



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI



T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT
İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ

TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON GÜVENLİĞİ EL KİTABI

2019

TOKAT

Hazırlayan: Uzm. Dr. Murat BEYHAN



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ

Dr. Zeynel KALLI	Kamu Hastaneleri Başkan Yrd.	Radyasyon Güvenlik Komite Başkanı
Uzm. Dr. Murat BEYHAN	Radyoloji Uzmanı	Radyasyon Korunma Sorumlusu
Duran DOĞAN	Röntgen Teknikeri	Radyasyon Kaynağı Temsilcisi
Kamil ERSİN	Röntgen Teknikeri	Radyasyon Kaynağı Temsilcisi
Mustafa DOĞAN	Uzman	Tokat İl Sağlık Müdürlüğü



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

İÇİNDEKİLER

1. Amacımız

2. Görev yetki ve sorumluluklarımız

3. Temel radyasyon kavramları

3.1. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (non-iyonizan radyasyon)

3.2. İyonlaştırıcı radyasyon (iyonizan radyasyon)

3.3. Radyasyon birimleri

3.4. Radyasyon kaynakları

3.4.1. Doğal radyasyon kaynakları

3.4.2. Yapay radyasyon kaynakları

3.4.3. Tıbbi radyasyonlar

3.4.3.1. Radyoloji

3.4.3.2. Nükleer Tıp

3.4.3.3. Radyoterapi

3.5. Radyasyonun biyolojik etkileri

3.5.1. Radyasyonun direkt ve indirekt etkileri

3.5.2. Radyasyonun hücre içindeki etki kademeleri

3.5.3. Düşük doz radyasyonun etkileri

3.5.4. Yüksek doz radyasyonun biyolojik etkileri

3.6. Gebelik ve tıbbi ışınlama

3.7. Radyasyon alanları

3.7.1. Denetimli alanlar

3.7.2. Gözetimli alanlar

3.8. Radyasyondan korunma prensipleri

3.8.1. Doz sınırlaması

3.9. Ölçüm, işaretleme ve cihazlar

3.9.1. Kontaminasyon ölçümü ve dekontaminasyon

3.9.2. Etiketleme ve işaretleme

3.9.3. Cihazlar

3.9.4. Personel ölçüm ve izlem

3.10. Radyasyon Ölçüm Cihazları

3.10.1. Çevresel Ölçüm Yapılabilen Radyasyon Ölçüm Cihazları

3.10.2. Radyasyon Ölçüm Cihazının Seçimi

3.10.3. Radyasyon Ölçüm Cihazı Testi

3.10.4. Radyasyon Ölçüm Cihazı Kalibrasyonu

3. 11. Radyasyon Alanlarında Radyasyon Ölçümü

3.11.1. Radyasyon Ölçümü

3.11.2. Radyasyon Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Raporlanması ve Kayıt Altına Alınması

3.11.3. İnceleme Düzeyi Üzerindeki Dozlar

3.12. Personel çalışma esasları ve tedbirler



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

4. “3153” nolu Yasaya Tabi Olan Bölümler

4.1. Radyoloji

4.1.1. Çalışanların Uyması Gereken Kurallar

4.1.2. Hastanın Radyasyon Güvenliği

4.1.3. Radyasyon Korunmasında Temel Kurallar

4.1.4. Radyasyondan Korunmada Cihaz Kullanılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

4.2. Dış Röntgen Cihazları

4.2.1. Periapikal Dış Röntgen Cihazı

4.2.2. Panoramik Dış Röntgen Cihazı

4.2.3. Sefalometrik Dış Röntgen Cihazı

4.2.4. Dijital Volumetrik Tomografi Cihazı

4.2.5. Dış Röntgen Cihazlarının Kullanımında Temel İlkeler

4.2.5.1. Denetimli ve Gözetimli Alanlara Giriş Kontrolünün Sağlanması

4.2.5.2. Dış Röntgen Cihazlarının Güvenli Kullanımının ve Koruyucu Donanımların Kullanımının Sağlanması

4.2.6. Dış Radyoloji Cihazları ile ilgili İşyükü (W)

4.2.6.1. Dış Radyoloji Cihazları ile ilgili İşyükü hesabı

4.2.6.2. Dış Radyoloji Cihazları ile ilgili Etkin Doz hesabı

4.3. Nükleer Tıp Ünitesi

4.3.1. Nükleer Tıp ünitesinde çalışırken, TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

5. Kaza veya tehlike durumunda yapılması gerekenler

5.1. Potansiyel kaza durumları

5.2. Kaza durumu nedenleri ve izlenecek yöntemler

5.3. Tehlike durumlarında kaza bildirimi ve kayıtlar

5.4. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak TAEK telefonları

6. İlgili tüzük, yönetmelik, yönerge ve diğer kaynaklar



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

1. Amacımız

Tokat İl Sağlık Müdürlüğü bünyesinde bulunan Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi ile Entegre Hastanelerde kurulan tıbbi amaçlı iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları ile yapılan işinlamaların denetlenmesi ve radyasyonun zararlı etkilerinden çalışanların, hastaların, halk ve çevrenin korunmasını sağlamak ve radyasyon güvenliği ile ilgili görevleri yerine getirmek amacıyla Radyasyon Güvenliği Komitesi oluşturuldu.

Radyasyon Güvenliği El Kitabı, radyoaktif maddelerin ve radyasyon üreten cihazların; başta sağlık hizmeti; gerektiğinde de eğitim ve araştırma amacıyla güvenli ve etkin kullanımına yönelik olarak hazırlanmıştır. Ayrıca TAEK'in Radyasyon Güvenliği Mevzuatı, ilgili kanun ve yönetmelikler rehberliğinde hastane personelinin, hastaların ve çevrenin güvenliğini sağlayacak politika, yöntem ve kuralları içermektedir.

2. Görev, Yetki ve Sorumluluklarımız

Resmi Gazetede 05/07/2012 tarihli 28344 sayı ile yayımlanarak yürürlüğe giren Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmeliğin 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (i) bendinde, "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 personelin katılımıyla oluşan ve radyasyon güvenliğinin sağlanmasına yönelik çalışmalarını yürüten birimi," ifade eder şeklinde tanımlanmış olup anılan yönetmeliğin 6. maddesinin birinci fıkrasında da " Nükleer tıp, radyasyon onkolojisi ve radyoloji uygulamalarının en az ikisinin yürütüldüğü bölümleri içeren sağlık kurum ve kuruluşları bünyesinde Radyasyon Güvenliği Komitesi kurulur. Bu şartın sağlanamadığı illerde bu komite İl Sağlık Müdürlüğü bünyesinde oluşturulur." hükmü düzenlenmiştir. Bu amaçla Radyasyon Güvenliği Komitesi Çalışma Usul ve Esasları talimatı gereği olarak kurulan "Tokat İl Sağlık Müdürlüğü Radyasyon Güvenliği Komitesi"nin idari gereklilikleri şunlardır:

1. Radyasyon kaynağı kullanan her bir birimin (radyasyon onkolojisi, nükleer tıp, genel radyoloji, kardiyojoloji, oral diağnoz vb.) lisans sahibi ile radyasyondan korunma sorumlusu bu komitede yer almalıdır. Bu durumda komitenin; lisans sahibi/sahipleri, radyasyondan korunma sorumlusu/sorumluları, kuruluş yönetimi temsilcisinin (başkan, başkan yardımcısı, başhekim, başhekim yardımcısı, başmüdür, müdür gibi) katılımı ile oluşturulması uygun olacaktır. Ancak il sınırları içinde radyoloji, nükleer tıp ve radyasyon onkolojisi uygulamalarının tek tek farklı kuruluşlar tarafından yürütüldüğü durumlarda radyasyon güvenliği komiteleri, İl Sağlık Müdürlüğünün koordinasyonunda hizmet veren kurum ve kuruluşlarının yönetim temsilcileri ile radyasyondan korunma sorumlularının katılımıyla oluşturulmalıdır.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

2. Komite yılda en az 2 kere (Nisan ve Ekim aylarında) toplanmalıdır.
3. Komitenin kimlerden oluştuğu İl Sağlık Müdürlükleri tarafından yayımlanarak, görevi gereği radyasyon kaynağı ile çalışan kişiler ve diğer ilgililere tebliğ edilmelidir. Komite üyelerinde değişiklik olması halinde ilgililere tebliğ İl Sağlık Müdürlüğü tarafından yapılmalıdır.
4. Komite başkanı, komitenin asil üyeleri arasından iki yıllığına seçimle belirlenir.
5. Toplantıların radyasyon korunması görevlisi ve yönetim temsilcisi mutlaka olmak kaydıyla çoğunluk sağlandığı takdirde yapılması tavsiye edilir.
6. Komite kararları oy çokluğu ile alınır.
7. Komite üyelerinin birbiri ardına iki kez mazereti olmadan toplantıya katılmaması halinde üyeliği düşer ve yeni üye belirlenir.
8. Komitenin çalışma ilkeleri, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) “Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği” ve “Radyasyon Güvenliği Mevzuatı” ile uyumludur. Adı geçen Yönetmelik ve Mevzuatta değişiklik olması durumunda, bu uyum, karşılıklı etkileşime izin verecek şekilde sürdürülür.
9. Her komite toplantısı rapor edilmeli ve bu raporun aşağıdaki hususları içermesi tavsiye edilir.
 - a) Toplantı tarihi,
 - b) Toplantıya katılan ve bulunamayan üyeler,
 - c) Tartışılan ve karara varılan hususlar,
 - d) Yapılmasına karar alınan işler ve tavsiyeler,
10. Komite toplantı raporu tüm üyelere ve diğer ilgili kurum ve kişilere dağıtılmalı ve bir kopyası da ayrı dosyada saklanmalıdır.
11. Komite, radyasyon uygulamalarının yapıldığı bölümlerde çalışanların, halkın ve hastaların radyasyon güvenliğini sağlamak ve kişisel veya kolektif dozları ALARA prensibine uygun şekilde en az seviyede tutabilmek için tüm radyasyonla çalışılan bölümlerde günlük çalışma imkânlarını ve şartlarını belirleyerek ve tehlike durumunda yapılacak işlemleri ve alınacak önlemleri de içerecek şekilde ayrıntılı bir “Radyasyon Güvenliği El Kitabı” hazırlanmasını sağlamalı, onaylamalı, tüm radyasyon görevlilerinin ulaşabileceği şekilde ilgili bölümlere dağıtılmalı veya resmi web sitesine konulmalı, gerekli görüldüğünde ve her yıl bunu yenilemelidir.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

12. Komite, her toplantıda yürürlükteki radyasyondan korunma ve güvenliği programları dahilinde alınan kişisel ve kolektif dozları değerlendirmeli ve personelin bu değerlendirmeler hakkında bilgi sahibi olmasının sağlanması, iyileştirme gerektiren uygulamalara dönük tavsiyeleri belirlemelidir.

13. Komite, radyasyonla çalışan kişilerin eğitim ve deneyimi ile ilgili olarak yeterlilik değerlendirmeleri yaparak gereken bilgi aktarımını sağlamak üzere eğitim programlarını oluşturmalı ve gereksinimlere göre yenilemelidir.

14. Komite, her yıl radyasyon güvenliği konularını yeniden gözden geçirmeli, aksayan yönleri saptamalı, yenilemelidir.

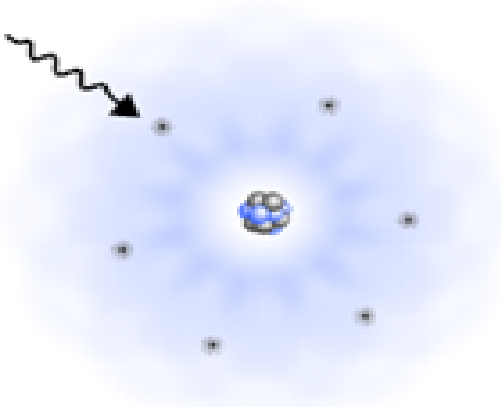
3. Temel Radyasyon Kavramları

Doğal ya da yapay radyoaktif çekirdeklerin kararlı yapıya geçebilmek için dışarı saldıkları hızlı parçacıklara ve elektromanyetik dalga şeklinde taşınan enerjilere “radyasyon” denir.

