



1. Amaç ve Faaliyet Alanı

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

2. Yetki ve Sorumluluklar

2.1. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız ve Diş Sağlığı Uygulama ve Araştırma Merkezi

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

2.2. Radyasyon Güvenliği Komitesi, fonksiyon ve sorumlulukları

- Çalışan, hasta, hasta yakını ve çalışanların radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasına yönelik gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak
- Bu tedbirlerin uygulanma durumunu izlemek.

2.3.Denetimli Alan Sorumlusu

Merkezimizde denetimli alan sorumlusu Röntgen Birimi Sorumlu Hekimidir.

TAEK tarafından hazırlanan "Radyasyon Güvenliği Komitesi Çalışma Usul ve Esasları" nı uygulamak üzere Merkezimiz Radyasyon Güvenliği Komitesi görevlendirilmiştir.

3. Merkezimizde Radyasyonla Çalışan Birimler

3.1. Radyoloji Bölümü

Röntgen bölümünde ayaktan teşhis ve tedavi amaçlı sağlık hizmetleri vermektedir.

Bölümümüzde; Periapikal Radyografi, Panoramik radyografi, Bilgisayarlı Tomografi, cihazları bulunmaktadır. Merkezin havalandırma (aspiratör) ve sıhhi tesisat altyapısı TAEK'in belirlediği standartlardadır.

3.2.Röntgen laboratuvarında çalışırken, TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

1. Laboratuvarla ilgili envanter tutulmalıdır. Bu envanter aşağıdaki hususları içermelidir

- Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları
- Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon kalite kontrol kayıtları
- Doz kalibratörü ve radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyon kayıtları
- Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları
- Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları

2. Görevli olmayan personelin laboratuara giriş-çıkışları önlenmelidir.

3.2.1. Çalışanların uyması gereken kurallar

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

- a) Radyasyon Uygulamasının Gerekçelendirilmesi: Işınlanmanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmez.
- b) Radyasyon Uygulamasının Optimizasyonu: Radyasyon ışınlaması gerektiren uygulamalarda olası tüm ışınlamalar için mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır.
- c) Doz Sınırları: Hastalar ve radyasyonla çalışanlar için ilgili yönetmeliklerde verilen doz sınırları

aşılabilir. Tanı ve tedavi

amaçlı radyasyon ışınlanmasına maruz kalanlara ve doğal radyasyon seviyelerine doz sınırlamaları uygulanmaz.

2. Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin optimizasyonunun sağlanması için kişisel dozlar, ilgili yönetmeliklerde verilen yıllık doz sınırları altında kalmak koşuluyla kaynak özelliklerine bağlı olarak sınırlanır.

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

- 18 yaşından küçükler bu alanlarda çalıştırılmaz. 16-18 yaş arası stajyer ve öğrenciler ancak gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
- Hamileliği belirlenmiş olan çalışanlar ancak ilgili yönetmeliklerde verilen koşullarda ve gözetimli alanlarda çalıştırılabilir.
- Emzirme döneminde bulunan çalışanlar radyoaktif maddenin solunum veya sindirim sistemine geçebileceği alanlarda çalıştırılmaz.
- Geçici görevlilere yaptıkları görevler esnasında almaları gereken radyasyondan korunma yöntemleri hakkında yeterli eğitim verilir.

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

- Radyasyon görevlileri için etkin doz herhangi bir yılda 50 mSv'i, ardışık beş yılın ortalaması ise 20 mSv'i geçemez. El ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 500 mSv, göz merceği için 150 mSv'dir.
- Toplum üyesi kişiler için 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.
- 18 yaşından küçükler radyasyon güvenliği tüzüğü'nün 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15inci maddesinin (b) bendinde belirtilen alanlarda, eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, herhangi bir yılda 6 mSv'i geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 50 mSv'dir.

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

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

6. Görevi gereği ışınlamalar için İkincil sınırlar;

- Görevi gereği ışınlamalar için doz sınırları ile uygunluğu sağlamak üzere, eşdeğer doz indisleri ve yıllık vücuda alınma sınırları değerleri (ALI) kullanılır.
- Yetişkinlerden oluşan kritik grup üyesi kişiler için, uygun "ALI" değerlerinin 1/10'u ve iç ışınlama durumunda bebek ve çocuklardan oluşan kritik grup üyesi kişiler için ise uygun "ALI" değerlerinin 1/100'ü kullanılır.

7. Radyasyon alanlarının sınıflandırılması yapılmalıdır. Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- Radyasyon görevlisi olarak (yılda 1 mSv doz alma ihtimali olan, mesleği gereği radyasyonlu alanlarda veya radyasyon kaynaklarıyla daimi suretle çalışan kişi) çalışan personel; haftalık azami 35 saat çalıştırılır, yılda 1 ay sağlık izni (ŞUA) kullanılır.

a. Gözetimli Alanlar: Gözetimli alanların girişlerinde ve bu alanlarda aşağıda belirtilen radyasyon uyarı levhaları bulunması zorunludur:

I. Radyasyon alanı olduğunu gösteren temel radyasyon simgeleri,

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

b. Denetimli Alanlar

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

9. 16-18 yaşları arasındaki öğrenci ve stajyerlere sadece gözetimli alanlarda eğitim izni verilebilir.

