



RADYASYON GÜVENLİĞİ EL KİTABI

2020

İçindekiler Tablosu

1. GENEL BİLGİLER	5
1.1 Amaç	5
1.2 İçerik	5
1.3 Kısaltmalar	5
2. RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ	5
2.1 Radyasyon Güvenliği Yönetimi	6
2.2 CBÜH RGK Görev ve Sorumlulukları	6
2.3 Medikal Fizik Uzmanı	6
2.4 CBÜH'de çalışan medikal fizik uzmanı görev ve sorumlulukları	7
2.5 Bilimsel Danışma Kurulu	7
2.6 Etik Kurul İle Eşgüdüm	7
3. RUTİN UYGULAMALAR VE GEREKLİLİKLER	7
3.1 Radyasyon Güvenliği Komitesinin politikası	7
3.1.1 Denetimli alanlar	7
3.1.2 Gözetimli alanlar	7
3.2 Temel Güvenlik Standartları	7
3.3 Lisans Sahibi	7
3.4 Ölçüm ve İzlem	9
3.5 Radyasyon Korunmasının Optimizasyonu	10
3.6 Doz Sınırlamaları	10
3.7 Uygulamaların Gerekliliği	10
3.8 Radyoaktif kaynakların depolaması, taşınması ve kayıtları	10
3.9 Bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetimi	11
4. RGK ve EĞİTİM	11
4.1 Eğitim Konu Başlıkları	11
4.2 Eğitim programını yürütecekler	12
4.3 Eğitimin hedef kitlesi	12
5. MCBÜTF RADYASYONLA ÇALIŞAN BİRİMLERDE RADYASYON GÜVENLİĞİ	12
5.1 MCBÜTF Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Radyasyon Güvenliği	12
5.1.1 Uygulama İlkeleri	12
5.1.1.1 Hastanın Radyasyon Güvenliği	12
5.1.1.2 Çalışanın Radyasyon Güvenliği	13
5.1.2 Çevrenin radyasyon güvenliği	15
5.1.2 Aygıtların güvenliği	15
5.1.2 Tehlike durum planı	16
5.2 MCBÜTF Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda Radyasyon Güvenliği	18

5.2.1 Radyoaktif madde ve aygıtların kayıtlarının tutulması	18
5.2.2 Radyasyon güvenliği kayıtları	19
5.2.3 Radyasyon çalışanlarının kayıtları	19
5.2.4 Genel güvenlik önlemleri	19
5.2.5 Cihazların Kullanımına İlişkin Kurallar	22
5.2.6 Güvenlik Önlemleri (Tehlikeli Durum Planı)	22
5.3 MCBÜTF Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Radyasyon Güvenliği	26
5.3.1 Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler	26
5.3.1.1 Lineer Hızlandırıcı Cihazında Çalışma Prensipleri	26
5.3.1.2 Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike Durum Planı	27
5.3.2 Simülatör Cihazı İçin Tehlike Ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler	30
5.3.2.1 Simülatör Cihazında Çalışma Prensipleri	30
5.3.2.2 Simülatör Cihazı İçin Tehlike Durum Planı	31
5.4 Rutin İşlerde Radyasyonla Çalışan Diğer Birimler	33
6. RADYASYONLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER	33
6.1 Radyasyon ve Radyoaktivite	33
6.1.1 Alfa Parçacıkları	33
6.1.2 Beta Parçacıkları	33
6.1.3 X -Işınları	34
6.1.4 Gama Işınları	34
6.1.5 Nötronlar	34
6.2 Radyasyon Birimleri	34
6.3 Radyasyonla Birlikte Yaşıyoruz	35
6.3.1 Doğal Radyasyon Kaynakları	35
6.3.2 Yapay Radyasyon Kaynakları	35
6.3.3 Tıbbi Uygulamalar	36
6.3.3.1 Tanısal Radyoloji	36
6.3.3.2 Nükleer Tıp	37
6.3.3.3 Radyoterapi	37
6.4 Radyasyondan Korunmanın Temel İlkeleri	38
6.4.1 Gerekleştirme	39
6.4.2 Optimizasyon	39
6.4.3 Doz Sınırlamaları	39
6.5 Radyasyondan Korunmanın Temel Kuralları	40
6.6 İyonlaştırıcı Radyasyonun Biyolojik Etkileri	41
6.6.1 Radyasyonun Hücre ile Etkileşimi	41
6.6.2 Radyasyonun Kromozoma Verdiği Hasarın Sonuçları	42

6.6.3 Radyasyon Hasarlarına Etki Eden Etkenler	43
6.6.3.1 Radyasyonun Özellikleri	43
6.6.3.2 Hedefin Özellikleri.....	43
6.6.4 Biyolojik Etkilerin Sınıflandırılması	44
6.6.4.1 Akut Radyasyon Sendromları (ARS).....	44
6.6.4.2 Bölgesel Radyasyon Hasarları (BRH)	46
6.6.5 Gecikmiş Etkiler (Kronik ışınlama etkileri)	48
7. KAYNAKLAR	48
8. İLGİLİ TERİMLER.....	48
9. SAĞLIK TARAMA KAYIT FORMU.....	51

1. GENEL BİLGİLER

Bu kitapçıkta, Celal Bayar Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi_(CBUH) Radyasyon Güvenliği Komitesinin (RGK) örgütlenme, politika, işlem ve kuralları tanımlanmaktadır.

1.1 Amaç: Celal Bayar Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesinde_(CBUH) radyoaktif maddelerin ve radyasyon üreten aygıtların, sağlık, eğitim ve araştırma amacıyla güvenli ve etkin kullanımına katkıda bulunmak, iyonlaştırıcı radyasyon ve etkilerine karşı çalışanların, hastaların ve çevrenin radyasyon güvenliğini sağlayacak politika, yöntem ve kuralları belirlemektir.

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

1.3 Kısaltmalar

MCBÜ: Manisa Celal Bayar Üniversitesi

MCBÜTF: Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi

RGK: Radyasyon Güvenliği Komitesi

RAD: Radyodiagnostik Anabilim Dalı

NTAD: Nükleer Tıp Anabilim Dalı

ROAD: Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

ARS: Akut Radyasyon Sendromları

BRH: Bölgesel Radyasyon Hasarları

2. RADYASYON GÜVENLİĞİ KOMİTESİ

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

CBÜ Tıp Fakültesi Eğitim, Uygulama ve Araştırma Hastanesi (CBÜH) olarak 14.01.2000 tarihinde Başhekimlik oluruyla Radyasyon Güvenliği Komitesi kurulmuş, ilk toplantısının ardından "Hastane Radyasyon Güvenlik Komitesi Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönerge" yayımlanmıştır.

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

2.1 Radyasyon Güvenliği Yönetimi

CBÜH Başhekimliği'nin radyasyon güvenliği konusunda görev ve sorumluluğu, kurum içinde hasta, sağlık çalışanı ve çevre açısından radyasyon güvenliğinin sağlanmasıdır. Bunun için:

- a. Hastane Radyasyon Güvenliği Komitesini görevlendirir ve çalışmalarını denetler.
- b. Hastane içindeki İş gören dağılımasının planlanmasında radyasyon güvenliğini sağlayacak düzenlemeler yapar. Radyasyon güvenliği konusunda uygun eğitim almış kişilerin bu alanlarda çalışmasını sağlar.
- c. RGK' nın gerekli gördüğu yatırımlara kurum olanakları içinde öncelik tanır.
- d. RGK' nın bilimsel çalışmalarını kurum olanakları içinde destekler.

Radyasyon Güvenliği Komitesi: Başhekim ya da Başhekim yardımcısı başkanlığında, iyonlaştırıcı radyasyon ile çalışan üç ana birim (Radyodiagnostik, Nükleer Tıp, Radyasyon Onkolojisi) temsilcileri olan hekimler ve medikal fizik uzmanları, rutin işlerinde radyasyonu kullanan birim_(Endokrin, kardiyoloji vb.) temsilcileri olan hekimler, hastane müdür ya da müdür yardımcısı, teknik hizmetler sorumlusu, Sağlık Hizmetleri Müdürlüğünden sorumlu bir kişi, Kalite Hizmetleri Müdürlüğünden sorumlu bir kişi ve Halk Sağlığı AD temsilcisinden oluşur.

2.2.CBÜH RGK Görev ve Sorumlulukları:

- a. Erişilebilen en düşük doz (ALARA -as low as reasonably achiveable) ilkelerine uygun olarak, görevli personelin hasta ve hasta yakınları ile çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak amacıyla gerekli düzenlemeleri yapmak.
- b. Radyasyonlu alanlarda ölçüm ve izlemi denetlemek.
- c. Radyasyon korunmasında optimizasyon, radyoaktif madde kullanılan alanların güvenliğinin sağlanması, radyasyon kaynaklarının çalınması ve kaybolmasını engelleyecek güvenlik sisteminin oluşturulmasını sağlamak.
- d. Radyoaktif kaynakların depolanması, kayıt ve taşınması ile ilgili kurallarının uygulamasını belirlemek.
- e. Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalıştığı sırada kullanmak zorunda olduğu film ve/veya kalem dozimetlerini sağlamak ve denetlemek.
- f. Denetimli ve gözetimli alanlarda, radyasyon düzeyine uygun uyarı ve etiketlerin, çalışma kurallarının ve kaza durumu girişim planının bulunmasını ve kolayca görülebilecek biçimde yerleştirilmesini sağlamak.
- g. Radyasyonlu alanlarda bulunan cihazların bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetimlerinin yapılmasını sağlamak ve izlemek.
- h. Radyasyonla çalışan kişilerin RGK tarafından oluşturulmuş protokollerle sağlık taramalarının yapılmasını tasarlamak ve denetlemek.
- ı. Radyasyonla çalışan tüm birimlerden, yıllık durum değerlendirme bildirimini almak¹.
- İ. Denetimli ve gözetimli alanlarda çalışan kişilerin hizmet İçi eğitimlerini sağlamak. Eğitim izlencelerinin güncellemesini yapmak ve uygulamak.
- j. Radyasyon Güvenliği El Kitabını hazırlamak ve güncellemek

2.3.Medikal Fizik Uzmanı: Mühendislik veya Fen Bilimleri alanında temel veya lisansüstü eğitim almış, radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alanda eğitimi ve deneyimi belgelenmiş ve tıbbi uygulama alanlarına göre radyoterapi, radyoloji, nükleer tıp fizikçisi olarak adlandırılan, Türkiye Atom Enerji Kurumu (TAEK) tarafından onaylanmış ve kurum tarafından görevlendirilmiş kişiyi tanımlar.

¹ Yıllık durum değerlendirme raporu RGK tarafından oluşturulup ilgili birimlere dağıtılacaktır.

2.4.CBÜH'de Çalışan Medikal Fizik Uzmanı Görev ve Sorumlulukları:

- a. Uygun cihazların satın alınması için gereklilikleri belirlemek ve teknik şartnameyi geliştirmek,
- b. Tesislerin planlanmasında görev almak,
- c. Yeni alınan cihazların kabul testlerini yürütmek, cihazları kullanıma sokmak, nitelik denetimini yapmak ve izlemek,
- d. Radyasyonlu alanlarda bulunan aygıtların bakım-onarımını denetlemek,
- f. Radyasyonlu alanlardaki olayları ve kazaları incelemek ve değerlendirmek,
- g. Eğitim gereksinimlerini belirlemek ve eğitim etkinliklerine katılmak,
- h. Radyasyon güvenliği açısından işgören ve çalışma alanlarını izlemek ve denetlemek,
- ı. Radyasyonlu alanlarda çalışanların kişisel kayıtlarının tutulmasını sağlamak,
- i. İvedi durum planlarının işlenmesini sağlamaktır.

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

Araştırma amacıyla kullanılacak radyasyon kaynaklarını içeren çalışmalarda, Radyasyon Güvenliği Komitesi içinde yer alan Bilimsel Danışma Kurulunun onayından geçmesi zorunludur.

Bu kurul, CBÜH Radyasyon Güvenliği Yönergesinde belirtilen temel güvenlik standartlarına ve doz sınırlamalarına bağlı kalarak araştırmanın yapılmasına karar verir. Sonuç değerlendirmesini bir yazı ile RGK üyeleri ilgili birime bildirir.

2.6.Etik Kurul ile Eşgüdüm

RGK “*Bilimsel Danışma Kurulu*”, “Etik Komiteler” ile iş birliği içinde, araştırma amacıyla yapılacak her türlü radyasyon uygulamalarına yönelik önerileri inceleyip, radyasyon güvenliği açısından değerlendirmeli ve “gerekçelendirme” ilkesine uygun olarak karar almalıdır. Bu bağlamda, Dekanlık ve CBÜH içinde yürütülecek radyasyon kaynağı kullanan tüm çalışmalar, Radyasyon Güvenliği Komitesi Bilimsel Danışma Kurulu onay alınmadan başlatılmamalıdır.

3. RUTİN UYGULAMALAR VE GEREKLİLİKLER

3.1.Radyasyon Güvenliği Komitesinin (Çalışma Alanları) politikası:

CBÜH içinde çalışma alanları radyasyon düzeylerine (denetimli ve gözetimli alanlar) göre belirlenmiştir.

3.1.1.Denetimli alanlar

Görevlilerin giriş ve çıkışlarının özel denetime, çalışmaların radyasyon korunması bakımından özel kurallara bağlı olduğu ve çalışanların yıllık 20mSv eşdeğer doz sınırlarının 3/10'ünden fazla radyasyonla karşılaşabilecekleri alanlardır. Denetimli alanlarda kişiler film ya da cep dozimetrisi kullanır.

Denetimli alanların girişlerinde ve içinde aşağıda belirtilen ve tanımlanan radyasyon uyarı imleri bulunur.

1. Radyasyon bulunduğunu ve bulunabileceğini gösteren temel radyasyon simgeleri.

2. Radyasyonla karşılaşma tehlikesinin büyüklüğünü ve özelliklerini anlaşılabilir şekilde göstermek üzere, gerekli simge ve renkleri taşıyan imler.
3. Denetimli alanlar içinde radyasyon ve bulaş tehlikesi bulunan bölgelerde geçirilen sürenin sınırlandırılması, koruyucu giysi ve araçların kullanılması gerekliliğini gösteren uyarı imleri.

3.1.2. Gözetimli alanlar

Yıllık eşdeğer doz sınırlarının 3/10'ünün aşılması beklenmeyen ve kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen, fakat çevresel radyasyon izlemi yapılması gerektiren alanlardır.

Denetimli alanların izlemi (sağlık izlemi, teknik donanımın çalışması, izlemi ve kayıtlarının tutulması) iş tanımlarının yapılması, eğitimlerinin sağlanması ve devamlılığı, kullanılan tanı ve sağaltım programlarının oluşturulması ve izlemi, tanı ve sağaltım amacıyla kullanılan aygıtların bakım-onarım ve lisans işlemleri izlemi Radyasyon Güvenliği Komitesi tarafından yapılır. Belirlenen eksiklikler yazılı olarak Başhekimliğe bildirilir ve giderilmesi sağlanır.

3.2. Temel Güvenlik Standartları

Uygun çalışma ortamlarının oluşturulmasının yanı sıra radyasyondan korunmada temel güvenlik standartlarının uygulanabilirliğini sağlamaktır.