Alfa, beta ve nötron bozunumlara parçacık tipi (partiküler) radyasyon; gama, x, ultraviyole, kızılötesi gibi bozunumlara ise dalga tipi (elektromanyetik) radyasyon adı verilir.

3.1. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon (non-iyonizan radyasyon)

Enerjisi atomları iyonlaştıracak kadar yüksek olmayan radyasyon türüdür. Hedef madde üzerinde bir miktar ısı artışına sebep olur. Biyolojik dokular üzerinde bilinen bir etkisi yoktur.





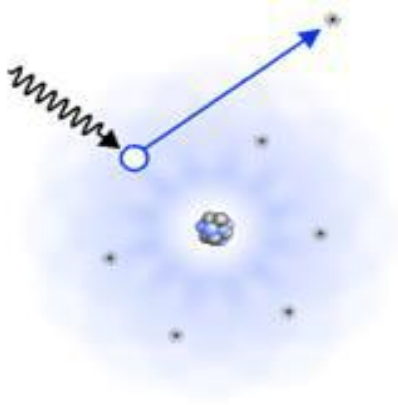
T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon

Görünür ışık, ultraviyole, kızılötesi, radyo dalgaları, radar dalgaları, mikro dalgalar, cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar, bilgisayar ve televizyonların çalıştığı elektromanyetik dalgalar iyonlaştırıcı olmayan radyasyon türleridir.

3.2. İyonlaştırıcı radyasyon (iyonizan radyasyon)

Enerjisi çarptığı atomun dış yörüngesinden elektron koparabilecek kadar yüksekse yani atomu iyon haline getirebiliyorsa buna iyonlaştırıcı radyasyon adı verilir.



İyonlaştırıcı radyasyon

Alfa parçacığı, beta parçacığı, nötron parçacığı, gama ışını ve x ışını iyonlaştırıcı radyasyon örnekleridir.

Alfa parçacığı: ' α ' ile sembolize edilir. Genellikle doğal radyoaktif bozunmalar ile meydana gelir. İnce bir kâğıt gibi çok küçük bir kalınlıkla durdurulabilir. Bu yüzden normalde radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak ağız yolu, solunum ya da yaralardan vücuda geçtiklerinde radyasyon tehlikeli olabilirler.

Beta parçacığı: Pozitif yüklü beta parçacığı (pozitron) ' β^+ ' ile negatif yüklü beta parçacığı (negatron) ' β^- ' ile sembolize edilir. Çekirdekteki proton fazlalığına göre pozitif yüklü, nötron fazlalığına göre negatif yüklü beta parçacığı oluşur. Alüminyum levha veya plastik tıpa korunmak için yeterlidir.

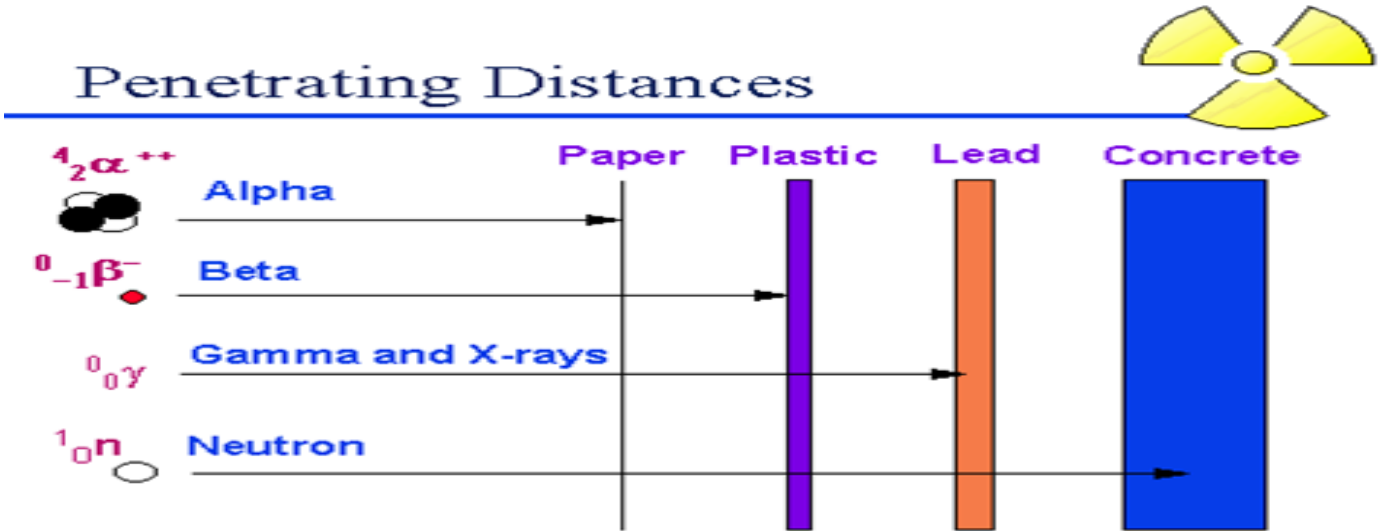


T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Nötron parçacığı: Yüksüz oldukları için doğrudan iyonlaşmaya neden olmazlar. Ancak dolaylı yoldan girdikleri reaksiyonlarla alfa, beta, gama veya x ışını oluşturabilirler. Kalın beton, su veya parafin kütleleri ile durdurulabilirler.

Gama ışını: 'γ' ile sembolize edilirler. Kurşun zırhlama ile ancak bir kısmı durdurulabilir.

X ışını: Yapay olarak röntgen tüplerinden elde edilebilirler: Gama ışını gibi kurşun zırhlama ile durdurulabilirler.



Çeşitli Radyasyon Tiplerinin Penetrasyonu

3.3. Radyasyon birimleri

Aktivite birimi: Radyoaktif maddenin belirli bir zaman aralığındaki bozunma miktarıdır.

Işınlanma Dozu: Normal hava şartlarında havanın 1 kg.'da $2,58 \times 10^{-4}$ C'luk elektrik yükü değerinde pozitif ve negatif iyonlar oluşturan x ve gama ışını miktarıdır.

Soğurulmuş Doz: Birim kütle başına depolanan enerjinin ölçüsüdür. Her tür radyasyona uygulanabilir.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Doz Eşdeğeri: Vücutta toplanan enerjinin ifadesidir. Düşük doz düzeylerinde radyasyonun tipine ve enerjisine göre biyolojik hasarlarını da içeren bir kavramdır.

Fiziki Büyüklük	Eski Birimi/Sembolü	Yeni Birimi/Sembolü	Dönüşüm Değerleri
Radyoaktivite Şiddet Birimi	Curie (Ci)	Becquerel (Bq)	1 Ci = 3.7×10^{10} Bq 1 Bq = 2.7×10^{-11} Ci
Işınlama Birimi	Röntgen (R)	Coloumb/kilogram (C/kg)	1 R = 2.58×10^{-4} C/kg 1 C/kg = 3876 R
Soğurulan Doz Birimi	Rad (rad)	Gray (Gy)	1 Rad = 0.01 Gy 1 Gy = 100 Rad 1 Gy = 100 cGy
Biyolojik Doz Birimi	Rem (rem)	Sievert (Sv)	1 Rem = 0.01 Sv 1 Sv = 100 Rem 1 Sv = 1000 mSv
Radyasyon Şiddeti Birimi	Röntgen / Saat (R/s)	Gray / Saniye (Gy/sn)	1 R/s = 2.425 Gy/sn 1 Gy/sn = 0.4124 R/s

Radyasyon Terimleri Ve Özel Birimler İle SI Birimleri Arasındaki İlişki

3.4. Radyasyon kaynakları

3.4.1. Doğal radyasyon kaynakları

Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli sebep, yer kabuğundaki radyoaktif radyum elementinin bozunması sırasında salınan radon gazıdır. Bu bozunma sırasında oluşan diğer radyoaktif maddeler toprak içerisinde kalırken maalesef radon toprak yüzeyine doğru yükselir. Eğer bu gaz, yayılmalar sonucu seyrelirse herhangi bir sorun oluşturmaz. Ancak, 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. Bu gaz teneffüs edildiği takdirde akciğerlere geçici olarak yerleşip tüm dokuların

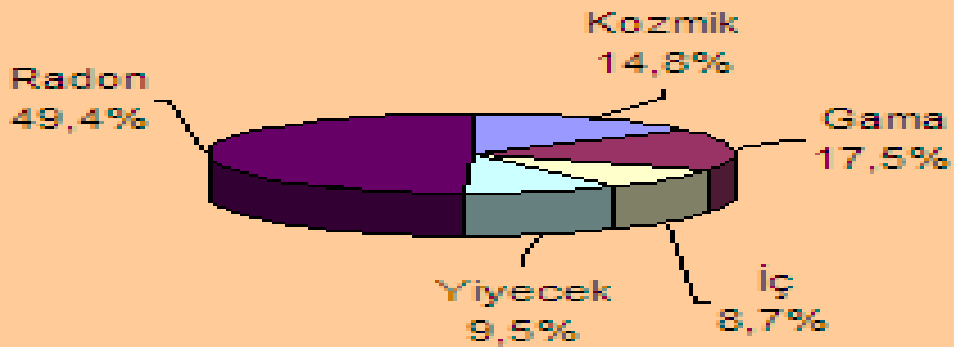


**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

radasyona maruz kalmasına neden olabilir. Radon gazından dolayı dünya genelinde maruz kalınan ortalama doz 1,3 mSv / yıl'dır.

Fosil yakıtlar doğal ve uzun ömürlü radyoaktif elementler içerirler. Bu tür elementler yakıt içinde iken bir radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak fosil yakıtlar yakıldıklarında bu elementler atmosfere yayılır ve daha sonra toprağa dönerek doğal radyasyon düzeyinde az da olsa bir artışa neden olur. Doğada mevcut kısa ömürlü radyoaktif elementlerin yaydığı gama ışınlarının da katkısıyla topraktan maruz kaldığımız radyasyon dozunu dünya ortalaması 0,46 mSv / yıl'dır.

Doğal radyasyonun bir kısmını uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur. Bu ışınların büyük bir kısmı dünya atmosferinden geçmeye çalışırken tutulurlar. Sadece küçük bir miktarı yerküreye ulaşır. Bir dağın tepesinde veya havada yol alan bir uçakta bulunan bir kişi, deniz seviyesinde bulunan bir kişiden çok daha fazla kozmik ışına maruz kalır. Bu yüzden bir pilot, uçuş süresi boyunca, deniz seviyesinde çalışan bir kişinin maruz kaldığı doğal radyasyon düzeyinden yaklaşık 20 kat daha fazla bir radyasyon dozuna maruz kalır. Günlük yaşantımızda, kozmik ışınlar nedeniyle maruz kaldığımız radyasyon dozunu dünya ortalaması 0,39 mSv / yıl'dır. Vücudumuzda bulunan radyoaktif elementlerden (özellikle Potasyum-40 radyoaktif elementinden) dolayı da belli bir radyasyon dozuna maruz kalırız. Bir yıl boyunca bu şekilde maruz kaldığımız iç (dâhili) radyasyon dozunu dünya ortalaması 0,23 mSv kadardır. Yiyecek, içecek ve teneffüs ettiğimiz havadan maruz kaldığımız dozun dünya ortalaması yaklaşık 0,25 mSv / yıl'dır.





T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozlarının oransal değerleri

3.4.2. Yapay radyasyon kaynakları

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.