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

11. Görev gereği ışınlanmalarda yönetmeliklerde belirtilen yıllık doz sınırlarına uyulması zorunludur. Tanı, tedavi eğitim ve araştırma amaçlı ışınlanmalarda, mesleki ve toplumsal sağlık taramalarındaki ışınlanmalarda kişilerin alacağı radyasyon dozu, TAEK tarafından öngörülen rehber düzeylerine uygun olmalıdır.

12. Görevleri gereği radyasyona maruz kalan kişilerin çalışma koşulları aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

a. Çalışma Koşulu A

b. Çalışma Koşulu B

13. Yıllık dozun, izin verilen düzeyin 3/10'unu aşma olasılığı bulunan **Çalışma Koşulu A** durumunda görev yapan kişilerin, kişisel dozimetre kullanması zorunludur. Belirlenen dönemlerde değerlendirmek üzere bu dozimetreler TAEK'e gönderilir.

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

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

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

3.2.2. Hastanın Radyasyon Güvenliği

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

a) Hekimin yazılı kararı olmayan hiçbir ışınlama yapılamaz.

b) Hastanın alacağı veya alması gereken doz miktarının tayini ve tıbbi ışınlama süresince hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere gerekli tüm bilgiler hekim tarafından yazılı olarak önceden belirlenir ve bunlar kesinlikle uygulanır.

c) Görevli tüm personel, tanı ve tedavinin gerektirdiği radyasyon güvenliği konularında eğitilmiş olmalıdır,

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

2. Radyolojik incelemelere aşağıdaki koşullarda izin verilir.

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

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

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

d) Sağlık kuruluşlarının Etik Komite önerileri ve yazılı onaylan ile araştırma yapılacak kişinin yazılı onayı araştırma amacıyla tıbbi ışınlanmalarına izin verilemez.

3. Kişiyne 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 aşamaz. 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.

3.2.3. Cihazların Güvenliğı

1. Radyolojik görüntülemelerde kullanılacak cihazların bulundukları ortam ve ortamın güvenliğı yönetmeliklere uygun şekilde hazırlanır.

2. Radyolojik görüntülemelerin yapıldığı tesislerde kullanılan cihazlarda uygulanacak kalite temini programları aşağıdaki hususları içermelidir.

- a. Cihazların kalite kontrollerini içeren kalite denetimleri, TAEK ve/veya TAEK'in yetkilendirdiğı kuruluşlar tarafından yapılır. Kurum yetkilendirdiğı kuruluşları denetler ve gerektiğinde yetkilerini iptal eder,
- b. Yetkili kuruluşlar radyasyon kaynaklarının, tanı ve tedaviye etki eden fiziksel parametreleri ilk kurulduklarında ve daha sonra düzenli olarak ölçmelidir,
- c. Ölçülen parametrelerin ulusal veya uluslararası mevzuata uygunluğu doğrul anm alıdır,
- d. Radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyonları ile dozimetrik verilerin uygunluğu doğrul anm alıdır.
- e. Kalite temini program sonuçları kayıt edilmeli ve sonuçlardan TAEK bilgilendirilmelidir.

4. Radyasyon

Ana kaynak www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm'dir. X ışınları ve radyoaktivitenin keşfiyle birlikte tıbbi ve endüstriyel alanlardaki kullanımı giderek artan bir hızla yaygınlaşan radyasyon, farklı çevreler tarafından farklı amaçlarla kullanılmaktadır.

4.1. Radyasyon Çeşitleri

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

Başlıca beş tip iyonlaştırıcı radyasyon vardır.

Alfa parçacıkları,

Beta parçacıkları,

X ışınları,

Gama ışınları

Nötronlar

4.1.1. Alfa Parçacıkları

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

4.1.2. Beta Parçacıkları

Pozitif yüklü elektronlar "0+" ile, negatif yüklü iyonlar ise "G-" işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdekdeki enerji fazlalığı proton fazlalığından meydana geliyorsa G+, nötron fazlalığından meydana geliyorsa G- çıkar. Korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir.

4.1.3. X Işınları

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

4.1.4. Gama Işınları

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

4.1.5. Nötronlar

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

4.2. Radyasyon Birimleri

Radyasyon terimleri ve özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki

TERİM	BİRİMİ		DONUŞUM
	ESKİ	YENİ	
AKTİVİTE	Curie (Ci) ; 3.7x10 ¹⁰ parçalanma/ 1 saniye	Becquerel (Bq); 1 parçalanma/ saniye	1Ci=3.7x10 ¹⁰ Bq 1 Ci=37GBq
İŞINLANMA DOZU	Röntgen (R) ; normal hava şartlarında (0°C ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1kg'ında 2.58x10 ¹⁹ Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya D radyasyonu miktarıdır.	Coulomb / kilogram (C/kg) ; normal hava şartlarında havanın 1 kg'ında 1 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya D radyasyonu miktarıdır.	1C/kg=3876 R 1R=2.58x10 ⁻⁴ C/kg
SOĞURULMUŞ DOZ	radiation absorbed dose (rad); ışınlanan maddenin 1 kg'ında 10 ⁻² Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	Gray (Gy) ; ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır.	1Gy=100rad 1rad=0.01 Gy
DOZ EŞDEĞERİ	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya (1 ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon miktarıdır. Rem=(rad)x(W _R)*	Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve ü ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon miktarıdır. Sv= (Gy)x(W _R)*	1Sv=100rem 1rem=0.01Sv

