecin yinelenmemesi için gerekli önlemler alınır.

## 2. Aygıtla bağlı bozukluklar

Teknisyen/tekniker çalıştığı sistemde elde ettiği inceleme görüntülerinin yeterli nitelikte olmadığını gördüğünde:

a- Anabilim Dalı fizikçisi ya da başteknisyen bilgilendirilir.

b- Aygıtın teknik ölçütleri kontrol edilerek sistemin doğru çalışıp çalışmadığı denetlenir.

c- Sistem doğru ölçüt değerleriyle çalışmıyorsa teknik servis çağırılmalıdır.

d- Servis elemanı sistemin kVp, mA, mAs ve doz ölçümü (Röntgen) ve benzeri sonuçları değerlendirir, sorumlu kişiye (lisans sahibi) bildirilir.

e- Raporda belirtilen "**yapılacak işlemler**" uygunsa onaylanır, sistemin kalibrasyonu ve değerleri düzenlenir.

f- Anabilim Dalı'nda oluşturulan nitelik denetimi programı doğrultusunda tüm sistemler önceden belirlenmiş aralıklarla kalibre edilir ve değerlendirilir.

## 3. Dış etkenler

Su baskını, yangın, sel ve deprem gibi doğal afetler durumunda:

Anabilim dalında kullanılan sistemlerde meydana gelen hasarları belirlemek için bölümün fizikçisine veya başteknisyenine haber verilir. Yapılan değerlendirme sonucunda cihazın yeniden çalışıp çalışmayacağı konusunda karara varılır. Hasara yol açan durumun yinelenmemesi için, hastane yönetimi bilgilendirilerek gerekli önlemlerin alınması sağlanır.

## 3. Tehlike durumlarında kaza bildirim ve kayıtlar

Radyasyon güvenliği açısından tehlike yaratan durumlar ya da kazalarla ilgili veri toplama-kayıt sürecinde aşağıda belirtilen öğeler göz önüne alınmalıdır:

a- Kayıtlardan sorumlu kişiler ve kayıt sisteminin nasıl yürütüleceği belirlenmelidir.

b- Kayıt, kazanın oluş nedeni ile ilgili açıklayıcı ve ayrıntılı bilgi içermelidir.

c- Doz ile ilgili kayıtlar aşağıdaki alanları kapsamalıdır:

- İncelemeye katılan çalışanların almış olduğu doz kayıtları
  - Hasta radyasyon düzeylerine ilişkin doz kayıtları
  - Çevre radyasyon doz kayıtları
- d- Kazanın olduğu:
- Gün, saat ve yer
- e- Kazaya uğrayan hastaya ilişkin kayıtlar:
- Uğranılan dozun değerini,
  - Uğranılan dozun hangi yöntemle saptandığını,
  - Hastanın dosya numarası, adres, telefon numarası gibi kişisel bilgilerini,
  - Hastanın, kaza sonrası iyileşme sürecine ilişkin bilgileri içermelidir.
- g- Hastanın yanlış uygulamalardan dolayı fazla doza uğraması durumunda kayıtlar:
- Yapılan uygulama ile ilgili hata ve yanlışlara,
  - Uygulama yapılan bölgede beklenen hasara,
  - Yapılması gereken girişimin özelliklerine,
  - Hastanın tedavi sürecine ilişkin bilgiler içermelidir.

**Tablo 2.Tehlike durumunda ve olağan dışı durumda görevlendirilecek personel Radyodiagnostik Anabilim Dalı Yönetimi**

İDARİ EKİP	TEL	
	Kurum İçi	Kurum Dışı
Prof.Dr.Çetin ÇELENK	2656	0 532 614 17 78
<b>TEKNİK EKİP</b>		
Baştek.;Ergin Özçubukçu	2446	0 535 427 88 28
Teknisyen	2167	

**Hastane Yönetimi**

**BAŞHEKİM** : Prof. Dr. Mustafa Bekir SELÇUK

**BAŞHEKİM Yrd.** : Doç. Dr. Yücel YAVUZ

**Tablo 3. Tehlike Durumunda Aranacak TAEK Telefon Numaraları**

TAEK ACİL DURUM	172
TAEK*	0312 2958907
RSGD* Bşk.	0312 2958973
SANTRAL	0312 2958700 (Santral)
FAX	0312 2958947



## 3.2 Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Radyasyon Güvenliği

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda kullanılan tedavi ve simülasyon aygıtları ile bu aygıtların bulunduğu odalar TAEK yönetmeliklerine uygun olarak kurulmuş ve TAEK tarafından lisanslanmıştır.

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

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

Co-60 teleterapi cihazı ortalama 1.25 MeV'luk gamma ışını ile çalışan bir tedavi cihazıdır. Lethal doz alacak şekilde ışınlamak mümkündür. Potansiyel kaza durumunda alınacak önlemler ve kaza yönetimi, güvenlik yöntemleri aşağıda gösterilmiştir.

Co-60 teleterapi ünitesi; kullanma kılavuzunu okumuş, eğitim görmüş hekimler, teknisyenler ve radyasyon fizikçileri tarafından çalıştırılmalıdır.

Cihaz ilk çalıştırıldığında önce ana şalteri sonra cihazın anahtarı açılmalıdır.

Cihaz açıldıktan sonra hasta tedaviye alınmadan önce cihaz bir boşa ışınlanıp alarm monitörünün çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Cihaz ışınlama yaparken kapı üzerinde kırmızı ve kontrol konsolunda kırmızı ışıkların yandığı görülmelidir. Tedavi bitince aynı yerlerde bulunan ışıkların yeşil yandığı görülmelidir. Eğer kırmızı ışıklar sönmediyse **Co-60** kaynağının park pozisyonuna (**BEAM OFF**) dönmediği anlaşılmalıdır.

Cihazın kontrol masasında bulunan (**EMERGENCY STOP**) düğmesine basarak çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

Tedavi odasının havalandırma sistemi çalıştırılmalı, tedavi bitinceye kadar sistem açık kalmalıdır.

Hasta ile karşılıklı konuşmayı sağlayan sistemin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli çalışır durumda olması sağlanmalıdır.

Hasta set-up'ında kullanılan LASER ayar sistemi kontrol edilmelidir.

Gantry döndürülürken ve masa hareket ettirilirken birbirlerine, hastaya ve yakında bulunan yardımcı aletlere çarpmamasına (tabure, sedye, basamak vs.) dikkat edilmelidir.

Kurşun koyma tepsisinin takıldığı yerde mekanik bir arıza olmadığından emin olunmalı, tepside radyasyon etkisi sonunda çatlaklar meydana geldi ise kesinlikle kullanılmamalıdır.

Lateral ışınlamalarda kurşun blokların düşüp hastayı yaralamamasına dikkat edilmeli, kolimatöre takılan aksesuarların hastaya çarpmamasına özen gösterilmelidir.

Cihazda meydana gelen arızalar ile birlikte **Co-60** gamma ışını demetini **ON-OFF** durumuna gelmesini sağlayan **İŞİN KESME** mekanizmasının tamirlerini bu konuda yetkili servis elemanlarına yaptırılmalıdır. Kesinlikle onarıma teşebbüs edilmemelidir.

Acil bir durum meydana gelirse cihazın kontrol masası, duvarda ve el kumandasında bulunan (**EMERGENCY STOP**) düğmelerinden birine basılmalıdır.

Cihazın günlük, haftalık, aylık, altı aylık ve yıllık bakımları, doz ölçümleri ve kalite kontrolleri düzenli olarak yaptırılmalıdır.

### 3.2.1.2. Co-60 Teleterapi Cihazı İçin Tehlike Durum Planı

#### 3.2.1.2.1. Kaynağın Açık Kalması Durumu

Kaynak hasta ışınlanması sırasında açık kalmış ise, teknisyen acil durum talimatında belirtildiği şekilde hastayı kaldırmalıdır.

Fizik bölümünde sorumlu fizikçiye ve sorumlu radyasyon onkoloğuna haber verilmelidir.

Radyasyon tehlikesi işareti konarak bölgeye ilgisiz kişilerin girmesi engellenmelidir.

Hastanın fazladan kaldığı süre not edilmeli, ne kadar fazla doz aldığı tespit edilmelidir. Odada bulunan monitör göstergesi değerlendirilerek, radyasyona maruz kalan teknisyenin film dozimetresi değerlendirilmek üzere TAEK'e gönderilmelidir. Kaza TAEK-Radyasyon Güvenliği Dairesi ( TAEK-RGD) veya Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM)'ne bildirilmelidir.

Cihazın bakım ve onarımını üstlenen firmaya haber verilmelidir.

#### 3.2.1.2.2. Kaynağın Düşmesi Durumu

(Gerçekleşme olasılığı düşüktür):

Bu durumda teknisyen hastanın yataktan kalkmasına yardımcı olmalı ve hemen odadan çıkılmalıdır.

Fizik uzmanına ve sorumlu hekime haber verilmelidir.

Radyasyon uyarı işareti ile bölgeye girilmesi engellenmelidir.

Cihazın bakım ve onarımını üstlenen firmaya haber verilmelidir.

Teknisyenin dozimetresi değerlendirilmek üzere **TAEK**'e gönderilmelidir.

Kaza **TAEK-RGD** veya **ÇNAEM**'e bildirilmelidir.

#### 3.2.1.2.3. Yangın

Işınlama süresi kaydedilerek cihaz durdurulur ve hasta tedavi odasının dışına çıkarılır Yangın alarmı düğmesine basılarak bina boşaltılır.

Elektrik ana şalterden kapatılmalıdır.

Eldeki yangın söndürücülerle yangına müdahale edilirken yangın durumuna göre **110** numaradan itfaiye haberdar edilir.

Sorumlu fizik uzmanına ve ilgililere haber verilir. Bu kişilerin telefon numaraları tüm tedavi cihazlarında bulunmaktadır.

İtfaiye görevlilerine yol gösterilir (**Co-60 cihazı için**).

Cihazlar yangından hasar görmüş ise **TAEK - RGD** ve **ÇNAEM** aranarak haberdar edilir.

İlgili kişi ayrıntılı raporları hazırlayarak **TAEK**'e göndermelidir.

Yangın halinde elektrik ve binada kullanılan materyale uygun söndürücü kullanılması ve yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılması gereklidir. Yangın söndürücüler kolay ulaşılabilir yerlerde bulundurulmalıdır. Tüm çalışanlar yangın anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.

Olay sonrası cihaz çalıştırılmadan önce genel bakımdan geçmeli, kalite kontrol ve doz ölçümleri yapılmalıdır.

#### 3.2.1.2.4. Su Basması

Tedavi odasının zemin ve kablo kanallarına su girmiş, kablolar ıslanmış ise cihaz kesinlikle çalıştırılmamalıdır.

Elektrik ana şalterden kesilmelidir.

Suyun boşaltılmasını takiben sorumlu teknik personel tarafından cihazın kontrolleri yapılmalıdır.

Hasta tedavi odasında iken su basarsa cihaz hemen kapatılmalı ve hasta dışarı alınmalıdır.

Elektrik ana şalterden kesilmelidir.

Sorumlu kişilere, hastane sorumlusuna ve yetkili firma elemanlarına haber verilmelidir.

Hasar tespiti yapılarak, gerekli raporlar hazırlanmalı ve **TAEK**'e gönderilmelidir.

#### 3.2.1.2.5. Deprem

Tüm çalışanlar deprem anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.

Depremün tedavi sırasında olması halinde, çalışan kişiler asla paniğe kapılmamalıdır. Işınlama hemen durdurulmalıdır. Bu işlem sırasında sadece ışın kesilmeli, sistemin elektriği kesilmemelidir. Aksi halde cihaza müdahale etmek imkansız hale geleceğinden hasta masası hareket ettirilemez.

Hastaya sakin olması söylenmelidir.

Sarsıntı geçer geçmez hasta derhal tedavi odasından dışarı alınmalı ve ana şalterden elektrik kesilmelidir. Güvenli bir yerde sarsıntının geçmesi beklenmelidir

Sorumlu kişilere haber verilmelidir.

Hasar tespiti yapılmalıdır.

Bina hasar görmüş ise itfaiye ve polisten yardım istenmelidir.

Cihazın koruyucu zırhı hasar görmüş ise **TAEK**'ten yardım istenmelidir.

Herhangi bir hasar yoksa ilgili firma elemanlarıyla birlikte cihazın fiziksel parametreleri kontrol edilmelidir.

Deprem sonrası ayrıntılı rapor hazırlanarak **TAEK**'e gönderilmelidir.

Depremün tedavi saatleri dışında meydana gelmesi durumunda; hasar tespiti yapılır, cihaza ait parametreler kontrol edilir, durum **TAEK**'e bildirilir.

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

#### 3.2.2.1. Lineer Hızlandırıcı Cihazında Çalışma Prensipleri

Cihaz eğitim almış deneyimli teknisyen ve fizikçiler tarafından kullanılmalıdır.

Cihaz bakım-onarımı, lisanslı ve eğitimli kişilerce yapılmalıdır.

Cihaz ilk açıldığında sorumlu teknisyen tarafından havalandırma, soğutma sisteminin çalışıp çalışmadığı, su sıcaklığı, basıncı, seviyesi, gaz basıncı kontrol edilmelidir.

Cihazın bulunduğu oda sıcaklığı ve basıncı kontrol edilerek kayıt tutulmalıdır.

Gantri ve kolimatör 0°'ye getirilmelidir.

Elektron ve foton enerjilerinde sabah kontrolleri sorumlu teknisyen tarafından yapılmalıdır.

Cihazın mekanik kontrolleri sorumlu teknisyen tarafından yapılmalı ve sorumlu fizikçiye onaylatılmalıdır.

Foton enerjileri için 5 cm derinlikte, elektron enerjileri için  $d_{max}$  derinliğinde doz verimi kontrolleri yapılmalıdır. Sonuçlar sorumlu fizikçiye bildirildikten sonra hasta tedavisine başlanmalıdır.

Tedaviler bittikten sonra cihaz gantri ve kolimatör 90°'de STANDBY konumuna getirilmelidir. Bilgisayarlar kapatılmalıdır.

Hasta tedavisi ayarlanırken gantri ve masa hareketleri sırasında çarpma ve vurmalara dikkat edilmelidir (gantrinin çarpabileceği veya sıkışabileceği materyallerin olmamasına dikkat edilmelidir).

Tedavi sırasında herhangi bir çarpma ve sıkışma durumunda acil durum butonları kullanılarak hastanın ve tedavinin zarar görmesi engellenmelidir.

Hasta tedavi süresince teknisyenler tarafından monitörden izlenmeli ve tedaviyi hatalı hale getirecek koşulların oluşmasına izin verilmemelidir.

İlk hasta tedavilerinde sorumlu fizikçi ve sorumlu doktora haber verilmeli ve tedavi bu koşullarda gerçekleştirilmelidir.

Tedavi boyunca belirtilen günlerdeki hasta kontrollerinin yapılmasına dikkat edilmelidir.

Tedavi boyunca hastada beklenmedik reaksiyonlar için sorumlu fizikçi ve sorumlu doktor haberdar edilmelidir.

Emin olunamayan hiçbir hasta set-up'ı ve tedavisi gerçekleştirilmemelidir. Böyle durumlarda sorumlu fizikçi ve sorumlu doktor haberdar edilmelidir.

Cihaz arıza ve hata mesajları gün, saat ve oluşma koşulu laboratuvar bulundurulmuş kayıtlı edilmeli ve bakım-onarım sözleşmesi olan firmaya sorumlu fizikçi denetiminde haber verilmelidir.

Cihazın günlük, aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık kontrolleri düzenli olarak yapılmalı ve kayıtları saklanmalıdır.

Herhangi bir arıza ve bakım sonrası cihazın tüm kontrolleri sorumlu fizikçi ile birlikte yapıldıktan sonra hasta tedavisi başlamalıdır.

Cihaz ile ilgili tüm dokümanlar gerektiğinde kullanılacak şekilde uygun yerlerde bulundurulmalıdır.

Tedavide kullanılan yardımcı cihazlar (kol tutacağı, kurşun bloklar, hasta yatakları, vs...) uygun koşullarda yerleştirilmelidir. Hasar görenler sorumlu fizikçiye ve doktora bildirilerek tedavi koşulları yeniden sağlanmalıdır.

Cihaz odası çalışma koşullarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmeli ve tedavi boyunca hasta ve çalışanı rahatsız edecek ayrıntılar bulundurulmamalıdır.

Cihazda bulunan bilgisayarlara dışarıdan hiçbir disket veya CD takılmamalıdır.

Temel prensip güvenli, doğru ve sistemli çalışmalıdır.

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

#### **3.2.2.2.1. Yangın**

Işınlama süresi kaydedilerek cihaz durdurularak hasta tedavi odasının dışına çıkarılmalıdır. Durumdan bölüm sorumlusu ve ilgili fizikçi haberdar edilerek hastane sorumlusu bilgilendirilmelidir.

Yangın alarmı düğmesine basılarak bölüm boşaltılmalıdır.

Elektrik ana şalterden kapatılmalıdır.

Eldeki yangın söndürücülerle yangına müdahale edilirken; yangın durumuna göre **110** numaradan itfaiye haberdar edilmelidir.

İtfaiye görevlilerine yol gösterilmelidir.

Cihazlar yangından hasar görmüş ise **TAEK-RGD** ve **ÇNAEM** aranarak haberdar edilmelidir.

Sorumlu kişi ayrıntılı raporları hazırlayarak **TAEK**'e göndermelidir.

Yangın halinde elektrik ve binada kullanılan materyale uygun söndürücü kullanılması ve yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılması gereklidir. Yangın söndürücüler kolay ulaşılabilir yerlerde bulundurulmalıdır. Tüm çalışanlar yangın anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.