Teknolojik gelişimin gereği olarak ortaya çıkan bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlar. Doğal radyasyon kaynaklarının aksine tamamen kontrol altında olmaları da maruz kalınacak doz miktarı açısından önemli bir özelliktir.

Dünya Geneline Alınan Yıllık Ortalama Kişisel Dozlar

Kaynak	Doz (mSv)
Doğal	
Kozmik	0,4
Gama Işınları	0,5
Vücut İçi ışınlama	0,3
Radon	1,2
Yapay	
Tıbbi	0,4
Nükleer Denemeler	0,005
Çernobil	0,002
Nükleer Güç	0,0002
Toplam (ortalama)	2,8



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

3.4.3. Tıbbi radyasyonlar

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

3.4.3.1. Radyoloji

Hastalıkların tanısı için hastalar X ışınına maruz tutulur. Dozlar incelemelerin türüne göre ve tanı amaçlı kullanılan aygıtlara (Floroskopi, bilgisayarlı tomografi, mamografi, dijital/konvansiyonel röntgen vb.) bazı 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.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Tanısal Amaçlı Bazı X-Işını Tetkikleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz

Tetkik		Doz (mSv)
Klasik X-Işını	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

3.4.3.2. Nükleer Tıp

Organ veya dokuların fonksiyonlarıyla ilgili çalışmalar ve bir takım hastalıkların tedavisi için kullanılan bazı radyoaktif maddeler vardır. Radyoaktif maddenin incelenecek dokuda toplanmasını ve geçici bir süre buraya yerleşmesini sağlayacak, radyofarmasötik denilen kimyasal madde ile birleştirilerek verilir. Radyoaktif maddenin vücuttaki dağılımı veya akışı, vücuda verilen radyoaktif maddeden salınan gama ışınlarını algılayacak özelliklere sahip cihazlarla elde edilir.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Tetkik	Etkin Doz, mSv
MPS	9.4
Tiroid	4.8
Kemik	6.3
DTPA Böbrek	1,8
DMSA Böbrek	4.3
Akciğer Perfüzyon	2

Tanısal Amaçlı Bazı Nükleer Tıp Tetkikleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz Değerleri

3.4.3.3. Radyoterapi

Radyoterapi; kanser tedavisinde kullanılan bir yöntemdir. Kanser vakalarının %50'sinde uygulanmakta olup kanserli hücreleri yok etmek veya ilerlemeyi yavaşlatmak üzere tedavi edilecek bölgeye yüksek doz uygulanır. Uygulanacak yer ve tedaviye göre tedavi dozu 20.000 mGy - 60.000 mGy (20 Gy - 60 Gy) düzeyindedir.

Hastalık kategorisine göre hedef hacim 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



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

3.5. Radyasyonun biyolojik etkileri

Radyasyonun vücutta oluşturabileceği hasarın derecesi (büyüklüğü) ya da hasar oluşma olasılığı (riski) genellikle aşağıdaki etkenlere bağlıdır.

Dozun büyüklüğü; doz arttıkça, risk de artar.

Dozun süresi; dozun alındığı süre arttıkça, radyasyonun etkisi artar.

Radyasyonun türü; aynı enerji dozundaki yoğun iyonlaştırıcı ışınlar (alfalar gibi), seyrek iyonlaştırıcı ışınlara göre (beta, gama) daha fazla risk taşırlar.

Hedef dokunun cinsi ya da duyarlılığı; dokudaki mitotik aktivite ne kadar fazla ise radyasyona duyarlılığı o kadar fazla olur.

Yaş; yaş ne kadar küçükse radyasyona duyarlılık o kadar fazla olur. Embriyo ve çocuklar, yetişkinlerden daha duyarlıdır.

Stokastik etkiler: Rastlantısal ya da tesadüfi etki de denir. Yani belli bir eşik değer yoktur. 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.

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. Akut radyasyon sendromu, eritem, cilt yanıkları ve ölüm yüksek doz radyasyonun deterministik etkileridir.

3.5.1. Radyasyonun direkt ve indirekt etkileri

Direkt Etki: Bir partikül ya da fotonun bu bölgeye isabeti ile burada bir iyonizasyon meydana gelirse, o molekülün ya da sistemin tümü inaktif hale gelebilir. Bu şekilde radyasyonun direkt etkisinde duyar bölgeler doğrudan doğruya radyasyon tarafından isabet almaktadır.

İndirekt Etki ve Radikallerin Oluşumu: Vücudumuzda ve canlı hücrelerin içinde çok su bulunduğundan büyük bir olasılıkla su molekülleri radyasyon tarafından etkilenir, yaşam bakımından daha önemli fakat sayıları çok daha az olan organik moleküllerin direkt etkilenme olasılığı çok azdır.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

3.5.2. Radyasyonun hücre içindeki etki kademeleri:



Radyasyondan Korunma için Biyolojik Olayların Değerlendirilmesi

I. Fiziksel faz: Önce radyasyonun hücrenin bir atom ya da molekülü ile etkileşmesi (interaksiyonu) sonucu radyasyon enerjisinin biyomoleküllerde veya biyomoleküllerin bulunduğu ortamda absorpsiyonu ile “uyarılma ve iyonlaşma olayları” meydana gelmektedir

II. Fizikokimyasal faz: İyonizasyon sonucu hücre içinde yeni ürünler oluşur. Örneğin hücredeki makromoleküllerin birinde kırılma meydana gelebilir (primer zarar) ya da ayrıca hücredeki suyun radyasyonla etkileşmesinden kimyasal yönden son derece reaktif yüksüz radikaller (kökler) oluşabilir. (örneğin serbest hidrojen radikali[H])

III. Kimyasal faz: Bu radikaller arasında ya da radikallerle hücrenin daha önceden etkileşmemiş molekülleri arasında (Isı, basınç ve O₂ miktarı gibi çevre faktörlerine bağlı olarak) kimyasal reaksiyonlar meydana gelir.

IV. Biyolojik faz: Hücrede meydana getirilen zarar sonucu, radyasyon dozuna, dozun verilme hızına, LET' ine (Lineer enerji transferi) yani radyasyonun türü ve enerjisine, dozun dokularda dağılımına ve dokunun radyosensitivitesine bağlı olarak biyolojik etki ortaya çıkabilir.

3.5.3. Düşük doz radyasyonun etkileri:

Radyoloji ve nükleer tıp tetkiklerinde maruz kalınan radyasyon genellikle birkaç rad'ı geçmez ve düşük doz radyasyon olarak kabul edilir.

a. Genetik etkiler: Radyasyon canlıların genetik materyali (kromozomlar ve DNA) üzerinde kalıcı değişikliklere yol açabilir. Buna mutasyon denir.



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

b. Kanserojenik etkiler: Kanser yapıcı etki dokuların hassasiyetine, radyasyona maruz kalınan yaşa ve cinse göre değişiklik gösterir.

c. Embriyo ve fetüs üzerine etkileri: Fertilizasyondan sonraki ilk 7-10 günde embriyo özellikle radyasyonun öldürücü etkisine duyarlıdır. Gebeliğin 2.-8.haftaları majör organogenezis dönemidir. Bu devrede mitotik aktivite çok hızlı olup, radyasyonun teratojenik etkisi de en fazladır. 8.-40. haftalarda teratojenik etki azalır, ancak büyüme geriliği, özellikle sinir sisteminde daha belirgin olmak üzere fonksiyon bozuklukları görülür.

3.5.4. Yüksek doz radyasyonun biyolojik etkileri:

a. Akut somatik etkileri: Akut radyasyona maruz kalmada fonksiyonu bozulan ilk sistem hematopoetik sistemdir. (100-500rad) Hedef organ kemik iliğidir. Belirtiler 2-3 hafta içinde ortaya çıkar. Anemi, kanamalar, yorgunluk, ateş, lökopeni oluşur. Ölüm 3-8 hafta içinde olur.

Eğer radyasyon dozu biraz daha yüksekse gastrointestinal belirtiler ortaya çıkar (500-2000rad). 3-5 gün içinde yorgunluk, iştahsızlık, bulantı, kusma, ishal, ateş, dehidratasyon, kardiovasküler kollaps olabilir. 3-14 gün içinde ölümle sonuçlanır.

2000-3000 rad gibi çok yüksek dozlarda merkezi sinir sisteminde oluşan hasar ölüme yol açar. Etkiler 15dk.-3saat içinde ortaya çıkar, tremor, konvulsiyon, ataksi ve koma gelişebilir. Kan-beyin bariyeri bozulur, ödem, vaskülit ve kafa içi basıncında artma olur. Ölüm 2 gün içinde gelişir.

Akut radyasyon sendromu:

Birkaç dakika ile birkaç saatlik bir sürede bir defada tüm vücut olarak büyük miktarlarda radyasyona maruz kalma sonucu oluşan klinik belirtiler ve laboratuvar bulgularının tümüne akut radyasyon sendromu denilmektedir.

I.Başlangıç evresi: 0-48 saat arasında olur. İştahsızlık, bulantı, terleme, yorgunluk gibi belirtiler ortaya çıkar.

II.Latent evre: 48 saat ile 2-3 hafta arasında görülür. Birinci evredeki bulgularda düzelme ile seyreder.

III.Ağır hastalık evresi: 2-3 hafta ile 6-8 hafta arasında görülür. Ateş, enfeksiyon, saç dökülmesi, hemoraji, diyare, şuur ve algılamada bozukluklar, kardiovasküler kollaps ortaya çıkabilir. Bu bulguların ortaya çıkışı tamamen alınan doza bağlıdır.

IV.İyileşme evresi: 6-8 haftadan birkaç aya kadar sürebilir.

b. Kronik somatik etkiler: Radyasyonun kronik somatik etkileri arasında ciltte değişiklikler, yanıklar, dermatit, kanser oluşma riskinin artması, yaşamın kısalması, fizyolojik



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

yaşlanma sürecinin hızlanması, lösemi insidansında artış, selim ve habis tümör insidansında artış görülür.

3.6. Gebelik ve tıbbi ışınlama

Dünyada her yıl binlerce kadın iyonize radyasyona maruz kalmaktadır. Bu maruziyet yeterli bilgi sahibi olunmadığında gereksiz yere anksiyeteye ve gebeliklerin sonlandırılmasına neden olmaktadır. Oysa birçok hastada, bu uygulamalar, tıbbi olarak yerinde olup, fetüs için radyasyon riski minimaldir. Fetal radyasyon riski, gebeliğin evresi ve alınan doz ile ilişkilidir. Radyasyon riski organogenezis ve erken fetal periyotta en yüksekken, bu risk 2 ve 3. trimestrlerde 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 BT veya 20 konvansiyonel direkt grafi işleminde dahi ulaşmaz. Bu doza pelviste floroskopi eşliğinde yapılan girişimsel işlemlerde veya radyoterapi ile ulaşılır.

Riskler	Sıklık
Spontan abortus	> %15
Genetik anomali	%4-10
İntrauterin büyüme geriliği	%4
Prematürite	%4
Major malformasyon	%2-4
Mental retardasyon	%1

İyonizan Radyasyona Maruz Kalmamış Gebeliklerde Spontan Riskler



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

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.

Lösemi ve Diğer Kanserler: Radyasyonun, erişkin ve çocuklarda, lösemi ve diğer bazı kanserlerin gelişim riskini arttırdığı gösterilmiştir. Gebelikte de fetus benzer riski taşımaktadır. 10 mGy'lik fatal dozda relatif risk 1.4'tür bu normal insidanstan %40 artışa işaret eder.