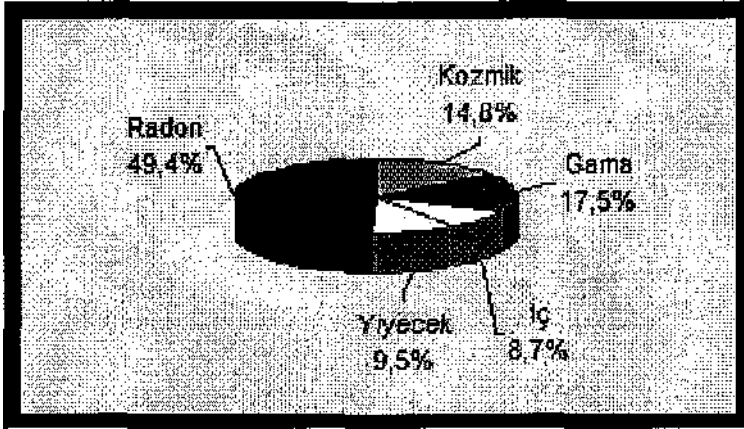
Kaynak: Togay YE. RSGD-TAEK 2002.

4.3. Radyasyon Kaynakları

4.3.1. Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli sebeplerden biri, yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin (Ra) bozunması sırasında salınan "radon gazı"dır. Radon gazının yayıldığı yüzey üzerinde bulunan evlerde iyi bir havalandırma sisteminin olması gerekir. Böyle bir havalandırma yoksa radon gazı evin içinde dışarıdakinden yüz kat hatta bin kat daha fazla olacaktır. Doğal radyasyonun bir bölümünü de uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur. Bu ışınların büyük bir kısmı atmosferde tutulurken küçük bir miktarı yerküreye ulaşabilir. Pilotlar ve yüksekte yaşayanlar kozmik ışınlarla daha çok maruz kalır.

Doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozlarının oransal değerleri



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

4.3.2 .Yapay Radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişiminin gereği olarak, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, bir çok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda ise alternatifleri yok gibidir. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları maruz kalınacak doz miktarı açısından önemli bir özelliktir. Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır.

4.4. Tıbbi uygulamalar

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

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

TETKİKLER		HER BİR TETKİKTE MARUZ KALINAN ETKİN DOZ			
		Seviye 1*	Seviye 2**	Seviye 3-4***	Dünya
Göğüs Radvografisi		0.14	0.14	0.20	0.14
Göğüs Fotofloroskopisi		0.65	0.65	0.65	0.65
Göğüs Floroskopisi		1.1	1.1	1.1	1.1
Kol.bacak ve eklemler		0.06	0.06	0.1	0.06
Omurga	Bel	1.8	1.8	2	1.8
	Göğüs	1.4	1.4	1.5	1.4
Bovun		0.27	0.27	0.3	0.27
Kalca ve Kalca eklemi		0.83	0.83	1	0.83
Kafa		0.1	0.1	0.15	0.1
Karın		0.5	0.6	1	0.55
Üst sindirim sistemi		3.6	4	4	3.7
Alt sindirim sistemi		6.4	6.4	6.4	6.4
Safra kesesi grafisi		2	2	2	2
Üriner sistem grafisi		3.7	3.9	4	3.7
Mamografi		0.5	0.5	0.5	0.5
Bilgisayarlı Tomografi		8.8	5	5	8.6
Anjiyografi		12	12	12	12
Cerrahi işlemler		20	20	20	20
Diş		0.02	0.1	0.1	0.03

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

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

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

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

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

4.5. Radyasyonun biyolojik etkileri

4.5.1. Radyasyonun hücre ile etkileşimi

İyonlaştırıcı radyasyonun bir canlıda biyolojik bir hasar yaratabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekir. Bu soğurma sonucu hedef moleküllerde İyonlaşma ve uyarılmalar meydana gelir. Bu iyonlaşmalar, DNA zincirlerinde kırılmalara ve hücre içerisinde kimyasal toksinlerin üremesine neden olabilir. Kırılmaların hemen ardından bir onarım faaliyeti başlar. Hasar çok büyük değilse DNA da meydana gelen kırılmalar onarılabılır. Ancak bu onarım esnasında da hatalar oluşabilir ve yanlış şifre bilgiler içeren kromozomlar meydana gelebilir.

4.5.2. Radyasyonun kromozoma verdiği hasarların sonuçları Vücudun bir çok organ yada dokusu, önemli sayıda hücre kaybına rağmen faaliyetlerini normal bir şekilde sürdürebilir. Yine de hücre kaybı belli bir sayının üzerine çıktığında ışınlanan kişilerde gözlenebilir hasarlar meydana gelecektir. Etki eşiğini aşan akut doz almış kişilerde ortaya çıkan bu tür hasarlara **DETERMINİSTİK ETKİLER** denir.

Kanser ve genetik etkiler radyasyonun **STOKASTİK** (rastlantısal) **ETKİLERİDİR**, belli bir eşik doz yoktur, meydana gelme olasılığı doz ile artar, şiddet derecesi doz ile artmaz. Stokastik etkilere tek bir hücrede meydana gelen hasarlar neden olur. Doku dozu arttıkça çok daha fazla sayıda hücre hasar görecektir ve stokastik etkilerin meydana gelme ihtimali artar.