Olay sonrası cihaz çalıştırılmadan önce genel bakımdan geçmeli, kalite kontrol ve doz ölçümleri yapılmalıdır.

### 3.2.2.2.2. Su Basması

Tedavi odasının zemin ve kablo kanallarına su girmiş, kablolar ıslanmış ise cihaz kesinlikle çalıştırılmamalıdır.

Elektrik ana şalterden kesilmelidir.

Suyun boşaltılmasını takiben sorumlu teknik personel tarafından cihazın kontrolleri yapılmalıdır.

Hasta tedavi odasında iken su basarsa cihaz hemen kapatılmalı ve hasta dışarı alınmalıdır.

Elektrik ana şalterden kesilmelidir.

Sorumlu kişilere, hastane sorumlusuna ve yetkili firma elemanlarına haber verilmelidir.

Hasar tespiti yapılarak ve gerekli raporlar hazırlanmalı ve **TAEK**'e gönderilmelidir.

### 3.2.2.2.3. Deprem

Tüm çalışanlar deprem anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.

Deprem tedavisi sırasında olması halinde; çalışan kişiler asla paniğe kapılmamalıdır. Işınlama hemen durdurulmalıdır. Bu işlem sırasında sadece ışın kesilmeli, sistemin elektriği kesilmemelidir. Aksi halde cihaza müdahale etmek imkansız hale geleceğinden hasta masası hareket ettirilemez.

Hastaya sakin olması söylenmelidir.

Güvenli bir yerde sarsıntının geçmesi beklenmelidir.

Sarsıntı geçer geçmez hasta derhal tedavi odasından dışarı alınmalı ve ana şalterden elektrik kesilmelidir.

Sorumlu kişilere haber verilmelidir.

Hasar tespiti yapılmalıdır.

Bina hasar görmüş ise itfaiye ve polisten yardım istenmelidir.

Cihazın koruyucu zırhı hasar görmüş ise **TAEK**'ten yardım istenmelidir.

Herhangi bir hasar yoksa ilgili firma elemanlarıyla birlikte cihazın tüm parametreleri kontrol edilmelidir.

Deprem sonrası ayrıntılı rapor hazırlanarak **TAEK**'e gönderilmelidir.

Deprem tedavisi saatleri dışında meydana gelmesi durumunda; hasar tespiti yapılır, cihaza ait parametreler kontrol edilir, durum **TAEK**'e rapor edilir.

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

#### 3.2.3.1. Simülatör Cihazında Çalışma Prensipleri

Cihaz İle İlgili Olarak;

Öncelikle kesintisiz güç kaynağı (uninterruptible power supply, **UPS**)açılarak şebekenin cihaza gelmesi sağlanmalıdır.

Ana şalterden açma düğmeleri devreye sokulduktan sonra, bilgisayar sistemi açılması ve skopi ekranına elektrik gelip gelmediği kontrol edilmelidir.

Bilgisayar sistemi açılırken; ilk açılışta bilgisayar şifresi konulmadığı için “tamam” veya “iptal” denilerek geçilebilir.

Bu sırada içeride maske eritme potasının açılıp açılmadığı kontrol edilmelidir. İçerisindeki su miktarının yeterli seviyede olması sağlanmalı, eğer su çok kirlenmiş ise simülasyonlar bittikten sonra bütün su boşaltılıp temiz su ile değiştirilmeli ve ertesi güne hazır durumda bırakılmalıdır.

Mobil konturmetrede kullanılmak üzere hazırda kağıt bulunmasına dikkat edilmelidir.

Simülatör cihazının günlük kalite kontrol formlarının her gün cihaz açıldıktan sonra düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Değerlerde limit dışında düzensizlikler olduğunda sorumlu fizikçiye haber verilmelidir. Son olarak hasta alınmadan önce cihazın skopi yapıp yapmadığı ve görüntü kalitesinin durumu kontrol edilerek cihaz hasta alır duruma getirilmelidir.

Akşam mesai bitiminde simülatör odası ertesi güne hazır olacak şekilde bütün kullanılan malzemeler yerlerine kaldırılmalı ve Gantry 0° olacak şekilde cihaz kapatılmalıdır. Maske eritme potasının (potanın içerisinde maske bırakılmamalıdır), banyo cihazının kapalı olup olmadığı kontrol edilmeli ve içerideki ısıtıcılar açıksa mutlaka kapatılmalıdır.

Karanlık oda ile ilgili olarak;

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

Hasta Alımı İle İlgili Olarak;

Simülatör randevu defterinden o güne ait hastaların listesi alınmalı ve randevu saatinde hastanın doktoru ile iletişime geçilerek simülasyona başlanmalıdır.

Öncelikle hastanın dikkatli bir şekilde masaya yatması sağlanmalıdır. Maske yapılması gerekiyorsa baş veya baş-boyun olmak üzere hastadan sorumlu asistanı ile birlikte hastaya açıklama yapılarak maske hazırlanmalıdır.

Simülasyon işleminin hangi cihaza göre yapılacağı doktorundan öğrenilerek, sistem ona göre ayarlanmalıdır ( Kaynak Deri Mesafesi “ *Source Skin Distance* , *SSD*” , alan göstergesi tepsisi).

Filmler çekildiğinde film odak mesafesi ( *Focus Film Distance -FFD* ) ve diğer gerekli bilgilerin film üzerine yapıştırılan etikette olmasına dikkat edilmelidir.

Eğer hastanın konturu alınacaksa simülasyon işlemi bittikten sonra kontur alımı tamamlanmalıdır.

Hastanın tedavi randevusu hangi cihazda tedaviye başlayacaksa cihaza ait teknisyen ile görüşülerek saati hastaya ve ilgili kişilere bildirilmelidir.

Hastaya ait filmler, tedavi dosyası ve varsa konturunun sorumlu fizikçiye ulaşması sağlanmalıdır.

Hasta işlemleri bittikten sonra yakınları çağırılarak güvenli bir şekilde odadan çıkması sağlanmalı ve hastanın odada tek başına bırakılmamasına özen gösterilmelidir.

Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra diğer hasta alımı için doktoru ile iletişime geçilmelidir.

Sorumlu teknisyen mesai saatleri içerisinde daima cihaz başında bulunmak zorundadır.

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

#### **Tehlike ve Acil Durum Nedenleri, Olası tehlikeler,**

Elektrik Arızası

Yangın

Deprem

Su basması

Simülasyon sırasında odaya girilmesi

Yukarıda belirtilen kaza durumlarında Simülatörün bütün fonksiyonlarını durdurabilen kırmızı renkli acil butonları, kumanda paneli üzerinde ayrıca odanın prizleri de dahil tüm elektrik akımını kesen acil düğmesi kumanda odası duvarında bulunan elektrik panosunda bulunmaktadır. Ayrıca sadece masanın elektrik akımını keserek masanın hareketini durduran butonlar, masanın her iki yanında bulunan panel üzerinde bulunmaktadır.

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

Yangın durumunda acil butonları ile cihazın elektrik bağlantısı kesilir. Acil yangın çıkışı kapısının yanında iki tip yangın tüpü vardır. Elektrikli cihazların söndürülmesi gerekiyorsa halokarbon yangın tüpü ile değilse normal yangın söndürme tüpü ile müdahalede bulunulur. Ana şalter kapatılarak tesisin elektrik akımı kesilmiş olur.

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

#### **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.

#### **Kaza Durumunda Başvurulacak Ve Müdahalede Görev Alacak Personel:**

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

**Tablo 4. Tehlike Durumu Ve Olağandışı Durumda Görev Alacak Personel Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Yönetimi**

İDARİ EKİP	TEL	
	Kurum İçi	Kurum Dışı
Doç.Dr. Nilgün Özbek OKUMUŞ	3162	0 532 516 75 77
Yrd.Doç. Dr. A. Deniz MEYDAN	2232	0 532 701 45071
<b>TEKNİK EKİP</b>		
Fiz.Uzm. Tenzile OFLUOĞLU	2248	0 533 652 15 94
Fiz.Uzm. Telat AKSU	2248	0 542 483 46 77
Baştekniker Zeynep YILMAZ	3793-3794	0 544 466 54 56

#### Hastane Yönetimi

**BAŞHEKİM** : Prof. Dr. Mustafa Bekir Selçuk

**BAŞHEKİM YARDIMCISI** : Doç. Dr. Yücel YAVUZ

**Tablo 5. Tehlike Durumunda Aranacak TAEK Telefon Numaraları**

TAEK ACİL DURUM	172
TAEK	0312 2958907
RSGD Bşk.	0312 2958973
SANTRAL	0312 2958700 (Santral)
FAX	0312 2958947



### 3.3. OMÜ Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda Radyasyon Güvenliği

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Araştırma Merkezi Nükleer Tıp Anabilim Dalı mezuniyet öncesi ve mezuniyet sonrası eğitiminin yanı sıra hastalara yönelik tanı ve tedavi hizmeti sunmaktadır. Günlük pratikte tanısız amaçlı uygulamalarda, radyofarmasötikler düşük dozlarda hastalara oral ya da paranteral yolla verilmekte ve yüksek tedavi doz uygulamalarının aksine sıkı korunma kuralları gerektirmemektedir. Hastalar normal tuvalet ve banyoları kullanabilirler. Enjeksiyondan sorumlu personel, emziren anneler ve yoğun bakım tedavisi altındaki olgularda özellikle radyasyon korunmasına dikkat edilmesi gerekir. Yüksek dozlarda tedavi uygulamalarında, verilen radyofarmasötüğün fiziksel özelliklerine göre hastaların belirli bir süre özel donanımlı odalarda izlemi gerekir. Hastanın vücudundaki radyasyon dozu toplum için kabul edilebilir düzeye geldiğinde gerekli uyarı ve öneriler ile taburcu edilir.

Nükleer Tıp kliniğine teknesyum jeneratörü haftalık olarak, bunun dışında kullanılan Ga-67, I-131, In-111, Tl-201 ve F-18 FDG gibi radyofarmasötikler hasta yoğunluğuna göre ismarlandıkça getirilmektedir. Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile uluslararası kurallara uygun olarak hizmet vermektedir. Anabilim Dalı'nda 3 adet gama kamera (biri SPECT / BT) , 1 adet PET/ BT cihazı , 1 DEXA, gama sayaç (kullanım dışı), uptake aygıtı , gama probe (kullanım dışı), doz kalibratörü (2 adet) , C-14 üre- nefes testi cihazı, tekne gas sistemi bulunmaktadır.

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

1. Laboratuvarla ilgili envanter tutulmalıdır. Bu envanter aşağıdaki hususları içermelidir.  
Tesele giren radyoaktif maddelerin kayıtları  
Radyoaktif madde verilen hastaların kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)  
Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları  
Radyoaktif atık kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)  
Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon kalite kontrol kayıtları  
Doz kalibratörü ve radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyon kayıtları  
Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları  
Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları
2. Görevli olmayan personelin laboratuvara giriş-çıkışları önlenmelidir.
3. Radyoaktif maddeler ile çalışmaya başlamadan önce masa üzerini plastik örtü ile kaplamalı, üzerine emici kağıtlar yerleştirilip bunların üzerinde çalışılmalıdır.
4. İşlemler kenarlı küvetler içinde emici kağıtlar üzerinde yapılmalıdır.
5. Laboratuvarında çalışırken laboratuvar önlüğü, lastik/plastik eldiven gibi koruyucu giysiler giyilmelidir. İş bitiminde kullanılan eldivenler dikkatli şekilde çıkartılarak radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
6. Eldiven kullanıldığında, kontaminasyonu önlemek amacıyla iç kısımlar dışta kalacak şekilde çıkartılmalıdır.
7. Laboratuvarında temizlik için kağıt havlu ve mendil kullanılmalı, kullanımdan sonra derhal radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
8. Laboratuvarında kullanılan giysilerin laboratuvar dışına çıkarılması önlenmeli, koruyucu giysiler çıkarılıp eller ayaklar monitörize edildikten sonra laboratuvar dışına çıkılmalıdır.

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

10.Ellerde yara varsa bandajlı bile olsa laboratuvarda çalışılmamalıdır.

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

12.Çalışırken vücutta kesik ve çiziklere neden olabilecek keskin uçlu malzeme kullanmaktan kaçınılmalıdır (kırık ve çatlak cam eşyalar gibi).

13.Laboratuvarda kullanılan şişelerin muhafaza kapılarının kapaklarının kolay açılabilir olmasına dikkat edilmeli ve uygun etiketleme işlemi yapılmalıdır.

14.Laboratuvar radyasyon monitörü ile sürekli taranarak radyasyon korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Çalışma saatlerinde radyasyon monitörü sıcak odada ve devamlı çalışır durumda bulundurulmalı veya alarm seviyesi ayarlanabilir sesli uyarı istemi ile bir laboratuvar monitörü sağlanmalıdır. Kontaminasyon saptanması halinde dekontaminasyona gidilmelidir.

15.Radyofarmasötik uygulama, seyreltme ve diğer çalışmalar çeker ocak içerisinde ve kurşun eşdeğeri camdan yapılmış paravan arkasında yapılmalıdır.

### 3.3.2 .Sıcak ( Radyofarmasi Laboratuvarı) Oda Düzeni

Sıcak oda radyofarmasötiklerin hazırlandığı ve üretildiği yer olup güçlü karbon filtreli çeker ocak ve laminar flow kabini içermelidir. Çalışma bankoları, lavabo ve dekontaminasyon için duş bulunmalıdır. Elle taşınabilir radyasyon monitörünün taban ve çalışma alanlarının kontaminasyon kontrolleri için sıcak odada bulunması zorunludur. Ayrıca laboratuvar kapısına yakın yerleştirilen sabit bir radyasyon monitörü de bulunmalıdır. Bu monitör odadan ayrılmadan önce ellerin ve kıyafetlerin kontaminasyon kontrolü için kullanılır. Üzeri şeffaf plastik kapalı olmalı ve alarm sesi açık olmalıdır. Monitör ellenmemelidir, çünkü kişi kontamine olduysa monitörü de kontamine edebilir. Herhangi bir bulaş olduğunda durumdan radyasyon güvenlik görevlisi haberdar edilir. Sıcak odada işaretlenen kitlerin kurşun korumalarının üzerine kitin adı, hazırlanış saati, aktivitesi ve hacmi yazılmalıdır. Bu vialler kapakları kilitlenebilen kurşun kaplar içinde saklanmalıdırlar. Sıcak odadaki çalışma modülleri kurşun bloklarla oluşturulabilir. İçleri kolay dekontaminasyon için çelik veya laminat ile kaplanır. Kurşun camlı L- tipi zırhlar radyofarmasötik hazırlanırken göz lensini korumak ve yüze sıçramaları önlemek için gereklidir.

#### 3.3.2.1 Radyofarmasi Laboratuvarı ve bölümleri

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

#### 3.3.2.2. Radyofarmasi Laboratuvarı ve bölümlerinde uyulması gereken genel prensipler: “ National Radiological Protection – 1983”

1. Açık kaynak olan radyoaktif ürünlerin kullanımında tüm personel iyi eğitilmiş olmalıdır.
2. Çalışma işlemleri alandaki kontaminasyonu en aza indirmeye yönelik olmalıdır.

3. Çalışma alanına yenilip içilebilecek hiçbir gıda ürünü sokulmamalı, buzdolabında depolanmamalı ve sigara içilmemelidir.

4. Mendil kullanımı yasaktır; kağıt havlu kullanılmalıdır.

5. Derideki herhangi bir kesik çizik laboratuara girmeden önce su geçirmez bantlarla kapatılmalıdır.

6. Duvarlar taban ve tavan ve odadaki tüm donanım kontaminasyonu mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutmak için yeterli sıklıkta temizlenmelidir.

7. Uygulanacak radyoaktif solüsyonların adı kimyasal formu, verilme tarihi ve zamanı açık olarak yazılmalıdır. "milicurie" ve "mikrocurie" birimleri hataları önlemek için açık yazılmalı, kısaltma kullanılmamalıdır.

8. Tiroide yönelik tanı ver tedavi dışında iyotun herhangi bir formu ya da 185 MBq (5 mCi) den fazla Tc- 99m perteknetat kullanılacaksa radyasyon dozunu azaltmak için tiroidi bloklayan ajan verilmelidir.

9. Radyoaktif gazlar veya aerosoller uygulandığı zaman dışarı solunan hava doğrudan binanın dışına iletilmelidir.

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

Radyofarmasötik doz hazırlama kayıtlarının içermesi gereken bilgiler:

### **RADYOFARMASÖTİK:**

<b>Çoklu doz viali</b>	<b>Hasta enjektörü:</b>
Radyofarmasötik Adı	Hasta Adı
Hacim	Çalışma adı
Toplam Aktivite	Radyofarmasötik Adı
Bağlanma Saati	Ölçüm
	Tarih saat

### **3.3.2.3. Radyofarmasi Odasında Radyasyon Güvenliği**

**Radyoizotoplarla çalışırken aşağıdaki genel güvenlik önlemleri alınmalıdır.**

- Radyoaktif madde ile çalışırken eldiven giyilir. Laboratuar kıyafetleri ve tek kullanımlık eldiven kullanılmalıdır. Laboratuardan ayrılırken kıyafetler çıkarılır. Eldivenler sık değiştirilir.
- Radyoaktif madde taşıyıcı kaplar üzerine radyofarmasötik adı, aktivite miktarı, hazırlanış saati ve tarihi yazılmalıdır.
- Radyoizotoplarla çalışırken herhangi bir şeyin yenilmesi ve içilmesi yasaktır.
- Radyofarmasötikleri hazırlarken yutma riskini azaltmak için pipet, pipet ucu kullanılır.
- Buharlaştırma ve gaz salma özelliği olan maddeler havalanması yeterli ortamda tutulmalı ve taşınmalıdır.
- Radyoaktif atıklar uygun ortamda kurşun çöp kutuları içinde saklanmalıdır.
- Çalışma tamamlandıktan sonra çalışma personelinin ve çalışma ortamının her çalışmadan sonra radyasyon ölçümleri alınmalı ve gerekirse dekontaminasyon işlemi ve kayıtlar tutulmalıdır.