Gestasyonel peryod	Etkiler	Tahmini doz miktarı
İmplantasyon öncesi (0-2 hafta)	Embriyo ölür ya da etkilenmez	50-100 mSv
Organogenez (2-8 hafta)	Konjenital anomali (iskelet sistemi, genital ya da göz) Büyüme geriliği	200 mSv
8-15 hafta	Şiddetli mental retardasyon (yüksek risk)	60-130 mSv
8-15 hafta	Entelektüel etkilenim	Her Sv'de 25 zeka katsayı düşümü
8-15 hafta	Mikrosefali	200 mSv
16-25 hafta	Şiddetli mental retardasyon (düşük risk)	250-280 mSv



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

Radyasyon dozlarının gestasyonel yaşa göre olası etkileri

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.

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

Tetkikler	Ortalama Doz (mSv)	Maksimum Doz (mSv)
Akciğer Grafisi	<0.01	<0.01
Abdomen Grafisi	1.4	4.2
İntravenöz Piyelografi	1.7	10
Lomber vertebra grafisi	1.7	10
Pelvis Grafisi	1.1	4
Kafa Grafisi	<0.01	<0.01
Torakal vertebra grafisi	<0.01	<0.01

Konvansiyonel Grafilerde Fetüsün Maruz Kalacağı Yaklaşık Dozlar



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Tetkikler	Ortalama Doz (mSv)	Maksimum Doz (mSv)
Özefagus-Mide-Duodenum Grafisi	1.1	5.8
Baryumlu Kolon Grafisi	6.8	24
Beyin BT	<0.005	<0.005
Toraks BT	0.06	1
Abdomen BT	8	49
Pelvis BT	25	80

Floroskopik Tetkikler ve Bilgisayarlı Tomografilerde Fetusun Maruz Kalacağı Yaklaşık Dozlar

Tetkikler	Aktivite(MBq)	Erken Gebelik Dozu (mSv)	9. Ay Dozu(mSv)
Teknesyum 99 ^m			
Kemik Sintigrafisi	750	4.7	1.8
Akciğer Sintigrafisi	240	0.9	0.9
Karaciğer Kolloid	300	0.6	1.1
Tiroid Sintigrafisi	400	4.4	3.7
Renal DTPA	300	9.0	3.5
İşaretle Eritrosit	930	6.0	2.5
I-123 Tiroid Uptake	30	0.6	0.3
I-131 Tiroid Uptake	0.55	0.04	0.15



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

Nükleer tıp uygulamalarında fetüs tüm vücudunun maruz kalacağı radyasyon dozları

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.

3.7. Radyasyon alanları

Ortalama yıllık maruz kalınacak dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar radyasyon alanı olarak nitelendirilir. Denetimli ve gözetimli alanlar olarak ikiye ayrılır.

3.7.1. Denetimli alanlar

Radyasyon görevlilerinin giriş ve çıkışlarının özel denetime, çalışmalarının radyasyon korunması bakımından özel kurallara bağlı olduğu alanlardır. Görevi gereği radyasyon ile çalışan kişilerin ardışık beş yılın ortalama yıllık doz sınırlarının 3/10'undan (6 mSv), 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.

3.7.2. Gözetimli alanlar

Radyasyon görevlileri için yıllık doz sınırlarının 1/20'sinin (1 mSv) aşılma olasılığı olup, 3/10'unun (6 mSv) aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen fakat çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanlardır.

3.8. Radyasyondan korunma prensipleri

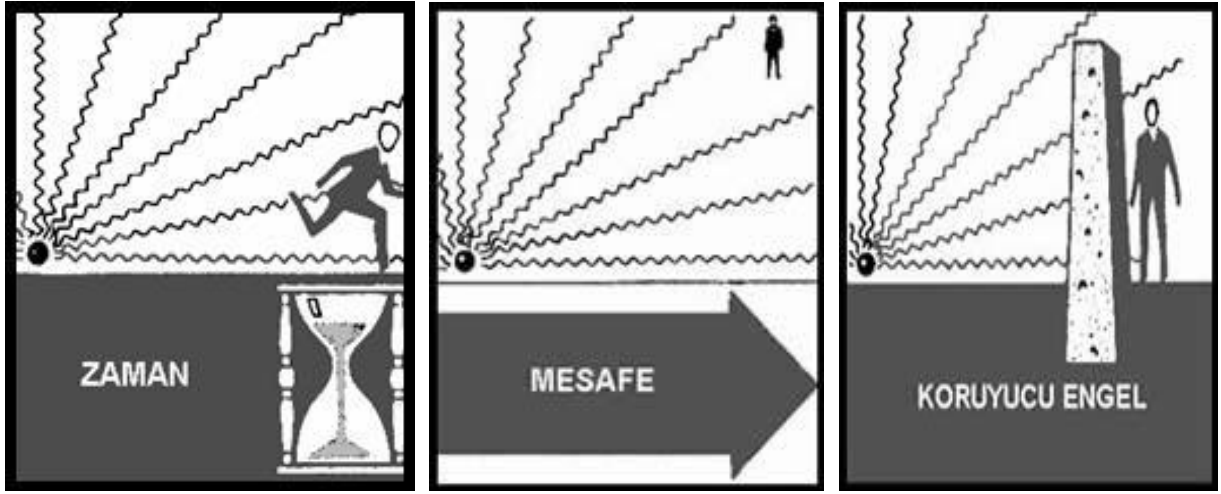
ALARA (As Low As Reasonably Achievable): Etkin bir çalışma için erişilebilen en düşük dozun kullanımı prensibidir. Bu çerçevede görevli personelin, hasta ve hasta yakınları ile



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak amacıyla gerekli düzenlemeleri yapılmalıdır. Tıbbi işinlamalarda tekrarlardan kaçınılmalı, çalışmalar sırasında algoritmalar belirlenmeli, düzenli eğitim desteğiyle yetkili personel kullanılmalıdır. Mümkün olan en düşük doz ile çalışmalar yapılmalıdır.

Radyasyondan korunmanın zaman, mesafe ve zırhlama olmak üzere üç temel prensibi vardır.



Zaman: Radyoaktif kaynağın yanında yakınında ne kadar çok zaman geçirilirse; maruz kalınan radyasyon miktarı o kadar fazla olacaktır. Zaman ile maruz kalınan radyasyon arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Mesafe: Radyasyon kaynağından uzaklaştıkça maruz kalınan doz miktarı geometrik olarak azalır. Yani kaynaktan bir metre uzaklıkta iken maruz kaldığımız radyasyon miktarı iki metre uzaklıkta iken dörtte birine iner. ve belli bir uzaklıkta riskin tamamen ortadan kalktığı kabul edilir.

Zırhlama: Radyasyon kaynağı ile kişi arasına bir engel konulmasıdır. Genel olarak, yüksek yoğunluklu maddelerden yapılmış malzemeler özellikle X ve Gama ışınlarına karşı etkili bir koruma sağlar. Uranyum metali en etkili zırh malzemesidir. Tungsten de çok iyidir. Kurşun iyi çelik ise kabul edilebilir bir zırh malzemesidir. Radyasyon görevlilerin genel olarak kullandıkları önlük, eldiven, gözlük, boyunluk, paravanlar, camlar ve gonadal koruyucular kuşundan yapılmıştır.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

3.8.1. Doz sınırlaması

TAEK uluslararası standartlara uygun olarak, radyasyon görevlileri, toplum üyeleri, hastalar ve fetüs için yıllık / beş yıllık maruz kalınabilecek maksimum doz sınırları belirlemiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez.

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

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

c. 18 yaşından küçükler radyasyon uygulaması içinde çalıştırılmazlar. Ancak 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.

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

e. Gönüllüler ve ziyaretçiler: 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.

f. I-131 radyoaktif maddesi verilen hastalar: 800 MBq'in üstünde I - 131 radyoaktif maddesi verilen hastalar vücuttaki radyoaktivite miktarının 600 MBq'in ve hastadan 1 metre uzaktaki doz hızının 30 µSv/saat'in altına düşünceye kadar Kurum tarafından sıvı atık sistemi ve oda projesi uygun bulunan izolasyonlu ayrı bir odada bekletildikten hastadan 1 m mesafedeki doz hızının saati ve tarihi belirtilecek şekilde taburcu edilir.

800 MBq'e kadar I - 131 radyoaktif maddesi verilen hastaların vücuttaki radyoaktivite miktarı 600 MBq'in ve hastadan 1 metre uzaktaki doz hızı 30 µSv/saat'in altına düşünceye ayrı bir odada bekletildikten sonra (e) bendi koşulları sağlanmak suretiyle taburcu edilir.

600 MBq'e kadar aktivite verilen hastalar (e) bendi koşulları sağlanmak suretiyle taburcu edilir.



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

3.9. Ölçüm, işaretleme ve cihazlar

3.9.1. Kontaminasyon ölçümü ve dekontaminasyon

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

3.9.2. Etiketleme ve işaretleme

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

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

3.9.3. Cihazlar

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

3.9.4. Personel ölçüm ve izlem

- 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. Kurşun önlüklerin rutin kontrollerinin yılda 1 kez periyodik olarak yapılmasını sağlar.



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

• İlgili hastanelerde çalışan radyasyon görevlilerinin dozimetre takip sonuçlarının personele imza karşılığı bildirilmesi ve personelin radyasyon ile ilgili sağlık taramalarının düzenli olarak yaptırılmasını sağlar. **Radyoloji ünitesinde çalışan personele 6 ayda bir hemogram, periferik yayma, tiroid fonksiyon testleri gibi laboratuvar tetkikleri, yılda 1 kez göz ve dermatolojik muayene yapılması ayrıca nodül tespit edilen personele 6 ayda bir Boyun US, nodül tespit edilmeyenlere yılda 1 kez Boyun US bakılmasına karar verilip takibini denetler**

• 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 yada öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için durum değerlendirmesinin yapılarak ilgili bölüme tavsiyelerde bulunulmalıdır.

3.10. Radyasyon Ölçüm Cihazları

3.10.1. Çevresel Ölçüm Yapılabilen Radyasyon Ölçüm Cihazları

Doz hızı ölçer : Bulunduğu ortamda havadaki birim zamandaki radyasyon dozunu gösterir.

Kişisel Doz Ölçerler

- Pasif dozimetreler : Belli bir zaman aralığındaki toplam radyasyon dozunu ölçer.
- Aktif dozimetreler : Çalışma sırasında çalışanın aldığı toplam dozu ve anlık doz hızını ölçer.

3.10.2. Radyasyon Ölçüm Cihazının Seçimi

Radyasyon ölçüm cihazları, bulunduğu ortamda birim zamandaki radyasyon dozunu (doz hızını) sayısal olarak gösteren aletlerdir. Radyasyon ölçüm cihazları çalışma prensiplerine göre gaz dolu dedektörler, sintilasyon ve yarı iletken dedektörler şeklinde üç gruba ayrılır.

Alfa, beta, nötron, x-ışını ve gama radyasyonunun madde ile etkileşimleri farklı olduğundan amaca uygun ölçüm cihazları kullanılmalıdır. Radyasyon ölçüm cihazları kullanım amacına göre taşınabilir veya sabit olmakta, radyasyonu algılayan dedektör de cihazın içinde sabit veya hari-cen bağlanabilir özellikte olabilmektedir. Her dedektör ile bütün radyasyon tiplerinin ölçümü yapılamayabilir. Bazı cihazlara haricen ve farklı özellikte dedektörler takılarak farklı radyasyon tipleri ölçülebilir.

Amaca uygun cihaz seçiminde aşağıda belirtilen özellikler dikkate alınmalıdır.