Güvenlik standartları:

Uygulamaların gerekliliği: Işınlamanın zararlı sonuçları göz önünde bulundurulmalı ve bir yarar sağlamayan hiç bir radyasyon uygulamasına izin verilememelidir.

Optimizasyonu: Sağaltım amaçlı tıbbi ışınlamalar dışında, radyasyon ışınlaması gerektiren durumlarda, bireysel dozların büyüklüğü, ışınlanacak kişilerin sayısı, olası tüm ışınlamalar için ekonomik ve sosyal etkenler göz önünde bulundurularak olası en düşük dozun alınması sağlanmalıdır.

Doz sınırlaması: Bireylerin normal ışınlamaları, izin verilen tüm ışınlamaların neden olduğu ilgili organ ya da dokudaki eşdeğer doz ile etkin doz değerleri CBÜH Radyasyon Güvenliği Yönergesinin 7.maddesinde belirtilen yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.

Uygulamalar, CBÜH Radyasyon Güvenliği Komitesi tarafından hazırlanan Radyasyon Güvenliği Yönergesi ve Türkiye Atom Enerji Kurumu (TAEK) Tüzük ve Yönetmeliklerine bağlı kalınarak gerçekleştirilir.

CBÜH içinde radyasyonlu alanlarda, radyasyon korunmasında temel güvenlik standartlarını yapılan işin niteliklerine göre uygulayacak, bu alanda eğitim ve deneyimi belgelenmiş (uzmanlık alanına göre diploma, radyasyon güvenliği konusunda kurs katılımları, sürekli hizmet içi eğitim vb.) kişiler çalışmaktadır.

Radyasyon kullanımının onaylanmasından lisans sahibi sorumludur.

3.3. Lisans Sahibi: Radyasyon güvenliği yönetmelik hükümlerine göre verilen lisans belgesinde adı belirtilen ve radyasyon güvenliği yönetmeliğinin uygulanmasında Türkiye Atom Enerji Kurumu'na (TAEK) karşı sorumlu olan kişidir.

Lisans sahibinin sorumlulukları:

Lisans sahibi olan kişi o birimin aynı zamanda sorumlusudur (örneğin Radyodiagnostik Anabilim Dalında -AD- hizmet sunan aygıtlar için Radyodiagnostik AD Başkanı gibi).

Lisans sahibinin sorumlulukları aşağıda sıralanmıştır:

- a. Ulusal yönetmelik gereğince, iyonlaştırıcı radyasyon kullanımını gerektiren ve bağışık sınırlar üzerindeki uygulamalar için TAEK'dan alınması gereken lisans işlemleri, lisans ilk başvurusu, gerekli görülen durumlarda proje onay, lisans, vize gibi işlemler lisans sahibi tarafından gerçekleştirilir, RGK tarafından desteklenir, değerlendirilir ve denetlenir.
- b. Sorumlu bulunduğu aygıtların uygun şekilde çalıştığı, hasta, sağlık personeli ve çevreye zarar vermediğinin sürekli olarak denetlenmesi için uygun düzeni sağlar ve bunun için kişileri görevlendirir. Bu kişiler arasında RGK üyesi Medikal Fizik Uzmanı bulunması zorunludur.
- c. Lisanslı aygıt ya da aygıtlarla çalışan kişilerin TAEK ve RGK tarafından belirlenen çalışan sağlığına yönelik hizmetleri desteklemek ve denetlemektir.
- d. Doğurgan çağıdaki radyasyon görevlilerinin karşı karşıya kaldıkları radyasyon dozunun olabildiğince düşük düzeyde tutulması ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlamalıdır. Gebelik durumu söz konusu olan kişilerin gözetimli alanlarda çalıştırılabilmesi için yazılı rapor istemelidir².
- e. Uygulamalarda kullanılacak ışınlamaların zararlı sonuçları göz önünde bulundurularak net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin vermemelidir.
- f. Herhangi bir radyasyon kazasından sonra uluslararası standartların belirlediği sınırlar üzerinde radyasyonla karşı karşıya kalan radyasyon görevlilerinin sağlık taramalarından sonra eski görevlerini sürdürüp sürdüremeyeceklerinin değerlendirilmesi; eski görevini sürdürmesi sakıncalı görülen radyasyon görevlilerinin radyasyonla karşılaşmayı gerektirmeyecek başka bir görevde çalıştırılmasını sağlaması lisans sahibinin sorumlulukları arasındadır.

3.4. Ölçüm ve İzlem

CBÜH' de radyasyonlu alanlarda yapılan ölçümleri ve izlemi uzman medikal fizikçi yapar. Bölümlerde başteknisyen olarak görevlendirilen kişilerle eşgüdüm ve iş birliği içinde çalışır.

- a- CBÜH'de rutin eğitim, araştırma ve bilimsel çalışmalarda kullanılacak radyoaktif madde kullanım yeri ve şeklinin uygunluğu radyasyon güvenliği açısından denetlenir.
- b- Daha önce ve şu an için zehirli, kimyasal, biyolojik maddeler ya da diğer tehlikeli etmenlerle karşılaşarak çalıştırılan kişilerin radyasyonla karşı karşıya kalmayı gerektirecek görevlerde çalıştırılmamaları sağlanır.
- c- Radyasyonlu alanlarda yapılan işin niteliğine uygun giysi ve donatı (kurşun önlük, gonad koruyucu, kurşun paravan, tiroid koruyucu vb) kullanımını sağlanır ve denetlenir.
- d- İyonlaştırıcı radyasyon kaynakları kullanılan ve bulundurulmuş bölümlerde çalışanların radyasyon ölçümleri için uygun cihazların (TLD, cep, film dozimetri) kullanılması sağlanır ve denetlenir.
- e- Radyasyonlu alanlarda çalışan personelin denetimli alanlarda çalışırken kullanmak zorunda oldukları film ya da kalem dozimetrisinin komite temsilcisi uzman medikal fizikçi tarafından denetimi yapılır, kaydı tutulur ve sonuçlar yılda bir kez komitede değerlendirilir. Radyasyonla karşılaşan ya da öngörülen sınırın üzerinde doz alan personel için komitede durum değerlendirmesi yapılır ve ilgili bölüme önerilerde bulunulur.
- f- Bölümlerdeki tüm aygıtlar için rutin bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetim programları oluşturur ve yürütülmesi sağlanır. Bu konudaki tüm bilgilerin kayıtları tutulur.
- g- CBÜH'de işe alınacak radyasyon görevlilerinin sağlık durumlarının yapacakları işe uygun olup olmadıkları hakkında rapor hazırlanır. Bu kişilerin çalıştıkları süre içinde yılda en az bir kez tıbbi bakıları (hematolojik, dermatolojik,

² Bu rapor Çalışan Sağlığı Birimini tarafından verilir.

radyolojik, oftalmolojik) yapılıdır. Çalışan Sağlığı Birimi (ÇSB) tarafından bu izlemler dosyalanır. ÇSB sağlık izlemlerinin sonuçlarını yılda bir kez RGK'na sunar.

h- Radyasyon çalışanlarında hematolojik değişiklikler aşağıda verilmiş olan izlem protokolüne göre yapılır³.

3.5.Radyasyon Korunmasının Optimizasyonu

CBÜH RGK'nın temel amaçlarından biri de, tedavi amaçlı tıbbi ışınlamalar dışında, uygulamalardaki herhangi bir radyasyon kaynağı ile ilgili olarak, kişisel doz değerleri, ışınlanan kişi sayısı ve ışınlanma olasılıklarını, bütün ekonomik ve sosyal etkenleri göz önünde bulundurarak, olabilen en düşük düzeyde tutulmasını (ALARA) sağlamaktır.

3.6.Doiz Sınırlamaları

Bireylerin normal ışınlamaları, izin verilen tüm ışınlamaların neden olduğu ilgili organ ya da dokudaki eşdeğer doz ile etkin doz değerleri, yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak CBÜH ve TAEK Radyasyon Güvenliği Yönergelerinde tanımlanmıştır. Yönergede belirtilen doz sınırlamalarını, RGK adına, bölümler tarafından görevlendirilmiş uzman medikal fizikçiler izler. Temel sınırlamalar aşağıda sıralanmıştır:

- a. Radyasyon görevlileri için etkin doz, herhangi bir yılda 50 mSv'ı ardışık 5 yılın ortalaması ise 20 mSv'ı geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz 500 mSv, göz merceği için 150 mSv'dır.
- b. Toplum üyesi kişiler için etkin doz, herhangi bir yılda 5 mSv'ı ardışık 5 yılın ortalaması ise 1 mSv'ı geçemez. El, ayak veya deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 50 mSv, göz merceği için 15 mSv'dır.
- c. Yaşı 18'den küçük olanlar radyasyon uygulaması işinde çalıştırılmaz. Eğitim amaçlı olmak koşuluyla, eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren 16-18 yaş arası stajyerler ve öğrenciler için etkin doz herhangi bir yılda 6 mSv'ı geçemez. Ancak el, ayak, deri için yıllık eşdeğer doz sınırı 150 mSv, göz merceği için 50 mSv'dır.
- d. Fötüsü korumak amacıyla gebe radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için hamilelik boyunca eşdeğer doz sınırı 1mSv'dır. Gebe olanlar denetimli alanlarda çalıştırılmaz.

3.7.Uygulamaların Gerekliği

CBÜH'de radyasyon içeren hiçbir uygulama, gerekliliği doktor tarafından belirtilmediği sürece yapılamaz.

3.8.Radyoaktif kaynakların depolaması, taşınması ve kayıtları

Radyoaktif kaynakların depolanması, taşınması ve kayıtları ile kurallar RGK'nın sorumluluğundadır. RGK adına bölümlerde çalışan medikal fizikçiler aşağıda sıralanan yükümlülükleri yerine getirmek durumundadırlar:

- a. Radyasyon kaynaklarının sızıntı testleri, depolanması ve izlemi.
- b. Radyoaktif atıkların CBÜH'de güvenli olarak toplanması ve depolanması ve uzaklaştırılması.
- c. Radyoaktif atıklara ilişkin kayıtların tutulması.
- d. Radyasyon kaynaklarına ilişkin kayıtların ve lisans belgesi üzerinde bulunan radyasyon kaynakları kayıtlarının düzenli tutulması.

Topluma, çalışanlara ve çevreye zarar vermeyecek nicelik ve özellikle olduğu var sayılan radyoaktif atıklar, hastane kapsamındaki özel korumalı, uzun süreli atık bekletme bölümünde tutulur. Atık torbaları kırmızı renkte ve dayanıklıdır, üzerinde uluslararası klinik atıklar simgesi bulunur. Atıkların tesis içerisinde taşınması, atık bekletme bölümüne aktarılması ve diğer tıbbi atıklara uygulanan işlevler çerçevesinde belediye denetimi altındaki çöp

³ İzlem protokolü ÇSB tarafından belirlenir ve RGK protokol hakkında bilgilendirilir.

alanlarına gönderilme aşamaları RGK'nın önereceği ve başhekimliğin görevlendireceği sorumlu kişinin denetiminde gerçekleştirilir.

e. Yeni radyasyon kaynakları ve aygıtların seçimi ile radyasyon alanlarının planlanmasında radyasyon güvenliği ilkelerinin uygulanması.

f. Radyasyon kaynaklarının kaybı, çalınması ya da hasar görmesi durumunda gerekli önlemler alınarak, en hızlı iletişim aracı ile TAEK'na bildirilmesinin sağlanması.

g. CBÜH içinde radyoizotopların kullanılması, içeri sokulması, alımı, dışarı çıkartılması ve taşıma süreçlerinin TAEK'in düzenlemelerine uygun gerçekleştirilmesi.

3.9. Bakım-onarım, Kalibrasyon ve Nitelik Denetimi

CBÜH' de bakım-onarım, kalibrasyon ve nitelik denetimi RGK tarafından görevlendirilmiş kişiler tarafından yapılır. Bu konuda RGK'nın sorumlulukları aşağıda sıralanmıştır.

a. CBÜH'de bulunan radyasyon kaynaklarının bakım, onarım, montaj, de montaj, kaynak değişim işlemlerinin TAEK'dan lisans izni almış kişi ve kuruluşlar tarafından yapılmasını sağlar ve denetler.

b. Radyasyonla çalışan birimlerde çalışan aygıtların, nitelik denetimi ve nitelik güvenilirlik programlarının oluşturulması sağlar ve cihazların kalite güvenilirliği programları denetlenir.

CBÜH' de bakım-onarım kayıtları için bir **sistem(dizge)** kurulmuştur. Bakım-onarım ile ilgili tüm resmi kayıtlar CBÜH HIS (Hospital Information System) kayıtlarında, tıbbi gereç ve bakım-onarım modüllerinde **dijital(sayısal)** olarak bulundurulur. Bakım-onarım anlaşmaları TAEK tarafından lisanslanmış kurumlarla yapılır. Bu konudaki kararlar Başhekimlik tarafından verilir.

c. Cihazların nitelik güvenilirlik programlarının uygulanması sürecinde, servis-bakım aralıkları denetlenir.

4. RGK ve EĞİTİM

Öncelikle, CBÜH radyasyon görevlileri olmak üzere tüm hastane çalışanlarının aşağıdaki tasarıma göre eğitimi planlanır:

- ✓ İşe başlamadan önce
- ✓ Koşullarda, yönetmelikte veya lisans koşullarında değişiklik olduğunda
- ✓ Hizmet içi eğitim kapsamında gerçekleştirilecek bilgi yenileme eğitimlerinin biçimi ve sıklığını RGK belirler.

"Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri Radyasyon Güvenliği El Kitabı" Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri'nin tüm birimlerinde çalışanların kolayca ulaşacağı yerlere Hastane Başhekimliği'nce dağıtılarak, okunması sağlanacaktır.

4.1. Eğitim Konu Başlıkları⁴:

- 1-Radyasyon nedir?
- 2-Radyasyonun biyolojik etkileri
- 3-Radyasyon etki mekanizmaları
- 4-Radyasyona bağlı oluşan karsinogenez
- 5-Radyasyonun kalıtsal etkileri
- 6- Radyasyonun embryo ve fötüs üzerine etkileri
- 7- Radyasyona bağlı kataraktogenez
- 8-Tanısal-girişimsel radyoloji, kardiyoloji ve nükleer tıpta dozlar ve riskler

⁴ RGK eğitim konu başlıkları ve içeriğinde gerekli görüldüğü değişiklikleri yapar.

9- Radyasyondan korunma

10-Radyasyon ölçüm yöntemleri

4.2.Eğitim Programını Yürütecekler: Eğitimi yürütecek kişiler RGK tarafından belirlenir ve Başhekimlik onayına sunulur.