- h. Önemli düzeyde bulaş saptanırsa radyasyon güvenlik birimi ve sağlık fizikçisi bilgilendirilmelidir.

Radyoaktif maddelerle çalışırken oldukça planlı ve hızlı hareket etmelidir. Radyoaktif atıklar radyoizotopun türüne yani yayılan radyasyonun tipine ve enerjisine göre zırhlanma malzemelerinden yapılmış (örn: kurşun) çöp kutuları içinde muhafaza edilmektedir. Bu katı atık torbaları dolduklarında yüzeyindeki radyasyon doz hızı bölüm sağlık fizikçisi tarafından ölçülüp bölüm atık deposuna gönderilir.

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

### 3.3.3. Hasta Taburcu İşlemleri ( I-131 tedavisi sonrası)

Tanısal amaçlı nükleer tıp uygulamaları için efektif doz, 1-10 mSv ve ortalama 3 mSv dir. Bu değerler yıllık önerilen doz limitlerini aşmadığı gibi günlük uygulamalar sonrası hasta için 1 metreden doz ışılama ölçüm değerleri de önerilen sınırlar içinde olduğundan, işlem sonrası toplum için özel önlemlerin alınması çoğunlukla gerekmemektedir. Nükleer tıp bölümünde tanısal uygulamalarda radyoaktif madde kullanılması nedeniyle, ölçüm sonuçları normal sınırlarda bile olsa hastalara 1 gün boyunca korunma prensiplerine uyulması söylenir, yatan hasta ise ilgili servis doktoruna korunma prensipleri hakkında bilgi verilir. Ancak tedavi amaçlı doz uygulamaları sonrası aile üyeleri ya da toplum radyasyon güvenliği açısından bir takım sınırlandırmalar gerekebilir. Ayakta tedavi doz uygulaması sonrası I-131 radyoaktif maddesi verilen hastalar TAEK mevzuatında belirlenen 1 metre uzaklıktaki doz hızı, **30µSv/saat’in** altına düşünceye kadar oda projesi uygun bulunan izolasyonlu bekleme odasında bekletilir. Birer saat ara ile doz ışınlama ölçümleri yapılarak önerilen doz sınırlarına inildiğinde hastaya ayakta tedavi sonrası uyulması gerekli form verilerek gönderilir.

**Tablo 6. Aktivite- etkin doz dönüşüm tablosu**

Hastadan 1 metre uzaklıkta Etkin doz hızı 1 metrede $\mu\text{Sv h}^{-1}$	Kalan aktivite miktarı	Talimatlar için tavsiye edilen zaman dilimi
< 40	<800 MBq	3 hafta
<30	<600 MBq	2.5 hafta
< 20	<400 MBq	2 hafta
< 10	<200 MBq	1 hafta
< 5	<100 MBq	3 gün
< 3	<60 MBq	24 saat

Kaynak: TAEK <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/func-directinfo/21/>

I-131 tedavisi gören hastaların mesai arkadaşlarına vereceği radyasyon dozlarını 0.3 mSv değerinde tutabilmek için işe başlamadan önce geçirmeleri gereken süreyi belirlemek için aşağıdaki tablodan yararlanır.

**Tablo 7. I-131 verilmiş hastada kısıtlamalar-1**

Saat/ Gün	200 MBq	400 MBq	600 MBq	800 MBq
1 metrede 8 saat	4	10	13	15
1 metrede 4 saat	--	4	8	10
2 metrede 8 saat	--	--	3	4

Kaynak: TAEK <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/func-directinfo/21/>

**Tablo 8. I-131 verilmiş hasta kısıtlamalar-2**

HASTAYA VERİLMİŞ OLAN AKTİVİTE (MBq )		30-200	200-400	400-600	600-800
KISITLAMANIN ŞEKLİ					
KISITLAMA SÜRESİ ( GÜN)					
I)	Çok kısa süreler dışında ev halkından en az 1(bir) m uzaklıkta durun	5	9	12	14
II)	Ev halkıyla günde 15 dakikadan daha fazlasıyla yakın temasta (sarılmak, kucaklamak gibi) bulunmayın, yatağınızı ayırın	15	21	25	27
III)	Ev halkı dışındaki yetişkin kişilere 1 ( bir) metreden kısa mesafede günde 3 ( üç) saatten fazla durmayın	-	-	-	1

NOT: Zorunlu hallerde, 30-200 MBq aktivite bulunması durumunda, çocuklar ile ilk 5 gün süresince çok kısa sürelerle, sonraki 10 gün için günde en fazla 15 dakikalık süreyle günde en fazla 15 dakika yakın temasta bulunulabilir.

III sıra, hasta ile sadece bir kez karşılaşma olasılığı olan kişiler içindir.

Kaynak: TAEK <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/func-directinfo/21/>

**Tablo 9. I-131 verilmiş hasta kısıtlamalar-3**

Aktivite (MBq)	Toplu Taşıma Araçlarıyla Seyahat (gün/saat)		İşe ara Verme Süresi gün	Eşinden Ayrı Yatma		Çocuklarla Yakın Temasta Bulunma		
	1.Hafta/Saat	2.Hafta/saat		Hamilelik varsa gün	Hamilelik yoksa gün	<2 yaş gün	2-5 yaş gün	5-11 yaş gün
200	3.5	24	0	15	1	15	11	5
400	1.5	14	3	20	8	21	16	11
600	1	9	6	24	11	25	20	14
800	1.5	7	8	26	13	27	22	16

### 3.3.4. I-131 Dışında Beta Işıması Yapan Radyoaktif Maddeler İle Tedavi Sonrası Radyasyondan Korunma

Nükleer Tıp tedavi uygulamalarında I-131 dışında beta ışımaya sahip radyonüklidler arasında Yttrium- 90 (Y-90), Samarium-153, Stronsiyum-89 ve Rhenium-186 yer alır. Y-90'nın kolloid formu radyonüklid sinevektomide, anti CD20 antikorları ile işaretlenerek ise lenfoma tedavisinde kullanılır. Her iki tedavi de poliklinik şartlarında uygulanmakta olup, ek tıbbi sorunu olmadığı sürece hastanede izole edilmeleri gerekmemektedir. Yakın temas olmadığı sürece personel ve yakın çevrenin aldığı radyasyon dozu ihmal edilebilir düzeydedir. Tedaviyi veren tıbbi personelin beta ışımalarının neden olabileceği Bremstrahlung ışımaya engel olabilmek için uygulamayı özel bir enjektörle yapması gerekir. Tedavi sonrası 1 metreden ölçülen doz hızı 0,00295 mSv/saat ve hasta ailesinin maruz kalacağı radyasyon ilk hafta için yaklaşık 0,035 mSv ( 0,04- 0,15 mSv/ hafta) dir. Verilen radyoaktif madde esas olarak idrar ile atıldığından tuvalet kullanımı ile ilgili uyarılarda bulunmak önemlidir.

Samarium-153, Stronsiyum-89 ve Rhenium-186 tedavileri de poliklinik şartlarına uygulanır. Esas atılım yolu gastrointestinal sistem olduğundan tuvalet temizliği yönünden hastalar uyarılmalıdır. Ayrıca kesik veya yaralanma sonrası kanama olması durumunda çevrenin kontamine olmadan temizlenmesi vurgulanmalıdır. Tedavi alan hastaların emzirmeyi kesmesi gerekir.

### 3.3.5. Nükleer Tıp ve Hamilelik

Radyonüklid tedavi sonrası hamilelik düşünen kadınların vücudundaki rezidüel radyoaktivitenin 1 mGy'lik potansiyel fetal dozu geçmemesi önerilir. Gebe ve fetusun radyasyon maruziyetini önlemek için dikkat edilmesi kurallar:

- Tüm tanı ve tedavi uygulamalarında hastanın hamilelik durumu sorgulanmalı ve gerekli tetkikler yapılmalıdır.
- Gebe, gereksiz radyasyondan korunmalıdır.
- Radyasyon ile çalışan sağlık personeli anne ve fetusun alacağı radyasyon dozunu en aza indirmek için gereken önlemleri bilmeli ve uygulamalıdır.
- Radyoaktif madde uygulaması zorunlu durumlarda gebeye ve gönderen hekime olası riskler anlatılmalı ve yarar-zarar ilişkisi değerlendirilmelidir.
- Gebeden ve/ veya yakınlarından bilgilendirildikleri ve riskleri kabul ettiklerini içeren yazılı onam alınmalıdır.

**Tablo 10. Çeşitli ajanlara göre radyonüklid uygulama sonrası hamilelik için beklenmesi gereken süreler (1 mCi = 37 MBq)**

Radyonüklid	Endikasyon	Doz (MBq)	Beklenecek süre (ay)
<b>Tanısal İşlemler</b>			
T1/ 2< 7 gün olan tüm radyofarmasötikler			0
I-131 MIBG	Feokromositoma	20	1
131-I	Tiroit hast	400	4
<b>Tedavi Uygulamaları</b>			
131-I	Hipertiroidi	800	4
131-I	Tiroit kanseri	6000	4
I-131 MIBG	Feokromositoma	7500	3
P-32 Fosfat	Polisitemi vb.	200	3
Sr-89 Klorür	Kemik metastaz	150	24
Y-90 Kolloid	Artritlik eklem	400	0
Y-90 Kolloid	Malignite	4000	1
Er-169 Kolloid	Artritlik 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

### 3.3.6. Nükleer Tıp ve Emzirme

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

I-131 (radyo iyot) tedavisi sonrası **tamamen**

I-131, I-123, Ga-67 ve Tl-201 sonrası **3 hafta**

Aşağıda belirtilenler dışındaki tüm Tc-99m bileşikleri sonrası **12 saat**

Tc-99m ile işaretli eritrosit, DTPA ve fosfonatların (MDP, HDP, PYP) gibi sonrası **4 saat**

**Kaynak:** Pregnancy and Medical Radiatio ([www.icrp.org/ICRP\\_84\\_Pregnancy\\_s.pps](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

### 3.3.7. Radyoaktif Atıklar

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

Kuru ve katı radyoaktif atık

Sıvı atık

Biyolojik ve keskin atıklar

Havaya yayılan atıklar bulunabilmektedir.

### **3.3.7.1.Radyoaktif Atıkların Yönetimine İlişkin TAEK Tarafından Belirlenen Hususlar**

#### **3.3.7.2.Katı Radyoaktif Atıkların Biriktirilme ve Bekletilmelerinde Uyulması Gerekli Hususlar**

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

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

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

Biriktirme kabı dolduğunda plastik torbanın ağzı sıkı şekilde bağlanarak etiketlenir.

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

Torbalar, uzun süreli atık bekletme yerlerine nakledilerek üzerlerindeki etiketlere göre bekletilir. Uzun süreli atık bekletme yerleri bina içerisinde bodrum katı gibi insanlar tarafından fazla kullanılmayan bir oda şeklinde olabileceği gibi bina dışında girişi kontrollü ayrı oda şeklinde de yapılabilir. Buharlaştırma yapabilecek atıklar için havalandırma sistemi sağlanır.

Katı radyoaktif atıklar uzun süreli atık bekletme yerlerinde plastik depoların yüzeylerindeki radyasyon doz şiddeti **1  $\mu$ Sv/saat** değerine düşünceye kadar bekletilir. Bu koşullar sağlandıktan sonra atıkların imha yöntemi hakkında bilgi almak üzere TAEK' e başvurulmalıdır.

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

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

#### **3.3.7.4.Uyulması Gerekli Hususlar**

Sıvı radyoaktif atıklar, ünite içerisinde belirlenecek ve altında (T) dirsek olmayan bir lavabodan kanalizasyona bırakılır. Bu lavabo uluslararası, standart radyoaktif madde sembolü ile işaretlenir. Bu lavaboda radyoaktif olmayan çalışmalar yürütülemez.

Kanalizasyona bırakılacak bütün radyoaktif sıvılar su içerisinde çözülebilir ve dağılıbilir özellikte olmalıdır. Radyoaktif sıvı, çözünmeyen katı parçacık veya tortu bulunduruyorsa, kanalizasyona bırakmadan önce filtre edilir. Filtre malzemesi katı atık olarak işleme tabi tutulur.

Asidik çözeltiler kanalizasyona bırakılmadan önce nötralize edilirler.

Kanalizasyona bırakılan sıvı, zehirli maddeleri veya diğer eczaları bulunduruyorsa kanalizasyona bırakılmadan önce bölgesel yetkili otoritelerden (belediye) izin alınır.



### 3.3.7.5. Kanalizasyona Bırakma Sınırları

Sadece H-3 (trityum) ve/veya C-14 (karbon-14) içeren sintilasyon çözeltilerinin radyoaktivite konsantrasyonları 100 Bq/ml değerini aşmıyorsa kanalizasyon sistemine bırakılabilir.

İlk maddede belirtilen sınırların dışında sıvı atıklar için radyoaktivite değerleri aşağıda verilmiştir.

Kanalizasyon sistemine her bir göndermede radyoaktivite miktarı 1 ALI<sub>min</sub> değerinden fazla olamaz.

Her bir laboratuarda veya eşdeğeri üniteden her ay kanalizasyona gönderilecek olan toplam aktivite 10 ALI<sub>min</sub> değerini geçemez.

Bu değerler hiçbir zaman ayda 100 MBq değerinden fazla olamaz.

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

En çok kullanılan radyonüklidlerin ALI<sub>min</sub> değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 11: Sıklıkla Kullanılan Radyonüklidlerin ALI<sub>min</sub> Değerleri\***

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

d: dakika, s: saat, g: gün (\*) Tüm radyonüklidlerin ALI<sub>min</sub> değerleri Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nde verilmiştir. Kaynak:TAEK

ALI: Radyoaktif maddelerin Becquerel (Bq) cinsinden yıllık olarak vücuda alınabilir sınır değerleri, (ALI "Annual Limits on Intake" )

Yarılanma Süresi: Bir radyoaktif maddenin başlangıçtaki aktivite değerinin yarıya düşmesi için geçen süre.

### 3.3.8. 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.

### 3.3.8.1. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

#### 3.3.8.2. Yangın, Deprem, Patlama Gibi Acil Durumlar

Uygulama merkezinde yangın olması durumunda; elektrik ana şalterden kesilmeli, tüm cihazlar kapatılarak hasta oda dışına çıkartılmalıdır.

Yangın söndürme cihazı kullanılarak yangına müdahale edilmelidir. Müdahale sırasında radyasyon kaçaklarına karşı itfaiyeye rehberlik yapılmalıdır.

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.

Kaza ile ilgili tüm kayıtlar ve raporlar muntazam bir şekilde tutulmalı ve TAEK-RGD veya ÇNAEM sağlık bölümüne bildirilmelidir.

#### 3.3.8.3. Sipariş Edilen Radyoaktif Maddenin Gelmemesi

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

#### 3.3.8.4. Az Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Minör Kontaminasyon)

Dökülen sıvının üzerine hemen emici bez veya kağıt konularak yayılmasını önlenir, çevresi işaretlenir ve üzerinden geçişler engellenir.

Temizlik esnasında mutlaka eldiven giyilir ve bulaşmış malzemelerin ve ıslak kağıtların içine konulabileceği, plastik bir torba bulundurulur.

Dökülen maddenin üzerine konulmuş olan bez veya kağıt alınır ve bir havlu ile, bulaşma alanı dıştan içe doğru olmak üzere kurulanır.

Alan iyice kurulandıktan sonra temizleme malzemeleri (dekontaminasyon ilaçları) ile ıslatılmış kağıt havlu ile silinir.

Havlunun radyoaktivitesi uygun ölçüm cihazı kullanılarak kontrol edilir. Ortam sayımının iki katını geçen sayımlar, bulaşma olduğunun göstergesidir. Bulaşma bulunuyorsa, kağıt havlularla temizlemeye devam edilir. Yumuşak bir temizleyici sıvı kullanılabilir ancak aşındırıcı temizleyicilerden sakınmalıdır. Temizlik sonunda silme testi tekrarlanır.

Temizleme ve silme testi, silme işlemi yapılan havludaki radyasyon düzeyi, ortam sayımının iki katından daha küçük bir değere ulaşınca kadar devam ettirilir.

Radyasyon korunması görevlisi durumdan haberdar edilir.

#### 3.3.8.5. Fazla Miktarda Radyoaktif Madde Dökülmesi (Majör Kontaminasyon)

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

Odadaki herkes kapıya gider, ayakkabılar ayaklar kullanılarak 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.

Yardım çağırılır, şayet duyan olmazsa, ancak yalnız bir kişi radyasyon korunması görevlisini çağırarak ve bir uygun ölçüm cihazı bulacak birisini bulabilmek için bir yere kadar yürüyebilir

Uygun ölçüm cihazı kullanılarak, odada bulunan herkesin el ve ayaklarına özellikle dikkat edilerek, bütün vücutlar ölçülür.

Bulaşmış giysiler hemen çıkarılır ve büyük plastik torbalara veya başka uygun kapların içine konularak radyoaktif atık işlemi uygulanır.

Eğer cilt radyoaktif madde ile bulaşmış ise, yumuşak bir sabun ve bol su ile yıkanır, sert fırça ve tahriş edici sabun kullanılmaz. Yıkandıktan sonra tekrar uygun bir ölçüm cihazı ile vücut ölçümü yapılır. Ortam sayımının üzerinde olmayan değerler 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.