4.5.3. Kromozom hasarlarına etki eden faktörler

4.5.3.1. Radyasyonun özelliklerine bağlı faktörler

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

4.5.3.2. Organizmanın özelliklerine bağlı faktörler

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

4.5.4. Biyolojik etkilerin sınıflandırılması

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

- erken
- gecikmiş etkiler olarak İki farklı grupta incelenebilir.

4.5.4.1. Erken etkiler (akut ışınlanma etkileri)

Vücudun belli bir bölgesi, tamamı veya büyük bir kısmı kısa bir zaman dilimi içerisinde büyük miktarlarda radyasyon dozuna maruz kaldığında ortaya çıkabilecek hasarlar kişiden kişiye değişmekle birlikte genel olarak birkaç gün veya birkaç hafta içerisinde şiddetli hasarlar, hastalıklar ve hatta ölüm meydana gelebilir.

Akut ışınlanmalar olarak adlandırılan bu tip ışınlanmalar, genellikle, radyasyon kazası sonucu meydana gelen istem dışı ışınlanmalardır.

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

4.5.4.1.1 Akut radyasyon sendromları (ARS)

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

ARS, Başlangıç Devresi

Semptomlar ve Tıbbi Müdahale	ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz				
	Hafif	Orta	Siddetli	Cok siddetli	Ölümcül
	1-2 Gv	2-4 Gv	4-6 Gv	6-8 Gv	>8Gv
Kusma					
Başlama	İşinlamadan 2 saat sonra veya daha geç	İşinlamadan 1-2 saat sonra	İşinlamadan sonraki ilk 1 saat içinde	İşinlamadan sonraki ilk yarım saat içinde	İşinlamadan sonraki ilk 10 dakika içinde
Vaka oranı	% 10-50	%70-90	%100	%100	P/ol 00
İshal	Yok	Yok	Hafif	Kuvvetli	Kuvvetli
Başlama			3-8 saat	1-3 saat	Dakikalar mertebesinde veya 1 saat içinde
Vaka oranı		-	<%10	>%10	~%100
Bas ağrısı	Önemsiz	Hafif	Orta	Siddetli	Siddetli
Başlama	-	-	4-24 saat	3-4 saat	1-2 saat
Vaka oranı	-		%50	%80	^J /o80-90
Bilinç	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenebilir	Saniyeler / dakikalar süren bilinç kaybı
Başlama	-	-	-	-	Saniyeler / dakikalar
Vaka oranı	-	-	-		%100(>50Gvde)
Vücut sıcaklığı	Normal	Artma	Ates	Yüksek ates	Yüksek ates
Başlama	-	1-3 saat	1 -2 saat	< 1 saat	< 1 saat
Vaka oranı		%10-80	%80-100	%100	%100
Tıbbi müdahale	Hastane dışı gözlem	Tam teşekküllü bir hastanede gözlem, gerek duyulduğu	İhtisas hastanesinde tedavi	İhtisas hastanesinde tedavi	Geçici tedavi (sadece şikayetlere yönelik)

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

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

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

ARS derecesi	Doz(Gy)	Lenfosit (G/L)* ışınlamadan sonra	sayısı İlk 6 gün
Klinik öncesi safha	0.1-1.		1.5-2.5
Hafif	0		0.7-1.
Orta	1.0-2.		5
Şiddetli	0		0.5-0.
Çok şiddetli	2.0-4.		8
Öldürücü	0		0,3-0.
	4.0-6.		5
	0		0.1-0.3
	6.0-8.		0.0-0.
	0		05
	>8.0		

ARS, Gizlenme Devresi

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

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

ARS, Kritik Devre

	ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz				
	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok Şiddetli	Ölümcül
	1-2Gy	2-4 Gy	4-6 Gy	6-8 Gy	>8Gy
Belirtinin başlama	> 30 gün	18-28 gün	8-18 gün	<7gün	<3 gün
Lenfosit sayısı (G/L)	0.8-1.5	0.5-0.8	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
Plateletler * (G/L) (Trombositler)	60-100 %10-25	30-60 %25-40	25-35 %40-80	15-25 %60-80	<20%80-100 —
Klinik belirtiler	Yorgunluk, halsizlik	Ateş, enfeksiyon, iç kanama, halsizlik, epilasyon	Yüksek ateş, enfeksiyon, iç kanama, epilasyon	Yüksek ateş, ishal, kusma, baş dönmesi ve şaşkınlık, tansiyon düşüklüğü	Yüksek ateş, ishal, bilinç kaybı

Ölüm (%)	0	0-50 6 ila 8 hafta arasında	20-70 4 ila 8 hafta arasında	50-100 1 ila 2 hafta arasında	100 1 ila 2 hafta arasında
Tıbbi müdahale	Koruyucu tedbirler	14-20 aünden itibaren özel koruyucu tedavi: 20 aünden sonra tecrit	7-10 günden itibaren özel koruyucu tedavi;başlangıçtan itibaren tecrit	1. günden itibaren özel koruyucu tedavi;başlangıçtan itibaren	Sadece ağrı dindirici tedavi