4.3.Eğitimin Hedef Kitlesi:

1. Mezuniyet sonrası sürekli eğitim programı çerçevesinde, denetimli ve gözetimli alanlarda çalışan kişiler
2. Hastanemiz kapsamındaki sağlık çalışanlarından gönüllü olarak eğitime katılmak isteyenler

5. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ HASTANESİNDE RADYASYONLA ÇALIŞAN BİRİMLERDE RADYASYON GÜVENLİĞİ

5.1. Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda Radyasyon Güvenliği

CBÜTF Radyodiagnostik Anabilim tıp eğitimi yanında, radyoloji uzmanı, eğitim vermektedir. Anabilim Dalı, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Radyoloji Teknikerliği Programının eğitim programına destek vererek ön lisans düzeyinde eğitim hizmeti de sunmaktadır. Radyoloji departmanının sağlık hizmetine yönelik **donanımı 6 röntgen aygıtı, 4 tane bilgisayarlı tomografi (BT), 2 adet manyetik rezonans görüntüleme (MRG), 2 C-kollu sistem, 2 floroskopi sistemi, 1 adet U kollu sistem, 2 kemik dansitometre cihazı (DEXA), 1 mamografi ve 14 adet ultrasonografi cihazı, 2 adet taşınabilir röntgen aygıtından oluşmaktadır.** Sistem ve gereçler, uluslararası kurallara uygun olarak Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile hizmet vermektedir

5.1.1. Uygulama İlkeleri

5.1.1.1. Hastanın radyasyon güvenliği:

1. Tanı ve sağaltım amacıyla radyasyon uygulamalarının amacına ulaşmada, öncelikli olmak üzere hastanın radyasyon güvenliğinin sağlanması gerekmektedir.

- Doktorun yazılı kararı olmayan hiçbir ışınlama yapılamaz. Bir hasta, doktorun verdiği **gerekçeli yazılı belge ile randevu almak üzere** Radyoloji Anabilim Dalına başvurur. Randevusunu aldıktan sonra hastaya, kendisine yapılacak uygulama hakkında bir bilgilendirme formu verilir. Böylelikle incelemeye başlamadan önce hastanın yapılacak inceleme ve ön hazırlık olarak neler yapılması gerektiği konusunda bilgi sahibi olması sağlanır.

- Radyolojik uygulamalarda temel erek, ALARA ilkesi ve temel güvenlik standartları (gereklilik, doz sınırlamaları ve optimizasyon) da göz önüne alınarak en az dozda en yüksek nitelikte görüntü elde edilmesidir. Bu nedenle de hastanın alacağı veya alması gereken doz niceliğinin saptanması ve tıbbi ışınlama süresince hastanın radyasyon güvenliğini sağlamak üzere çalışma ortamında bir optimizasyon gerçekleştirilmelidir.

- Radyoloji bölümünde kullanılan sistemlerde hastalar programlı bir şekilde incelemeye alınırlar; her inceleme odasında iki soyunma bölmesi bulunur, hazırlanan hastalar sırayla çağırılırlar ve uygulamalar gerçekleştirilir. Hastaların programlı bir şekilde incelemeye alınması radyasyon güvenliği açısından çok önemlidir.

İncelemeye alınan hastaya gonad koruması ve iyi kolimasyonla görüntüleme gerçekleştirilir. Hastaya eşlik eden hasta yakını varsa, kurşun önlük verilerek korunması sağlanır.

- **Sistem (dizge)** içinde yer alan tüm görevli personel, tanı ve sağaltımın gerektirdiği radyasyon güvenliği konusunda eğitilmiş olmalıdır.

2. Radyolojik incelemelere aşağıdaki koşullarda izin verilir:

- Alternatif tekniklerle karşılaştırıldığında, radyasyonla yapılacak tanı ve sağaltımın yararları göz önünde tutularak, radyasyonun zararlarına karşın tıbbi işınlamalar uygulanır.

- Uğraşsal, yasal ya da sigorta amaçlı tıbbi işınlamalar, sağlıkla ilgili belirgin bir beklenti olmadıkça ve uygulama tipi hakkında profesyonel kişi veya kuruluşların gürüşleri alınmadan yapılamaz.

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

- Tıbbi tanı ve sağaltım altındaki hastalara, hasta yakınlarına ya da araştırma amaçlı sağlık gönüllülerinin alacakları etkin doz değereri, tanı ve sağaltım süresince 5mSv değererini aşamaz.

5.1.1.2. Çalışanın radyasyon güvenliği:

- Radyasyonla çalışan kişiler işe ilk başladığında, “Radyasyon Çalışanı Değerlendirme Formu” ve “Radyasyon Çalışanı Sağlık İzlem Formu” (Ek-1) bir kereye özđu olarak doldurulur. Sağlık izlemleri ÇSB tarafından gerçekteştirilir, saklanır, sonuçlar yıllık olarak RGK’ya sunulur.

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

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

- Radyasyon kaynaklarının kullanıldığı alanlarda radyasyon düzeyleri düzenli olarak (6 ayda bir) izlenerek kayıtları tutulur.

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

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

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

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

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

- Celal Bayar Üniversitesi Radyasyon Güvenliği Yönergesi gereğince:

a.Hamileliği belirlenmiş olan çalışanlar ancak ilgili yönetmeliklerde izin verilen koşullarda ve gözetimli alanlarda çalıştırılabilirler.

b.Emzirme döneminde bulunan çalışanlar radyoaktif madde veya ortamda bulunan serbest radikallerin solunum veya sindirim sistemine geçebileceği alanlarda çalıştırılmaz.

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği’nin 12. maddesine göre:

Hamile radyasyon görevlileri için (29 Eylül 2004 tarih ve 25598 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde değerşiklik yapılmasına dair yönetmelik ile değerştirilmiştir),

hamileliği belirlenmiş kadın çalışan, alışma Őartlarının yeniden düzenlenebilmesi amacıyla yönetimi bilgilendirir. Hamileliğin bildirilmesi kadın çalışanın çalışmasına engel teŐkil etmez, gerekiyorsa çalışma koşulları yeniden düzenlenir. Bu nedenle, doğacak çocuğun alacağı dozun olabildiğince düşük düzeyde tutulması sağlanır ve toplum için belirlenen doz sınırlarına uyulur. Emzirme dönemindeki kadın çalışanlar, radyoaktif bulaş riski taşıyan işlerde çalıştırılmaz.

Hamilelik ve Tıbbi IŞınlama

Dünyada her yıl binlerce kadın iyonize radyasyonla karşılaşmaktadır. Bu karşılaşma, yeterli bilgi sahibi olunmadığında gereksiz yere büyük anksiyetelere ve gereksiz gebelik sonlandırmalarına neden olmaktadır. Oysa bu uygulamalar, birçok hastada, tıbbi bakımdan yerinde olup, fötüs için radyasyon riski en düşük düzeydedir.

Ftal radyasyon riski, gebeliğin evresi ve emilen doz ile iliŐkilidir. Radyasyon riski organogenezis ve erken ftal evrede en yüksekken, 2 ve 3. Üç aylarda giderek azalır.

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

Ftal doz 100 mGy'lik düzeye 3 pelvik CT ya da 20 konvansiyonel direkt grafi (X-iŐını) iŐleminde dahi eriŐmez. Bu doza, pelviste floroskopi eŐliđinde yapılan girişimsel iŐlemlerle ya da radyoterapi ile eriŐilir.

Tablo 1. Radyasyonla karŐılaŐmamıŐ hamilelerdeki potansiyel riskler

Kendiliğinden düşük	>%15
Genetik bozukluk	%4-10
İntrauterin geliŐme geriliği	%4
Majör malformasyon	%2-4

*(Kaynak: ICRP Publication 84: Pregnancy and Medical Radiation, 2000, Vol:30/1
ISBN: 0080439012/9780080439013-Elseiver Published)*

Hamilelik ncesi IŞınlama

Hamilelik ncesi, gonadları iŐınlanmıŐ ebeveynlerin doğacak çocuklarında kanser ya da malformasyon oluşma riskinde artış gösterilememiŐtir. Bu bilgi, atom bombası kurbanları ile radyoterapi hastalarından elde edilmiŐtir.

Gebelik potansiyeli olan hastaların değerlendirilmesi

Doğurganlık ağındaki tüm kadınların gebelik sorguları mutlaka yapılmalı ve tersi kanıtlanana dek adet günü gecikmiş tüm kadınların gebe oldukları var sayılmalıdır.

Hasta bekleme alanlarına ve tüm radyoaktif ortam giriŐlerine gebeleri uyarıcı imler/yazılar yerleştirilmelidir.

Rutin radyolojik uygulamalarda karşılaşılan ftal dozlar

Tablo 2. Konvansiyonel röntgen (X iŐını) uygulamalarında karşılaşılan yaklaşık ftal dozlar

Uygulama	Ortalama Doz (mGy)	Maksimum Doz (mGy)
Abdomen	1.4	4.2
Toraks	<0.01	<0.01
IVP, Lomber vertebralar	1.7	10
Pelvis	1.1	4
Kranium / Torakal vertebralar	<0.01	<0.01

(Kaynak: ICRP Publication 84: Pregnancy and Medical Radiation, 2000, Vol:30/1

ISBN: 0080439012/9780080439013-Elseiver Published)

Tablo 3. Floroskopi ve CT uygulamalarında karşılaşılan yaklaşık fetal dozlar

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

(Kaynak: ICRP Publication 84: Pregnancy and Medical Radiation, 2000, Vol:30/1

Gebeliğin Sonlandırılması

Fetal dozun 100 mGy'den düşük olduğu durumlarda radyasyon riskine dayanılarak gebeliğin sonlandırılması uygun değildir. 500 mGy'den yüksek dozlarda ciddi fetal hasar riski bulunmaktadır. 100-500 mGy arası fetal dozlarda ise olguya göre değerlendirme yapılmalıdır.

5.1.2. Çevrenin radyasyon güvenliği:

- Bu aygıtların bulunduğu denetimli alanların doz ölçümleri bölümün uzman medikal fizikçisi tarafından yapılır ve kayıtları düzenli olarak tutulur.

5.1.3. Aygıtların güvenliği:

- Radyolojik görüntülemelerde kullanılacak aygıtların buldukları ortam ve ortamın güvenliği TAEK'in belirlediği yönetmeliklere uygun olarak hazırlanmıştır. Radyoloji bölümünde radyasyonla çalışan tüm aygıtlar TAEK tarafından lisanslanmıştır. Bunun yanı sıra sistemlere ait lisans belgeleri ve vize zamanı gelen sistemlerin kayıtları tutulmaktadır.

- Radyoloji Anabilim Dalı'ndaki aygıtların uygulanacak nitelik programları aşağıdaki kurallar ile gerçekleştirilir:

a. Aygıtların nitelik denetim programları, anabilim dalının kendi nitelik denetim ekibi ve/veya TAEK'nun yetkilendirdiği kuruluşlar tarafından yapılır.

b. Yetkili kuruluşlar radyasyon kaynaklarının, tanı ve sağaltıma etki eden fiziksel ölçütleri ilk kurulduklarında ve daha sonrasında da düzenli aralıklarla ölçerler.

c. Ölçülen ölçütlerin doğruluğunun değerlendirilmesi ve ulusal ve uluslararası yönetmelilere uygunluğu doğrulanır.

d. Radyasyon ölçüm aygıtlarının kalibrasyonları ve dozimetrik verilerin uygunluğu doğrulanır.

e. Elde edilen sonuçlardan, aygıt nitelik denetiminin (bakım-onarım, sızıntı testi, tüp değişimi ile ilgili işlemlerin tarihi, yapılan işlemin içeriğinin kayıtları) kayıtları tutulur.

- Bakım-onarım ile ilgili tüm resmi kayıtlar CBÜH HIS içinde tıbbi malzeme ve bakım-onarım modüllerinde sayısal olarak girilir. Anabilim Dalında bulunan aygıtların bakım-onarım sözleşmeleri TAEK tarafından lisanslanmış kurumlarla yapılır. Bakım-onarım sözleşmelerinin hangi kurumlarla yapılacağına, başhekimlikçe oluşturulan komisyon tarafından karar verilir.

- Bakım-onarıma yönelik yedek parça işlemleri, düzenli servis sonuçlarına ait bildirimler ve ilişkili diğer işlemler kayıt altına alınır.

5.1.4. Tehlike durum planı

a. Potansiyel kaza durumları

1. Durum (Aygıtın kullanımından kaynaklanan kazalar)

- Hastaya yapılan inceleme sonucunda yüksek doz alındığının saptanması.
- Bu sırada incelemeye eşlik eden (doktor, hemşire, teknisyen/tekniker vb) kişilerin aldığı dozların yüksek olması durumunun saptanması.

2. Durum (Aygıtı bağlı bozukluklar)

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

3. Durum (Dış etkenler)

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

b. Kaza durumu nedenleri ve izlenecek yöntemler

1. Durum

Kaza nedenleri

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

İzlenecek yöntemler

Radyasyonla çalışan kişilerin yüksek dozda radyasyonla karşılaşması durumunda:

- a- Fazla dozla karşılaşan hasta ve çalışanlar saptanarak radyasyon güvenliği sorumlusuna bilgi verilir.
- b- Radyasyon güvenliği sorumlusu, çalışanların film dozimetrisinin Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne (ÇANEM) ivedilikle gönderilmesini sağlar.
- c- Radyasyonla karşılaşmış kişilerin gerekli laboratuvar incelemeleri yapılır.
- d- İnceleme sonuçları CBÜH Radyasyon Güvenliği Yönergesinde belirtilen sınırları (herhangi bir yılda alması beklenen 50 mSv'ı, ardışık 5 yılın ortalaması ise 20 mSv'ı geçmemeli) aşmamalıdır. Ortamda bu doğrultuda gerekli önlemler alınır.
- e- Radyasyon güvenliği sorumlusu, ÇANEM'den gelen sonuçların sınırları aşması durumunda çalışan kişilerin radyasyon riski olmayan alanlarda (gözetimli alanlarda) görevlendirilmesi için gerekeni yapar. Bu bilgi, ÇSB'ne aktarılır.
- f- Çalışan kişinin aldığı doz niceliğinin sınırların üst eşiklerde ve laboratuvar incelemeleri de kaygı verici değerlerde olduğu saptandığında, kaza ya da kıl payı atlatılan kaza durumlarında lisans sahibine ve ÇSB'ne bilgi verilir.
- g- Radyasyonlu alanda çalışan kişinin ne kadar süreyle radyasyonlu alan dışında çalışacağına radyasyon güvenliği sorumlusu ve lisans sahibi kararlaştırır.

Yapılan tetkik sonucunda hastanın yüksek dozla karşılaşması durumunda:

- a- Yapılan incelemenin teknik ölçütleri istenerek, hastanın aldığı doz, bölüm fizikçisi tarafından hesaplanır. Hastadaki doku hasarı değerlendirilir.
- b- Belirlenen değerlere göre hastanın doktoruna bir bildirim hazırlanır; bu bildirimde hastanın ne kadar doz aldığı belirtilir ve önerilerde bulunulur. Bildirim, radyasyon güvenliği sorumlusu ve lisans sahibi tarafından imzalanarak ve başhekimliğe iletilir.
- c- Hasta uygun izlem programına alınır.
- d- Fazla doz alımına neden olan sürecin yinelenmemesi için gerekli önlemler alınır.

2. Durum

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

- a- Anabilim Dalı fizikçisi ya da başteknisyen bilgilendirilir verilir.
- b- Aygıtın teknik ölçütleri kontrol edilerek sistemin doğru çalışıp çalışmadığı denetlenir.
- c- Sistem doğru ölçüt değerleriyle çalışmıyorsa teknik servis çağırılmalıdır.
- d- Servis elemanı sistemin kVp, mA, mAs ve doz ölçümü (Röntgen) ve benzeri sonuçları değerlendirir, sorumlu kişiye (lisans sahibi) bildirilir.
- e- Raporda belirtilen “**yapılacak işlemler**” uygunsa onaylanır, sistemin kalibrasyonu ve değerleri düzenlenir.
- f- Anabilim Dalı'nda oluşturulan nitelik denetimi programı doğrultusunda tüm sistemler önceden belirlenmiş aralıklarla kalibre edilir ve değerlendirilir.