Genel vücut bulaşmalarında, tüm vücut ölçülür ve yüksek bulaşma bölgeleri işaretlenir. Bulaşmamış tüylü bölgelerin bulaşmamasına ve vücut açıklıklarına dikkat edilerek hızlıca duşa girilir, bol su ve sabun ile yıkandıktan sonra tekrar ölçüm alınır.

Radyoaktif madde göze sıçramış ise, bol su ile ve serum fizyolojik ile durulanır ve durulama suyu ölçülür. Temizlik sağlandıktan sonra göz tahrişi için önlem alınır.

Saçlarda bulaşma varsa, yumuşak bir deterjanla en iyi şekilde temizlenir. Saçları yıkarken sabunlu suyun gözlere, kulaklara veya ağza girmemesine özen gösterilmelidir. Tıraş yapılmamalıdır.

Olay mutlaka kayda geçirilmeli ve tekrarlanmaması veya yaygınlaşmaması için alınması gerekli ilave önlemler belirlenmelidir.

Temizleme işlemi başarılamıyorsa TAEK'e haber verilmelidir.

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

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

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

### **3.3.8.7. 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.

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

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

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

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi'nde 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.

### 3.3.10. Tehlike Durumunda Kullanılacak Radyasyon Ölçüm Cihazı

Marka: Numelec S.A., Radyasyon Monitörü

Model: Monitör 4

### 3.3.11. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumların Yönetimi

**Tablo 12. Tehlikeli Ve Olağandışı Durumlarda Görev Alacak Personel Nükleer Tıp Anabilim Dalı Yönetimi**

İDARİ EKİP	KURUM İÇİ (TEL)	KURUM DIŞI (TEL)
Prof. Dr. Tarık BAŞOĞLU ( A.D. başkanı)	3121919 / 2228	05322976608
Prof. Dr. Fevziye CANBAZ T. ( RGK başkanı)	3121919 /2646	05327703871
Doç. Dr. Oktay Yapıcı ( Radyasyon Sorumlusu)	3121919 /2483	05435981166
TEKNİK EKİP		
Biyolog Erol ÇAKIR	3121919 /2483	05054762176
Kimy. İlhan KALYONCU	3121919 /2483	05396564293

### HASTANE YÖNETİMİ:

BAŞHEKİM : Prof.Dr. Mustafa Bekir SELÇUK  
BAŞHEKİM Yard. : Doç.Dr. Yücel YAVUZ (RGK üyesi) (2323)

**Tablo 13. TEHLİKE DURUMUNDA ARANACAK TAEK TELEFON NUMARALARI**

TAEK ACİL DURUM	172
TAEK	0312 2958907
RSGD Bşk.	0312 2958973
SANTRAL	0312 2958700 (Santral)
FAX	0312 2958947

### **3.4. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Hastanesi Radyoimmunassay (RIA ) Laboratuvarında Radyasyon Güvenliği**

Radyoimmunassay çalışmalarında kullanılan radyoaktif maddelerle ortaya çıkan iyonizan radyasyona karşılık, çalışanları ve çevreyi korumak amacıyla yapılması gerekenleri, RIA laboratuvarının lisanslanması kurallarını, laboratuvarında radyasyonla çalışma kurallarını ve sorumlulukları belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu bilgiler hem RIA laboratuvarında hem de RGK'da bulunmalıdır. Diğer bölümlerde çalışan kişiler RIA laboratuvarında çalışmaları ya da bulunmaları gerekirse sorumlu kişinin gözetiminde girmeli ve kurallara uymaları istenmelidir.

#### **3.4.1. Çalışanlar**

- RIA laboratuvarında yalnız RGK tarafından onaylanmış kişiler çalışır.
- Onayı olmayan kişilerin RIA laboratuvarında çalışmasına izin verilemez.
- RIA laboratuvarında çalışanları kendi güvenlikleri ile ilgili sorumluluk taşırlar; bu sorumluluk konusunda bilgilendirilmeleri ve duyarlılaştırılmaları gereklidir.
- RIA laboratuvarında çalışanlar standart teknisyen-tekniker özellikleri yanı sıra radyasyon güvenliği konusunda eğitilmiş olmalıdırlar.

#### **3.4.2. İzlem:**

-Çalışanlar laboratuvarında buldukları süre içinde mutlaka film dozimetlerini yakalarında taşımalarıdır. Dozimetlerin ölçüm sonuçları RGK tarafından yetkilendirilmiş kişi tarafından dosyalandırılmalıdır.

- RIA odasında radyasyon monitörü bulunmalı ve alan ölçümleri kaydedilmelidir (yalnızca radyoizotop olarak I-125 kullanılıyorsa ve başka radyoizotop kullanılmıyorsa monitör izlemi gerekli olmayabilir).

#### **3.4.3. Radyoaktif kaynak onayı**

Herhangi bir kaynak alımı ya da istemi yapılmadan önce RGK ile görüşülmelidir. Radyoizotop istemini RGK tarafından yetkilendirilmiş kişi yapmalıdır (eğer istem 185 MBq (5 mCi) den daha büyükse onay için RGK'ya gönderilmelidir).

#### 3.4.4. Satın alma-teslimat

Radyoizotoplar mutlaka ve doğrudan yetkili kişiye getirilmeli, hemen RIA odasında bulunan bölüme yerleştirilmelidir. Laboratuvarın merkezi deposuna girmemelidir. Teslim alınmadan önce pakette herhangi bir hasar olup olmadığı araştırılmalı, lot no ve son kullanma tarihi kaydedilip, numara verilmeli ve depoda 2-8°C'de saklanmalıdır.

#### 3.4.5. Taşıma

Taşıma RGK Yönergesinin radyoaktif madde taşıma kurallarına uygun gerçekleştirilmelidir. Maddenin RIA odası dışında uzun süre kalması sakıncalıdır.

#### 3.4.6. RIA Odası

- Merkez laboratuvarı RIA odası denetimli alandır. Radyoaktif madde depolama ve çalışma alanıdır. Yalnızca yetkili çalışanlar girebilir ve çalışabilir. Bu oda kullanılmadığı zamanlarda kilitli tutulmalıdır.

- Aynı anda mevcut radyoizotopların radyoaktivitesi 2.2 GBq'ı (60 mCi) geçmemelidir. Bu amaçla depo sürekli denetlenmelidir.

- RIA odasında özel tezgâh, kurutma kağıtları, kağıt havlu, eldiven, dekontaminasyon deterjanı, plastik çöp kovası, bu odaya özel otomatik pipet ve pipet ucu, sporlar bulunmalı ve oda dışına çıkarılmamalıdır.

- Çalışanlar bu odada özel önlükler kullanmalıdır.

- Geiger sayacı sürekli RIA odasında bulunmalı; çalışma alanı ve odanın radyoaktivitesi sürekli ölçülmelidir. Ölçüm sonuçları 3 cps'den yüksek ise önlem alınmalıdır.

- Bütün disposal atıklar ayakla açılan plastik çöp kovasında ve plastik poşetlerde biriktirilmeli ve işaretli olarak atık deposuna gönderilmelidir.

- I-125 içeren sıvı atıklar kanalizasyona atılabilir. Ancak kanalizasyon borusu plastik olmalıdır.

- Sıvı ve katı tüm atıklar için merkez laboratuvarının uymak zorunda olduğu biogüvenlik kuralları RIA odası için de geçerlidir.

- RIA odasının temizliği biogüvenlik kurallarına uygun olarak ve mutlaka yetkili kişi gözetiminde yapılmalıdır.

- Radyonüklit kaybolduğunda acilen RGK'ya haber verilmelidir.

- RIA odasının kapısında herkesin görebileceği şekilde radyasyon uyarısı (radyoaktivite simgesi) bulunmalıdır.

### 3.5 Rutin İşlerde Radyasyonla Çalışan Diğer Birimler

- Ameliyathane (Skopi aygıtı)
- Kardiyoloji (Anjiyografi Ünitesi)
- Endoskopi (ERCP Birimi)
- Üroloji (Taş kırma Birimi)
- Radyoaktif madde kullanan ya da radyasyon üreten aygıtların kullanıldığı diğer birimler.

## 4. RADYASYONLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Radyasyon yaşamın bir parçasıdır. Isı ve ışık güneşten gelen radyasyonun doğal formudur. Bunların yanı sıra mikrodalgalar, radyo dalgaları, radar, X-ışınları, gama ışınları radyasyonun diğer türleridir. Bunlar çevremizde doğal olarak bulunduğu gibi yapay olarak da elde edilmektedir. Radyasyon, madde üzerinde meydana getirdiği etkilere göre;

- İyonlaştırıcı radyasyon (X-ışınları, gama ışınları, alfa, beta radyasyonları, kozmik ışınlar, nötronlar)
- İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (ultraviyole, kızılötesi, radyo dalgaları, mikrodalgalar) şeklinde sınıflandırılır.

Baz istasyonları, cep telefonları, mikrodalga fırınları, radarlar, yüksek gerilim hatları iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarıdır.

**Kaynak;** Türkiye Atom Enerjisi Kurumu web sayfası([www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr)).

### 4.1 İyonlaştırıcı Radyasyon:

Madde ile etkileştiğinde elektrik yüklü parçacıklar veya iyonları oluşturarak iyonizasyon meydana getiren X-ışınları ile radyoaktif maddelerden yayılan alfa, beta, gama ışınları gibi radyasyonlar "iyonlaştırıcı radyasyon" olarak tanımlanır. Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi "iyonizan radyasyon" güvenliği ile sorumludur.

İyonlaştırıcı Radyasyon Türleri;

- alfa radyasyonu,
- beta radyasyonu,
- gama radyasyonu,
- X-ışınları,
- nötron radyasyonu
- kozmik radyasyon

#### 4.1.1. Alfa radyasyonu

Alfa radyasyonu ( $\alpha$ ) daha büyük bir kararsız atom çekirdeği tarafından yayınlanan, pozitif yüklü helyum çekirdeğidir. Nispeten daha ağır bir parçacıktır, ancak havada kısa menzile (sadece 1-2 cm) sahiptir; ince kağıt veya cilt tarafından tamamen soğurulabilir. Bununla beraber alfa radyasyonu solunum ya da sindirim yoluyla vücuda alındığında, yakınındaki akciğer veya mide dokularının yüksek radyasyona maruz kalmasına neden olabilir.

#### 4.1.2. Beta radyasyonu

Beta radyasyonu ( $\beta$ ) kararsız bir atom çekirdeğinden yayınlanan elektrondur. Beta parçacıkları alfa parçacıklarından çok küçük olduğundan, doku veya malzemeler içine daha fazla nüfuz eder. Beta radyasyonu plastik, cam veya metal tabakalar tarafından tamamen soğurulabilir. Normal olarak cildin üst tabakasından öteye geçemezler. Ancak yüksek enerjili beta yayınlayıcılar ile aşırı derecede ışınlanma cilt yanıklarına neden olabilir. Bu tip beta yayınlayıcılar, solunum yada sindirim yoluyla vücuda alındığı takdirde de tehlike yaratabilirler.

#### 4.1.3. Gama radyasyonu

Gama radyasyonu ( $\gamma$ ) sıklıkla aynı anda beta parçacığı yayınlayan kararsız atom çekirdeğinden çıkan çok yüksek enerjili fotondur (ışık gibi elektromanyetik radyasyon formudur). Gama radyasyonu madde içinden geçerken, öncelikle elektronlarla etkileşimler nedeniyle, atomlarda iyonlaşmaya neden olur. Çok girici olan bu radyasyona karşı, sadece kurşun ya da çelik gibi, yoğunluğu oldukça yüksek ve kalın malzemeler iyi bir zırhlama

sağlayabilir. Bu nedenle, gama radyasyonu sindirim veya solunum yoluyla alınmadan, iç organlara da ciddi radyasyon dozu verebilir.

#### 4.1.4. X ışınları

X ışınları bir elektron demetinin çok hızlı yavaşlatılması ile üretilen ve gama radyasyonuna benzer yüksek enerjili fotonlardır. X-ışınları da aynı şekilde girici olduğundan, yoğunluğu yüksek olan malzemelerle, zırlamanın olmadığı durumlarda iç organlara ciddi radyasyon dozu verebilir.

#### 4.1.5. Nötron radyasyonu

Nötron radyasyonu (n) özellikle nükleer fisyon ve nükleer füzyon sırasında, kararsız atom çekirdeğinden yayınlanan nötrondur. Nötronlar kozmik ışınların bir bileşeni olmasının yanısıra genellikle yapay olarak üretilir. Nötronlar elektriksel olarak yüksüz parçacıklar olmaları nedeniyle çok girici olabilirler ve madde veya doku ile etkileştiklerinde beta veya gama radyasyonlarının yayınlanmasına neden olurlar. Bu nedenle nötron radyasyonundan kaynaklanan ışınlanmanın azaltılması ciddi zırlama gerektirir.

#### 4.1.6. Kozmik radyasyon

Kozmik radyasyon uzayın derinliklerinden gelir. Protonlar, alfa parçacıkları, elektronlar ve diğer yüksek enerjili parçacıklar dahil olmak üzere, pek çok farklı radyasyon tiplerinin karışımıdır. Tüm bu enerji parçacıklar atmosfer ile yoğun olarak etkileşir; sonuçta kozmik radyasyon yeryüzünde öncelikle müonlar, nötronlar, elektronlar, pozitronlar ve fotonlara dönüşür. Yeryüzündeki dozun büyük kısmı müonlar ve elektronlardan kaynaklanır.

### 4.2. Radyasyon Birimleri

İyonlaştırıcı radyasyonların hiç biri insanların sahip oldukları duyu organları ile ölçülemediklerinden varlıkları ve büyüklükleri ancak özel aygıtlar yardımı ile ortaya konabilir.

Bütün radyasyon saptama yöntemleri, radyasyonun içinden geçtikleri ortamlarda iyonizasyon oluşturma özelliklerine dayanır. Her fiziksel ölçü bir sayısal değerle tanımlanır ve birimlendirilir. Radyasyon ölçme aygıtları ile içinde iyonizasyon oluşturulan ortamda ortaya çıkan iyonizasyona ilişkin ölçülür ve sayısal değerler elde edilir. Bu değerler ortamların farklılığından dolayı farklı birimlerle tanımlanır. Bu yöntemler çevre, hasta ve çalışan dozu ölçümünde kullanılır. Radyasyonun, ortamdaki farklı iyonizasyonlarının farklı değerlendirmelerinde ise radyasyon birimleri de değişik adlar alır.

**Tablo 14. Radyasyon terimleri ve özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki**

TERİM	BİRİMİ		DÖNÜŞÜM
	ESKİ	YENİ	
<b>Aktivite</b>	Curie (Ci) ; $3.7 \times 10^{10}$ parçalanma/s	Becquerel (Bq); 1 parçalanma/s	$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ $1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$
<b>Işınlanma Dozu</b>	Röntgen (R); normal hava koşullarında ( $0^\circ\text{C}$ ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1 kg'ında $2.58 \times 10^{-4}$ Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya $\gamma$ radyasyonu niceliğidir.	Coulomb / kilogram (C/kg); normal hava koşullarında havanın 1 kg'ında 1 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya $\gamma$ radyasyonu niceliğidir.	$1 \text{ C/kg} = 3876 \text{ R}$ $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
<b>Soğurulmuş Doz</b>	radiation absorbed dose (rad); ışınlanan maddenin 1 kg'ında $10^{-2}$ Joule'lük enerji soğurulması oluşturan herhangi bir radyasyon niceliğidir.	Gray (Gy) ; ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması oluşturan herhangi bir radyasyon niceliğidir.	$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy}$
<b>Doz Eşdeğeri</b>	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya $\gamma$ ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon niceliğidir. $\text{Rem} = (\text{rad}) \times (W_R)^*$	Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve $\gamma$ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon niceliğidir. $\text{Sv} = (\text{Gy}) \times (W_R)^*$	$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ $1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Sv}$

( $W_R$ )\*: İyonlaştırıcı radyasyonun enerji ve türüne bağlı olan radyasyon ağırlık faktörü

( Kaynak: [http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi\\_maddeler/radyasyon.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radyasyon.html)

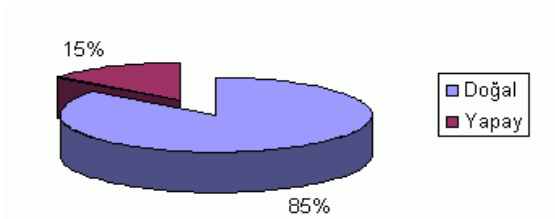
IAEA Basic Medical Radiation Safety Package Part-A Principles of Radiation Protection 2001;8-16)



### 4.3. Radyasyonla Birlikte Yaşıyoruz

İnsanoğlu var oluşundan bu yana sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Dünyanın oluşumuyla birlikte doğada yerini alan çok uzun ömürlü (milyarlarca yıl) radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede olağan ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuşlardır.

İnsanlar, hayatın bir parçası olarak dış uzay ve güneşten gelen kozmik ışınlar, yer kabuğunda bulunan radyoizotoplar dolayısıyla toprak ve yapı malzemeleri, su ve gıdalar gibi doğal kaynaklardan ışınlanmaktadır. Bunlara ilave olarak enerji üretimi, tıp, endüstri, araştırma, tarım, hayvancılık gibi pek çok alanda kullanımı kaçınılmaz olan yapay kaynaklar nedeni ile doz almaktadır. Yaşam standartları, yaşadıkları ortamların fiziksel özellikleri ve coğrafi şartlara bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte dünya genelinde kişi başına yaklaşık **2,8 mSv** yıllık doza maruz kalınmaktadır.