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

4.5.4.1.2. Bölgesel radyasyon hasarları (BRH)

Vücudun belli bir bölgesinin, genellikle bir kaza sonucu, kısa bir sürede ve bir defada yüksek dozlara maruz kalması sonucu görülen etkiler Bölgesel Radyasyon Hasarları olarak adlandırılır. Bu tür kazalarda genellikle eller ve parmaklar, nadiren de vücudun diğer kısımları etkilenir. Eldeki yanıklar, radyasyon kaynağına dokunulması veya elin birkaç saniye için bile olsa kaynağa çok yaklaştırılması sonucu meydana gelir. Yanığa sebep olan ısı değil kaynağın radyasyon şiddetidir ve ne yazık ki, vücut ısıya gösterdiği refleksi radyasyon şiddetine göstermez. Bölgesel ışınlamalar sonucu meydana gelen bu hasarlar, akut radyasyon sendromlarına göre daha sık karşılaşılan olaylardır.

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

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

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

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

Ülser tedavisinde, bölgenin steril bir ortamda tutulması veya giysilerin her gün değiştirilmesi ve yaranın antiseptik bir solüsyonla

pansumanı önerilir. Kuvvetli ağrı kesici ilaçlar gerekebilir. İkincil bir enfeksiyondan kuşku duyuluyor veya bundan şüphe

duyulmuyor ise bölgesel veya tüm vücuda etki edecek bir antibiyotik tedavi düşünülmelidir. ^ ~~~

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

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

4.5.4.2. Gecikmiş Etkiler (Kronik ışınlama etkileri)

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

4.6. Nükleer santral kazaları sonucu yayılan radyasyondan korunma

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

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

5. Radyasyon Alanları

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 15

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

5.1. Denetimli Alanlar (Controlled Area)

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

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

5.2. Gözetimli Alanlar(Supervised Area)

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

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

6. Radyasyon Maruziyeti Sınırları ve Azaltılması

Doz sınırlama sisteminin üç temel ilkesi aşağıda verilmiştir.

6.1.Uygulamaların gerekliliği

İşinlamanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilemem elidir.

6.2.Radyasyon korunmasının optimizasyonu

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

6.3. Doz sınırlaması ve izin verilen doz sınırları

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 10

Yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak, Kurum

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

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

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

c. 18 yaşından küçükler Tüzüğün 6ncı maddesine göre radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmazlar. Bu Yönetmeliğin 15inci maddesinin (b) bendinde belirtilen alanlarda, eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-1'8 yaş arasındaki stajyerler ve öğrenciler için etkin doz, herhangi bir yılda 6 mSv'i geçemez. Ancak el, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 50 mSv'dir.

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 12

Çocuk doğurma çağındaki radyasyon görevlilerinin maruz kaldıkları radyasyon dozunun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması için gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Hamileliği belirlenmiş olan radyasyon görevlileri ancak gözetimli alanlarda çalıştırılır. Fetusu korumak amacıyla, hamile radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için hamilelik boyunca ilave eşdeğer doz sınırı 1 mSv'dir.

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 29

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 30

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

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

Radyasyon Güvenliği Yönergesi Madde 31

1-131 radyoaktif maddesi verilen hastalar vücuttaki radyoaktivite miktarının 400 MBq'e düşmesi halinde taburcu edilir. Taburcu edilen hastaya diğer kişilerle temasları ve radyasyon korunması ile ilgili alınacak önlemlerle ilgili yazılı talimatlar verilir. 100 MBq'in altındaki radyoaktivite ile taburcu edilen hastalar için özel önlem alınması gerekmez.

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

6.4. Doz azaltılması

6.4.1. Dış (eksternal) radyasyon dozunun kontrolü

- Zaman, zırhlama ve mesafe

Radyoaktiviteye mümkün olan en kısa süre temas edilmelidir.

Radyoaktivite yada radyoaktif ortamda optimum izolasyon sağlanmalı, bu ortamlarda kurşun Önlük, kurşun, kurşun cam sağlanmalıdır. Bu ortamları çevreleyen duvarların yeterli beton kalınlığı ve kurşun izolasyonu olmalıdır. Maruz kalınan radyasyon dozu, uzaklığın karesi ile ters orantılı ($1/R^2$ kuralı) olarak azaldığından radyoaktif kaynaklardan mümkün olduğunca uzak mesafede durulmalıdır.

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

- Tıbbi radyoaktivite uygulama dozunun azaltılması
- Alternatifi olan non-radyoaktif yöntemlerin (US vb.) kullanılması

7. Ölçüm, İşaretleme ve Cihazlar

7.1. Kontaminasyon ölçümü ve dekontaminasyon: Birimlerde, personelin rutin kontaminasyon (bulaşma) kontrolü yapılmalıdır. Bulaşma şüphesi varlığında "alan monitörü" yada "Geiger-Müller cihazı" ile radyasyon taraması yapılmalı, kontamine alan İşaretleterek uygun dekontaminasyon metotları uygulanmalıdır.