3. Durum

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

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

c. Tehlike durumlarında kaza bildirim ve kayıtlar

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

- a- Kayıtlardan sorumlu kişiler ve kayıt sisteminin nasıl yürütüleceği belirlenmelidir.
- b- Kayıt, kazanın oluş nedeni ile ilgili açıklayıcı ve ayrıntılı bilgi içermelidir.
- c- Doz ile ilgili kayıtlar aşağıdaki alanları kapsamalıdır:
 - İncelemeye katılan çalışanların almış olduğu doz kayıtları
 - Hasta radyasyon düzeylerine ilişkin doz kayıtları
 - Çevre radyasyon doz kayıtları
- d- Kazanın olduğu:
 - Gün, saat ve yer
- e- Kazaya uğrayan hastaya ilişkin kayıtlar:

- Uğranılan dozun değerini,
- Uğranılan dozun hangi yöntemle saptandığını,
- Hastanın dosya numarası, adres, telefon numarası gibi kişisel bilgilerini,
- Hastanın, kaza sonrası iyileşme sürecine ilişkin bilgileri içermelidir.

g- Hastanın yanlış uygulamalardan dolayı fazla doza uğraması durumunda kayıtlar:

- Yapılan uygulama ile ilgili hata ve yanlışlara,
- Uygulama yapılan bölgede beklenen hasara,
- Yapılması gereken girişimin özelliklerine,
- Hastanın tedavi sürecine ilişkin bilgiler içermelidir.

c. Tehlike durumunda ve olağan dışı durumda görevlendirilecek personel Radyodiagnostik Anabilim Dalı Yönetimi

Hastane Yönetimi

BAŞHEKİM :Prof. Dr. Seyhun Kürşat
Radyasyon Güvenliği Kurulu Başkanı :Prof. Dr. İhsan Őebnem ÖRGÜÇ

TAEK YÖNETİMİ

TAEK ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI :	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

5.2. MCBÜ Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda Radyasyon Güvenliği

Celal Bayar Üniversitesi Hastanesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı mezuniyet öncesi ve mezuniyet sonrası eğitiminin yanı sıra hastalara yönelik tanı ve sağaltım hizmeti sunmaktadır. Nükleer tıp laboratuvarına teknesyum jeneratörü haftalık olarak, bunun dışında kullanılan Ga-67, I-131, In-111, Tl-201 gibi radyoaktif maddeler hasta yoğunluğuna göre ışmarlandıkça getirilmektedir. Nükleer Tıp Anabilim Dalı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) lisansı ile uluslararası kurallara uygun olarak hizmet vermektedir. Anabilim Dalı'nda 1 adet spect gama kamera, gama sayaç, uptake aygıtı, gama probe, doz kalibratörü, C-14 üre testi aygıtı, kemik dansitometrisi bulunmaktadır.

5.2.1. Radyoaktif madde ve aygıtların kayıtlarının tutulması

- CBÜH Nükleer Tıp Anabilim Dalı Laboratuvarı TAEK tarafından lisanslanmıştır.
- Bakım-onarım sözleşmelerinin hangi kurumlara yapılacağına Başhekimlik tarafından oluşturulan kurul karar verir. Bakım-onarıma yönelik tüm yedek parça gerekliliği ve düzenli servis sonuçlarına ait bildirimlerin kayıtları düzenli olarak tutulmaktadır.
- Radyoaktif maddeler TAEK tarafından lisanslanmış sağlayıcılardan satın alınmaktadır.
- Anabilim Dalına girişinden, çıkışına kadar radyoaktif maddelerle ilgili tüm kayıtların tutulması ilkedir.
- Aygıt nitelik denetimleri Anabilim Dalı tarafından yapılır ve kayıtları tutulur.
- Radyoaktif atıkların kayıtları tutulur.

5.2.2. Radyasyon güvenliği kayıtları

- Denetimli ve gözetimli alanlarda çalışanlarının dozimetre sonuç (rutin 2 aylık ölçüm) kayıtları tutulur.
- Anabilim dalının tüm alanlarında günlük “**radyasyon alan ölçümleri**” yapılır ve kayıtları tutulur.
- Yapılan işin niteliğine uygun, koruyucu giysilerin nitelik denetimleri yıllık olarak yapılır ve kayıtları tutulur.

5.2.3. Radyasyon çalışanlarının kayıtları

- Radyasyonla çalışan kişiler ilk işe başladığında, “**Radyasyon Çalışanı Değerlendirme Belgesi**” ve “**Radyasyon Çalışanı Sağlık İzlem Belgesi**” (Ek-1) bir kezliğine doldurulur. Sağlık izlem belgesi yapılan inceleme sonuçlarına göre doldurulur ve bu bilgiler dosyalanır. Radyasyon çalışanının sağlık izlemleri, yılda bir kez RGK tarafından oluşturulan protokoller doğrultusunda gerçekleştirilir ve kayıtları saklanır.

5.2.4. Genel güvenlik önlemleri

- Nükleer Tıp Anabilim Dalına başvuran bir hastaya gün verilirken kendisine yapılacak uygulama ve inceleme sonrasında uyması gereken kurallarla ilgili yazılı bilgi verilir.
- Radyoaktif enjektörlerin taşınmasında kurşun kutular, enjeksiyon sırasında kurşun enjektörler kullanılır. Bunun yanı sıra, denetimli alanlarda çalışan kişilerin kullanabilmesi için aygıtların bulunduğu odalarda gonad koruyucular bulundurulmaktadır.
- Radyoaktif bulaş temizliğinde radiowash kullanılır.
- Atıklar uygun koşullarda, Anabilim Dalı dışındaki bir alanda saklanmaktadır.
- Kişisel doz ölçümleri (dozimetri sonuçları) yüksek olan çalışanların çalışma ortamı ve koşullarına ilişkin değişiklikler yapılır. Radyasyon güvenliği uzmanı (RGK'nın üyesidir) hasta ve/veya çalışanların yüksek dozla karşılaşmaları durumunda RGK'ya bildirim hazırlar ve gereken önlemlerin alınmasını sağlar.
- Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda tanı ve sağaltım amaçlı uygulamalarda emzirme, hasta taburcu edilme koşulları, sağaltım sonrası gebelik ve atıklarla ilgili uygulamalar aşağıda ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

a. Nükleer tıp ve emzirme

Nükleer tıp uygulamalarında kullanılan birçok radyonüklid, anne sütünden salgılanır. Bu nedenle, inceleme sonrası emziren kadınların aşağıda belirtilen sürelerle bebeklerini emzirmeyi durdurmaları ya da tümüyle kesmeleri önerilir:

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

b. Hasta taburcu işlemleri

Genel olarak, tanı amaçlı nükleer tıp uygulamalarında, hasta taburcu işlemleri sonrası topluma yönelik özel önlemlerin alınması gerekmemektedir. Bununla birlikte, sağaltım amaçlı doz uygulamaları sonrasında, radyasyon güvenliği açısından aile üyeleri ya da topluma yönelik bir takım sınırlandırmalar gerekebilir. Anabilim Dalı'nda yalıtımlı, yataklı servis hizmeti verilmediği için yalnızca ayaktan sağaltım protokolleri (I-131, vb.) uygulanmaktadır.

Tablo 4. I-131 sağaltımı sonrası uyulması önerilen sınırlandırmalar

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

Radyonüklid sağaltımı sonrası gebelik düşünen kadınların vücudundaki kalıntı radyoaktivitenin 1 mGy'lik potansiyel fetal dozu geçmemesi önerilir.

Tablo 5. Çeşitli ajanlara göre radyonüklid sağaltım sonrası gebelik için beklenmesi gereken süreler (1 mCi = 37 MBq)

Radyonüklid	Sağaltım	Doz (MBq)	Beklenecek süre
131-I	Hipertiroidi	800	4 ay
131-I	Tiroid kanseri	6000	4 ay
I-131 MIBG	Feokromositoma	7500	3 ay
P-32 Fosfat	Polisitemi vb.	200	3 ay
Sr-89 Klorür	Kemik metastaz	150	24 ay
Y-90 Kolloid	Artrit eklem	400	0
Y-90 Kolloid	Malignite	4000	1 ay
Er-169 Kolloid	Artrit eklem	400	0

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

Radyoizotop ve radyoaktif atıkların bekletilmesi ve yalıtımı için Başhekimlik tarafından Nükleer Tıp Anabilim Dalı'na özel, kilitli, "radyoaktif atık deposu" ayrılmıştır.

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

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

- Katı radyoaktif atıkların biriktirilme ve bekletilmelerinde uyulması gerekli kurallar:

Günlük çalışmalar için kullanılacak olan katı radyoaktif atık biriktirme kabının kapağı ayak pedalı ile açılır olmalıdır. Kullanılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyon tipine ve enerjisine göre atık biriktirme kabının iç kısımları, kapağı ve tabanı uygun malzeme ile zırhlanmalıdır. Kabın dış kısmında uluslararası, standart radyasyon uyarı işareti bulunmalıdır. Kabın büyüklüğü ve geometrik şekli oluşan radyoaktif atığın niceliğine göre ayarlanmalıdır.

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

- b) Radyoaktif katı atık biriktirme kabının bulunduğu ortamda, radyoaktif olmayan katı atıklar için ayrı bir biriktirme kabı bulundurulur. Radyoaktif olmayan atıklar hiç bir şekilde radyoaktif atık kutularına atılmazlar. Kuşku atıklar radyoaktif atık kabul edilir.
- c) Biriktirme kabı dolduğunda plastik torbanın ağzı sıkı şekilde bağlanarak etiketlenir.
- d) Radyoaktif atık içerisine tehlikeli kimyasal maddeler ya da başka toksik maddeler bulaştırılmaz. Kaçınılmaz olarak oluşan bulaşmalar etiketler üzerinde belirtilir.
- e) Torbalar, uzun süreli atık bekletme yerlerine nakledilerek taşıdıkları etiketlere göre bekletilir. Uzun süreli atık bekletme yerleri bina içerisinde bodrum katında yer alan, insanlar tarafından fazla kullanılmayan bir oda şeklinde olabileceği gibi yapı dışında girişi denetimli ayrı oda şeklinde de yapılabilir. Buharlaşılabilecek atıklar için havalandırma düzeneği eklenir.
- f) Katı radyoaktif atıklar uzun süreli atık bekletme yerlerinde plastik depoların yüzeylerindeki radyasyon doz şiddeti 5 microSv/saat değerine düşüncüye kadar bekletilir.
- Bu koşullar sağlandıktan sonra atıkların yok edilme yöntemi hakkında bilgi almak üzere TAEK'a başvurulur.

- Sıvı radyoaktif atıkların biriktirilmesi ve bekletilmelerinde uyulması gerekli koşullar

Sıvı radyoaktif atıklar, aşağıda belirtilen koşullar sağlandıktan sonra, belirtilen aktivite sınırlarına göre kanalizasyon sistemine gönderilebilir:

- Sıvı radyoaktif atıklar, ünite içerisinde belirlenecek ve altında (T) dirsek olmayan bir lavabodan kanalizasyona bırakılır. Bu lavabo standart uluslararası, radyoaktif madde simgesi ile işaretlenir. Bu lavaboda radyoaktif olmayan çalışmalar yürütülmez.
- Kanalizasyona bırakılacak bütün radyoaktif sıvılar su içerisinde çözülebilir ve dağılıbilir özellikte olmalıdır. Radyoaktif sıvı, çözünmeyen katı parçacık veya tortu bulunduruyorsa, kanalizasyona bırakmadan önce filtre edilir. Filtre malzemesi katı atık olarak işlemden geçirilir.
- Asidik çözeltiler kanalizasyona bırakılmadan önce nötralize edilirler.
- Kanalizasyona bırakılan sıvı, zehirli maddeleri veya diğer kimyasalları bulunduruyorsa kanalizasyona bırakılmadan önce yerel belediyeden izin alınır.

Kanalizasyona bırakma sınırları

- a. Yalnızca, H-3 (trityum) ve/veya C-14 (karbon-14) içeren sintilasyon çözeltileri, radyoaktivite konsantrasyonları 100 Bq/ml değerini aşmıyorsa kanalizasyon sistemine bırakılabilir.
- b. "a." maddesinde belirtilen sınırların dışında kalan sıvı atıklar için radyoaktivite değerleri aşağıda verilmiştir:
 - i. Kanalizasyon sistemine her bir bırakmadaki radyoaktivite niceliği 1 ALI_{min} değerinden fazla olamaz.
 - ii. Her bir laboratuvar ya da benzeri birimden her ay kanalizasyona gönderilecek olan toplam aktivite 10 ALI_{min} değerini geçemez.
 - iii. Bu değerler hiçbir zaman ayda 100 MBq değerinden fazla olamaz.
 - iv. Bu değerlerdeki radyoaktif sıvılar, kanalizasyona bırakılmaları sırasında en az 10 katı su ile seyreltilir.
 - v. En çok kullanılan radyonüklidlerin ALI_{min} değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Radyonüklidlerin ALI_{min} değerleri TAEK'ten sağlanabilir.)

Tablo 6. Sıklıkla Kullanılan Radyonüklidlerin ALI_{min} Değerleri*

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

d: dakika, s: saat, g: gün

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

(Kaynak: <http://www.taek.gov.tr/mevzuat/yonetmelikler/radguv/radyasyonguv.html-20.01.2008>)

5.2.5. Cihazların Kullanımına İlişkin Kurallar

a- Anabilim Dalında bulunan görüntüleme sistemleri, Sağlık Meslek Yüksek Okulu Radyoloji ya da Radyoterapi Programlarını bitirmiş teknikerler tarafından kullanılmaktadır.

b- Aygıtların nitelik denetimleri ve tüm bölümün radyasyon güvenliğinden bölümdeki uzman medikal fizikçi sorumludur.

5.2.6. Güvenlik Önlemleri (Tehlikeli Durum Planı)

1. Tehlike ve İvedi Durum

Anabilim Dalında gerçekleştirilen uygulamalar sırasında ortaya çıkabilecek tehlikeli durumlar aşağıda sıralanmıştır:

- Yangın, deprem, patlama ve benzeri ivedi durumlar
- Siparişi verilen radyoaktif maddenin zamanında merkeze ulaşmaması
- Kullanılan radyoaktif maddenin çalışma alanı dışında bulaşmaya sebep olacak şekilde dökülüp, saçılması
- Kullanılan radyoaktif maddenin çalışanların vücuduna bulaşması
- Radyoaktif maddenin çalınması ya da kaybolması
- Hastalara yanlış radyofarmasötik ya da yanlış doz uygulanması
- Radyoiyot sağaltımı görmüş hastalara ivedi girişim gerekmesi ya da ölmesi

Nükleer Tıp Anabilim Dalı uygulamalarında karşılaşılabilecek tehlikeli durumlar ve girişim şeması

Saatler	Girişim
Mesai saatleri	Bölüm Radyasyon güvenliği sorumlusu aranır
	AD Başkanına haber verilir
	Başhekimlik aranır (durum bildirim verilir ve destek istenir)
Mesai dışı saatler	Gece yönetimi aranır
	AD radyasyon güvenliği sorumlusuna haber verilir
	Başhekimliğe bilgi verilir

1. Yaşamı Tehdit Eden Kazalar ve Radyoaktif bulaş

Yaşamı tehdit eden radyasyon yaralanması oluşturan kazalarda radyasyon tehlikesine bakılmaksızın hayat kurtarmaya yönelik ivedi girişim yapılması gerekir.