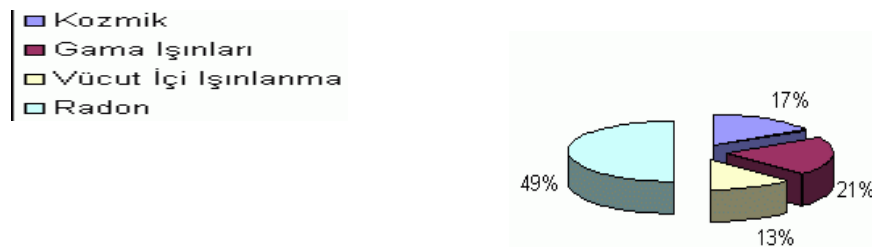


**Şekil 1. Dünya Genelinde Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynaklarından Alınan Dozların Oranları.**

#### 4.3.1. Doğal radyasyon kaynakları

İnsanoğlu ve diğer canlılar, milyonlarca yıldan beri evrenden gelen kozmik ışınlar ve yerkürede bulunan doğal radyoaktif maddelerden yayılan radyasyonla ışınlanmakta olup; tüm canlıların varoluşlarından bu yana sürekli olarak doğal radyasyonla iç içe yaşamaktadırlar.

Vücudumuza solunum ve sindirim yollarıyla, hava, su, tüm bitkisel ve hayvansal besinlerde az da olsa bulunan radyoaktif maddeler alınmakta, bunlarda zamanla çeşitli organlarda birikmektedir. Buna ek olarak kozmik ışınlardan ve yerkürede bulunan doğal radyoaktif maddelerden etkilendiğimiz de düşünüldüğünde, insan vücudu hem iç hem de dış radyasyon ışınlanmasına doğal olarak maruz kalmaktadır.

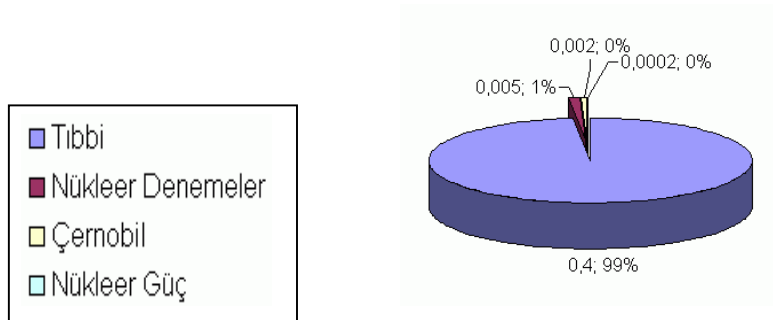


**Şekil 2. Dünya Genelinde Doğal Radyasyon Kaynaklarından Uğranılan Radyasyon Dozlarının Oransal Değerleri**

( Kaynak: [http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi\\_maddeler/dogalrad.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/dogalrad.html), 2008 )

### 4.3.2. Yapay radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişimin gereği olarak, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda ise seçenekleri yok gibidir. Doğal radyasyon kaynaklarının tersine tümü ile denetim altında olmaları karşılaşılabilecek doz nicelikleri açısından önemli bir özelliktir. Tıbbi, tarımsal ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemelerine bağlı nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır.



**Şekil 3. Yapay radyasyona en büyük katkıyı tıbbi uygulamalar sağlamaktadır.**

( Kaynak: [http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi\\_maddeler/yapayrad.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/yapayrad.html), 2008 )

**Tablo 15. Dünya Geneline Alınan Yıllık Ortalama Kişisel Dozlar**

KAYNAK	DOZ (mSv)
<b>Doğal</b>	
Kozmik	0,4
Gama Işınları	0,5
Vücut İçi Işınlanma	0,3
Radon	1,2
<b>Yapay</b>	
Tıbbi	0,4
Nükleer Denemeler	0,005
Çernobil	0,002
Nükleer Güç	0,0002
<b>Toplam (ortalama)</b>	<b>2,8</b>

(Kaynak:[http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi\\_maddeler/dunya\\_doiz.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/dunya_doiz.html))

### 4.3.3. Tıbbi Işınlamalar

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

#### 4.3.3.1. Tanısal Radyoloji

Radyolojik yöntemler hastalıkların tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle, hastalıkların tanısı için hastaların X ışınlarına karşılaştırılmaları sonucu bir röntgen filmi oluşturulur. Toplum dozunda en büyük pay tanısal radyoloji uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Dozlar incelemelerin türüne göre ve tanı amaçlı kullanılan aygıtlara (Floroskopi, bilgisayarlı tomografi, mamografi, dijital/konvansiyonel röntgen vb.) bağlı farklılıklar gösterir. Bir akciğer incelemesi sırasında alınan etkin doz 0.1 mSv, baryumlu bağırsak incelemesinde ise 6 mSv dolayındadır. Girişimsel radyoloji hasta dozunun en yüksek olduğu uygulama türüdür. Bu yöntemde hasta dozu 10-100 mSv arasındadır.

**Tablo 16. Tanısal Amaçlı Bazı X-Işını İncelemeleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz Değerleri**

TETKİK		DOZ ( mSv )
Konvansiyonel Röntgen	Göğüs	0,14
	Kol, Bacak	0,06
	Kalça	0,83
	Kafa	0,07
	Karın	0,53
Mamografi	Tarama	0,07
	Klinik	0,21
Bilgisayarlı Tomografi	Kafa	2,3
	Vücut	13,3

(Kaynak: UNSCEAR 2000 RAPORU)

#### 4.3.3.2. Nükleer Tıp

Nükleer Tıp radyofarmasötüğün hastaya sindirim, solunum veya enjeksiyon yolu ile verildiği bir modalite olup tanı ve tedavi uygulamaları bulunmaktadır. Vücuttaki organ veya dokuların işlevleriyle ilgili çalışmalar yapmak üzere bazı radyoaktif maddeler kullanılır. Bu tür çalışmalarda radyoaktif madde, vücutta, radyoaktif maddenin incelenecek dokuda toplanmasını ve geçici bir süre buraya yerleşmesini sağlayacak bir kimyasal madde ile birleştirilerek verilir. Radyoaktif maddenin vücuttaki dağılımı veya akışı, vücutta verilen radyoaktif maddeden salınan gama ışınlarını algılayacak özelliklere sahip cihazlarla elde edilir.

**Tablo 17. Tanısal Amaçlı Bazı Nükleer Tıp Tetkikleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz Değerleri**

Sintigrafik Görüntüleme	Uygulanan Aktivite ( MBq)	Effektif doz ( mSv)
Beyin ( <sup>99m</sup> Tc HMPAO)	740	6.9
Beyin ( <sup>18</sup> F FDG)	740	5.7
Tiroit Sintigrafisi ( <sup>99m</sup> Tc perteknetat)	370	4.8
Tiroit Sintigrafisi ( <sup>123</sup> I)	25	1.9
Paratiroit Sintigrafisi ( <sup>99m</sup> Tc sestamibi)	740	6.7
Kardiyak stres-rest perfüzyon ( <sup>201</sup> Tl klorid)	185	40.7
Kardiyak rest-stres perfüzyon ( <sup>99m</sup> Tc sestamibi tek gün)	1100	9.4
Kardiyak rest-stres perfüzyon ( <sup>99m</sup> Tc sestamibi çift gün)	1500	12.8
Kardiyak rest-stres perfüzyon ( <sup>99m</sup> Tc tetrofosmin)	1500	11.4
Kardiyak Ventrikülografi ( <sup>99m</sup> Tc işaretli eritrosit)	1110	7.8
Kardiyak viabilite ( <sup>18</sup> F FDG)	740	14.1
Akciğer Perfüzyon ( <sup>99m</sup> Tc MAA)	185	2
Akciğer ventilasyon ( <sup>133</sup> Xe)	740	0.5
Akciğer ventilasyon ( <sup>99m</sup> Tc DTPA)	1300	0.2
Karaciğer -Dalak ( <sup>99m</sup> Tc-sülfür kolloid)	222	2.1
Hepatobiliyer ( <sup>99m</sup> Tc-disofenin)	185	3.1
Gastrointestinal Kanama ( <sup>99m</sup> Tc işaretli eritrosit)	1110	7.8
Gastrointestinal Boşalma ( <sup>99m</sup> Tc- işaretli solid gıdalar)	14.8	0.4
Renal ( <sup>99m</sup> Tc -DTPA)	370	1.8
Renal ( <sup>99m</sup> Tc MAG3)	370	2.6
Renal ( <sup>99m</sup> Tc DMSA)	111	4.3
Kemik ( <sup>99m</sup> Tc MDP)	1110	6.3
Somatostatin görüntüleme ( <sup>111</sup> In Pentreotide)	222	12
Lökosit işaretleme <sup>99m</sup> Tc ile	740	8.1
Lökosit işaretleme <sup>111</sup> In ile	18.5	6.7
Tümör görüntüleme <sup>18</sup> F FDG)	740	14.1

\* DMSA: Dimercaptosuccinic acid DTPA : Diethylenetriaminepentaacetic acid, ECD : Ethyl cysteinat dimer, <sup>18</sup>F fluorine, FDG :Fluorodeoxyglucose, HMPAO: Hexamethylpropyleneamine oxime, <sup>111</sup>In : Indium 111, MAA : Macroaggregated albumin MAG3: Mercaptoacetyltriglycine, MDP :Methylene diphosphonate, <sup>99m</sup>Tc : Technetium 99m.

( **Kaynak:** Fred A. Mettler et al, PhD Effective Doses in Radiology and Diagnostic Nuclear Medicine: A Catalog1, Radiology 2008)

#### 4.3.3.3. Radyoterapi

Kanser hastalıklarının %50'sinin tedavisinde etkin olarak kullanılır. Yaygın olarak yüksek enerjili elektron hızlandırıcılar ve Co-60 radyoaktif kaynaklı cihazlar kullanılır. Tedavinin amacına ulaşması tedavi edilecek bölgeye tedavi için gerekli doz verilirken sağlam doku ve organların dozunun minimum düzeyde tutulmasıyla mümkün olur.

**Tablo 18. Hastalık sınıfına göre hedef için ortalama tedavi dozları**

Kanser/tümör türü	Tedavi Dozu (teleterapi), Gy	Tedavi Dozu (Brakiterapi), Gy
Lenfoma	39	-
Meme	54	16
Akciğer	49	-
Baş-boyun	60	44
Beyin	53	-
Prostat	59	35
Jinekolojik	50	45

( Kaynak: UNSCEAR 2000 Raporu )

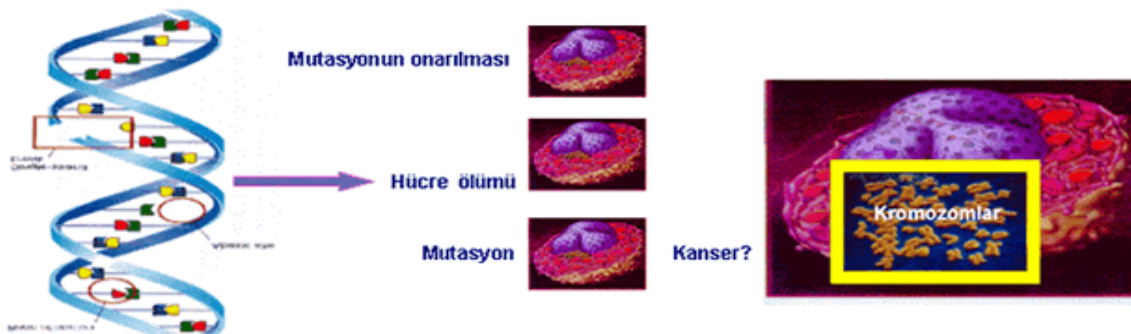
#### 4.4. İyonlaştırıcı Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Radyasyonun insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği zararlı etkiler uzun zamandır bilinmektedir. Bu etkilerin bazıları, radyasyon yanıkları, kanser ve kalıtsal bozukluklardır. Hatta çok büyük niceliklerde radyasyon dozuyla karşılaşılması durumunda ani ölüme bile rastlanmaktadır. Radyasyon yanığı olaylarına ilk kez, 1895 yılında Röntgen'in X ışınını bulduğunu açıkladığı ilk ay içerisinde rastlanmaya başlanmıştır. Doğal radyoaktivite ile çalışan ilk araştırmacılarda da bu tür etkiler görülmüştür (Örneğin; Becquerel, Marie ve Pierre Curie gibi.)

Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili olarak son yüz yıldır yapılan sayısız araştırmalar sonucunda, her ne kadar, yüksek şiddetli ışınlamaların yaratabileceği hasarlar hakkında önemli bilgilere ulaşılabilmiş olursa da düşük şiddetli ışınlamalar için aynı şeyi söylemek ne yazık ki şu an için pek olası görünmemektedir.

##### 4.4.1. Radyasyonun Hücre ile Etkileşimi

İyonlaştırıcı radyasyonun bir canlıda biyolojik bir hasar oluşturabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekmektedir. Bu soğurma sonucu hedef moleküllerde iyonlaşma ve uyarılmalar ortaya çıkar. Daha sonra ortaya çıkabilecek biyolojik hasarların başlatıcısı olayları olan bu iyonlaşmalar, hücrenin genetik bilgilerini taşıyan DNA zincirlerinde kırılmalara ve hücre içerisinde kimyasal toksinlerin üretilmesine neden olabilir. Kırılmaların hemen ardından bir onarım süreci başlar. Hasar çok büyük değil ise DNA'da ortaya çıkan zararlar onarılabilir. Ancak bu onarımlar sırasında da hatalar oluşabilir ve yanlış şifre bilgiler içeren kromozomlar ortaya çıkabilir.



**Şekil 4. Radyasyondan Korunma İçin Biyolojik Olayların Değerlendirilmesi**

( Kaynak: [http://www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyon/biyo\\_etkiler/biyo\\_etkiler.html](http://www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyon/biyo_etkiler/biyo_etkiler.html), 2008)

DNA'nın radyasyondan etkilenme süreci saniyenin çok küçük bir diliminde gerçekleşeceği gibi bu süreç yıllar da alabilir.

#### 4.4.2. Radyasyonun Kromozoma Verdiği Hasarın Sonuçları

Radyasyonun sağlık etkileri dozun büyüklüğüne ve vücudun ışınlanan bölgelerinin özelliklerine göre değişik zamanlarda ve farklı tiplerde ortaya çıkabilir.

Radyasyonun etkileri deterministik etkiler ve stokastik etkiler olarak sınıflandırılır.

**Tablo 19. Radyasyonun deterministik ve stokastik etkileri**

Deterministik Etkiler	Stokastik Etkiler
ölüm,	kanser,
cilt yanıkları,	genetik etkiler.
katarakt,	
kısırlık	

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

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

Erkeklerde bir defada 3.5- 6 Gy ( 3 500 - 6000 mGy) dozun,  
Kadınlarda bir defada 2.5 - 6 Gy ( 2 500 - 6000 mGy) dozun kısırlık yapması,  
Bir defada alınan 5 Gy ( 5000 mGy) dozun gözde katarakt yapması

radyasyonun deterministik etkilerine örnektir.

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

Düşük dozlar nedeniyle kanser olup ölme olasılığı katsayısı; 1 Sv (1000 mSv) için  $5 \times 10^{-2}$  olarak kabul edilmektedir. Halkın her yıl almasına izin verilen doz düzeyi 1 mSv'dir. Bu yaklaşımla; 1 mSv doz nedeniyle kanserden ölme olasılığının 100 000'de 5 olduğu varsayılmaktadır.

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

#### **Risk Karşılaştırmaları:**

- 1/1 000 000 olasılıkla ölüme neden olan bazı risklerin karşılaştırılması
- Bir nükleer tıp laboratuvarında 10 gün çalışmak
- 1.4 adet sigara içmek
- Hava kirliliği olan bir yerde 2 gün geçirmek
- 480 km araba yolculuğu yapmak
- 1600 km uçak yolculuğu yapmak
- 2 ay sigara içen biri ile bir arada bulunmak
- 30 kutu diyet soda içmek

**Tablo 20. Radyasyonla Çalışanların Kanserde Ölme Riski ile Endüstriyel Kazalar Nedeni ile Ölüm Risklerinin Karşılaştırılması (Yıllık Ortalama Risk - İngiltere)**

Kömür Madeni	1 / 7,000
Petrol ve Doğal Gaz Çıkarma	1 / 8,000
İnşaat	1 / 16,000
Radyasyonla Çalışma (1.5 mSv/y)	1 / 17,000
Metal Üretimi	1 / 34,000
Kimyasal Üretim	1 / 100,000
Hizmet Sektörü	1 / 220,000

#### **4.4.3. Radyasyon Hasarlarına Etki Eden Etkenler**

Kromozomlarda oluşan hasarın büyüklüğüne etki eden etkenler özelliklerinden dolayı genel olarak iki grupta incelenir;

- Radyasyonun Özellikleri
- Hedefin Özellikleri

#### 4.4.3.1. Radyasyonun özellikleri

Hasarın büyüklüğüne etki eden en önemli radyasyon özelliklerinden biri **radyasyon türü ve sahip olduğu enerjidir**; Vücuda alınan veya enerjisi soğurulan herhangi iki radyasyon türünden enerjileri aynı, ancak iyonlaştırma yeteneği daha fazla olanı veya aynı ancak enerjisi daha büyük olanı DNA'da daha büyük bir hasar oluşturur.

Diğer bir özellik ise **doz hızıdır**. Eşit dozdaki radyasyonların yüksek doz hızlarının uygulanması ile oluşacak hasar, düşük doz hızlarının uygulanmasına oranla oluşacak hasardan daha büyük olacaktır. Örneğin 1 Gy'lik bir dozun 1 saatte alınması sonucu oluşacak hasar, aynı dozun bir hafta boyunca alınması sonucu oluşacak hasardan büyük olacaktır.