- Ölçülecek radyasyon tipi/tipleri (alfa, beta, x-ışını, gama, nötron)
- Ölçüm aralığı
- Enerji aralığı/bağımlılığı
- Ölü zaman
- Doz hızı ölçer/ Kontaminasyon sayacı olması
- Cevap verme süresi



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

- Radyasyon birimi olarak Sv/saat, R/saat, Rem/saat, Gy/saat, Rad/saat ve bunların mili, mikro ve nano alt katlarına otomatik geçişleri
- Sesli uyarı
- Işıklı gösterge
- Taşınma ve kullanma kolaylığı
- Ayarlanabilir alarm seviyesi
- Verim
- Manyetik alanlardan vb dış etkenlerden etkilenme

3.10.3 Radyasyon Ölçüm Cihazı Testi

- ☐ Cihazın pilleri kontrol edilerek çalışır durumda olması sağlanmalı ve yedek pil bulundurulmalıdır.
- ☐ Radyasyon ölçüm cihazının, test kaynağı bulunması durumunda her çalışmadan önce doğru çalışıp çalışmadığı test edilmelidir.

3.10.4. Radyasyon Ölçüm Cihazı Kalibrasyonu

Radyasyon ölçüm cihazının kalibrasyonu İkincil Standart Dozimetre Laboratuvarında (İSDL) yapılır ve kalibrasyon sertifikası düzenlenir. Kalibrasyon sertifikalarında kalibrasyon geçerlilik süresi bulunur.

3. 11. Radyasyon Alanlarında Radyasyon Ölçümü

3.11.1. Radyasyon Ölçümü

Radyasyon alanlarının izlenmesine ilişkin ölçümler Radyasyondan Korunma Sorumlusu (RKS) veya RKS'nin görevlendirdiği radyasyon ölçümü yapabilecek eğitimli personel tarafından yapılır.

3.11.2. Radyasyon Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Raporlanması ve Kayıt Altına Alınması

Kuruluşun adı, adresi, iletişim bilgileri, radyasyon kaynağına ilişkin bilgiler (cinsi, marka model seri numarası), radyasyon uygulamaları için ilgili yerlerde alınmış ölçüm değerleri ile birlikte ölçüm yapılan tarih, radyasyon ölçüm cihazının marka model seri numarası ve kalibrasyon geçerlilik süresi/tarihi, ölçüm yapılan yerlerin işaretlendiği kroki, ölçüm yapanın kimlik bilgileri ve imzasını içeren tablo düzenlenir.

3.11.3. İnceleme Düzeyi Üzerindeki Dozlar

2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu gereğince yayımlanmış olan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nin referans düzeylerin tanımlandığı 9 uncu maddesi (b) bendinde inceleme düzeyi "Üzerinde daha fazla inceleme yapılmasını gerektiren eşdeğer doz, etkin doz veya vücuda alınma miktarlarıdır. Bu düzey, bir ay için bu Yönetmeliğin 10 uncu maddesinde verilen yıllık eşdeğer doz sınırının 1/10'udur." şeklinde tanımlanmış olup bu değer radyasyon görevlileri için aylık 2 mSv'dir. Ülkemizde dozimetrelerin değerlendirme sonuçları dozimetri servisleri tarafından TAEK bünyesinde bulunan Merkezi Doz Kayıt Sistemine aktarılmakta olup söz konusu dozların incelenmesi, başka bir deyişle mesleki ışınlamaların takibi dozimetre hizmeti vermek üzere TAEK'ten uygunluk belgesi almış kuruluşların Merkezi Doz Kayıt Sistemine aktardıkları verilerin incelenmesi vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Yapılan incelemelerde Yönetmelikte belirtilen doz sınırlarının aşılması ya da aşılmasından şüphe duyulması halinde söz konusu kuruluşlar TAEK tarafından denetlenmektedir.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Doz değerlendirme sonuçlarının 2 mSv/ay'dan fazla olması durumunda dozimetri hizmeti alan kuruluşlar aşağıdaki işlemleri gerçekleştirmelidir:

a) Kişiyi tahsis edilmiş dozimetrede ölçülen dozun sebebi (dozimetrenin hatalı kullanımı/kasıtlı ışınlama, çalışma koşullarının uygunluğu, cihaz/sistem hatası vb) araştırılmalıdır.

b) Doz değerlerinin dozimetrenin hatalı kullanımından veya kasıtlı ışınlamalardan kaynaklanıp kaynaklanmadığı belirleninceye kadar kişinin radyasyon alanında çalışmasına izin verilmemelidir.

c) Dozimetrenin hatalı kullanıldığı veya kasıtlı ışınladığı belirlenirse, kullanıcının ve radyasyondan korunma sorumlusunun imzasının bulunduğu konu ile ilgili açıklayıcı bilgiyi içeren Araştırma Formu doldurularak verilen süre içerisinde dozimetre hizmeti veren kuruluşa gönderilmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Radyasyondan korunma sorumlusu ve lisans sahibi tarafından dozimetre kullanan kişi konu hakkında uyarılmalı, hatalı kullanım/kasıtlı ışınlamanın tekrarlanmaması için önlemler alınmalı ve dozimetrelerin kullanım talimatlarına uygun kullanılması sağlanmalıdır.

d) Dozimetrenin hatalı kullanımı/kasıtlı ışınlamanın tekrarlanması durumunda çalışma planlarının ve talimatların yeniden hazırlanarak uygulanması ve hizmet içi eğitimin verilmesi sağlanmalıdır. Konu ile ilgili idari kovuşturma yapılarak TAEK'e konu ile ilgili bilgi verilmelidir.

e) Kişiyi tahsis edilmiş dozimetrede ölçülen dozun dozimetrenin hatalı kullanımı/kasıtlı ışınlamadan kaynaklanmaması ve doz aşımı sebebinin kişinin çalışma koşulları olması durumunda kişinin sağlık tetkikleri ve gerekirse tedavisi yaptırılmalı, ölçülen doz değerinin 100 mSv ve üzerinde olması halinde "*Radyasyon alanında çalışmasında sakınca bulunmadığına*" dair referans sağlık hastaneden rapor alınıncaya kadar kişinin radyasyon alanında çalışmasına izin verilmemelidir. İlgili mevzuatta verilen doz sınırlarını aşmayacak şekilde, temel güvenlik standartlarına uygun olarak çalışma planı yeniden düzenlenmeli, gerekli düzeltici önlemler alınmalı, gerekirse çalışma talimatları güncelleştirilmeli, çalışanlara radyasyondan korunma ve lisans koşulları konularında yeniden hizmet içi eğitim verilmesi sağlanmalıdır. "*Radyasyon alanında çalışmasında sakınca bulunmadığına*" dair referans hastaneden alınan rapor ivedilikle TAEK'e gönderilmelidir.

f) Olağandışı veya şüphelenilen durumlarda, dozimetreler değerlendirilmek üzere hizmet alınan dozimetri servisine ivedilikle gönderilmelidir.

g) Adına tahsis edilmiş dozimetrede inceleme düzeyi üzerinde doz değeri tespit edilmiş kişilerin sonraki hizmet periyotlarında da dozimetre değerlendirme sonuçları kuruluşun radyasyondan korunma sorumlusu tarafından takip edilmeli ve durumun tekrarlanmadığı teyit edilmelidir.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

3.12. Personel çalışma esasları ve tedbirler

05.07.2012 tarihli 28344 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ‘Sağlık Hizmetlerinde İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları ile Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik Madde 8:

(1) Radyasyon kaynağı ile çalışan personel, 7 nci maddede belirtilen radyasyon doz limitleri ve Kanunun Ek 1 inci maddesinde öngörülen süre dâhilinde çalıştırılır. İdare, personelin sağlığını korumak, doz aşımına maruz kalmasını önlemek ve iş güvenliğini sağlamak için işin niteliğine uygun koruyucu giysi ve teçhizatı (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) eksiksiz bulundurmak ve bu Yönetmelik hükümlerini yerine getirmekle; personel de gerekli korunma tedbirlerine uymakla yükümlüdür.

(2) **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.**

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

(4) 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.

(5) 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 kullandırılır. 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 kullandırılır.

(6) 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.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

(7) Kişisel dozimetre ölçümlerinde doz limitlerinin aşılması veya yüksek dozda radyasyona maruziyet şüphesi taşıyan radyasyon kazası durumunda sağlık personeli, Sağlık Bakanlığı Radyasyon Çalışanı Sağlık Rapor formu doğrultusunda değerlendirilir ve gerekli görülürse bu konuda ileri tetkik ve tedavinin yapılabileceği sağlık kurumuna sevk edilerek durumu idarece yakın takip edilir.

(8) Radyasyon kaynağı ile çalışan personelin, beş yıllık etkin dozu toplamda 100 mSv'i aşması durumunda, bu personel radyasyon görevlisi olarak çalıştırılmaz.

(9) Radyasyon görevlisi olmamakla birlikte radyasyon kaynağı ile yürütülen faaliyetlerden dolayı yıllık 1 mSv etkin doz değerinden fazla doza maruz kalma ihtimali Radyasyon Güvenliği Komitesince belirlenen personele tedbir olarak kişisel dozimetre kullanırılır.

• **Diğer Hususlar:**

- 1) 3153 sayılı Yasa'nın Ek Madde 1. Maddesi uyarınca radyoloji çalışanların haftalık çalışma süresi **en fazla 35 saattir.**
- 2) 4201 sayılı Radyoloji, Radyom ve Elektrikle Tedavi Müesseseleri Hakkında Nizamname uyarınca hastahanelerde, röntgen ve radyom ile tam müddetle çalışan kimseler, hastahainenin başka işlerinde kullanılamaz. Bunlara gece uykularını ihlal edecek iş verilmemelidir.
- 3) Radyoloji uzmanı ile radyoloji tekniker ve teknisyenlerin sağlık izni yılı içerisinde kullanırılır.
- 4) Daha önce ve halen zehirli, kimyasal, biyolojik maddeler veya diğer tehlikeli koşullara maruz kalarak çalıştırılan kişiler radyasyona maruz kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamalıdır.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

4.“3153” nolu Yasaya Tabi Olan Bölümler

Hastanelerde Radyasyonla Çalışan Birimler

4.1. Radyoloji

Hastanelerin tıbbi görüntüleme, teşhis ve tedavi ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

4.1.1. Çalışanların Uyması Gereken Kurallar

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

***Radyasyon Uygulamasının Gerekçelendirilmesi:** Işınlanmanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmez.

****Radyasyon Uygulamasının Optimizasyonu:** Radyasyon ışınlaması gerektiren uygulamalarda olası tüm ışınlamalar için mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır.

*****Doz Sınırları:** Halk ve radyasyonla çalışanlar için ilgili yönetmeliklerde verilen doz sınırları aşılamaz. Tanı ve tedavi amaçlı radyasyon ışınlamasına maruz kalanlara ve doğal radyasyon seviyelerine doz sınırlamaları uygulanmaz.

4.1.2. Hastanın Radyasyon Güvenliği

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

- Hekimin yazılı kararı olmayan hiçbir ışınlama yapılamaz.
- 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.
- Görevli tüm personel, tanı ve tedavinin gerektirdiği radyasyon güvenliği konularında eğitilmiş olmalıdır.
- 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 ışınlamalar, 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 ışınlamalara izin verilmez.