7.2. Etiketleme ve işaretleme

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

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

8. Cihazlar

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

9. Personel ölçüm ve İzlem

- Rutin çalışmalarda kullanılacak röntgen cihazlarının kullanım yeri ve şekli radyasyon güvenliği açısından uygun olmalıdır.
- İşe alınacak radyasyon görevlilerinin sağlık durumlarının yapacağı işe uygun olup olmadığı hakkında sağlık raporu alınmalı ve çalıştıkları süre içinde, yılda en az bir kez tıbbi muayeneleri ile hematolojik ve göz kontrolleri yaptırılarak takip edilmeli, kayıtların tutulmalıdır. Sonuçları yılda 1 kez komiteye sunularak değerlendirilmelidir.
- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulmuş bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılmasını sağlanmalı ve denetlenmelidir.
- Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetrisi komite temsilcileri tarafından kontrolü yapılarak kaydı tutularak sonuçları komitede değerlendirilmelidir. Radyasyona maruz kalan yada öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için durum değerlendirmesinin yapılarak ilgili bölüme tavsiyelerde bulunulmalıdır.

10. Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumlar

10.1. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri

10.1.1 Personel Eğitiminin Yetersizliğinden Ve Diğer Nedenlerden Kaynaklanabilecek Olası Tehlikeler:

Tedavi süresinin hesaplanmasında kullanılan tablo ve grafiklerin hesaplanmasında yapılabilecek hatalar, kabul testlerinde ve hizmete alma esnasında yapılabilecek hatalar, bakım onarım hataları, protokol ve öngörülen dozun yanlış anlaşılması, bilgi akışındaki hatalar, periyodik bakım programındaki eksiklikler, dikkatsizlik (dikkati dağıtacak çalışma ortamının olması) yapılacak olan tüm tedavi tekniklerine uygun olarak

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

Doktor ile tekniker arasındaki bilgi akışı sürekli sağlanmalı herhangi bir yanlış anlamaya neden olmayacak şekilde iletişim kurulmalıdır.

10.2. Kaza Durumunda İzlenecek Yöntemler:

Kaza gerçekleştiğinde, çalışanların ve hastaların kazayı hangi şiddette yaşadıkları araştırılır. Radyasyona maruz kalıp kalmadıklarının tespiti için derhal yetkili otoriteye haber verilir. Işınlamaya maruz kaldığı sanılan/bilinen kişi gerektiğinde müdahalede bulunulabilmesi için tıbbi kontrol altına alınır. Tedavi cihazlarında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Yetkili otorite (TAEK) cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile temasa geçerek bilgi verecektir. Hasta tedavilerine başlamadan Önce cihazın bütün kalite kontrol testleri yapılarak tedaviye uygunluğu tespit edildikten sonra, hasta tedavilerinin devamına izin verilir.

10.2.1. Tehlike ve Acil Durum Nedenleri

Olası tehlikeler,

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

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

Yetersiz eğitim veya yanlış kalibrasyon nedeni ile oluşabilecek kazaları ortadan kaldırmak için bazı önlemler alınmalıdır. Tedavi dozları ve hesaplamaları ile ilgili protokoller ikinci bir kişi tarafından dikkatle incelenerek yürürlüğe sokulmalı, dozlar ikinci bir ölçüm cihazı ile kontrol edilmelidir. Periyodik bakım onarım dokümanları muhafaza edilmeli, başlangıç değerleri referans alınarak cihazın performansı izlenmelidir. Hastanın tedaviye hazırlanması, belirlenen koordinatların ayarlanması mutlaka ikinci bir kişi tarafından kontrol edilmelidir

10.2.3. Kaza Durumunda Başvurulacak ve Müdahalede Görev Alacak Personel:

Tehlike Durumu ve Olağandışı Durumda Sorumlu Olacak Kişiler

	Merkez Yönetimi Sorumlusu	Radyoloji Bölümü Sorumlusu
Görevi:	Bashekim Yrd.	Röntgen Birimi Sorumlu Teknisveni

Merkezimizin Afet Planı bulunmaktadır. Kaza veya olağanüstü durumunda merkezin Afet Kurulu Yönetimi ile birlikte Afet Planı yürürlüğe sokulur. Planda Afet kurulu başkanı ve görevli kişiler, afet sırasındaki görevleri, afet organizasyon planı bulunmaktadır. Merkezimizin Deprem planı bulunmaktadır. Bu planda belirtilen kişiler deprem durumunda herhangi bir çağrı beklemeksizin kriz masası oluşturacaktır. Oluşturulan deprem planında görevlilerin dağılımı, deprem öncesinde, deprem sırasında ve sonrasında alınacak önlemler ve merkezin tahliye planı yer almaktadır. Kaza ya da olağandışı durum mutlaka Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na (TAEK) bildirilir.

10.2.4. Kaza Raporu ve Kayıtlar:

Kaza ile ilgili kayıtlar tarih, yer, saati belirten, müdahale eden kişinin almış olduğu dozu, çevre radyasyon seviyesine ait doz kayıtlarını kapsayacak şekilde radyasyon güvenlik komitesi tarafından tutulacaktır. Rapor kazanın oluş nedenini ve detaylarını açıklayıcı olmalıdır. Maruz kalan kişinin aldığı dozun kayıtları ve daha sonra yapılan iyileştirici müdahaleler kayıtlarda olmalıdır.