**Radyasyonla karşılaşma süresi** de hasarın büyüklüğüne etki eden radyasyon özelliklerinden biridir; Radyasyon kaynağının yakınında ne kadar çok zaman geçirilirse o kadar çok dozla karşılaşılır. Bir ölçüm aygıtının 5 mSv/saat doz hızı okuduğu bir bölgede kalınması halinde karşılaşılacak doz 1 saatte 5 mSv, 2 saatte 10 mSv, 3 saatte 15 mSv, vb.'dir. Böylece, süre arttıkça karşılaşılan nicelik artacak ve buna bağlı olarak da hasar büyüyecektir.

#### 4.4.3.2. Hedefin özellikleri

Farklı doku hücreleri, radyasyona karşı farklı duyarlılık gösterir. Oksijen konsantrasyonu yüksek dokular ile sık sık bölünen tam olarak farklılaşmamış, aktivitesi düşük ve bölünme evresinde olan hücrelerin radyasyona karşı duyarlılığı fazladır. Ayrıca, radyasyonla karşılaşan bölge ve bu bölgenin genişliği de biyolojik hasarın büyüklüğünü etkiler. Bunun yanı sıra, radyasyona karşı duyarlılık kişiye, yaşa, cinsiyete ve organizmanın sağlığına göre de değişkenlik gösterebilir.

#### 4.4.4. Biyolojik Etkilerin Sınıflandırılması

Radyasyonun hücre ile etkileşmesi sonucunda kromozomda ortaya çıkan hasarlar bedensel ve kalıtsal biyolojik etkilerin oluşmasına neden olur. Bu etkiler,

Radyasyonun erken etkileri (Akut Işınlama Etkileri)

Radyasyonun geç etkileri (Kronik Işınlama Etkileri)

Vücudun belli bir bölgesi, tamamı veya büyük bir kısmı kısa bir zaman dilimi içerisinde büyük niceliklerde radyasyon dozuyla karşılaştığında ortaya çıkabilecek hasarlar kişiden kişiye değişmekle birlikte, genel olarak birkaç gün veya birkaç hafta içerisinde şiddetli hasarlar, hastalıklar ve hatta ölümle sonuçlanabilir. Akut ışınlanmalar olarak adlandırılan bu tip ışınlanmalar, genellikle, radyasyon kazası sonucu oluşan istem dışı ışınlanmalardır.

Akut ışınlanmalar sonucu ortaya çıkabilecek etkileri, genel olarak, **akut radyasyon sendromları** ve **bölgesel radyasyon hasarları** olarak sınıflandırmak olasıdır.



#### 4.4.4.1. Akut Radyasyon Sendromları (ARS)

Vücutun tümünün ya da büyük bir bölümünün akut bir ışınlamayla karşılaşması sonucunda gelişen Akut Radyasyon Sendromları (ARS) iyonlaştırıcı radyasyonların en önemli deterministik etkisidir. Gövdenin karşılaşabileceği 1 Sv veya daha az nicelikteki radyasyon dozu fark edilebilir ciddi bir hastalık belirtisi oluşturmaz. Doz arttıkça, ışınlamadan sonraki ilk birkaç saat içinde mide bulantısı, kusma, ishal, baş ağrısı, ateş, bilinç kaybı ve kan hücre sayısında azalma gibi belirtiler oluşur. İki veya üç hafta sonra saç dökülmesi, iştahsızlık, genel halsizlik, kendini kötü hissetme, iç kanama, yüksek ateş, erkeklerde geçici kısırlık ve katarakt gibi diğer belirtiler de görülecektir. Artan doz değerleriyle ilgili değişiklikler aşağıdaki tabloda izlenmektedir.

**Tablo 21. ARS, Başlangıç Devresi**

Yakınmalar ve Tıbbi Girişim	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
<b>Kusma</b>					
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
Olgu oranı	% 10-50	%70-90	%100	%100	%100
<b>İshal</b>	Yok	Yok	Hafif	Kuvvetli	Kuvvetli
Başlama	-	-	3-8 saat	1-3 saat	Dakikalar ya da 1 saat içinde
Olgu oranı	-	-	< %10	> %10	~ % 100
<b>Baş ağrısı</b>	Önemsiz	Hafif	Orta	Şiddetli	Şiddetli
Başlama	-	-	4-24 saat	3-4 saat	1-2 saat
Olgu oranı	-	-	%50	%80	%80-90
<b>Bilinç</b>	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenebilir	Saniyeler / dakikalar süren bilinç kaybı
Başlama	-	-	-	-	Saniyeler / dakikalar
Olgu oranı	-	-	-	-	%100 (>50 Gy de)
<b>Vücut sıcaklığı</b>	Normal	Artma	Ateş	Yüksek ateş	Yüksek ateş
Başlama	-	1-3 saat	1-2 saat	< 1 saat	< 1 saat
Olgu oranı	-	%10-80	%80-100	%100	%100
<b>Tıbbi girişim</b>	Hastane dışı gözlem	Tam donanımlı bir hastanede gözlem, gerek duyulduğunda eğitim hastanesinde sağaltım	Eğitim hastanesinde sağaltım	Eğitim hastanesinde sağaltım	Geçici sağaltım (yalnızca yakınmalara yönelik)

(Kaynak: Dalcı D, Dörter G ve Güçlü I , Radyasyon Hasarlarının Tanı ve Tedavisi, Radyasyon Güvenlik Raporları Serisi No:2, ÇNAEM 2005, ISBN 975-8898-01-9

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

**Tablo 22. 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
<b>Klinik öncesi evre</b>	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<sup>9</sup> hücre/Litre**Tablo 23. 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
<b>Belirtinin başlaması</b>	> 30 gün	18-28 gün	8-18 gün	< 7 gün	< 3 gün
<b>Lenfosit sayısı (G/L)</b>	0.8-1.5	0.5-0.8	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
<b>Plateletler* (G/L) (Trombositler)</b>	60-100 %10-25	30-60 %25-40	25-35 %40-80	15-25 %60-80	< 20 %80-100
<b>Klinik belirtiler</b>	Yorgunluk, halsizlik	Ateş, enfeksiyon, iç kanama, halsizlik, epilasyon	Yüksek ateş, enfeksiyon, iç kanama, epilasyon	Yüksek ateş, ishal, kusma, baş dönmesi ve şaşkınlık, kan basıncı düşüklüğü	Yüksek ateş, ishal, bilinç kaybı
<b>Ölüm (%)</b>	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
<b>Tıbbi girişim</b>	Koruyucu önlemler	<u>14 - 20 günden itibaren özel koruyucu sağaltım;</u> <u>10 - 20 günden sonra yalıtım</u>	<u>7 - 10 günden itibaren özel koruyucu sağaltım;</u> <u>başlangıçtan itibaren yalıtım</u>	<u>1. günden itibaren özel koruyucu tedavi başlangıçtan itibaren yalıtım</u>	Yalnızca ağrı dindirici sağaltım

( **Kaynak:** Dalcı D, Dörter G ve Güçlü I, Radyasyon Hasarlarının Tanı ve Tedavisi, Radyasyon Güvenliği Raporları Serisi No:2, ÇNAEM 2005, ISBN 975-8898-01-9. )

#### 4.4.4.2. Bölgesel Radyasyon Hasarları (BRH)

Vücudun belli bir bölgesinin, genellikle bir kaza sonucu, kısa bir sürede ve bir kezde yüksek dozlarla karşılaşması sonucu görülen etkiler “bölgesel radyasyon hasarları” olarak adlandırılır. Bu tür kazalarda genellikle eller ve parmaklar, ender olarak da vücudun diğer bölümleri etkilenir. Eldeki yanıklar, radyasyon kaynağına dokunulması veya elin birkaç saniye için bile olsa kaynağa çok yaklaştırılması sonucu oluşur. Yanığa neden olan ısı değil kaynağın radyasyon şiddetidir ve ne yazık ki; vücut ısıya gösterdiği refleksi radyasyon şiddetine göstermez. Bölgesel ışınlanmalar sonucu oluşan bu hasarlar, akut radyasyon sendromlarına göre daha sık karşılaşılan olaylardır.

**Tablo 24. Alınan doza bağlı olarak, ciltteki hasarların ve klinik bulguların başlangıç zamanı.**

Bulgular	Doz Aralığı(Gy)	Başlangıç Zamanı (gün)
Eritem	3-10	14-21
Epilasyon	>3	14-18
Kuru desquamasyon (döküntü)	8-12	25-30
Yaş desquamasyon	15-20	20-28
Blister Oluşumu	15-25	15-25
Cilt ülserasyonu (yara)	>20	14-21
Nekrozis (derin penetrasyon)	>25	>21

( **Kaynak:** Dalcı D, Dörter G ve Güçlü I, Radyasyon Hasarlarının Tanı ve Tedavisi, Radyasyon Güvenliği Raporları Serisi No:2, ÇNAEM 2005, ISBN 975-8898-01-9.)

Eritem ve kuru desquamasyon (döküntü) belirtilere yönelik olarak tedavi edilebilir. Ödeme eslik eden şiddetli eritem ile ilişkili semptomların hafifletilmesinde hidrokortizon içeren losyon veya spreylere kullanılabilir. Yaş desquamasyonun tedavisi için, günlük pansumanlar ve antiseptik çözeltilerle hasarlı derinin yıkanması yararlıdır. Antibiyotikli kremler de kullanılabilir.

Ülserleşmelerde organın steril bir çevre içinde izole edilmesi veya antiseptik çözeltilerle günlük yıkama ve pansuman tavsiye edilir. Ağrı kesiciler veya daha güçlü opioidler (uyuşturucular) gerekebilir. İkincil enfeksiyon belirtileri olduğunda veya şüphelenildiği durumlarda topikal veya sistemik antibiyotik tedavisi düşünülebilir.

Nekroz tedavisinde, kesinlikle cerrahi girişim yapılmalıdır. Ölü doku alınmalı ve deri veya başka bir tür doku aktarımı yapılmalıdır. Radyasyon duyarlılığı en fazla olan yerlerden 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 döngü kesintisi gözlenebilir ve bu birkaç ay sürebilir.

Göz merceği de radyasyona karşı çok duyarlıdır. Bir kezde karşılaşılabilecek 0,5 ila 2 Sv arasındaki bir radyasyon dozu fark edilebilir saydamlık kaybına neden olabilirken 5 Sv'lik bir doz katarakt oluşumuna yol açabilir.

#### 4.4.5. Gecikmiş Etkiler (Kronik ışınlama etkileri)

Uzunca bir süre içinde aralıklı olarak düşük dozlarla karşılaşılması, yani kronik olarak ışınlanması sonucu oluşabilecek etkiler yıllar sonra ortaya çıkabilir. Bunun nedeni ise, doz düşük olsa da yinelenen ışınlamalarda organizmanın bir sonraki ışınlamaya kadar hasarı onaramaması ve hasarın gittikçe artmasıdır. Kronik olarak ışınlanan kişilerde, yıllar sonra, katarakt, malignite, doğal yaşam sürelerinde kısalma ile sonraki kuşaklarda kalıtsal bozukluklara rastlanabilir.

### 5. RADYASYON ALANLARI

Radyasyon alanları, 23999 sayılı Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (24.03.2000)15. maddesine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

**Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 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:

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.

#### 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.

### 6. RADYASYONA MARUZ KALMA SINIRLARI VE AZALTILMASI

Doz sınırlama sisteminin üç temel ilkesi aşağıda verilmiştir.

#### 6.1. Uygulamaların Gerekliliği

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

#### 6.2. Optimizasyon

Radyasyona maruz kalmaya sebep olan uygulamalarda, olası tüm ışınlamalar için bireysel dozların büyüklüğü, ışınlanacak kişilerin sayısı, ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanmalıdır.

### 6.3. Doz Sınırlaması

Tıbbi işinlamalar hariç, izin verilen tüm işinlamaların neden olduğu ilgili organ veya dokudaki eşdeğer doz ve etkin doz, Radyasyon Güvenliği Yönergesi'nin 10. maddesinde aşağıda belirtilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.

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

**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.

*Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik ( 05.07.2012 tarihli )' te doz limitleri ile ilgili aşağıdaki şekilde düzenleme yapılmıştır.*

**MADDE 7 - (2)** *Radyasyon kaynağı ile çalışan personelin maruz kalacağı etkin doz, göz merceği ve tüm vücut için ardışık beş yıl toplamında 100 mSv'i, herhangi bir tek yılda 50 mSv'i geçemez. Bu kurala aykırı olmayacak şekilde ayrıca;*

- a) *Etkin dozun ayda 2 mSv'i,*
- b) *El ve ayaklar için eş değer dozun aylık 50 mSv'i,*
- c) *En yoğun radyasyona maruz kalan 1 cm<sup>2</sup>'lik alan referans olmak üzere cilt için eş değer dozun aylık 50 mSv'i,*

*geçmesi halinde bu seviyeler, inceleme düzeyi doz seviyeleri olarak değerlendirilir.*

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

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

*Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik ( 05.07.2012 tarihli )' te aşağıdaki şekilde düzenleme yapılmıştır.*

**MADDE 7- (3)** *18 yaşını doldurmamış olanlar radyasyon kaynağı ile çalışılan işlerde görev alamazlar. Eğitim amaçlı olmak kaydıyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arası stajyer ve öğrenciler bu eğitimlerini sadece gözetimli alanlarda alabilir. Mesleki eğitimleri gereği radyasyon kaynağı ile çalışması zorunlu 16-18 yaş arası stajyer ve*

öğrenciler için etkin doz, göz merceği ve tüm vücut için yılda 6 mSv'i geçemez. Ayrıca bu kurala aykırı olmayacak şekilde;

- a) Etkin dozun aylık 0.6 mSv'i,
- b) Göz merceği için eş değer dozun aylık 0.6 mSv'i,
- c) El, ayak veya deri için eşdeğer dozun aylık 15 mSv'i,

geçmesi halinde bu seviyeler, inceleme düzeyi doz seviyeleri olarak değerlendirilir.

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

\*Gebe radyasyon elemanı batın yüzeyine gebelik süresince 1 mSv radyasyon alabilir. Gözetimli alanlarda çalışmalıdır. ) (ICRP (1990)

***Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik ( 05.07.2012 tarihli )'te aşağıdaki şekilde düzenleme yapılmıştır.***

**MADDE 8 –3)** Hamilelik durumu ortaya çıkan personel, bu durumunu ilgili birim amirine derhal yazılı olarak bildirir. Hamile personelin yıllık doz limitleri, Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde belirlenmiş toplum için doz limitlerini aşamaz. Çalışma şartları bilfiil denetimli alanları kapsamayacak şekilde düzenlenir.

(4) Emzirme dönemindeki personel, radyoiodun solunması veya sindirim yoluyla alınması riski taşıyan nükleer tıp alanında ve benzeri bulaşma riski taşıyan işlerde çalıştırılmaz.

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

**Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 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 Yönetmeliği Madde 31:** I-131 radyoaktif maddesi verilen hastalar vücuttaki 1 m den ölçülen etkin doz hızının < 30 mikroSv/ saat ( <600 MBq'e ) düşmesi halinde taburcu edilir. Taburcu edilen hastaya diğer kişilerle temasları ve radyasyon

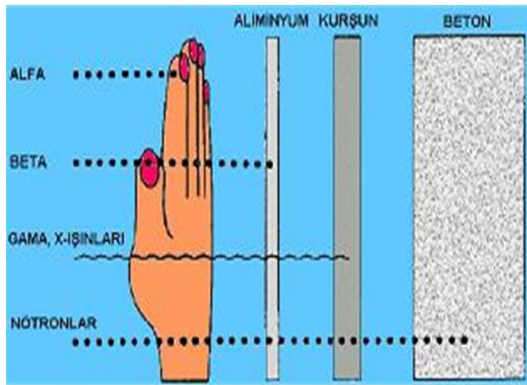
korunması ile ilgili alınacak önlemlerle ilgili yazılı talimatlar verilir. 100 MBq'in altındaki radyoaktivite ile taburcu edilen hastalar için özel önlem alınması gerekmez.

#### 6.4. Doz Azaltılması

Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü

##### 6.4.1. Zaman, Zırhlama ve Mesafe

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



**Şekil 5: Radyasyon türlerinin gircilik özellikleri.**

Kaynak: <http://radyasyon17.files.wordpress.com>

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

Radyonüklidlerin vücut içine alındığı 4 ana giriş vardır.

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

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

## 7. HAMİLELİK VE TIBBİ İŞİNLAMA

(Bu bölüm "ICRP publication 84 ([www.icrp.org](http://www.icrp.org))" temel alınarak hazırlanmıştır.)

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

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

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 Bilgisayarlı Tomografi (BT) yada 20 konvansiyonel direkt grafi (X-ışını) işleminde dahi ulaşmaz. Bu doza pelviste floroskopi eşliğinde yapılan girişimsel işlemlerde veya radyoterapi ile ulaşılır.

**Tablo 25. Radyasyona maruz KALMAMIŞ hamile popülasyonundaki potansiyel riskler**

Risk	Görülme sıklığı (%)
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](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

### 7.1. 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.

### 7.2. 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 fetal dozda relatif risk 1.4'tür bu normal insidanstan %40 artışa işaret eder.