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

3. Kişiyi 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.

4.1.3. Radyasyon Korunmasında Temel Kurallar

1. Asemptomatik hastalarda rutin amaçlı tetkiklerden kaçınılmalıdır.
2. Ekspozur faktörlerinin yanlış seçimi, yanlış pozisyon gibi teknik hatalar nedeniyle tetkik tekrarına yol açılmamalıdır.
3. Radyasyon kontrolünde; zaman, mesafe ve bariyerin önemini iyi anlaşılmalı ve pratikte kullanılmalıdır.
4. X-ışını oluşması ekspozur parametresi olan zamanla doğru orantılıdır.
5. Ekspozur süresi arttıkça aynı oranda x-ışını miktarı artar.
6. Mesafe ise karesi oranında alınan radyasyonu azaltır yani ters orantılıdır. Bir metre mesafede ekspozur 2 R ise, 4 metrede 0.13 R olur ($2R \times 1/42 = 0.13 R$)
7. Kurşun veya beton bariyerler radyasyon korunmasında paravan oluştururlar.
8. Primer ışının yolunda kesinlikle durulmamalıdır. Koruyucu bariyer arkasında değil ise mutlaka kurşun önlük giyilmelidir.
9. Devamlı dozimetre kullanılmalı ve bunu kurşun önlüğün dışına takmalıdır.
10. Çekim esnasında hasta tutulmamalı, mümkünse metalik tespitleyiciler kullanılmalıdır. Hastanın tutulması gerekli ise bu yakınlarına yaptırılmalıdır. Rutin olarak hastanın tutulması için hiç kimseyi görevlendirmemek, hastayı tutan kişiye kurşun önlük ve mümkünse kurşun eldiven giydirilmelidir.
11. Doğum çağındaki herkes için tetkike engel olmuyorsa gonad koruyucu kullanılmalıdır.
12. Kesin gereklilik mevcut değilse gebelikte inceleme yapılmamalıdır. Doğurgan kadında pelvis ve alt abdominal inceleme menüstruasyondan sonraki ilk 10 günde yani gebelik şansının en az olduğu dönemde uygulanmalıdır. Gebelikte bu tip inceleme gebelik sonrasına veya mümkünse gebeliğin 2. yarısına ertelenmelidir.
13. İncelemeler sırasında mümkün olan en küçük kolimasyon kullanılması dozu azaltacaktır.



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

4.1.4. Radyasyondan Korunmada Cihaz Kullanılmasında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

a) Radyografi Cihazları

- Radyografi tekrarlarından kaçınmak gerekir.
- Bazı tekrar nedenleri; Yetersiz pozisyonlandırma, uygun olmayan ekspozur faktörleri (aşırı ya da düşük doz), hasta hareketi, yetersiz kolimasyon, kaset ve ranforsatör hataları, banyo hataları, grid hataları, aynı kasete birden fazla ekspozur yapılması, yanlış bölgeye radyografi yapılması.

Radyografik teknik:

- Yüksek kVp ile çalışmak hasta dozunu azaltır.
- Örnek: 64 kVp, 80mAs kullanılan bir incelemede deri dozu 400 mrad'dır.

Bunun yerine 74 kVp ve 40 mAs ile dansite değeri aynı olan film elde ediliyor. Bu durumda hasta dozu ne kadar olur?

64kVp 40 mAs için

$$400 \times (40/80) = 200 \text{ mrad}$$

74kVp 40mAs için

$$200 \times (74/64)^2 = 200 \times 1,34$$

$$= \underline{267 \text{ mrad}}$$

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.

- Alınan radyasyon dozunu azaltır.

Banyo kalite kontrolü

- Filmin dansite-ekspozur 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)



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

- 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 uzaklaştırılabilmelidir.

b) Floroskopi 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 floroskopi 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.
- Floroskopi cihazları, masa üzerindeki x-ışını intensitesi 10 R/dk'yı geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır.
- C kollu fluoroskopi ve anjiyografi 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, tiroid 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.

c) Mamografi

- Mamografide radyasyonun oluşturduğu risk nedeniyle tarama amacıyla 40 yaşın üzerinde kullanılması ve taramada her bir meme için tek projeksiyonda inceleme yapılması önerilmektedir.
- Mamografi cihazlarında ranforsatörlerin kullanılması, hastanın aldığı dozu oldukça



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

ça azaltmıştır.

- Görüntü kalitesi yüksek olan xeromammorafi 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.

d) BT

- Bilgisayarlı Tomografi (BT) de kolime edilmiş x-ışını demeti kullanıldığı için saçılan radyasyon floroskopiye göre daha azdır.
- BT’de 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.
- Devamlı dozimetre kullanılmalı ve bunu kurşun önlüğün dışına takmalıdır.
- Çekim esnasında hasta tutulmamalı, mümkünse metalik tespitleyiciler kullanılmalıdır. Hastanın tutulması gerekli ise bu yakınlarına yaptırılmalıdır. Rutin olarak hastanın tutulması için hiç kimseyi görevlendirmemek, 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 menstürasyondan 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.

4.2. Dış Röntgen Cihazları

Dış röntgen cihazlarının içerisinde, radyasyon kaynağı olarak radyoaktif kaynak bulunmaz. Bu cihazlarda radyasyon kaynağı olarak X-ışını tüpü bulunur. Cihazlar sadece çalışır durumda olduğunda X-ışını tüpü tarafından X-ışınları üretildiğinden, cihazın çalışması durdurulduğunda radyasyon üretimi sonlanmış olur.

Dış röntgenleri genelde tedaviye başlamadan önce teşhisi rahat yapabilmek ve tedavinin aşamalarından emin olmak için istenir. Radyolojik teşhis amaçlı iki farklı dış röntgeni çekimi yapmakta olup bunlar tüm ağzın ve dişlerin bir arada görüldüğü panoramik röntgen filmi ve dişlerin tek tek görüldüğü periapikal röntgen çekimidir. Diş filmleri analog film üzerine basılabileceği



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

gibi RVG ve fosfor plak gibi arayüzler yardımıyla dijital olarak da görüntülenebilmektedir. Ayrıca diş röntgenleri çene cerrahisi ve implant uygulamalarında çene kemiklerinin tomografisinde de kullanılmaktadır.

Diş röntgen cihazları; periapikal, panoramik, dijital volumetrik tomografi ve sefalometrik olmak üzere dört ana başlıkta incelenebilir.

4.2.1. Periapikal Diş Röntgen Cihazı

Periapikal kelime anlamı; kök ucunun etrafındaki bölge olup en fazla üç, dört diş ve çevre dokularında diş kökü enfeksiyonu, diş çürüğü hakkında daha detaylı bilgi alınmasını sağlar. Bu cihazlar da kendi içinde; fotoğraf makinesi tipi, mobil ve sabit olarak sınıflara ayrılır.

4.2.2. Panoramik Diş Röntgen Cihazı

Panoramik diş röntgen cihazı; bütün ağız dokularının görüntülenmesi ve tedavi planlamasında çok önemli bir yere sahiptir. Ayrıca hiçbir semptom göstermeyen tümör ve kistlerin erken tanısında kullanılmaktadır. Bir panoramik diş röntgen filmi çekimi sırasında hastanın alacağı doz 4-30 μSv aralığındadır.

4.2.3. Sefalometrik Diş Röntgen Cihazı

Sefalometrik diş röntgen cihazı; çene kemik yapısı hakkında bilgi almak için kullanılır. Bu cihazlar genellikle panoramik cihazlarla birlikte kullanılır. Bir sefalometrik çekim sırasında hastanın alacağı doz 2-3 μSv aralığındadır.

4.2.4. Dijital Volumetrik Tomografi Cihazı

Dijital volumetrik tomografi cihazı teknolojisi hacimsel tomografi kavramına dayanır. Gömülü dişlerin hassas anatomik oluşumlarla ilişkilerinin, çene kemiklerinde gelişen lezyonların ve implantoloji uygulamaları gibi durumların teşhisinde, tedavisinde ve takibinde, “derinlik” ve “hacim” kavramlarının yer almadığı iki boyutlu görüntüleme yöntemleri yetersiz kalmakta olup üç boyutlu görüntüleme tekniklerine başvurulması gerekir. Volumetrik çekim sırasında hastanın alacağı doz birkaç dişi içerir küçük hacimler için 34-652 μSv , yüz ve kafa tasını içeren büyük hacimler için 30-1079 μSv aralığındadır.

4.2.5. Diş Röntgen Cihazlarının Kullanımında Temel İlkeler

Cihazların tasarım özellikleri nedeniyle bu cihazlar ile ışınlanan insan/canlı/nesneler radyoaktif olmaz ve radyoaktif bulaşma olmaz.

Diş röntgenleri tedaviye başlanmadan önce teşhis, tanı ve planlama amaçlı istenebileceği gibi, tedavi süresince ve sonrasında kontrol amaçlı olarak da istenebilmektedir. Ancak, her hasta için çekimden önce radyasyondan korunmanın temel prensibi olan gerekçelendirme ilkesi dikkate alınarak hem hastanın hem de çalışanın gereksiz yere doz almasına sebep olabilecek çekimlerden kaçınılmalıdır.

Hasta dozunun en düşük seviyede tutularak hasta yararının sağlanması hedef alınmalıdır. Risk değerlendirmesi yapılarak, olabildiğince düşük dozların kullanımına gayret edilmeli, gereksiz tüm ışınlamalardan kaçınılmalıdır.

Her hasta için farklı koşullar ve gereksinimler olduğu unutulmamalı, önceden çekilmiş röntgen filmlerinin kullanılabilirliği değerlendirilmelidir. Hamile ve çocukların radyasyona karşı daha duyarlı oldukları göz önünde bulundurulmalıdır.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Çekim sırasında hasta ve çalışanın alabileceği dozları en aza indirebilmek için gerekli her türlü koruyucu önlem alınmalıdır. Cihazların bakımlarının ve kalite kontrollerinin gerekli aralıklarla yaptırılmasının hasta ve çalışan dozlarını önemli ölçüde etkilediği unutulmamalıdır.

4.2.5.1. Denetimli ve Gözetimli Alanlara Giriş Kontrolünün Sağlanması

- a) Cihaz veya cihazların kullanıldığı yerlere göre, denetimli ve gözetimli alanlar “Radyasyon Alanlarının Sınıflandırılmasına İlişkin Kılavuz (RSGD-KLV-005)” rehberliğinde belirlenmelidir.
- b) Gerekli yerlere radyasyon uyarı işaretleri uygun ve görülebilir biçimde yerleştirilmelidir.
- c) Yetkili personelin dışındaki kişilerin denetimli alanlara girmesini önleyecek, giriş/çıkışların kontrol edilmesine ilişkin düzenlemeler yapılmalıdır.
- ç) Panoramik diş röntgen ve volumetrik tomografi cihazlarının kumanda ünitesi oda dışında bulunmalıdır. Hastanın, kurşun eşdeğerli camı bulunan bir pencere veya kamera aracılığı ile monitörden izlenmesi sağlanmalıdır.
- d) Panoramik diş röntgen veya volumetrik tomografi cihazının çekim odasının duvarları ve kapıları gerekli durumlarda uygun şekilde zırhlanmalıdır. Çivi, boru deliklerinin ve elektrik, havalandırma, ısıtma tesisatlarının, kumanda üniteleri ile cihazların bağlantı kablolarının zırhlama bütünlüğünü bozmaması sağlanmalıdır.
- e) Çekim sırasında hasta ve çekim yapan personel dışında odada eğitim/staj amaçlı bile kimse bulunmamalıdır.
- f) 16-18 yaşları arasındaki öğrenci ve stajyerlere sadece çekim alanı dışındaki alanlarda eğitim izni verilmelidir.

4.2.5.2. Diş Röntgen Cihazlarının Güvenli Kullanımının ve Koruyucu Donanımların Kullanımının Sağlanması

a) Fotoğraf makinesi tipi periapikal diş röntgen cihazları 60 – 65 kV tüp voltajı ve 1 – 2,5 mA tüp akımı ile çalışmaktadır. Bu cihazla bir periapikal diş röntgen filmi çekimi sırasında çekim yapan personelin maruz kalacağı doz, cihaz ve kişisel koruyucu önlemlere göre önemli derecede farklılık göstermektedir. Örneğin; fotoğraf makinası tipi periapikal diş röntgen cihazlarında cihaz üzerinde 0,35 mm kurşun eşdeğer cam olması durumunda çekim yapan personelin el dozunun %23-32 azaldığı, koni uzunluğunun 6 cm’den 14 cm’ye çıkması durumunda ise %48-52 azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca çekim yapan personelin 0,25 mm kalınlığında kurşun eldiven kullanması durumunda %26-31 oranında ve diş röntgen cihazını kollarının uzanabildiği kadar uzakta tutarak (yaklaşık 40 cm) çekim yaptığı durumda ise %47-50 oranında el dozunun azaldığı gözlenmiştir. Bu nedenle fotoğraf makinesi tipi periapikal diş röntgen cihazlarının seçiminde cihaz donanımları ile kişisel koruyucu donanımlar dikkate alınmalıdır. Fotoğraf makinası tipi periapikal diş röntgen cihazları ile çekim yapan personelin kurşun önlük, eldiven, tiroit koruyucu kullanımı sağlanmalıdır.

b) Mobil ve sabit periapikal diş röntgen cihazları 50-70 kV tüp voltajı ve 7-8 mA tüp akımı ile çalışmaktadır. Bu cihazlarla bir periapikal diş röntgen filmi çekimi sırasında çekim yapan personelin maruz kalacağı doz, yine cihazın mobil veya sabit olması, uzatma kablosu uzunluğu, kumanda ünitesinin bulunması gibi durumlara göre farklılık göstermektedir. Tek bir periapikal filmi çekimi sırasında hastanın alacağı doz ortalama 1-8 µSv aralığındadır.