10.2.3.1. Kaza veya Tehlike Durumunda Yapılması Gerekenler

1. Radyasyon ile tanı amaçlı uygulamalarda dozun rehber düzeyin belirgin şekilde üzerine çıkması veya cihaz arızası,
kaza, hata gibi nedenlerle hastanın beklenenden fazla doz alması durumunda;
 - a) Hasta dozu belirlenir,
 - b) Durum hakkında TAEK bilgilendirilir,
 - c) Durum hastaya, radyasyon korunması sorumlusuna ve ilgili doktoruna bildirilir,
 - d) Önlemler ve hastanın durumuna göre yapılması gerekenler belirlenerek, uygulanması sağlanır.
 - e) Tekrarlanmaması için önlemler alınır.
2. Tehlike durumu veya kaza durumlarında *Radyasyon Güvenliği Komitesinin* hazırladığı "Tehlike Durumu Planı" uygulamaya konulur.
3. Tehlike durumu veya kaza halinde alınması gerekli önlemler derhal yerine getirilir ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK'e bildirilir.
4. Tehlike durumu veya kaza sona erdikten sonra, kazanın oluş şekli radyasyon görevlilerinin ve diğer kişilerin maruz kaldıkları radyasyon dozları ve radyoaktif maddelerin vücuda almış şekli ve nedeni araştırılarak, radyasyon görevlilerinin film ve/veya TLD dozimetre ve gerekirse kromozom aberasyonu test sonuçları ile birlikte, sonuç bir raporla en kısa zamanda TAEK'e bildirilir.
5. Radyasyon kazasından sonra, yönetmelikte belirtilen sınırlar üzerinde radyasyona maruz kalan radyasyon görevlilerinin, eski görevlerine devam etmesinde bir sakınca bulunmadığının, resmi sağlık kuruluşu tarafından bir raporla belirlenmesi halinde, bu kişiler eski görevlerine devam edebilirler. Raporda eski görevine devamı sakıncalı görülen radyasyon görevlileri, sosyal ve ekonomik durumları, yaşları ve özel becerileri göz önüne alınarak radyasyona maruz kalmasını gerektirmeyecek başka bir görevde çalıştırılır.
6. Tehlike durumu ve kaza söz konusu olmamakla birlikte, doz sınırlarının aşılmasından şüphe edilmesi halinde konuya ilişkin araştırma ve sonuçlar bir raporla TAEK'e yazılı olarak bildirilir.
7. Radyasyon kaynaklarının kaybı, çalınması veya hasar görmesi halinde, ivedilikle gerekli önlemler alınır ve durum en hızlı haberleşme aracı ile TAEK'e bildirilir.

11. Kayıtlar

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

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 69

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

11.1. Personele İlişkin Kayıtlar

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

11.2. Radyasyon Kaynaklarına İlişkin Kayıtlar

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

11.3. Radyoaktif Atıklara İlişkin Kayıtlar

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

11.4. Kazaya İlişkin Kayıtlar

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

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

12. Lisans İşlemleri

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 50

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

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 54

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

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

13. İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge ve Diğer Kaynaklar

"Kütahya Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi Radyasyon Güvenliği El Kitabı" hazırlanırken faydalanan ulusal tüzük, yönetmelik ve yönergeler ile uluslararası kaynaklar aşağı belirtilmiştir.

- **Radyasyon Güvenliği Tüzüğü**; 24/7/1985 tarihli ve 85/9727 sayılı Bakanlar Kurulu karar ile yürürlüğe konulmuştur.
- **Nükleer Tanımlar Yönetmeliği**; 9/9/1991 tarihli ve 20286 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.
- **Radyofarmasötik Yönetmeliği**; 23/12/1993 tarihli ve 21797 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır.
- **Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği**; 24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.
- Togay YE. Radyasyon ve **Biz**. RSGD-TAEK 2002. (www.taek.gov.tr/biigi/radyasyonvebiz/index.htm)

14. İlgili Terimler

- **Bilimsel danışma kurulu**: 3153 nolu yasada tanımlanan radyasyonla çalışan 3 ana birimin {Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi ve Radyoloji} hekim ve medikal fizik uzmanlarından oluşur.
- **Bulaşma**: Herhangi bir maddenin yüzeyinde veya içinde ya da canlı varlıklarda istenmeyen radyoaktif madde birikimidir.
- **Eşdeğer doz**; birimi Sievert (Sv) olup, radyasyonun türüne ve enerjisine bağlı olarak doku veya organda soğurulmuş dozun, radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılmış halidir.
- **Etkin doz**; birimi Sievert (Sv) olup, insan vücudunda ışınlanan bütün doku ve organlar için hesaplanmış

eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen dozların toplamıdır.