Bulaş, radyoaktif madde içeren sıvı ya da diğer yayılma özelliği olan maddelerin kaza geçiren kişinin üzerine dökülmesi sonucu oluşur. Bu durumda öncelikle gerekli tıbbi girişim yapılır, sonra radyasyon tehlikesi düşünülür. Tedavi yöntemini belirlemek için radyoaktif bulaşın olup olmadığını bilmek çok önemlidir.

Alınacak önlemler:

- Kaza geçiren kişinin tıbbi durumu belirlenir ve gerekli ilk yardım yapılarak yaralanan bölge saptanır.
- Anabilim Dalı radyasyon güvenliği sorumlusuna bilgi verilir.
- Anabilim Dalı Başkanına bilgi verilir
- Gerekli girişimin yapılması için Başhekimlik ile bağlantı kurulur. Girişim için acil servise haber verilir.
- Hastanın tıbbi durumu olanak veriyorsa bulaşan (maruz kalan) maddeler uzaklaştırılmalı ve elbiseler çıkarılmalıdır.
- Acil görevlisine bulaşla karşılaşmayacağı bir yol sağlamak için zemine emici bir paspas yerleştirilmeli ve üzeri folyo ile örtülmelidir. Acil odasına kadar, gerekli önlemler konusunda bilgilendirmesi için radyasyon güvenliği sorumlusu eşlik etmelidir.

2. Hafif kazalar ve radyoaktif bulaş

Hafif yaralanma ve radyoaktif bulaşa neden olan kazaların ivediliği daha azdır. Kaza geçiren kişinin tıbbi durumu değerlendirilerek gerekli ilk yardım yapılır.

Alınacak önlemler

- Yaralının durumu değerlendirilerek ilk yardım yapılır.
- Anabilim Dalı radyasyon güvenliği sorumlusuna bilgi verilir. Çalışma saatleri dışında gece yönetimi aranır.
- Plastik eldiven giyilerek bulaş bulunan bölge emici materyal ile silinir ya da su ile yıkanır.
- Radyasyon güvenliği sorumlusu kaza ile ilgili uyulması gereken kuralları belirler.
- Hastanın acile sevki gerekiyorsa radyasyon güvenliği sorumlusu hastaya eşlik eder.
- Radyasyondan korunmanın temel ilkeleri doğrultusunda, bulaş olan giysiler ayrı torbalara konarak radyoaktif katı atık işlemi uygulanmalı, gerekli temizlik bol su ile yapılmalıdır.
- Kaza alanının zırlaması yapılarak bulaşın yayılımı önlenir. Alana görevli olmayanların girişi engellenmeli ve merkezi sistem havalandırma olan alanlarda havalandırma kapatılmalıdır.
- Radyasyon alanı imi ile bulaş alanı belirlenmelidir.

3. Dökülme saçılma ve vücuda bulaş ile olan yaralanmasız kazalar

Alınacak önlemler

Çok tehlikeli durumlar : Yüksek radyasyon düzeylerinin (100 mrem/saat) veya kuru ve uçucu radyoaktif maddelerin havaya bulaştığı durumdur.

- Hemen laboratuvar boşaltılmalı, içeri girişleri önlemek için kapılar kilitlenmeli ve önüne güvenlik engeli yerleştirilmelidir. Çalışma saatleri içinde bölümün radyasyon güvenliği sorumlusuna bilgi verilmelidir.
- Çalışma saatleri dışında gece yönetimine bilgi verilmelidir. Gece yönetimi radyasyon güvenliği sorumlusuna ve başhekimlikten ilgili kişiye ulaşmalı; gerekli uyarılar yapılmalı ve önlemler alınmalıdır.
- Bulaş olan bölgeden ayrılmadan önce ayakkabılar çıkarılmalı veya galoş giyilmeli ve gerekmedikçe hiçbir şey dokunulmamalıdır. Yüksek hava bulaşı olan bölgelerde olay yeri ivedilikle boşaltılmalı, çıkış sırasında nefesin olabildiğince tutulmasına çalışılmalıdır. Merkezi havalandırma sistemi bulunan alanlarda havalandırma kapatılmalıdır.

4. Sipariş Edilen Radyoaktif Maddenin Gelmemesi

Sipariş edilmiş olan radyoaktif madde, belirtilen zamanda ya da kabul edilebilir bir zaman geçmiş olmasına rağmen gelmemişse; önce hastanedeki tüm olasılıklar denetlenir, sonra sağlayıcı firma aranarak siparişin gelmediği bildirilir, böylece sağlayıcı radyoaktif maddenin izini sürerek, nerede olduğunu bulabilir. Bulunamadığı durumda TAEK'a bilgi verilir.

5. Radyoaktif Maddenin Çalınması ya da Kaybolması

Radyoaktif maddenin bulunabilmesi için araştırma başlatılmalı ve TAEK'a bilgi verilmelidir. Aranılan radyoaktif madde bulunduğunda, taşıma kabının hasar görüp görmediği incelenmeli ve yarılanma süresi göz önünde tutularak özgün aktivitenin bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. Kabın zarar görmüş olması ve aktivite niceliğinin azalmış olması durumunda TAEK'a bilgi verilmelidir.

6. Yanlış Radyofarmasötik ya da Yanlış Doz Uygulanması

Yanlış hastaya radyofarmasötik verilmesi, hastaya yanlış dozda radyofarmasötik verilmesi, yanlış radyofarmasötik verilmesi ya da radyofarmasötüğün yanlış yöntemle uygulanması gibi durumlarda hastanın en az zararı görmesi için gerekli girişim yapılmalı ve bu durumların kayıtları tutulmalıdır. Sağlıkta uygulamalarında, gereken dozun %10'undan fazlasının, tanı uygulamalarında ise gereken dozun %50'den fazlasının uygulanması yanlış doz verilmiş olduğunu gösterir.

7. Radyoiyot Tedavisi Görmüş Hastalara Acil Müdahale Gerekliliği ve Ölüm Durumu

I-131 sağaltımı gören hastanın vücudunda yüksek aktivite bulunduğu sırada, ivedi tıbbi girişim gerektiği durumlarda girişimi yapacak olanlar , radyasyondan korunmak ve bulaşı önlemek için alınacak önlemler hakkında bilgilendirilmeli ve kişisel koruyucular (önlük, gonad koruyucu ve benzeri) bulundurulmalı, gerektiğinde kullanılması sağlanmalıdır. İvedi girişim sırasında çalışma alanında çevresel radyasyon ölçümleri alınmalıdır. Hastanın ölümü durumunda vücudundaki aktivite izin verilen sınır düzeye düşünceye dek beklenmeli, toprağa verme işlemleri sonra yapılmalı ve hasta yakınları radyasyondan korunmak için alınacak önlemler hakkında bilgilendirilmelidir. Otopsi yapılması gereken durumlarda vücuttaki aktivite otopsi yapacak olan kişileri etkilemeyecek düzeye düşünceye kadar beklenmelidir.

8. Yangın, Deprem, Patlama Gibi İvedi Durumlar

Kurtarma işlemini yapacak olan teknik işgören, radyoaktif maddelerin bulunduğu alanlar ve ivedi durumlarda radyasyonun neden olabileceği tehlikeler hakkında bilgilendirilir ve uyulması gereken koşullar belirlenir. Hastanemizin Radyasyon Güvenliği Komitesi ile birlikte çalışır.

Radyoaktif maddeler koruyucu kaplarının içinde taşınır. Ancak, ortamda doğal düzeyin üzerinde radyasyon bulunması halinde bile kurtarma ve ilk yardım işlemleri hiçbir şekilde engellenmez.

Tüm ivedi durumlarda eylem biçimi: Sakin olunmalı, toplum korunmalı, bulaş yayılmamalıdır. Survey metre ile ölçülen radyasyon düzeyi normal sınırlara gerileyene dek bulaş olduğu düşünülmelidir.

Dökülme ve bulaş durumlarında denetim işlemi:

DUR....ne yapıyorsun

Ürkü yaratma

Olduğun yerde kal.

Düşüncelerini topla sakın ol.

DÜŞÜN.....bulaş oldun.

Bulaşı yayma, gereksiz hareketler yapma!

Durum uygun ise deri bulaşını denetle!

BİLGİLENDİR....radyoaktif maddenin döküldüğü bölgedeki diğer kişileri bilgilendir.

Çalışma saatleri içinde radyasyon güvenliği sorumlusunu ve çalışma saatleri dışında gece yönetimini (radyasyon güvenliği sorumlusu ve başhekimliğe ulaş) ara.

YERİNİ BELİRLE.....dökülen maddenin yerini belirle.

Yayıldığı alanı saptamaya çalış.

Eldiven giyerek dökülen radyoaktif maddenin üzerini emici bir madde ile ört ve üzerini kurşun tabaka ile kapla.

İŞARETLE.....bulaş alanını imle!

Bölgeye giriş ve çıkışları engelle.

2. Kaza Sonrası Bildirim

Kaza sonrasında RGK, kaza hakkında gerekli bildirim hazırlar ve kayıtları tutar. Kazanın türüne göre Türkiye Atom Enerji Kurumu bilgilendirilir.

3. Tehlike Durumlarında Kaza Bildirimi ve Kayıtlar

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

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

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

c- Doz ile ilgili kayıtlar aşağıdaki alanları kapsamalıdır:

- İncelemeye katılan personelin almış olduğu doz kayıtları
- Hasta radyasyon düzeylerine ilişkin doz kayıtları
- Çevre radyasyon doz kayıtları

d- Kazanın olduğu:

- Gün, saat ve yer

e- Kazaya uğrayan hastaya ilişkin kayıtlar:

- Karşılaşılan dozun değerini,
- Karşılaşılan dozun hangi yöntemle saptandığını,
- Hastanın dosya numarası, adres, telefon numarası gibi kişisel bilgilerini,
- Hastanın, kaza sonrası iyileşme sürecine ilişkin bilgileri içermelidir.

g- Hastanın yanlış uygulamalardan dolayı fazla dozla karşılaşması durumunda kayıtlar:

- Yapılan uygulama ile ilgili hata ve yanlışlara,
- Uygulama yapılan bölgede beklenen hasara,
- Yapılması gereken girişimin özelliklerine,
- Hastanın tedavi sürecine ilişkin bilgiler içermelidir.

**TEHLİKELİ VE OLAĞANDIŞI DURUMLARDA
GÖREV ALACAK PERSONEL**

NÜKLEER TIP AD YÖNETİMİ

İDARİ EKİP	KURUM İÇİ (TEL)	KURUM DIŞI (TEL)
Prof.Dr. Elvan SAYIT BİLGİN	0236 4444228	0 533 5581741
Doç.Dr.Gül GÜMÜŞER	0 236 4444228	0 543 4863665
TEKNİK EKİP		
Radyasyon Korunma Sorumlusu Uzm.Fiz.Dr.Yasemin PARLAK	0 236 4444228	0 535 2560685

HASTANE YÖNETİMİ

BAŞHEKİM

:Prof.Dr. Seyhun Kürşat

5.3 MCBÜTF Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Radyasyon Güvenliği

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda 1 adet lineer hızlandırıcı ve 1 adet bilgisayarlı tomografi cihazı bulunmaktadır. Bu tedavi ve simülasyon aygıtları buldukları odalar ile birlikte TAEK yönetmeliklerine uygun olarak kurulmuş ve TAEK tarafından lisanslanmıştır.

5.3.1 Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

5.3.1.1 Lineer Hızlandırıcı Cihazında Çalışma Prensipleri

- Cihaz eğitim almış deneyimli fizikçiler ve teknikerler tarafından kullanılmalıdır.
- Cihaz bakım-onarımı, lisanslı ve eğitilmiş kişilerce yapılmalıdır.
- Cihaz ilk açıldığında sorumlu tekniker tarafından havalandırma, soğutma sisteminin çalışıp çalışmadığı, su sıcaklığı, basıncı, seviyesi, gaz basıncı kontrol edilmelidir.
 - Cihazın bulunduğu oda sıcaklığı ve basıncı kontrol edilerek kayıt tutulmalıdır.
 - Cihazın mekanik kontrolleri sorumlu tekniker tarafından yapılmalı ve sorumlu fizikçiye onaylatılmalıdır.
- Gantri ve kolimatör 0 ° 'ye getirilmelidir.
 - Hasta almaya başlamadan önce tüm elektron ve foton enerjilerinde output kontrolleri yapılmalıdır.
- Tedaviler bittikten sonra cihaz standby konumuna getirilmelidir. Bilgisayarlar kapatılmalıdır.
- Hasta tedavisi ayarlanırken gantri ve masa hareketleri sırasında çarpmalara dikkat edilmelidir (gantrinin çarpabileceği veya sıkışabileceği materyallerin olmamasına dikkat edilmelidir).
- Tedavi sırasında herhangi bir çarpma ve sıkışma durumunda acil durum butonları kullanılarak hastanın ve tedavinin zarar görmesi engellenmelidir.
 - Hasta tedavi süresince teknikerler tarafından monitörden izlenmeli ve tedaviyi hatalı hale getirecek koşulların oluşmasına izin verilmemelidir.

- İlk hasta tedavilerinde sorumlu fizikçi ve sorumlu hekime haber verilmelidir. Tedavi bu koşullarda gerçekleştirilmelidir.
- Tedavi boyunca belirtilen günlerde hasta kontrollerinin yapılmasına dikkat edilmelidir.
- Tedavi sürecinde hastada beklenmedik reaksiyonlar gerçekleşmesi durumunda sorumlu fizikçi ve sorumlu hekime haber verilmelidir.
- Emin olunamayan hiçbir hasta set-up'ı ve tedavisi gerçekleştirilmemelidir. Böyle durumlarda sorumlu fizikçi ve sorumlu hekime haber verilmelidir.
- Cihazın arıza ve hata mesajlarının günü ve saati oluşma koşulu ile kayıt edilmelidir. Sorumlu fizikçi denetiminde cihazın bakım-onarım sözleşmesi olan firmaya haber verilmelidir.
- Cihazın günlük, aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık kontrolleri düzenli olarak yapılmalı ve kayıtlar saklanmalıdır.
- Herhangi bir arıza ve bakım sonrası sorumlu fizikçi ile birlikte cihazın tüm kontrolleri yapıldıktan sonra hasta tedavisi başlamalıdır.
- Cihaz ile ilgili tüm dokümanlar gerektiğinde kullanılabilir şekilde uygun yerlerde bulundurulmalıdır.
- Tedavide kullanılan yardımcı ekipmanlar (kol tutacağı, kurşun bloklar, hasta yatakları vs...) uygun koşullarda yerleştirilmelidir. Hasar görenler sorumlu fizikçiye ve hekime bildirilerek tedavi koşulları yeniden sağlanmalıdır.
- Cihaz odası çalışma koşullarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmeli ve tedavi boyunca hasta ve çalışanı rahatsız edecek ayrıntılar bulundurulmamalıdır.
- Güvenlik gereği cihazda bulunan bilgisayarlara dışarıdan hiçbir disket, CD veya flash bellek takılmamalıdır.
- Temel prensip güvenli, doğru ve sistemli çalışma olmalıdır.