**Tablo 26. 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](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))



### 7.3. Hamilelik Öncesi Işınlama,

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

### 7.4. Hamilelik Potansiyeli Olan Hastaların Değerlendirilmesi

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

### 7.5. Rutin Radyolojik Uygulamalarda Maruz Kalınan Fetal Dozlar

**Tablo 27. 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](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

**Tablo 28 . Floroskopi ve BT 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 BT	<0.005	<0.005
Toraks BT	0.06	1.0
Abdomen BT	8.0	49
Pelvik BT	25	80

**Kaynak:** Pregnancy and Medical Radiation ( [www.icrp.org/ICRP\\_84\\_Pregnancy\\_s.pps](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

## 7.6. Rutin Nükleer Tıp Uygulamalarında Maruz Kalınan Fetal Dozlar

**Tablo 29. Konvansiyonel nükleer tıp uygulamalarında maruz kalınan tahmini fetal dozlar**

Uygulama	Uygulanan aktivite(MBq) 1 mCi = 37 MBq	Erken Gebelik Doz (mGy)	9. Ay Doz (mGy)
<b>Tc-99<sup>m</sup> ile:</b>			
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
İşaretili eritrosit	930	6.0	2.5
<b>I-131 ile:</b>			
Tiroid Uptake	0.55	0.04	0.15

Kaynak: Pregnancy and Medical Radiation ([www.icrp.org/ICRP\\_84\\_Pregnancy\\_s.pps](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

## 7.7. Gebeliğin Sonlandırılması

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

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

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

## 8. ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMALAR

### 8.1. İnsan Çalışmaları

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

### 8.2. Hayvan Çalışmaları

Radyoaktif madde uygulanan hayvan kafesleri etiketlenerek, uygulanan radyoaktif madde cinsi ve dozu belirtilmelidir.

Non-radyoaktif hayvanlar ile ayrı ortamlarda tutulmamalıdır.

Havaya radyoaktivite karışma riski nedeni ile uygun havalandırma sistemleri kullanılmalıdır.

Hayvan çıkartıları ve atıkları radyoaktif atık işlemi görmelidir.

Hayvan bakıcıları radyasyon güvenliği konusunda eğitilmelidir.

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

1. Radyoaktif uygulamalar içeren çalışmalarda kullanılan denek hayvanları birer mobil radyasyon kaynakları olarak değerlendirildikleri için barındırılmaları veya sevkiyatlarında radyasyon korunma prensiplerine bağlı kalınmalıdır.

2. Sorumlu araştırmacı radyasyon güvenliği konusunda bilinçlendirilmeli ve çalışmaları sırasında dozimetri takılmalıdır.

3. Uygulama sonrası hayvanlar canlı kalacak ise; deney hayvanları biriminde ayrı bir bölüm tahsis edilerek, giriş bölümünde radyasyon ikaz işareti bulundurulmalıdır. Araştırma kayıtlarını içeren dokümanlar; kullanılan radyoaktif maddenin cinsi, miktarı, çalışılan hasta sayısı, tekrar kullanılması için yüzey ışınlama değerini içeren bilgileri kapsamalıdır.

4. Uygulama sonrası sakrifiye edilen hayvanlar katı radyoaktif atık işlemlerine tabi tutulmalıdır.

- Denek hayvanları radyoaktif poşet içine konulmalıdır.

- Poşet üzerine; kullanılan radyoaktif madde, toplam aktivite, işlem tarihi, poşet yüzeyi ışınlama değeri ve ıslah tarihini içeren etiketleme yapılmalıdır.

- Radyoaktif ceset olarak tanımlanan bu atıkların dış ışınlamaları önerilen radyasyon seviyesine düşene kadar patoloji ile konsültasyon yapılarak özel hazırlanacak formal içinde ayrı bir yerde bekletilmelidirler.

- Poşet yüzey ışınlama ölçümü atık teslim seviyesine (5 $\mu$ Sv veya 0.5 mR/h) düştüğünde sorumlu kişilere teslim edilmelidir.

- Katı radyoaktif atık ölçüm ve atık ıslah işlemleri radyasyon güvenliği korunma komitesi ile işbirliği içinde yürütülmelidir.

### 8.3. Etik Kurul ile 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 "gerekçeleştirme" prensibine uygun olarak karar almalıdır. Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesinden onay alınmadan radyasyon içeren hiçbir çalışma başlatılmamalıdır (Ek-3).

**Bilimsel Danışma Kurulu:** 3153 sayılı Yasada tanımlanan radyasyonla çalışan 3 ana birimin (Radyodiagnostik, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi) hekim ve medikal fizik uzmanlarından oluşur.

**Tablo 30. OMÜTFH RGK BİLİMSEL DANIŞMA KURULU ÜYELERİ**

Prof. Dr. Fevziye CANBAZ TOSUN	Nükleer Tıp A.D.
Prof. Dr. Çetin ÇELENK	Radyoloji A.D.
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Deniz MEYDAN	Radyasyon Onkolojisi A.D.
Uzm. Fiz. Tenzile Yaşayacak OFLUOĞLU	Radyasyon Onkolojisi A.D.

## 9. ÖLÇÜM, İŞARETLEME VE CİHAZLAR

### 9.1. 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.

### 9.2. Etiketleme ve İşaretleme

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

Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon sembelleri

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.

## 10. CİHAZLAR

Tüm cihazların radyasyon güvenliği açısından, önerilen sürelerde rutin kalite, kontrol ve kalibrasyonu yapılmalıdır.

Her cihazın kolay ulaşılabilir bir yerinde kullanım kılavuzu bulundurulmalıdır.

## 11. PERSONEL ÖLÇÜM VE İZLEM

Rutin eğitim, araştırma, bilimsel çalışmalarda kullanılacak radyoaktif madde kullanım yeri ve şekli radyasyon güvenliği açısından uygun olmalıdır.

Daha önce ve halen zehirli, kimyasal, biyolojik maddeler veya diğer tehlikeli koşullara maruz kalarak çalıştırılan kişiler radyasyona maruz kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamalıdır.

Radyasyonlu alanlarda yapılan işin niteliğine uygun giysi ve donanım (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) kullanımı sağlanmalı ve denetlenmelidir.

İşe alınacak radyasyon görevlilerinin sağlık durumlarının yapacağı işe uygun olup olmadığı hakkında sağlık raporu alınmalı ve çalıştıkları süre içinde, yılda en az bir kez tıbbi muayeneleri ile hematolojik ve göz kontrolleri yaptırılarak takip edilmeli, kayıtları tutulmalıdır. Sonuçları yılda 1 kez komiteye sunularak değerlendirilmelidir.

İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulmuş bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılması sağlanmalı ve denetlenmelidir.

Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetreleri komite temsilcileri tarafından kontrolü yapılarak kaydı tutularak sonuçları komitede değerlendirilmelidir. Radyasyona maruz kalan ya da öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için durum değerlendirmesinin yapılarak ilgili bölüme tavsiyelerde bulunulmalıdır.

## 12. KAYITLAR

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

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

### 12.1. Personele İlişkin Kayıtlar

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

Radyasyon görevlilerinin isimleri ile işe giriş ve işten ayrılış tarihleri,

Radyasyon görevlilerinin kişisel dozimetri raporları,

Radyasyon görevlilerinin ilk defa işe başlamadan önce bu Yönetmeliğin 23. maddesine göre yapılan tüm tıbbi muayene sonuçları,

Radyasyon görevlilerinin bu Yönetmeliğin 23. maddesine göre yaptırılan periyodik tıbbi muayeneleri ile Kurum tarafından gerekli görülen durumlarda yaptırılan tıbbi muayenelerin sonuçları ve varsa diğer tıbbi ışınlanma sonuçları

### 12.2. Radyasyon Kaynaklarına İlişkin Kayıtlar

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

Radyasyon kaynağının yurda girişi, satın alınması, kurulması ve kalibrasyonuna ilişkin tarih ve işlemler ile konu ile ilgili kişilerin isimleri,

Radyasyon kaynağının bakımı, onarımı, sızıntı testi, tüp ve kaynak değişimi gibi işlemlerinin tarihleri, yapılan işlerin içeriği ve konu ile ilgili kişilerin isimleri.

### 12.3. Radyoaktif Atıklara İlişkin Kayıtlar

Meydana gelen radyoaktif atığın cinsi, miktarı, radyoaktivitesi ve tarihleri,

Depolanmak ve işlenmek üzere Kuruma gönderilen veya çevreye verilen radyoaktif atıkların miktarları.

### Kazaya İlişkin Kayıtlar

Kazanın yeri ve tarihi,

Kazanın oluş şekli,

Kazaya neden olan radyasyon kaynağının cinsi ve radyoaktivitesi,

Vücuda alınan radyoaktif maddeler ve alınış nedenleri,

Maruz kalınan süre ve radyasyon dozları,

Kazaya maruz kalan kişilerin tıbbi muayene sonuçları ve yapılan tıbbi uygulamalar,

Kazaya ilişkin rapor.

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

## 13. DOZİMETRE KULLANMA TALİMATLARI

### 13.1. Film Dozimetresi Nasıl Kullanılmalıdır?

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

Kullanılmış filmlerin toplanması, yenilerinin taşıyıcılara yerleştirilmesi, kuruluş içinde personele dağıtılması, doz raporu sonuçlarının personele bildirilmesini üstlenmiş bir kişiyi "SORUMLU KİŞİ" olarak belirleyerek TAEK Sağlık Fiziği Birimine bildiriniz.

Filmler, Sağlık Fiziği Birimi tarafından belirlenen periyotlar da kuruluşlara kargo ile gönderilecek ve kuruluştaki sorumlu kişi, kullanılmış filmleri arka sayfada gösterildiği gibi film taşıyıcısı içerisinde çıkartarak yenilerini yerleştirecektir. Kullanılmış tüm filmleri, en kısa sürede birimize (TAEK) kargo aracılığı ile gönderiniz.

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

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

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

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

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

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

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

### 13.2. TLD (Termolüminesans Dozimetre) Kullanma Talimatı

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

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

TLD'lerin açılması özel bir aparat gerektirdiğinden herhangi bir kişi tarafından **AÇILMAK İÇİN ASLA ZORLANMAMALI, BASINÇ VE FAZLA ISIYA MARUZ BIRAKILMAMALI, ISLATILMAMALI** dir. Aksi takdirde değerlendirilmesi ve kişi tarafında alınan radyasyon dozunun ölçülmesi mümkün olmayacağı gibi, dozimetre zarar görecektir.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Tablo 31. Radyasyon Ve Dozimetri Konularında Her Türlü Soru Ve Öneri İçin İletişim Bilgileri**

Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Sağlık Fiziği Birimi Saray Mah. Atom Cad. No:27 06983 KAZAN ANKARA	Tel: 0 (312) 8154306 Fax: 0 (312) 8154395 e-posta: <a href="mailto:dozimetri@taek.gov.tr">dozimetri@taek.gov.tr</a>
--	--

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

### **13.3 Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik (05.07.2012 tarih) te dozimetre kullanıma ile ilgili aşağıdaki düzenlemeler yapılmıştır:**

**MADDE 7 – (1)** Bu Yönetmeliğe uygun olarak radyasyon alanlarında yapılan çevresel radyasyon izlemesinin yanı sıra Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği gereğince kişisel dozimetre kullanması zorunlu olan personel kişisel cep dozimetresi; bu personelden radyofarmasötik işaretlemeye ve tedavi amaçlı radyonüklid uygulamalarında, radyoterapide manuel iridyum 192 uygulamalarında görevli olanlar ile girişimsel floroskopik uygulamalarda çalışanlar kişisel cep dozimetresine ek olarak el bileği veya yüzük dozimetresi taşır.

**MADDE 8 – (5)** Kişisel dozimetre ölçümlerinde doz limitlerinin aşıldığının tespit edilmesi halinde ölçümü yapan kuruluş en geç onbeş gün içerisinde; aciliyet arz eden durumlarda ise derhal ilgili idareye bildirimde bulunur.

(6) Kişisel dozimetre ölçümlerinde yıllık doz limitlerinin aşıldığı durumlarda Radyasyon Güvenliği Komitesi, sorunun kaynağını inceleyip değerlendirir, varsa eksiklik ve aksaklıkların düzeltilmesi için ilgili idare ile birlikte gerekli tedbirleri alır. Eksiklik ve aksaklıklar giderilinceye kadar doz limitini aşan personel ilgili işte çalıştırılmaz, hatalı radyasyon kaynağı kullanılmaz. Bu personel yıllık sağlık izni kullanmamış ise öncelikle bu izin kullanılır. Ayrıca sağlık yönünden olumsuz bir durum ortaya çıkması halinde, Radyasyon Güvenlik Komitesince onbeş günden az olmamak kaydıyla sağlık sorunu giderilene kadar verilecek izin süresi belirlenerek bu izin idarece kullanılır.

(7) Kişisel dozimetre ölçümlerinde 7 nci maddede belirtilen inceleme düzeyi doz seviyelerinin aşılması durumunda Radyasyon Güvenliği Komitesi, sorunun kaynağını inceleyip değerlendirir, varsa eksiklik ve aksaklıkların düzeltilmesi için ilgili idare ile birlikte gerekli tedbirleri alır. Bu personelden yıllık doz limitlerini aşma ihtimali olanlar Radyasyon Güvenliği Komitesince değerlendirilerek altıncı fıkraya göre işlem yapılır.

(8) Kişisel dozimetre ölçümlerinde doz limitlerinin aşılması veya yüksek dozda radyasyona maruziyet şüphesi taşıyan radyasyon kazası durumunda sağlık personeli, Ek-2 ' deki form doğrultusunda değerlendirilir ve gerekli görülürse bu konuda ileri tetkik ve tedavinin yapılabileceği sağlık kurumuna sevk edilerek durumu idarece yakın takip edilir.

## **14. PERSONEL EĞİTİMİ**

Öncelikle Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane personelinin aşağıdaki plana göre eğitimi planlanır.

İşe başlamadan önce

Düzenli olarak her yıl

Koşullarda, mevzuatta veya lisans koşullarında değişiklik olduğunda

Hizmet içi eğitim kapsamında gerçekleştirilecek bilgi yenileme eğitimlerinin biçimi ve sıklığını RGK belirler.

" Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi'nin tüm birimlerde personelin kolayca ulaşacağı yerlere Hastane Başhekimliğince dağıtılarak, okunması sağlanacaktır.



## 15. LİSANS İŞLEMLERİ

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

**(Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 50)**

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

**(Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 54)**

## 16. İLGİLİ TÜZÜK, YÖNETMELİK, YÖNERGE VE DİĞER KAYNAKLAR

“Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı” hazırlanırken faydalanılan ulusal tüzük, yönetmelik ve yönergeler ile uluslararası kaynaklar aşağıda belirtilmiştir.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ([www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr))

Trakya Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı,

Dokuz Eylül Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı,

Marmara Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı,

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü; 24/7/1985 tarihli ve 85/9727 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe konulmuştur

Nükleer Tanımlar Yönetmeliği; 9/9/1991 tarihli ve 20286 sayılı Resmi Gazete.

Radyofarmasötik Yönetmeliği; 23/12/1993 tarihli ve 21797 sayılı Resmi Gazete

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği; 24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazete

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik; 03.06.2010 tarihli 27600 sayılı Resmi Gazete

Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik; 05.07.2012 tarihli 28344 sayılı Resmi Gazete

Radiation Protection, The University of Edinburgh Health and Safety Policy. ([www.safety.ed.ac.uk/policy/part7/index.html](http://www.safety.ed.ac.uk/policy/part7/index.html))

Riviere J, Fox MA. Radiation safety manual (version II). Environmental Health and Safety Center, Radiation Safety Division, North Carolina State University. North Carolina, 2002.

Pregnancy and Medical Radiation

([www.icrp.org/ICRP\\_84\\_Pregnancy\\_s.pps](http://www.icrp.org/ICRP_84_Pregnancy_s.pps))

## 17. İLGİLİ TERİMLER

**Alara** (As Low As Reasonably Achievable ): Erişilebilen en düşük doz

**Bilimsel danışma kurulu:** 3153 nolu yasada tanımlanan radyasyonla çalışan 3 ana birimin (Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi ve Radyoloji) hekim ve medikal fizik uzmanlarından oluşur.

**Bulaşma:** Herhangi bir maddenin yüzeyinde veya içinde ya da canlı varlıklarda istenmeyen radyoaktif madde birikimidir.

**Eşdeğer doz:** Birimi Sievert (Sv) olup, radyasyonun türüne ve enerjisine bağlı olarak doku veya organda soğurulmuş dozun, radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılmış halidir.

**Etkin doz:** Birimi Sievert (Sv) olup, insan vücudunda ışınlanan bütün doku ve organlar için hesaplanmış eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen dozların toplamıdır.

**Lisans Sahibi;** Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği hükümlerine göre verilen lisans belgesinde ismi belirtilen ve radyasyon güvenliği mevzuatının uygulanmasında Kuruma karşı sorumlu olan kişiyi,

**Geçici görevliler:** Görev gereği denetimli ve gözetimli alanlarda geçici olarak veya ara sıra bulunan kişilerdir.

**Görev gereği ışınlanma:** Bu Tüzük kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi esnasında görev gereği maruz kalınan ışınlanmadır.

**İşinlanma:** 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:** 100 nm ya da daha kısa dalga boyunda veya  $3 \times 10^{15}$  Hertz ya da daha yüksek frekansta elektromanyetik dalga veya parçacık şeklinde transfer edilen, doğrudan veya dolaylı olarak iyon oluşturma kapasitesine sahip enerjiyi tanımlar.

**İzin:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenli ve basit, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski düşük olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.

**Lisans:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenlik önlemleri alınmasını gerektiren, karmaşık, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski yüksek olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.

**Radyasyon:** Geçtikleri ortamda doğrudan veya dolaylı iyon çifti oluşturabilen enerjideki parçacık ve elektromagnetik dalga olup bu Tüzükte kullanılan radyasyon terimi iyonlaştırıcı radyasyonu ifade eder.

**Radyasyon Görevlisi;** Radyasyon kaynağı ile yürütülen faaliyetlerden dolayı görevi gereği, 24/3/2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde toplum üyesi kişiler için belirtilen doz sınırlarının üzerinde radyasyona maruz kalma olasılığı olan kişidir.