- **Lisans Sahibi;** Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği hükümlerine göre verilen lisans belgesinde ismi belirtilen ve radyasyon güvenliği mevzuatının uygulanmasında Kuruma karşı sorumlu olan kişiyi,
- **Geçici görevliler:** Görev gereği denetimli ve gözetimli alanlarda geçici olarak veya arasıra bulunan kişilerdir.
- **Görev gereği ışınlanma:** Bu Tüzük kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi esnasında görev gereği maruz kalınan ışınlanmadır.
- **İşinlanma:** Görev gereği, tıbbi veya toplumsal olarak, radyasyon uygulamasından veya kaynağından çıkan radyasyona maruz kalmadır. Vücut dışındaki bir radyasyon kaynağından maruz kalınan ışınlanmalar dış ışınlanmalar, radyoaktif maddelerin solunum, sindirim veya cilt yoluyla alınmasını ya da tanı veya tedavi amacıyla vücuda verilmesini takiben oluşan ışınlanmalar iç ışınlanmalardır.
- **İyonlaştırıcı radyasyon:** Radyo ve ses dalgaları, görünür, kızılötesi ve morötesi ışık hariç olmak üzere yolları üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak iyon oluşturma kapasitesinde olan elektromagnetik radyasyonlar, gama ve X-ışınları, alfa ve beta parçacıkları, yüksek hızlı elektronlar, nötronlar, protonlar ve diğer nükleer parçacıklardır.
- **İzin:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenli ve basit, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski düşük olan uygulamaların yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.
- **Lisans:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerden uygulama yöntemleri güvenlik önlemleri alınmasını gerektiren, karmaşık, ayrıca maruz kalınan radyasyon riski yüksek olan uygulamaların in yürütülmesi için sorumlu olacak kişilerin eğitim ve deneyimleri, radyasyon kaynağının teknik özellikleri ve radyasyon kaynağının bulunduğu yer ile ilgili koşulların radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi ile yapılan yetkilendirme sonucunda verilen belgedir.
- **Radyasyon:** Geçtikleri ortamda doğrudan veya dolaylı iyon çifti oluşturabilen enerjideki parçacık ve elektromagnetik dalga olup bu Tüzükte kullanılan radyasyon terimi iyonlaştırıcı radyasyonu ifade eder.
- **Radyasyon Görevlisi;** Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 10uncu maddesinde belirtilen yıllık doza maruz kalma olasılığı bulunan ve bu Yönetmeliğin 15inci maddesinde belirtilen denetimli ve gözetimli alanlarda görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişidir.
- **Radyasyon Güvenliği Uzmanı;** mühendislik veya fen bilimleri alanında aldığı temel eğitim üzerine radyasyon güvenliği alanında lisans üstü eğitimi veya radyasyon güvenliği ile ilgili olarak katıldığı yurt içi ve/veya yurt dışı eğitimi Kurum tarafından uygun görülüp onaylanan ve radyasyon güvenliği konusunda en az 4 (dört) yıllık deneyime-sahip kişidir.
- **Radyasyon Korunması Sorumlusu;** radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, ve bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenmiş ve TAEK tarafından onaylanmış kişidir.
- **Radyasyon görevlisi:** Denetimli ve gözetimli alanlarda görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişidir.
- **Radyasyon kaynağı:** Radyoaktif maddeler ve radyasyon yayan veya üreten cihazlardır.
- **Radyasyon üreten cihaz:** Yüklü parçacık veya ağır iyonları hızlandırarak belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında iyonlaştırıcı radyasyon üretmek üzere yapılmış röntgen cihazları, betatron, lineer akseleratör, siklotron ve nötron jeneratörü gibi cihazlardır.
- **Radyasyon yayan cihaz:** Bir veya birkaç tür iyonlaştırıcı radyasyonu belirli güvenlik önlemleri içerisinde ve denetim altında yaymak amacıyla yapılmış olan ve radyoaktif madde içeren cihazdır.
- **Radyasyon korunması sorumlusu:** Radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenerek TAEK tarafından onaylanmış kişidir.
- **Radyoaktivite:** Kararsız atom çekirdeklerinin 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 kendiliğinden

bozunmaya uğrayan bir izotopu alaşım, karışım, bileşik veya çözelti olarak içeren maddelerdir. Tıbbi (medikal) Fizik Uzmanları; Kurum tarafından aranacak koşulları özel yönetmeliklerinde belirtilen ve tıbbî 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 ışınlama:** Tanı, tedavi ve tıbbi araştırma amacıyla yapılan radyasyon uygulamalarında, görevi gereği ışınlamalar hariç, hastaların ve gönüllü hasta refakatçilerinin ışınlamasıdır.
- **Toplum etkin dozu;** ışınlamaya maruz kalan çeşitli grupların ortalama etkin dozu ile bu grubu oluşturan kişi sayısının çarpımının toplamıdır.
- **Yetkilendirme:** Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi için kişilerin ve uygulama koşullarının radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi sonucunda uygulanan işlemdir.
- **Yetkin uzman:** Mühendislik, tıp veya fen bilimleri alanında aldıkları temel eğitim üzerine bu Radyasyon güvenliği tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi için ilgili yönetmeliklerde özellikleri belirtilen gerekli eğitimi almış, aynı zamanda radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin sağlanması konusunda eğitim ve tecrübesi TAEK tarafından teyit edilmiş kişidir.
- **Yüklenmiş eşdeğer doz;** birimi Sievert (Sv) olup, radyoaktif maddenin alınmasını takiben, doku veya organda kaldığı sürede (süre belirtilmemiş ise, yetişkinler için 50 yıl, çocuklar için 70 yıl alınır) vermiş olduğu eşdeğer doz toplam dozdur.
- **Yüklenmiş etkin doz;** yüklenmiş eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen toplamıdır.

16.TAEK Acil Telefonları

TAEK Santral: 0312.295 87 00

Sadece Acil Durum Başvuruları için: 444taek@taek.gov.tr

444 TAEK (444 8235)

Hazırlayan	Kontrol Eden	Onaylayan
Başhemşire	Kalite Koordinatörü	Başhekim