5.3.1.2 Lineer Hızlandırıcı Cihazı İçin Tehlike Durum Planı

1. Durum (Cihaza Bağlı Arızalar)

- A) Işınlamanın zamanında kesilememesi. Otomatik doz kontrolünün devre dışı kalması.
- B) Cihazın mekanik olarak arızalanması.

Kaza Durumunda İzlenecek Yöntemler

A) Teknikerlerin Yapması Gerekenler Hasta Tedavisi Sırasında

- Acil durum butonuna basarak sistemi durdurmak veya şalterden cihazı kapatmak.
- Fazla dozun tespiti için gerekli olan bilgileri kaydederek fizikçi ve ilgili hekimi bilgilendirmek
- Arıza giderilinceye kadar cihaz kullanımını önleyici tedbirleri almak ve ilgili kişileri bilgilendirmek.

Hasta yoksa;

- Acil durum butonuna basarak sistemi durdurmak veya şalterden cihazı kapatmak.

- Cihaz kullanımını önleyici tedbirleri almak ve fizikçileri bilgilendirmek.

B) Fizikçilerin Yapması Gerekenler

- Radyasyon güvenliğini sağlamak.
- Kişilerin iç ve dış ışınlama ile sonuçlanan olay neticesinde belli bir değerin üzerinde doz alıp almadığının tayin etmek.
- Vücudun herhangi bir bölümünün bölgesel doku hasarına neden olacak şekilde yüksek radyasyona maruz kalıp kalmadığını belirlemek.
- Kaza raporunu hazırlayarak ilgili kaza yönetimini bilgilendirmek.

C) Kaza Yönetiminin Yapması Gerekenler

- En kısa zamanda toplanarak sunulan raporları incelemek ve kaza nedenlerini belirlemek
- Tekrarlanmaması için teknik önlemlerin alınmasını sağlamak.
- Fazla doza maruz kalan hastanın durumu hakkında karar almak.

2. Durum (Dış Faktörler)

A) Yangın, deprem, sel baskını Kaza Durumunda İzlenecek Yöntemler Yangın

- Işınlama süresi kaydedilip, cihaz durdurularak hasta tedavi odasının dışına çıkarılmalıdır. Durumdan bölüm sorumlusu ve ilgili fizikçi haberdar edilerek hastane sorumlusu bilgilendirilmelidir.
- Yangın alarmı düğmesine basılarak bölüm boşaltılmalıdır.
- Elektrik ana şalterden kapatılmalıdır.
- Eldeki yangın söndürücülerle yangına müdahale edilirken; yangın durumuna göre 110 numaradan itfaiye haberdar edilmelidir.
- İtfaiye görevlilerine yol gösterilmelidir.
- Cihazlar yangından hasar görmüş ise TAEK-RGD ve ÇNAEM aranarak haberdar edilmelidir.
- Sorumlu kişi ayrıntılı raporları hazırlayarak TAEK'e göndermelidir.
- Yangın halinde elektrik ve binada kullanılan materyale uygun söndürücü kullanılması ve yangın söndürücülerin periyodik kontrollerinin yapılması gereklidir. Yangın söndürücüler kolay ulaşılabilir yerlerde bulundurulmalıdır. Tüm çalışanlar yangın anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.
- Olay sonrası cihaz çalıştırılmadan önce genel bakımdan geçmeli, kalite kontrol ve doz ölçümleri yapılmalıdır.

Su Basması

- Tedavi odasının zemin ve kablo kanallarına su girmiş, kablolar ıslanmış ise cihaz kesinlikle çalıştırılmamalıdır.
- Elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Suyun boşaltılmasının ardından sorumlu teknik personel tarafından cihazın kontrolleri yapılmalıdır.
- Hasta tedavisi sırasında su basarsa cihaz hemen kapatılmalı ve hasta dışarı alınmalıdır.

- Elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Sorumlu kişilere, hastane sorumlusuna ve yetkili firma elemanlarına haber verilmelidir.
- Hasar tespiti yapılarak, gerekli raporlar hazırlanmalı ve TAEK'e gönderilmelidir.

Deprem

- Tüm çalışanlar deprem anında yapılacak işlemler konusunda eğitilmelidir.
- Depremin tedavi sırasında olması halinde; çalışan kişiler paniğe kapılmamalıdır. Işınlama hemen durdurulmalıdır. Bu işlem sırasında sadece ışın kesilmeli, sistemin elektriği kesilmemelidir. Aksi halde cihaza müdahale edilemez.
- Hastaya sakin olması söylenmelidir.
- Güvenli bir yerde sarsıntının geçmesi beklenmelidir.
- Sarsıntı geçer geçmez hasta tedavi odasından dışarı alınmalı ve elektrik ana şalterden kesilmelidir.
- Sorumlu kişilere haber verilmelidir.
- Hasar tespiti yapılmalıdır.
- Bina hasar görmüş ise itfaiye ve polisten yardım istenmelidir.
- Cihazın koruyucu zırhı hasar görmüş ise TAEK'ten yardım istenmelidir.
- Herhangi bir hasar yoksa ilgili firma elemanlarıyla birlikte cihazın tüm parametreleri kontrol edilmelidir.
- Deprem sonrası ayrıntılı rapor hazırlanarak TAEK'e gönderilmelidir.
- Depremin tedavi saatleri dışında meydana gelmesi durumunda; hasar tespiti yapılır, cihaza ait parametreler kontrol edilir ve durum TAEK'e rapor edilir.

3.Durum (İnsan Hatalarına Bağlı Kazalar)

- A) Cihazın yanlış kalibre edilmesi
- B) Tedavi süresinin hesaplanmasında tablo ve eğrilerin hazırlanmasında yapılabilecek olası hatalar
- C) Kabul testleri, tedavi planlama sistemi kontrollerinde yapılacak hatalar
- D) Bakım onarım hataları
- E) Bilgi akışında olası hatalar
- F) Tedavi bölgesinin veya hasta tanımının yanlış yapılması

Kaza Durumunda İzlenecek Yöntemler

A) Teknikerlerin Yapması Gerekenler

- Verilen doza karşılık gelen, zaman kontrollerini her uygulamada kontrol etmek.
- Dikkate değer farklılıklar görüldüğünde hesabın kontrolü için fizikçileri bilgilendirmek.
- Hasta şikayetleri ve tedavi alanlarındaki uyumsuzlukları ilgili hekime bilgi vermek.

B) Fizikçilerin Yapması Gerekenler

- Kaza sonucu alınan doz miktarını tespit etmek.
- Kaza raporu hazırlamak ve kaza yönetimini bilgilendirmek.

C)Kaza Yönetiminin Yapması Gerekenler

- En kısa zamanda toplanarak sunulan raporları incelemek ve kaza nedenlerini belirlemek.
- Tekrarlanmaması için teknik önlemlerin alınmasını sağlamak.
- Radyasyon kazasına maruz kalan kişinin durumu hakkında karar almak.

5.3.2 Simülatör Cihazı İçin Tehlike Ve Olağan Dışı Durumlarda İzlenecek Yöntemler

5.3.2.1 Simülatör Cihazında Çalışma Prensipleri Cihaz İle İlgili Olarak;

- Öncelikle UPS açılarak şebekenin cihaza gelmesi sağlanmalıdır.
- Ana şalterden açma düğmeleri devreye sokulduktan sonra, bilgisayar sistemi açılmalı ve ekrana elektrik gelip gelmediği kontrol edilmelidir.
- Bilgisayar açıldıktan sonra cihaz ısıtılmalıdır.
- Günlük kalite kontrol testleri her gün düzenli olarak yapılmalıdır. Değerlerde limit dışında düzensizlikler olduğunda sorumlu fizikçiye haber verilmelidir.
- Görüntü kalitesinin durumu kontrol edilerek cihaz hasta alır duruma getirilmelidir.
- Termoplastik maskeleri eritmek için su ısıtıcısının açılıp açılmadığı kontrol edilmelidir. İçerisindeki su miktarının yeterli seviyede olması sağlanmalı, eğer su çok kirlenmiş ise simülasyonlar bittikten sonra bütün su boşaltılıp temiz su ile değiştirilmeli ve ertesi güne hazır durumda bırakılmalıdır.
- Akşam mesai bitiminde simülatör odası ertesi güne hazır olacak şekilde bütün kullanılan malzemeler yerlerine kaldırılmalı ve cihaz kapatılmalıdır.
- Su ısıtıcısı kapatılmalıdır (içerisinde maske bırakılmamalıdır).

Hasta Alımı İle İlgili Olarak;

- Simülatör randevu defterinden o güne ait hastaların listesi alınmalı ve randevu saatinde hastanın doktoru ile iletişime geçilerek simülasyona başlanmalıdır.
- Öncelikle hastanın dikkatli bir şekilde masaya yatması sağlanmalıdır. Maske yapılması gerekiyorsa (baş veya baş-boyun) sorumlu asistan ile birlikte hastaya açıklama yapılarak maske hazırlanmalıdır.
- Simülasyon bölgesi hekimden öğrenilerek, sistem ona göre ayarlanmalıdır.
- Hasta dosyasına simülasyon ile ilgili tüm bilgiler kaydedilmelidir.
- Hastanın tedavi randevusu hastaya ve ilgili kişilere bildirilmelidir.
- Hastaya ait simülasyon görüntüleri ve tedavi dosyası sorumlu fizikçiye ulaştırılmalıdır.
- Hasta işlemleri bittikten sonra yakınları çağırılarak güvenli bir şekilde odadan çıkması sağlanmalı ve hastanın odada tek başına bırakılmamasına özen gösterilmelidir.
- Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra diğer hasta alımı için doktor ile iletişime geçilmelidir.
- Sorumlu tekniker mesai saatleri içerisinde daima cihazı başında bulunmak zorundadır.

5.3.2.2 Simülatör Cihazı İçin Tehlike Durum Planı Tehlike ve Acil Durum Nedenleri, Olası tehlikeler

A) Elektrik Arızası

B) Yangın

C) Deprem

D) Su basması

E) Simülasyon sırasında odaya girilmesi

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

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

• Yangın durumunda acil butonları ile cihazın elektrik bağlantısı kesilir. Elektrikli cihazların söndürülmesi gerekiyorsa cihazdaki halokarbon yangın tüpü ile müdahalede bulunulur. Ana şalter kapatılarak tesisin elektrik akımı kesilmiş olur.

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

Kaza Durumunda İzlenecek Yöntemler

• Kaza gerçekleştiğinde, çalışanların ve hastaların kazayı hangi şiddette yaşadıkları araştırılır. Radyasyona maruz kalıp kalmadıklarının tespiti için derhal yetkili otoriteye haber verilir.

• Simülatör cihazında mekanik ve fiziksel kontroller yapılarak hasar tespiti yapılır. Cihazın bakım ve onarımından sorumlu servis ile temasa geçilerek cihazın parametrelerinde değişiklik olup olmadığı, ışın çıkış şiddeti ve görüntüleme fonksiyonlarının durumu araştırılır.

• Simülasyon işlemine başlamadan önce cihazın bütün kalite kontrol testleri yapılarak kabul edilebilir seviyede olduğu tespit edildikten sonra, hasta simülasyonuna izin verilir.

**RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI TEHLİKELİ VE OLAĞANDIŞI
DURUMLARDA GÖREV ALACAK PERSONEL**

SORUMLU RADYASYON ONKOLOĞU TESİS SORUMLUSU	Prof. Dr. Ömür Karakoyun ÇELİK 0 (532) 454 73 81
RADYASYON KORUMA SORUMLUSU MEDİKAL FİZİK UZMANI	Gizem Bakıcıerler AYBARS 0 (537) 713 30 22
TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	
RADYASYON SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ DAİRESİ	0 (312) 295 89 02 0 (312) 295 89 56
ACİL DURUM BİLDİRİM HATTI	444 82 35

İlgili Linkler

- Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Güvenlik El Kitabı hastane.ege.edu.tr
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu www.taek.gov.tr
- International Atomic Energy Agency www.iaea.org
- International Commission on Radiological Protection www.icrp.org
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Rad. www.unscear.org
- World Health Organization www.who.int

5.4 Rutin İşlerde Radyasyonla Çalışan Diğer Birimler

- Ameliyathane (Skopi aygıtı)
- Kardiyoloji (Anjiyografi Ünitesi)
- Endoskopi (ERCP Birimi)
- Üroloji

6. RADYASYONLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER

6.1 Radyasyon ve Radyoaktivite

X ışınları ve radyoaktivitenin bulunması ile birlikte tıbbi ve endüstriyel alanlardaki kullanımı giderek artan bir hızla yaygınlaşan radyasyon, farklı çevreler tarafından farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Radyasyon yaşamımızın bir parçasıdır. Isı ve ışık güneşten gelen radyasyonun doğal şeklidir. Bunların yanı sıra, mikrodalgalar, radyo dalgaları, radar, X-ışınları, gama ışınları gibi radyasyon kaynakları da radyasyon türleridir. Bunlar çevremizde doğal olarak bulunduğu gibi yapay olarak da elde edilebilmektedir. Radyasyon, madde üzerinde oluşturduğu etkilere göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

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

Tıpta yoğun olarak kullanılan X ışınları ve gamma ışınları iyonize edici radyasyon iken Manyetik Rezonans Görüntüleme sistemlerinde kullanılan radyo dalgaları, baz istasyonları, cep telefonları, mikrodalga fırınları, radarlar, yüksek gerilim hatları iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarıdır.

Hastanemiz Radyasyon Güvenliği Komitesi “iyonizan radyasyon” un güvenliğinden sorumludur.

İyonlaştırıcı Radyasyon Türleri:

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

6.1.1. Alfa Parçacıkları

Alfa parçacığı “ α ” işaretiyle simgelenir. Genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanır. Alfa parçacıklarını çok küçük kalınlıklardaki maddelerle (örneğin ince bir kâğıt tabaka ile) durdurmak olasıdır. Bu nedenle, normal olarak dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak, gastrointestinal sistem, solunum sistemi ya da yaralar yolu ile vücuda girdiklerinde tehlike yaratabilirler.

6.1.2. Beta Parçacıkları

Pozitif yüklü elektronlar “ β^+ ” ile, negatif yüklü iyonlar ise “ β^- ” işaretiyle simgelenirler. Çekirdekteki enerji fazlalığı proton fazlalığından kaynaklanıyorsa β^+ , nötron fazlalığından kaynaklanıyorsa β^- çıkar. Korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir.

6.1.3. X -Işınları

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

6.1.4. Gama Işınları

“ γ ” sembolize edilirler. Birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun tuğlalarla ve yalnızca belli bir kısmı durdurulabilir.