Çekim sırasında filmi kesinlikle çekim yapan personel tutmamalı, film tutucu kullanılmalıdır. Film tutucu yoksa, film hasta ya da gerekli durumlarda refakatçisine tutturulmalıdır. Çocuk has-



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

talar ya da filmi kendileri tutamayacak durumda olan hastalar için; çekim sırasında odada hasta ve çekim yapan personel dışında kurşun önlük ve troit koruyucu gibi gerekli donanımları kullanmak koşulu ile refakatçi bulunabilir.

Periapikal diş röntgen cihazı ile çekim anında mümkünse X-ışını tüpünün arkasından en az 2 m uzaklıkta bulunulmalı ve/veya bir engel arkasından çekim yapılmalıdır. Çekim sırasında hasta ve çekim yapan personel dışında odada kimse bulunmamalıdır.

Çekim sırasında, tiroit ve gonad bölgelerini korumak için, hasta yaşına veya film sayısına bakmaksızın tüm hastaların kurşun önlük ve tiroit koruyucular kullanması sağlanmalıdır. 0,25 mm kurşun eşdeğerinde önlük yeterli olduğundan, nispeten hafif ve esnektir, hastaya rahatsızlık vermez. Diş röntgen filmi çekimlerinde gonad dozu çok düşük olmakla birlikte kurşun önlük kullanılarak, bu doz daha da azaltılmalıdır. Tek bir periapikal film çekiminde, ortalama günlük doğal radyasyon dozunun 1/27'si, bir uçak yolculuğunda alınan radyasyonun 1/50'si gonad dozu olarak alınır. Kurşun önlük kullanılarak gonadlara gelen saçılan radyasyon %98 oranında azaltılabilir. Diş röntgen çekimi sırasında tiroit bezi doğrudan birincil ışına maruz kalabilir. Yine de doz, küçük olsa da, tiroit koruyucu kullanarak daha da azaltılmalıdır. Bu yolla tiroid dozu %92'ye kadar azaltılabilir. Kurşun önlükler, kullanılmadıkları zaman katlanmamalı, asılarak içindeki kurşunun kırılması önlenmelidir.

Periapikal diş röntgen cihazlarının ışınlama düğmesinin spiral bir kablonun ucunda olduğu durumlarda kablo, her yöne en az 1,5-2 m kadar uzayabilir olmalı ve çekim yapan personel ışınlama sırasında bu mesafeyi kullanmalı, paravan veya duvar arkasında bulunmaya özen gösterilmelidir. Röntgen cihazlarının X-ışını tüpünün silindir veya koni şeklinde bir kolimatörü olmalı ve tüp kesinlikle hasta ya da çekim yapan personel tarafından elle tutulmamalıdır.

c) Panoramik diş röntgen ve volumetrik tomografi cihazlarında X-ışını tüpü; kapıya mümkün olan en uzak bölgeye yerleştirilmeli ve doğrudan kapıya, kumanda ünitesine, arkası sürekli kullanılan alanlara yönelmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Saçılan radyasyon için gerekli görülen yerler uygun kalınlıkta kurşun plaka ile kaplanmalıdır.

Panoramik diş röntgen ve volumetrik tomografi cihazlarının kumanda ünitesinde kV, mA, ışınlama süresini belirten göstergeler düzgün çalışır durumda olmalıdır. X-ışını tüpünün ışınlama yaptığını belirten ışıklı ve/veya sesli bir gösterge bulunmalıdır. Çekim odası kapısı radyolojik çekim sırasında mutlaka kapalı tutulmalıdır.

4.2.6. Diş Radyoloji Cihazları ile ilgili İşyükü (W)

4.2.6.1. Diş Radyoloji Cihazları ile ilgili İşyükü hesabı

Kuruluş tarafından cihazın maksimum tüp akımı, çekim başına ışınlama süresi, günlük veya haftalık hasta sayısı ve hasta başına çekim sayısı verildiği takdirde işyükü aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$W \text{ (mA.dak/hafta)} = \text{mak. tüp akımı (mA)} \times \text{çekim başına ışınlama süresi (dak)} \times \text{hasta başına çekim sayısı} \times \text{haftalık hasta sayısı}$

Bulunan değer toplam aktif kullanılan çekim oda sayısına bölünür.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

İşyükünün kuruluş tarafından verilmediği durumlarda Tablo 1'deki hesaplanmış işyükü değerleri kullanılır.

Kuruluş tarafından işyükü belirtilmediği durumlarda hesaplamalarda ortalama çalışma koşulları göz önüne alınarak aşağıdaki işyükleri kullanılır.

Radyoloji uygulamalarında;

Tablo 1. Cihaz cinsine göre işyükleri

Cihaz	Seçilen Tüp Voltajı (kVp)	Maks.Tüp Akımı (mA)	Çekim Basınçına Işınlama Süresi*	Günlük Hasta Sayısı	İşyükü (mA.dak/hafta)
Grafi/ çift tüplü grafi	120	120	1 s**	100	3000
Akciğer grafi (araç)	100	80	1 s**	50	1000
Mamografi	35	100	1 s**	30	750
Kemik yoğ. ölçümü	100	5	5 dak.	15	1800
Anjiyografi	140	14	12 dak.	6	5000
Skopi (C/O/U kol-lu)	100	13	12 s	50	650
ESWL ile Skopi	100	13	48 s	10	500
Tomografi	140	250	8 s	30	5000
Panoramik röntgen	80	10	20 s	15	250
Periapikal röntgen	70	10	5 s	30	125

4.2.6.2. Diş Radyoloji Cihazları ile ilgili Etkin Doz hesabı

Çekilen her bir tetkikin çekilen kişiye verdiği etkin dozun hesaplaması;

Periapikal ve panoramik röntgen ile dental tomografi yıllık hasta sayıları ile ortalama tetkik başına düşen etkin doz değerleri ayrı ayrı hesaplanıp toplanıp ve daha sonra toplamı aktif çalışan teknisyen sayısına bölünerek bu etkin dozdan en kötü ihtimal dahilinde potansiyel olarak karşı karşıya kalınan doz hesaplanabilecektir.

Periapikal röntgen için 2 mikrosivert; Panoramik röntgen için ortalama 10 mikrosivert, (sağlık tesisinin kullandığı protokole göre değişiklik gösterir)

Dental Tomografi için ortalama 200 mikrosivert (sağlık tesisinin kullandığı protokole göre değişiklik gösterir) (TAEK Diş Röntgen Cihazları ile Yapılan Uygulamalar Kılavuzundaki verilen değer aralıklarından alınmıştır)



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

Radyasyon Alanlarının Sınıflandırılmasına İlişkin Kılavuz

TAEK

RSGD-KLV-005 (Rev.1)

Uygulama	Denetimli Alan	Gözetimli Alan	Açıklama
Panoramik dış röntgen cihazı Dış tomografi cihazı	Cihazın bulunduğu yer	Kumanda ünitesi	- Panoramik veya tomografik dış röntgen cihazı için kumanda ünitesinin oda dışında olmasının ve kapı kontrolünün (interlock sistem) olmasının sağlanması ve ışıklı uyarı sistemi kurulmasının sağlanması gerekir. - Tercih edilmemekle birlikte bitişik alanın halkın bulunduğu mesken veya ofis gibi yerler olması durumunda, burada ikamet edenlerin bu uygulama nedeniyle yılda 0,3 mSv'in üzerinde doz almadığının teyit ve temin edilmesi için periyodik olarak radyasyon ölçümlerinin yapılması gereklidir. - Bitişik alanların fazla meşgul edilmeyen dış duvar (bahçe, park, sokak) olması durumunda ise bu alanlar değerlendirilerek radyasyon alanı olarak nitelendirilmeyebilir. - Radyoloji cihazıyla çalışan personel Çalışma Koşulu A olarak belirlenmelidir. Koruyucu donanımın ve kişisel dozimetrelerin kullanılması gerekir. Radyasyondan korunma sorumlusu tarafından yapılan değerlendirmeye (ışyık, zırlama, vb.) bağlı olarak, bu cihazlarla çalışan personel Çalışma Koşulu B olarak sınıflandırılabilir. - Radyasyon uyarı işaretlerinin denetimli ve gözetimli alan girişlerine uygun biçimde yerleştirilmiş olması gerekir.

Periapikal dış röntgen cihazı	Cihazın çekim anında bulunduğu alan	Çekimi yapanların odanın dışında bulunduğu yer Cihazın bulunduğu yer (sabit olması durumunda)	- Bu cihazlarla yapılan çalışmalarda uygun çalışma koşulları sağlandığında, radyasyon maruziyetinin düşük olması nedeniyle radyasyondan korunma sorumlusu tarafından cihazda çalışma süresi, radyasyon ölçümleri ve diğer radyolojik parametreler dikkate alınarak yapılan değerlendirmeye göre cihazdan belli bir (ortama olarak 2 metre) uzaklıktan itibaren cihazın bulunduğu oda gözetimli alan olarak belirlenebilir. - Radyoloji cihazıyla çalışan personel Çalışma Koşulu A olarak belirlenmelidir. Koruyucu donanımın ve kişisel dozimetrelerin kullanılması gerekir. Ancak, radyasyondan korunma sorumlusu tarafından yapılan değerlendirmeye (cihazdan uzaklığı, ışyık, vb.) bağlı olarak, bu cihazlarla çalışan personel Çalışma Koşulu B olarak sınıflandırılabilir. - Çekim anında mümkünse cihazdan en az 2 m uzaklıkta bulunulması ve cihazın önüne koruyucu paravan konulması gerekir. - Çekim sırasında diğer personel veya hastalar ile hasta yakınları başka bir odaya alınmalıdır. - Çekim esnasında paravan veya duvar arkasında bulunmaya özen gösterilmelidir. Ayrıca çekim yapan personelin koruyucu donanımını ve kişisel dozimetresini kullanması sağlanmalıdır. - Radyasyon uyarı işaretlerinin denetimli ve gözetimli alan girişlerine uygun biçimde yerleştirilmiş olması gerekir.
--------------------------------------	-------------------------------------	--	---



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

4. 3. Nükleer Tıp Üniteleri

Nükleer Tıp Ünitesi; TAEK lisansı ile tanı (in-vitro, in-vivo) ve ayaktan tedavi amaçlı sağlık hizmetleri vermektedir. Nükleer Tıp Ünitesinde; sıcak oda, enjeksiyon odası, hasta bekletme odası, efor odası, gama kamera odası ve diğer odalar (doktor odası, personel odası, rapor odası...) bulunmaktadır.