**Radyasyon Güvenliği Komitesi:** Sağlık kurum ve kuruluşlarında nükleer tıp, radyasyon onkolojisi, radyoterapi ve radyoloji birimlerinin her birinden en az bir radyasyon görevlisi ile, idare tarafından uygun görülen diğer personel katılımlarıyla oluşan ve radyasyon güvenliğinin sağlanmasına yönelik çalışmaları yürüten birimi,

**Radyasyondan Korunma Danışmanı:** Mühendislik veya fen bilimleri alanında aldığı temel eğitim üzerine radyasyondan korunma alanında eğitim almış ve uygulamaya özgü olarak Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğin 74 üncü maddesinde belirtilen faaliyetlerde en az dört yıllık deneyime sahip kişidir.

**Radyasyon Korunması Sorumlusu:** Radyasyondan korunmada temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alandaki eğitim ve deneyimi lisanslama aşamasında Kurum tarafından değerlendirilerek uygun görülen kişidir.

**Radyasyon kaynağı:** Teşhis, tedavi, araştırma veya kalibrasyonda kullanılan ve radyasyon yayan tıbbi cihazlar, radyofarmasötik veya radyoaktif kaynağı,

**Radyasyon üreten cihaz:** Yüklü parçacık veya ağır iyonları hızlandırarak belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında iyonlaştırıcı radyasyon üretmek üzere yapılmış röntgen cihazları, betatron, lineer akseleratör, siklotron ve nötron jeneratörü gibi cihazlardır.

**Radyasyon yayan cihaz:** Bir veya birkaç tür iyonlaştırıcı radyasyonu belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında yaymak amacıyla yapılmış olan ve radyoaktif madde içeren cihazdır.

**Radyoaktivite:** Kararsız atom çekirdeklerinin parçacık 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 kendiliğin den bozunmaya uğrayan bir izotopu alaşım, karışım, bileşik veya çözelti olarak içeren maddelerdir. Tıbbi (medikal) Fizik Uzmanları; Kurum tarafından aranacak koşulları özel yönetmeliklerinde belirtilen ve tıbbi uygulama alanlarına göre radyoterapi, radyoloji ve nükleer tıp fizikçisi olarak isimlendirilen kişilerdir.

**Tesis sahibi:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren radyasyon kaynakları ile faaliyette bulunan tesis veya kuruluşların sahibidir. Tesis sahibi aynı zamanda izin/lisans sahibi de olabilir.

**Tıbbi işınlanma:** Tanı, tedavi ve tıbbi araştırma amacıyla yapılan radyasyon uygulamalarında, görevi gereği işınlanmalar hariç, hastaların ve gönüllü hasta refakatçilerinin işınlanmasıdır.

**Toplum etkin dozu;** işınlamaya 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 vücuda alınmasını takiben, doku veya organda kaldığı sürede vermiş olduğu toplam eşdeğer dozdur.

**Yüklenmiş etkin doz:** Yüklenmiş eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen toplamıdır.

## 18. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi ile Bağlantı Bilgileri

**Tablo 32. O.M.Ü.Hastanesi Radyasyon Güvenliği Komitesi İle Bağlantı Bilgileri**

	Bölüm	e-mail	Dahili Tel.
Doç. Dr. Yücel YAVUZ	Başhekim Yardımcısı	<a href="mailto:yucel.yavuz@omu.edu.tr">yucel.yavuz@omu.edu.tr</a>	2323
Prof.Dr. Fevziye CANBAZ T. (Başkan)	Nükleer Tıp A.D.	<a href="mailto:fcanbaz@omu.edu.tr">fcanbaz@omu.edu.tr</a>	2646 - 2483
Yrd.Doç. Dr. A.Deniz MEYDAN (Başkan Yrd.)	Radyasyon Onkolojisi A.D.	<a href="mailto:admeydan@omu.edu.tr">admeydan@omu.edu.tr</a>	2232 - 2233
Uzm. Fiz. Tenzile OFLUOĞLU (Genel Sekreter)	Radyasyon Onkolojisi A.D.	<a href="mailto:tenzilet@omu.edu.tr">tenzilet@omu.edu.tr</a>	2248- 2233
Prof .Dr. Çetin ÇELENK	Radyoloji A.D.	<a href="mailto:ccelenk@omu.edu.tr">ccelenk@omu.edu.tr</a>	2656
Yrd. Doç .Dr .Metin SUNGUR	Pediyatrik Kardiyoloji A.D.	<a href="mailto:msungur@omu.edu.tr">msungur@omu.edu.tr</a>	3724
Yrd. Doç. Dr. Korhan SOYLU	Kardiyoloji	korhan.soylu@omu.edu.tr	
Yrd. Doç. Dr. Emin Murat CANGER	Oral Dagnoz	mcanger@gmail.com	3012
İsa ERFALAY	Hastane Baş Müdürü	<a href="mailto:erfalay@hotmail.com">erfalay@hotmail.com</a>	3090
Şebnem KAYAN	Hemşire Hizmetleri Müdürü	<a href="mailto:sebnemK@hotmail.com">sebnemK@hotmail.com</a>	2709

## 19. TAEK Acil Telefonları

Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak TAEK telefonları	
TAEK Acil Durum Bildirim Hattı	172
TAEK Bşk.	(312) 2958907
RSGD Bşk.	(312) 2958973
Santral	(312) 2958700
Faks	(312) 2958947

## 20. İLGİLİ LİNKLER

- Türkiye Atom Enerjisi kurumu [www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr)
- European Commission (radiological protection pages):
- [www.europa.eu.int/comm/environment/radprot](http://www.europa.eu.int/comm/environment/radprot)
- International Atomic Energy Agency [www.iaea.org](http://www.iaea.org)
- International Commission on Radiological Protection [www.icrp.org](http://www.icrp.org)
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- [www.unscear.org](http://www.unscear.org)
- World Health Organization [www.who.int](http://www.who.int)
- Marmara Üniversitesi Hastanesi [.hastane.marmara.edu.tr](http://hastane.marmara.edu.tr)
- Trakya Üniversitesi Hastanesi [.trakya.edu.tr](http://.trakya.edu.tr)
- Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi [.deu.edu.tr](http://.deu.edu.tr)
- Hacettepe Üniversitesi Hastanesi <http://www.hacettepe.edu.tr/>

## 21. KISALTMALAR

- **TAEK** : Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
- **RSGD**: Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği Dairesi
- **TAEK-RGD**: TAEK- Radyasyon Güvenliği Dairesi
- **Cps**: Count per second
- **RIA** : Radioimmunoassay
- **IAEA**: International Atomic Energy Agency
- **UPS**: Uninterruptible power supply
- **SSD**: *Source Skin Distance*
- **FFD** :*Focus Film Distance*

**EK-1 Radyasyon Çalışanı DEĞERLENDİRME Formu (İŞE BAŞLARKEN)**

Tarih: / /

1. T.C. Kimlik No		2. Sicil No	
3. Adı- Soyadı		4. Telefon	
5. Adres			
6. Cinsiyet	K ( ) E ( )	7. Doğum tarihi	..... / ..... / .....
8. OMÜTFEUAH'de işe giriş tarihi	..... / ..... / .....	9. Birim/Bölüm/A. Dalı	
10. Bölümde çalışmaya başladığı tarih	..... / ..... / .....	11. Çalışma alanı	Denetimli ( ) Gözetimli ( )
12. Günlük çalışma süresi (saat)		13. Aylık çalışma süresi (gün)	
14. Daha önce radyasyonla (radyasyonla karşılaştığınız) ilgili bir işte çalıştınız mı?			Hayır ( ) Evet ( )
14. sorunun yanıtı "HAYIR" ise 17. soruya geçiniz.			
15. Radyasyonla karşılaştığı işlerde geçen toplam süre nedir?	..... (YIL) + ..... (AY)		
16. Radyasyonla karşılaştığı işlerde hangi görevlerde çalıştı? Açıklayınız.			
17. Öğrenim durumu	İlkokul ( ) Ortaokul ( ) Lise ( ) Teknik Lise ( ) Y.okul-Üniversite ( ) Diğer .....		
18. Görevi	Hekim ( ) Hemşire ( ) Teknik elaman{müh., tekniker, teknisyen} ( ) İdari personel ( ) Diğer ( ) Açıklayınız.....		
19. Çalışılan birimde radyasyon kaynağı ya da türü nedir?	Gamma ışını ile çalışan makine-sistemler ( ) x ışını ile çalışan makine sistemler ( ) Diğer ( ) Açıklayınız .....		
20. Radyasyon, zararları ve korunma yolları ile ilgili eğitim almış mı?	Hayır ( ) Evet ( )		
20. sorunun yanıtı "HAYIR" ise 22. soruya geçiniz.			
21. Bu eğitimi nerede aldınız?	Mezuniyet öncesi ( ) İşe girişte ( ) Hizmet içi ( ) Diğer ( ) Açıklayınız.....		
22. Tütün kullanıyor mu?	Hiç kullanmamış ( ) Bırakmış ( ) Kullanıyor ( )		
23. Alkol kullanıyor mu?	Hiç kullanmamış ( ) Kullanıyor ( ) Açıklayınız.....		
24. Çalışma yaşamı boyunca radyasyonla ilgili bir kaza geçirdi mi?	Hayır ( ) Evet ( )		
Yanıt "EVET" ise açıklayınız			
25. Çalıştığı birimde radyasyonla ilgili olabilecek herhangi bir kaza ya da yaralanma (bulaşmış kesici-delici alet batması, radyoaktif madde içeren sıvıların sıçraması vb) geçirmiş mi?	Hayır ( ) Evet ( )		
Yanıt "EVET" ise açıklayınız			
26. Yaşamı boyunca sağlık nedeniyle radyasyon almış mı?	Hayır ( ) Evet ( )		
Yanıt "EVET" ise açıklayınız			
27. Ek bir işte çalışıyor mu?	Hayır ( ) Evet ( )		
28. Çalıştığınız ek işte radyasyonla karşılaşıyor musunuz?	Hayır ( ) Evet ( )		
Yanıt "EVET" ise açıklayınız			



## EK-2. FORM

## SAĞLIK BAKANLIĞI RADYASYON ÇALIŞANI SAĞLIK RAPORU ( İŞE BAŞLARKEN ve YILLIK KONTROL)

**1. ÇALIŞAN BİLGİLERİ** Çalışanın kendisi tarafından doldurulacaktır.  
**Anlaşılmayan kısımlar için hekiminize danışınız.**

ÇALIŞANIN ADI SOYADI	T.C. KİMLİK NUMARASI	KURUM NUMARASI	SİCİL	CİNSİYETİ <input type="checkbox"/> ERKEK <input type="checkbox"/> KADIN
----------------------	----------------------	----------------	-------	--

ÇALIŞTIĞI/ÇALIŞACAĞI KURUM

ÇALIŞTIĞI/ÇALIŞACAĞI KURUMDAKİ ÜNVAN VE GÖREVİ

RADYASYON KAYNAKLARI İLE AĞIRLIKLI TEMAS ŞEKLİ Birden fazla işaretlenebilir

**Radyoaktif maddeler ile doğrudan el,cilt teması** (örn. radyofarmasötiklerle, brakiterapi kaynakları ile işlemler vb.)

**X-ışınlarına dışarıdan maruziyet** (Röntgen cihazları, Bilgisayarlı tomografi vb. ile yürütülen işler)

**Diğer** (Açıklayınız);

SON BİR YIL İÇİNDE KİŞİSEL DOZİMETRİ ÖLÇÜMLERİNDE LİMİT AŞIMI BİLDİRİLDİ Mİ?

HAYIR  EVET (Açıklayınız)

SON BİR YIL İÇİNDE RADYASYON KAZASI GEÇİRDİNİZ Mİ?

HAYIR  EVET (Açıklayınız)

SON BİR YIL İÇİNDE TIBBİ TANI VE TEDAVİ AMACIYLA RADYASYONA MARUZ KALDINIZ MI?

HAYIR  EVET (Açıklayınız)

SAĞLIK DURUMUNUZLA İLGİLİ AŞAĞIDAKİ BELİRTİ VE BULGULAR VAR MI?	HAYIR	EVET (Açıklayınız)
<b>Ciltte solukluk</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Genel yorgunluk hali</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Otururken ayağa kalktığınızda başdönmesi/göz kararması</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Sık ateşli hastalıklara yakalanma</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Kolay iyileşmeyen uzun süreli enfeksiyonlar</b> (örn. ishal, mantar enfeksiyonları vb.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Beklenmedik veya uzun sürede duran kanamalar</b> (büyük abdestte, idrarda vb.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Sık dişeti kanaması</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Ciltte morluklar</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Özellikle el sırtı başta olmak üzere radyasyona maruz kalan vücut bölgelerde kıl dökülmesi</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>El cildinde bozukluklar</b> (ciltte kalınlaşma, kılcıl damarların izlenmesi, erken yaşlılık belirtileri vb.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Görmede bulanıklık</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vücudunuzdaki</b> (boyun, çene altı, koltuk altı, kasık vb.) <b>lenf bezlerinde büyüme</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sağlığım ile ilgili yukarıda beyan ettiğim bilgiler doğrudur. Gerçek dışı veya yanlış/çarpıtılmış beyanların tanı ve tedavi sürecinde sağlığım ile ilgili olumsuz sonuçlar doğurabileceğinin farkındayım.

ÇALIŞANIN İMZASI

TARİH

**2. TIBBİ DEĞERLENDİRME Hekim tarafından doldurulacaktır.**

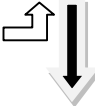
	HAYIR	EVET (Varsa açıklama)
<b>EL CİLDİ BULGULARI</b> [ Kronik radyasyon maruziyetine bağlı olarak gelişebilecek]		
Telenjektazi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hiperkeratoz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atrofi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kıl Dökülmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tırnak Bozukluğu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>KAN VE LENFATİK SİSTEM MALİGNİTE BULGUSU</b> [ Radyasyona bağlı olarak geç dönemde gelişebilen maligniteler]		
Periferik lenfadenopati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hepatosplenomegali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TAM KAN SAYIMI	<u>Lökosit Dağılımı</u>
	Lenfosit %
Beyaz Küre Sayısı. . .	Nötrofil %
Trombosit Sayısı. . .	Monosit %
Hemoglobin Düzeyi. . .	Eozinofil %
Kırmızı Küre Sayısı. . .	Bazofil %
	Normal-dışı hücreler. . . .

**KATARAKT BULGUSU** [Lensin radyasyona maruziyetinden sonra 1 yıl içinde gelişmesi beklenir]

Bazal Oftalmoskopik Muayenesi Var mı?

Hayır   Oftalmoskopik Muayene için Göz Hastalıkları Uzmanına Sevk Ediniz:

Evet   Son 1 yıl içinde yeni gelişen görme bulanıklığı var ise 

**Son 1 yıl içinde ek görme bulanıklığı yok ise yıllık rutin takibine devam ediniz.**

Göz Hastalıkları Uzmanı Değerlendirmesi:

Kaşe/İmza/Tarih

**Bu formda adı geçen çalışanın tarafımdan sağlık değerlendirilmesi yapılmıştır. Radyasyon kaynakları ile çalışmasında sakınca bulunmamaktadır  / sakınca bulunmaktadır  (Açıklayınız):**

**İstirahat ve diğer hususlar:**

**Dr. Kaşe/İmza/Tarih**



## EK 3

**ETİK KURUL BAŞVURU FORMU****Radyasyon Güvenliği Komitesi Bilimsel Danışma Kurulu (RGK-BDK)**

Bu form ne zaman ve hangi amaçla kullanılacak?

1. Etik Kurul'un Proje Değerlendirme Formlarında radyasyonla çalışma varlığı belirtilmesi durumunda bu form araştırmacı tarafından doldurularak RGK BDK Genel Sekreterliğine iletilir.

2. Form projenin "iyonize radyasyonla çalışma konusunda OMUSUVAM için tanımlanan kurallara" uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir.

3. Yukarıdaki aşamada araştırmacı Etik Kurullar tarafından yönlendirilir.

4. Form araştırmacı tarafından RGK Genel Sekreterine verilir-iletilir. RGK Genel Sekreteri formu ivedilikle değerlendirir ve BDK' na iletilir.

5. Değerlendirme en geç 7 gün içinde tamamlanır ve sonucu araştırmacıya iletilir.

6. Aşağıdaki bilgiler dijital olarak doldurulmalı ( bir sayfayı geçebilir.)

<b>Projede kullanılacak iyonize radyasyonun:</b>	
<b>Türü</b>	a. Alfa <input type="checkbox"/> b. Beta <input type="checkbox"/> c. Gama <input type="checkbox"/> d. x ışını <input type="checkbox"/>
<b>Enerjisi:</b>	
<b>Hangi lisanslı bölüm-birim üzerinden alındığı:</b>	
<b>Saklanma koşulları:</b>	

<b><u>Çalışma kuralları:</u></b> <b>(kişisel koruma vb)</b>	
<b>Çalışmanın adı:</b>	

A.B.D

Tel: 2248 eposta: [tenzilet@omu.edu.tr](mailto:tenzilet@omu.edu.tr)

Tenzile Yaşayacak OFLUOĞLU, RGK Genel Sekreteri, Radyasyon Onkolojisi

<b>Çalışma yöneticisi / İletişim Bilgileri:</b>	
<b>Çalışmayı yürütecek kişi/ İletişim Bilgileri:</b>	
<b>Çalışmanın amacı: (Beklenen sonuç, literatüre ve klinik uygulamaya katkısı belirtilmeli)</b>	
<b>Gereç ve Yöntemler: (Hasta sayısı, hasta kabul ve dışlanma kriterleri; gereç ve yöntemde radyasyon ile ilgili kullanılan cihaz özellikleri ve dozlar ayrıntılı bir şekilde yazılmalı.)</b>	