6.1.5. Nötronlar

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

6.2. Radyasyon Birimleri

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

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

Tablo 7. Radyasyon terimleri ve özel birimler ile SI birimleri arasındaki ilişki

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

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

(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radyasyon.html

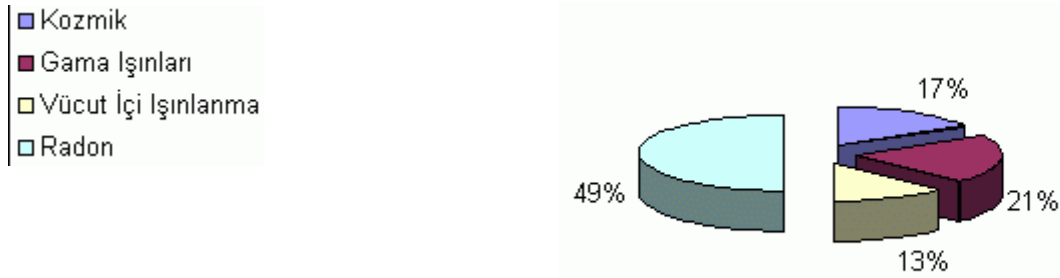
IAEA Basic Medical Radiation Safety Package Part-A Principles of Radiation Protection 2001;8-16)

6.3. Radyasyonla Birlikte Yaşıyoruz

6.3.1. Doğal radyasyon kaynakları

İnsanoğlu var oluşundan bu yana sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Dünyanın oluşumuyla birlikte doğada yerini alan çok uzun ömürlü (milyarlarca yıl) radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede olağan ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuşlardır. Geçtiğimiz yüzyılda, bu doğal düzey, nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile bir hayli artış göstermiştir.

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

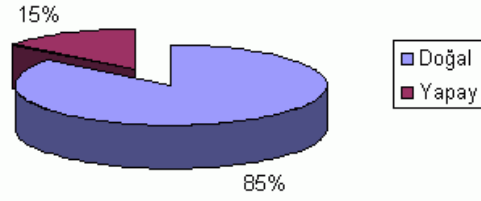


Şekil 2: Dünya Genelinde Doğal Radyasyon Kaynaklarından Uğranılan Radyasyon Dozlarının Oransal Değerleri

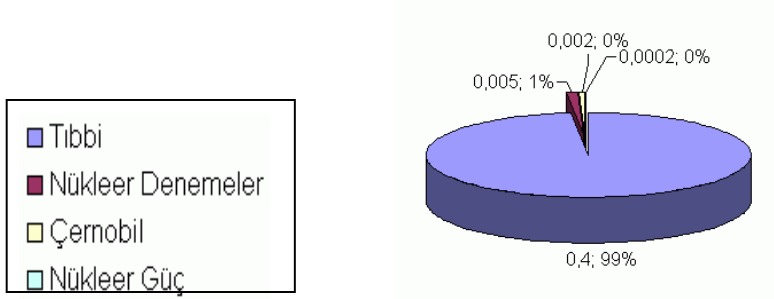
(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/dogalrad.html, 2008)

6.3.2. Yapay radyasyon kaynakları

Teknolojik gelişimin gereği olarak, bazı radyasyon kaynakları yapay olarak üretilmektedir. Bu kaynaklar, bir çok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bazı durumlarda ise seçenekleri yok gibidir. Doğal radyasyon kaynaklarının tersine tümü ile denetim altında olmaları karşılaşılabilecek doz nicelikleri açısından önemli bir özelliktir. Tıbbi, tarımsal ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemelere bağlı nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır. Tüm kaynaklardan karşılaşılan ortalama küresel doz 2,69mSv/yıl'dır. Karşılaşılan küresel dozun 2,38 mSv/yıl'lık bölümünü doğal kaynaklar oluştururken, 0,31 mSv/yıl'lık bölümünü yapay kaynaklar oluşturmaktadır.



Yapay kaynaklardan karşılaşılan radyasyona en büyük katkıyı ise tıbbi işinlamalar sağlamaktadır.



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

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

Tıbbi alandaki radyasyon uygulamaları, radyasyonla görüntü elde edebilme ve radyasyonun hücre ya da tümörleri yok edebilme yeteneğine sahip olması temeline dayanır. Bu iki özelliğinden dolayı radyasyon, hastalıkların tanı ve sağaltımında önemli rol oynar.

6.3.3. Tıbbi Uygulamalar

6.3.3.1. Tanısal Radyoloji

Radyolojik yöntemler hastalıkların tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle, hastalıkların tanısı için hastaların X ışınlarına karşılaştırılmaları sonucu bir röntgen filmi oluşturulur. Toplum dozunda en büyük pay tanısal radyoloji uygulamalarından kaynaklanmaktadır.

Dozlar incelemelerin türüne göre ve tanı amaçlı kullanılan aygıtlara (Floroskopi, bilgisayarlı tomografi, mamografi, dijital/konvansiyonel röntgen vb.) bağlı farklılıklar gösterir. Bir akciğer incelemesi sırasında alınan etkin doz 0.1 mSv, baryumlu bağırsak incelemesinde ise 6 mSv dolayındadır. Girişimsel radyoloji hasta dozunun en yüksek olduğu uygulama türüdür. Bu yöntemde hasta dozu 10-100 mSv arasındadır.

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

Tablo 8: Tanısal Amaçlı Bazı X-Işını İncelemeleri Nedeni ile Alınan Etkin Doz Değerleri (mSv)

(Kaynak: UNSCEAR 2000 RAPORU)

6.3.3.2. Nükleer Tıp

Nükleer Tıp radyofarmasötiklerin hastaya sindirim, solunum veya enjeksiyon yolu ile verildiği bir inceleme yöntemidir. Hastadan yayılan gama ışınlarının gama kamera denilen özel bir dedektör ile algılanarak görüntüye çevrilmesi ile doku ve organlarla ilgili gerekli bilgiye ulaşılır. Tanısal işlemlerde Teknesyum-99m radyonüklidi yaygın olarak kullanılmaktadır. Radyonüklidlerin sağaltım amacı ile kullanılmasında verilen aktivite niceliği tanısal yöntemlere göre çok daha yüksektir. Gelişen teknoloji ve yöntemler, nükleer tıpta dozların artmasına neden olmaktadır.

İŞLEMLER	KULLANILAN RADYOİZOTOPLAR	HER BİR İŞLEMDE KARŞILAŞILAN ETKİN DOZ (mSv)					
		Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4	Dünya	
Kemik	Tc ^{99m}	4.5	4.5	4	4	4.5	
Kalp-Damar	Tc ^{99m} , Tl ²⁰¹	8	8	12	12	8	
Akciğer perfüzyon	Tc ^{99m}	1.5	2	2	2	1.5	
Akciğer ventilasyon	Tc ^{99m} , Kr ^{81m} , Xe ¹³³	1	1	1	1	1	
Tiroid	sintigrafi	Tc ^{99m} , I ¹³¹ /I ¹³⁵	2	10	30	30	3.4
	uptake	I ¹³¹ , I ¹²³ /I ¹²⁵	15	20	30	30	15
Böbrek	Tc ^{99m} , I ¹³¹ /I ¹²³	1.5	3	3	3	1.9	
Karaciğer/Dalak	Tc ^{99m}	1.7	2	2	2	1.7	
Beyin	Tc ^{99m}	6	6	6	6	6	
Her bir işlemde hastanın karşılaştığı ortalama etkin doz		4.3	6.7	20	20	4.6	

Tablo9: Tanısal amaçlı nükleer tıp uygulamalarında, ülke düzeylerine ve yapılan işlemlere göre, hastaların karşılaştığı etkin doz değerleri (mSv)

(Kaynak: UNSCEAR 2000 Raporu)

6.3.3.3. Radyoterapi

Kanser sağaltımında kullanılan bir yöntemdir. Kanser olgularının %50'sinde uygulanmakta olup, kanserli hücreleri yok etmek veya ilerlemeyi yavaşlatmak üzere sağaltım yapılacak bölgeye verilecek yüksek dozun uygulanmasıdır.

Radyoterapi; iyonlaştırıcı ışın kullanılarak yapılan kanser tedavisidir. Radyoterapinin temel prensibi; tümörlü dokuya maksimum radyasyon dozunu verirken, normal dokuda minimum radyasyon hasarı oluşturmaktır. Hastaya radyoterapi uygulanmadan önce tedavi planlaması yapılır. Tedavi planlaması; bir hastanın hastalığının tedavisinde en iyi olduğu düşünülen tedavi parametrelerinin belirlenmesi işlemidir. Radyoterapideki bu parametreler; hedef hacmi, doz sınırlayıcı yapıları, tedavi hacmini, doz tanımlamalarını, doz dağılımını, hasta pozisyonunu (set-up), tedavi cihazının ayarlarını ve adjuvan tedavileri kapsar. Tüm bu parametreler belirlendikten sonra tasarlanan plan hassasiyetle uygulanır. Radyoterapide gelişen teknolojiye paralel olarak kullanılan cihazların gelişmesi; tedavi tekniklerine ve planlama sistemlerine yansımıştır. Böylece konvansiyonel tedavi yöntemlerinden, normal doku komplikasyon olasılığını azaltan, daha yüksek dozlarla daha etkin tümör kontrolünün sağlanabildiği 3 boyutlu konformal radyoterapi (3BKRT), yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) ve hacimsel yoğunluk ayarlı radyoterapi (VMAT) gibi uygulamalarına geçilmiştir.

İlgili Linkler

- [1] Faiz M. Khan. Treatment Planning in Radiation Oncology, Second Edition, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2007; 1.
- [2] Kirby M C, Glendinning A G. Developments in electronic portal imaging systems. The British Journal of Radiology, 2006; 79: 50-65.

Uygulanacak yer ve sağaltıma göre sağaltım dozu 20.00mGy

- 60.000 mGy (20 Gy - 60 Gy) düzeyindedir.

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

Tablo 10: Hastalık sınıfına göre hedef için ortalama tedavi dozları (Kaynak: UNSCEAR 2000 Raporu)

6.4. RADYASYONDAN KORUNMANIN TEMEL İLKELERİ

Radyasyondan korunma iyonlaştırıcı radyasyon kullanımından kaynaklanan riskleri (kişilere ve topluma) en düşük düzeye indirmeyi amaçlar. Belirli bir grup ya da bireyin radyasyon ile ışınlanması sonrasında, ışınlanan grupta ya da sonraki kuşakta ortaya çıkabilecek toplam hasardır. Bu nedenle radyasyon kullanılacak her uygulama mutlaka yarar - zarar çözümlemesi yapılmalıdır.

Bir hastaya yarar sağlamayacak hiçbir incelemenin yapılmasına izin verilmemelidir. Radyasyon korunmasında bu kurallara uyulmasında deterministik etkilerin oluşmasını engeller iken stokastik etkilerin de azaltılması hedeflenir.

Radyasyon Korunma (RK) Sistemi, ICRP tarafından RK'nın üç temel ilkesinin uygulanmasını sağlamak üzere oluşturulmuştur.

1. Gerekçelendirme
2. Optimizasyon
3. Doz sınırları

6.4.1. Gerekçelendirme

Radyasyonun zararlı etkileri göz önünde bulundurularak, net bir yarar sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemelidir.

6.4.2. Optimizasyon

Sağaltım amaçlı tıbbi işinlamalar dışında, radyasyonla karşılaşmayı gerektiren uygulamalarda bireysel dozun büyüklüğü, işinlanacak kişilerin sayısı, olası tüm işinlamalar için, ekonomik ve sosyal etkenler göz önünde bulundurularak olabilen en düşük dozun alınması sağlanmalıdır. Kişilerin alacakları doz (medikal olanların dışında) sınırlandırılmalıdır. ALARA (As Low As Reasonably Achievable), optimizasyon ilkesinin gündelik uygulamalarda yer almasını gerektirir.

6.4.3. Doz Sınırlamaları

Dozlar “bireysel doz sınırları” nı aşamaz. Doz sınırları riski en aza indirmek için ve böylelikle herhangi bir bireyin normal çalışma koşullarında kabul edilemez sınırlarda doz almasını önlemek amaçlanmıştır. Doz sınırlamaları hasta, çalışanlar, çevre, stajyer öğrenci ve gebeler için farklılıklar gösterir. Radyasyon ile çalışanların dozları kontrol altında tutulmalıdır ve aşağıdaki sınırlar uygulanmalıdır.

Tablo 12: DOZ SINIRLARI

ETKİNİN TİPİ	ICRP	NCRP
A. Radyasyon çalışanları için MPD değerleri		
Stokastik etki (kanser ve kalıtsal etki) için yıllık efektif doz	5 yılın üzerinde ortalama 2 rem (20 mSv), bir yılda 50 mSv aşmamalıdır	5 rem (50 mSv)
Stokastik etki için kümülatif efektif doz		1 rem x yaş yıl 10 mSv x yaş yıl
Doku için yıllık efektif doz (non-stokastik etki) Lens Diğer tüm organlar		15 rem (150 mSv) 50 rem (500 mSv)
*18 yaşından küçükler radyasyon işlerinde çalışamaz *Gebe radyasyon elemanı batın yüzeyine gebelik süresince 1 mSv radyasyon alabilir. Gözetimli alanlarda çalışmalıdır.		
B. Toplumdaki kişiler için MPD değerleri		
Stokastik etki için yıllık efektif doz Sürekli veya sık Nadir maruziyet	0.1 rem (1mSv)	rem (1 mSv) rem (5 mSv)
Eğitim sırasında		0.1 rem (1 mSv)
Doku için yıllık efektif doz (non-stokastik etki) Lens, ekstremiteler		5 rem (50 mSv)
C. Fötüs için MPD değerleri		
Total etki Stokastik etki için doz Bir aylık efektif doz	0.2 rem (2 mSv)	0.5 rem (5 mSv) 0.5 rem (5 mSv)

(Kaynak: TAEK, Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 10, 2008.)

Eğitimleri radyasyon kaynaklarının kullanılmasını gerektiren, 16-18 yaş arasındaki stajyerler ve öğrencilerin dozları kontrol altında tutulmalıdır 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.

Gebe radyasyon görevlileri için çalışma koşulları yeniden düzenlenmeli ve doğacak çocuğun alacağı dozun olabildiğince düşük düzeyde tutulması sağlanmalıdır. Gebeliğin bildirilmesi durumunda, fötüsü korumak amacıyla, gebe radyasyon görevlisinin batin yüzeyi için gebelik boyunca ek eşdeğer doz sınırı 2 mSv'dir. Gebeliğin kalan süresi boyunca fötüsün alacağı doz 1 mSv'i aşmamalıdır. Gebeliğin bildirilmesi çalışanın işten uzaklaştırılması anlamına gelmez. İşveren olası koşulları da değerlendirerek gebelik boyunca embriyo ya da fötüsü korumak amacıyla topluma uygulanan doz sınırlarını uygulayabilir. Emzirme dönemindeki kadın çalışanlar, radyoaktif bulaş riski taşıyan işlerde çalıştırılmamalıdır.

Hasta Yakınları için Doz Sınırlamaları

Hasta yakınlarına ve radyasyon ile ışınlanacak kişilere gönüllü olarak yardım eden kişilere doz sınırları uygulanamaz. Ancak ilgili kayıtların tutulması gerekmektedir. Gönüllü olarak tanı ya da sağaltım amaçlı olarak ışınlanacak hastalara yardımcı olanlar için doz sınırı, uygulama süresince 5 mSv'i aşamaz. Açık radyoaktif kaynak verilmiş hastaları ziyaret eden çocuklar için bu değer 1 mSv'i aşamaz.