Radyasyon Alanlarının Sınıflandırılmasına İlişkin Kılavuz TAEK RSGD-KLV-005 (Rev.1)			
Ek-2.2. NÜKLEER TIP UYGULAMALARINA İLİŞKİN ÖRNEKLER			
Uygulama	Denetimli Alan	Gözetimli Alan	Açıklama
SPECT SPECT/CT PET PET/CT PEM PET/MR	Nükleer tıp uygulamalarının yapıldığı tüm alanlar (Görüntüleme odaları, uptake odası, sıcak oda, efor odası, enjeksiyon odası, radyoaktif hasta bekletme odası, atık bekletme odaları, radyoaktif madde verilmiş hastaların bir arada bulunduğu diğer alanlar, radyoaktif madde ve atık bekletme odası, kumanda ünitesi) Siklotron odası, FDG hazırlama ve kalibrasyon odaları	Denetimli alanlara bitişik alanlar arasından, hasta girişinin sınırlı olduğu, daha çok personelin kullandığı alanlar (Personel dinlenme odaları, toplantı odaları, rapor odaları, personelin kullandığı tuvaletler, geçiş koridorları, sekreterya mahalli) RIA Laboratuvarları	• Kontaminasyon riskinden dolayı açık radyoaktif maddelerin ve radyoaktif madde verilen hastaların bir arada bulunduğu alanlar, genel olarak denetimli alan olarak kabul edilir. Gözetimli alanlar ise hasta girişinin minimum olduğu, radyoaktif madde veya atık bulunmayan yerlerdir. • Bitişik alanların fazla meşgul edilmeyen dış duvar (bahçe, park, sokak) olması durumunda ise bu alanlar değerlendirilerek radyasyon alanı olarak nitelendirilmeyebilir. • Gözetimli ve denetimli alanlarda günlük olarak periyodik radyasyon ölçümleri alınmalıdır. • Kontaminasyon riski olan yerlerde periyodik ve eş zamanlı olarak kontaminasyon ölçümleri de yapılmalıdır. • Kontaminasyon tespiti edilmesi durumunda RKS tarafından gerekli dekontaminasyon işlemi yapılarak sonrasında mutlaka ölçüm alınmalıdır. • Sıcak odada tezgah ve cihazlar üzerinde düzenli olarak wipe test (sürtünme testi) yapılmalıdır. • Pasif önümüz altı dozimetre ve yüzük dozimetresi (sıcak oda veya enjeksiyon odasında) mutlaka kullanılmalıdır.
Açık radyoaktif maddeler ile tedavi	Tedavinin yapıldığı alanlar Sıcak oda Radyoaktif maddelerin ve atıkların bekletildiği odalar Hasta odaları Hasta tuvaletleri/ banyoları Atık tanklarının bulunduğu alanlar vb.	Denetimli alanlara bitişik alanlar, koridorlar	• Kontaminasyon riski olan yerlerde periyodik ve eş zamanlı olarak kontaminasyon ölçümleri de yapılmalıdır. • Kontaminasyon tespiti edilmesi durumunda RKS tarafından gerekli dekontaminasyon işlemi yapılarak sonrasında mutlaka ölçüm alınmalıdır. • Sıcak odada tezgah ve cihazlar üzerinde düzenli olarak wipe test (sürtünme testi) yapılmalıdır. • Pasif önümüz altı dozimetre ve yüzük dozimetresi (sıcak oda veya enjeksiyon odasında) mutlaka kullanılmalıdır. • Kontaminasyon riski olan yerlerde periyodik ve eş zamanlı olarak kontaminasyon ölçümleri de yapılmalıdır. • Kontaminasyon tespiti edilmesi durumunda RKS tarafından gerekli dekontaminasyon işlemi yapılarak sonrasında mutlaka ölçüm alınmalıdır. • Sıcak odada tezgah ve cihazlar üzerinde düzenli olarak wipe test (sürtünme testi) yapılmalıdır. • Pasif önümüz altı dozimetre ve yüzük dozimetresi (sıcak oda veya enjeksiyon odasında) mutlaka kullanılmalıdır. • Kontaminasyon riski olan yerlerde periyodik ve eş zamanlı olarak kontaminasyon ölçümleri de yapılmalıdır. • Kontaminasyon tespiti edilmesi durumunda RKS tarafından gerekli dekontaminasyon işlemi yapılarak sonrasında mutlaka ölçüm alınmalıdır. • Sıcak odada tezgah ve cihazlar üzerinde düzenli olarak wipe test (sürtünme testi) yapılmalıdır. • Pasif önümüz altı dozimetre ve yüzük dozimetresi (sıcak oda veya enjeksiyon odasında) mutlaka kullanılmalıdır.

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

4.3.1. Nükleer Tıp ünitesinde çalışırken, TAEK tarafından uyulması istenilen kurallar

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



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

- Tesise giren radyoaktif maddelerin kayıtları
 - Radyoaktif madde verilen hastaların kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
 - Çalışanların dozimetre değerlerinin kayıtları
 - Radyoaktif atık kayıtları (miktarı, türü ve tarihi)
 - Görüntüleme cihazlarının bakım, onarım ve kalibrasyon kalite kontrol kayıtları
 - Doz kalibratörü ve radyasyon ölçüm cihazlarının kalibrasyon kayıtları
 - Tehlike ve olağanüstü durum kayıtları
 - Çevresel radyasyon ölçüm kayıtları
2. Görevli olmayan personelin üniteye giriş-çıkışları önlenmelidir.
 3. Radyoaktif maddeler ile çalışma başlamadan önce masa üzerini plastik örtü ile kaplamalı, üzerine emici kâğıtlar yerleştirilip bunların üzerinde çalışılmalıdır.
 4. İşlemler kenarlı kuvvetler içinde emici kâğıtlar üzerinde yapılmalıdır.
 5. Ünite de 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. Ünite de temizlik için kâğıt havlu ve mendil kullanılmalı, kullanımdan sonra derhal radyoaktif atık kutusuna atılmalıdır.
 8. Ünite de kullanılan giysilerin ünite de dışına çıkarılması önlenmeli, koruyucu giysiler çıkarılıp eller ayaklar monitörize edildikten sonra ünite de dışına çıkılmalıdır.
 9. Ünite de içinde yiyecek, içecek ve kişisel eşyaların bulundurulmamasına özen gösterilmelidir.
 10. Ellerde yara varsa bandajlı bile olsa ünite de çalışılmamalıdır.
 11. Elektrik düğmeleri, musluklar, kapı kolları, telefon ahizelerinin kontamine olmamalarına dikkat edilmelidir.



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

12. Çalışırken vücutta kesik ve çiziklere neden olabilecek keskin uçlu malzeme kullanmaktan kaçınılmalıdır (kırık ve çatlak cam eşyalar gibi.)
13. Ünite de kullanılan şişelerin muhafaza kaplarının kapaklarının kolay açılabilir olmasına dikkat edilmeli ve uygun etiketleme işlemi yapılmalıdır.
14. Ünite de 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 ünite monitörü sağlanmalıdır. Kontaminasyon saptanması halinde de-kontaminasyona gidilmelidir.
15. Radyofarmasötik uygulama, seyreltme ve diğer çalışmalar çeker ocak içerisinde ve kurşun eşdeğeri camdan yapılmış paravan arkasında yapılmalıdır.

5. Kaza Veya Tehlike Durumunda Yapılması Gerekenler

5.1. Potansiyel Kaza Durumları:

- a. 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.
- b. Aygıtla bağlı bozukluklar
 - Kullanıcı ölçütü olan kVp, mA ve mAs değerlerinin doğru seçilmesine karşın, sistemin öngörülenden daha yüksek değerde doz oluşturması.
- c. Dış etkenler
 - Yangın, sel baskını, deprem, hırsızlık olayları vb.

5.2. Kaza Durumu Nedenleri Ve İzlenecek Yöntemler

a. Aygıtın Kullanımından Kaynaklanan Kaza Nedenleri

- İncelemelerin uzunluğu ve/veya karmaşıklığı
- Doz ölçümlerinin yapılmaması
- Işınlanan bölgelerin vücut kalınlığı ya da demet açısı nedeniyle kalın olması
- Yüksek doz hızı modlarının kullanılması (elektronik ve geometrik büyütme de göz önüne alınarak)
- Gereksiz vücut bölgelerinin ışınlanması
- Sık yinelenen filmler



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

İzlenecek Yöntemler

Radyasyonla çalışan kişilerin yüksek dozda radyasyona maruz kalması durumunda:

- Fazla doza maruz kalan hasta ve çalışanlar saptanarak radyasyon güvenliği sorumlusuna bilgi verilir.

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

- Radyasyona maruz kalan kişilerin gerekli laboratuvar incelemeleri yapılır.

- İnceleme sonuçları Radyasyon Güvenliği Yönergesinde belirtilen sınırları aşmamalıdır. Ortamda bu doğrultuda gerekli önlemler alınır.

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

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

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

Yapılan tetkik sonucunda hastanın yüksek doza maruz kalması durumunda:

- Yapılan incelemenin teknik ölçütleri istenerek, hastanın aldığı doz hesaplanır.

Hastadaki doku hasarı değerlendirilir.

- 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.

- Hasta uygun izlem programına alınır.

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

b. Aygıtı Bağlı Bozukluklar

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

- Hastane fizikçisi ya da başteknisyen bilgilendirilir.

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

- Sistem doğru ölçüt değerleriyle çalışmıyorsa teknik servis çağırılmalıdır.

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

- Raporda belirtilen “yapılacak işlemler” uygunsa onaylanır, sistemin kalibrasyonu ve değerleri düzenlenir.

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



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI

c. Dış Etkenler

Su baskını, yangın, sel ve deprem gibi doğal afetler durumunda: Ünitelerde kullanılan modalitelerde 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.

5.3. Tehlike Durumlarında Kaza Bildirimi Ve Kayıtlar

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

- Kayıtlardan sorumlu kişiler ve kayıt sisteminin nasıl yürütüleceği belirlenmelidir.
- Kayıt, kazanın oluş nedeni ile ilgili açıklayıcı ve ayrıntılı bilgi içermelidir.
- Doz ile ilgili kayıtlar; incelemeye katılan çalışanların almış olduğu dozları, hasta radyasyon düzeylerine ilişkin dozları, çevre radyasyon dozları alanlarını kapsamalıdır.
- Kazanın olduğu gün, saat ve yer belirlenmelidir.
- Kazaya uğrayan hastaya ilişkin; uğranılan dozun değeri, uğranılan dozun hangi yöntemle saptandığı, hastanın dosya numarası, adres, telefon numarası gibi kişisel bilgileri, kaza sonrası iyileşme sürecine ilişkin bilgiler kaydedilmelidir.
- Yanlış uygulamalardan dolayı fazla doza maruz kalan hastalar için; yapılan uygulama ile ilgili hata ve yanlışlar, uygulama bölgesindeki hasar, yapılması gereken girişimin özellikleri ve hastanın tedavi sürecine ilişkin bilgiler kaydedilmelidir.

5.4. Tehlike durumu ve olağandışı durumlarda aranacak TAEK telefonları

TEHLİKE DURUMU VE OLAĞANDIŞI DURUMLARDA ARANACAK TAEK TELEFONLARI

TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI :

444 TAEK (444 8235) arayarak “1”i tuşlayınız.

E-posta: 444taek@taek.gov.tr

TAEK Bşk. :

0 312 295 89 90, 295 89 89

Santral :

0 312 295 87 00



**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TOKAT İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EL KİTABI**

6. İlgili Tüzük, Yönetmelik, Yönerge Ve Diğer Kaynaklar

Tokat İl Sağlık Müdürlüğü Radyasyon Güvenliği El Kitabı hazırlanırken faydalanılan tüzük, yönetmelik, yönergeler ve uluslararası kaynaklar ile El Kitapları aşağıda belirtilmiştir.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (www.taek.gov.tr)

Tokat Devlet Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı

Tokat Zile Devlet Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı

Trakya Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı,

Ege 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 iyonlaştırıcı 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)

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)