Çalışanların Korunması:

Girişim ya da inceleme yaparken ışın alacak çalışanların, yetkili otorite Türkiye Atom Enerji Kurumu tarafından belirlenen **tek yıl dozunu aşmasına** izin verilmez.

Ancak:

- Yaşam kurtarma ve ciddi yaralanmaların önlenmesi,
- Kollektif dozun azaltılması,
- Ciddi hasarların önlenmesi

durumları bu koşulun dışında değerlendirilmelidir. Yaşam kurtarmaya yönelik durumlar dışında, tek yıl dozunun iki katını aşmayacak planlamalar yapılır. Ciddi hasarları, deterministik etkileri önlemek amacıyla tek yıllık dozun on katını aşmayacak şekilde planlamalar yapılır.

6.5. Radyasyondan Korunmanın Temel Kuralları

Radyasyonun zararlı etkilerinden korunmada üç temel etken:

Uzaklık: Radyasyon kaynağına yaklaştıkça karşılaşılabilecek radyasyon büyüklüğü artar.

Radyasyon dozu kaynağa olan uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişir (*ters kareler yasası*)

Süre: Bir radyasyon kaynağından alınan radyasyon dozu kaynak yakınında bulunma süresiyle doğru orantılıdır

Zırlama: Radyasyon kaynağı ile kişi arasına havadan daha yoğun bir maddenin konulmasıyla radyasyon büyüklüğü ve etkisi azaltılabilir. Zırlama için kullanılan materyal, kurşun (0,3-0,5 mm kalınlığı gibi) veya kurşun eşdeğeri tuğla veya beton olabilmektedir. Zırlama materyali ve kalınlıklarının belirlenmesinde aşağıdaki şartlar göz önünde bulundurulmalıdır;

- Radyasyonun türü
- Radyasyonun enerjisi
- Malzemenin atom numarası
- Malzemenin yoğunluğu

(Kaynak: TAEK, *Diagnostik ve Girişimsel Radyolojide Radyasyondan Korunma Kursu Ders Notları*, 2002.)

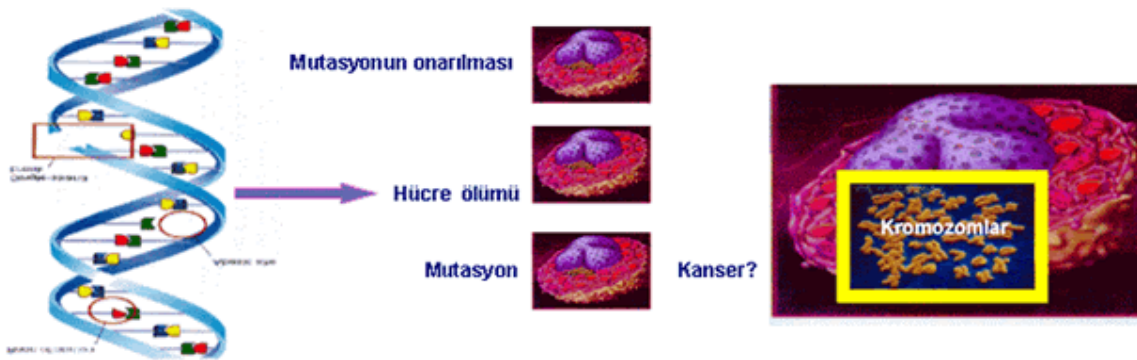
6.6. İyonlaştırıcı Radyasyonun Biyolojik Etkileri

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

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

6.6.1. Radyasyonun Hücre ile Etkileşimi

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



Şekil 5:

Radyasyondan Korunma İçin Biyolojik Olayların Değerlendirilmesi

(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyon/biyo_etkiler/biyo_etkiler.html, 2008)

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

6.6.2. Radyasyonun Kromozoma Verdiği Hasarın Sonuçları

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

Radyasyonun etkileri deterministik etkiler ve stokastik etkiler olarak sınıflandırılır.

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

Hasarlı DNA düzgün onarılmadığı durumda hücre ya bozuk bir metabolizma ile sağ kalacak ya da ölecektir. Vücudun birçok organ veya dokusu, önemli sayıda hücre kaybına karşın etkinliklerini olağan bir şekilde sürdürebilir. Yine de, hücre kaybı belli bir sayının üstüne çıktığında organ ya da dokularda, dolayısıyla ışınlanan kişilerde gözlenebilir hasarlar ortaya çıkacaktır. Bu da ancak bu kadar çok sayıda hücrenin ölümüne neden olacak büyüklükte bir radyasyon dozuyla karşılaşılması sonucu gerçekleşir. Etki eşliğini aşan akut doz almış kişilerde ortaya çıkan bu tür hasarlara **DETERMINİSTİK ETKİLER** denir.

Bir anda alınan çok yüksek bir doz birkaç hafta içinde ölüme neden olabilir. Örneğin, 5 Gy veya daha fazla dozun birden alınması, uygun tedavi yapılmadığı durumda kemik iliği ve sindirim sistemi hasarlarına bağlı olarak ölüme sonuçlanabilir. 5 Gy'e kadar olan dozlarda uygun sağaltım yapılırsa kişilerin yaşamı kurtarılabilir. Ancak 50 Gy'lik doz alınması durumunda medikal sağaltım yapılsa bile sonuç kesinlikle ölümdür. Tüm vücudun değil, vücudun belirli bir bölgesinin çok yüksek bir doz alması durumunda, ölüm olmasa da söz konusu bölgede erken etkiler görülecektir. Örneğin, cildin 5 Gy'lik dozu aniden alması durumunda ciltte bir hafta içinde eritem (kızarıklık) ortaya çıkar. Benzer dozun üreme organları tarafından alınması durumunda kısırlık oluşur. Bu tip etkiler radyasyonun deterministik etkileri olarak adlandırılır. Bu tür etkiler ancak doz ve doz hızı bir eşik değeri geçerse ortaya çıkar. Etkilerin şiddeti, doz ve doz hızına bağlı olarak artar. Deterministik etkilerin diğer bir tipi de ışınlanmadan uzun bir süre sonra ortaya çıkar. Bunlar genellikle öldürücü değildir. Ancak, vücudun belirli parçalarının işlev yitimine ya da habis (kötü) olmayan değişikliklere neden olabilir. En iyi bilinen örnekleri gözde katarakt oluşumu ve cilt hasarlarıdır.

- Erkeklerde bir kezde 3.5- 6 Gy (3 500 - 6000 mGy) dozun,
- Kadınlarda bir kezde 2.5 - 6 Gy (2 500 - 6000 mGy) dozun kısırlık yapması,
- Bir kezde alınan 5 Gy (5000 mGy) dozun gözde katarakt yapması radyasyonun deterministik etkilerine örnektir.

Radyasyonun verdiği hasar sonucu hücre ölmüyor ancak değişikliğe uğruyorsa bu hücredeki hasar genellikle onarılır. Onarım mükemmel olarak gerçekleşmediği durumda, değişim yavru hücrelere aktarılacak ve ışınlanan kişinin organ veya dokularında er ya da geç kanser oluşumuna yol açacaktır. Eğer hücreler ışınlanan kişinin çocuklarına genetik bilgilerin aktarılmasıyla ilgiliyse kalıtsal bozukluklar ortaya çıkabilir. Kişinin kendisinde ya da çocuklarında ortaya çıkan bu tür etkiler **"STOKASTİK (RASTLANTISAL)" ETKİLER** olarak adlandırılır. Kısaca, kanser ve kalıtsal etkiler radyasyonun stokastik etkileridir, belirli bir eşik doz yoktur, ortaya çıkma olasılığı doz ile artar.

Stokastik etkilerle ilgili belirsizliklere bir yaklaşım getirmek için etkin doz birimi başına ölüm olasılığı katsayısı belirlenmiştir.

Düşük dozlar nedeniyle kanser olup ölme olasılığı katsayısı:1 Sv (1000 mSv) için 5×10^{-2} olarak kabul edilmektedir.

Toplumsal düzeyde karşılaşılmamasına izin verilen doz düzeyi yıllık 1 mSv'dir.

Bu yaklaşımla: 1 mSv doz nedeniyle kanserden ölme olasılığının 100 000'de 5 olduğu varsayılmaktadır.

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

(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyon/biyo_etikler/biyo_etikler.html. 2008)

6.6.3. Radyasyon Hasarlarına Etki Eden Etkenler

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

1. Radyasyonun Özellikleri
2. Hedefin Özellikleri

6.5.3.1. Radyasyonun özellikleri

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

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

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

6.6.3.2. Hedefin özellikleri

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

6.6.4. Biyolojik Etkilerin Sınıflandırılması

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

- Radyasyonun erken etkileri (Akut Işınlama Etkileri)
- Radyasyonun geç etkileri (Kronik Işınlama Etkileri)

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

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

6.6.4.1. Akut Radyasyon Sendromları (ARS)

Vücudun tümünün ya da büyük bir bölümünün akut bir ışınlamayla karşılaşması sonucunda gelişen Akut Radyasyon Sendromları (ARS) iyonlaştırıcı radyasyonların en önemli deterministik etkisidir. Gövdenin karşılaşılabileceği 1 Sv veya daha az nicelikteki radyasyon dozu fark edilebilir ciddi bir hastalık belirtisi oluşturmaz. Doz arttıkça, ışınlamadan sonraki ilk birkaç saat içinde mide bulantısı, kusma, ishal, baş ağrısı, ateş, bilinç kaybı ve kan hücre sayısında azalma gibi belirtiler oluşur. İki veya üç hafta sonra saç dökülmesi, iştahsızlık, genel halsizlik, kendini kötü hissetme, iç kanama, yüksek ateş, erkeklerde geçici kısırlık ve katarakt gibi diğer belirtiler de görülecektir. Artan doz değerleriyle ilgili değişiklikler Tablo 13’de izlenmektedir.

Tablo 13: ARS, Başlangıç Devresi

Yakınmalar ve Tıbbi Girişim	ARS Derecesi ve Yaklaşık Akut Doz				
	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli	Ölümcül
	1-2 Gy	2-4 Gy	4-6 Gy	6-8 Gy	> 8 Gy
Kusma					
Başlama	Işınlamadan 2 saat sonra veya daha geç	Işınlamadan 1-2 saat sonra	Işınlamadan sonraki ilk 1 saat içinde	Işınlamadan sonraki ilk yarım saat içinde	Işınlamadan sonraki ilk 10 dakika içinde
Olgu oranı	% 10-50	%70-90	%100	%100	%100
İshal	Yok	Yok	Hafif	Kuvvetli	Kuvvetli
Başlama	-	-	3-8 saat	1-3 saat	Dakikalar ya da 1 saat içinde
Olgu oranı		-	< %10	> %10	- % 100
Baş ağrısı	Önemsiz	Hafif	Orta	Şiddetli	Şiddetli
Başlama	-	-	4-24 saat	3-4 saat	1-2 saat
Olgu oranı	-	-	%50	%80	%80-90

Bilinç	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenmez	Etkilenebilir	Saniyeler / dakikalar süren bilinç kaybı
Başlama	-	-	-	-	Saniyeler / dakikalar
Olgu oranı	-	-	-	-	%100 (>50 Gy de)
Vücut sıcaklığı	Normal	Artma	Ateş	Yüksek ateş	Yüksek ateş
Başlama	-	1-3 saat	1-2 saat	< 1 saat	< 1 saat
Olgu oranı	-	%10-80	%80-100	%100	%100
Tıbbi girişim	Hastane dışı gözlem	Tam donanımlı bir hastanede gözlem, gerek duyulduğunda eğitim hastanesinde sağaltım	Eğitim hastanesinde sağaltım	Eğitim hastanesinde sağaltım	Geçici sağaltım (yalnızca yakınmalara yönelik)

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

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

Tablo 14: ARS'nin ilk günlerindeki akut doza bağlı lenfosit sayısındaki (G/L) değişim.

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

G/L; 10⁹ hücre/Litre

Tablo 15: ARS, Gizlenme Devresi

	ARS derecesi Yaklaşık Akut Doz				
	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok Şiddetli	Ölümcül
	1-2 Gy	2-4 Gy	4-6 Gy	6-8 Gy	> 8Gy
Lenfositler	0.8-1.5	0.5-0.8	0.3-0.5	0.1-0.3	0.0-0.1
Granülositler* (G/L)	>2.0	1.5-2.0	1.0-1.5	=0.5	=0.1
İshal	Yok	Yok	Ender	<6. ve 9. günler arasında belirir	4. ve 5. günler arasında belirir
Epilasyon	Yok	Orta dereceli, Başlangıç 15. Gün veya daha geç	Orta dereceli veya tam, 11. ve 21. günler arasında	Tamamen, 11 günden önce	Tamamen, 10 günden önce
Gizlenme Süresi (gün)	21-35	18-28	8-18	7 veya daha az	Yok

Tıbbi müdahale	Hastanede gözetim gerekli değil	Hastanede gözetim önerilir	Hastanede gözetim gerekli	Hastanede gözetim ivedi olarak gerekli	Yalnızca ağrı dindirici tedavi
----------------	---------------------------------	----------------------------	---------------------------	--	--------------------------------

Tablo 16: ARS, Kritik Devre

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

(Kaynak: Togay YE. Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği, TAEK, 2002.)

6.6.4.2. Bölgesel Radyasyon Hasarları (BRH)

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

Tablo 17: Karşılaşılan doza bağlı olarak bölgesel radyasyon hasarının klinik belirtileri ve başlangıç zamanları

EVRE/BELİRTİ	DOZ ARALIĞI (Gy)	BELİRGİNLEŞME ZAMANI (gün)
Eritem	3-10	14-21

Epilasyon	>3	14-18
Kuru Deri Dökülmesi	8-12	25-30
Yaş Deri Dökülmesi	15-20	20-28
Su Kabarcığı Oluşumu	15-25	15-25
Ülser(Açık yaralar)	>20	14-21
Nekroz (Doku ölümü)	>25	>21

(Kaynak: Togay YE. Radyasyon Sağlığı ve Güvenliği, TAEK, 2002.)

Eritem ve kuru deri dökülmesi, belirtilere yönelik olarak sağaltılabilir. Ödem oluşumuna yol açan şiddetli eritem belirtilerini hafifletmek için hidrokortizon içeren losyon ya da spreyle kullanılabilir. Yaş deri dökülmesi sağaltımında elbiselerin her gün değiştirilmesi ve hasarlı bölgenin antiseptik solüsyonla pansumanı yararlı olacaktır. Ayrıca, antibiyotikli kremler de kullanılabilir.

Ülser sağaltımında, bölgenin steril bir ortamda tutulması veya giysilerin her gün değiştirilmesi ve yaranın antiseptik bir solüsyonla pansumanı önerilir. Güçlü ağrı kesici ilaçlar gerekebilir. İkincil bir enfeksiyondan kuşku duyuluyor olsa da olmasa da bölgesel ya da tüm vücuda etki edecek bir antibiyotik sağaltımı düşünülmelidir.

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



Erken Deri Etkileri

Geç Deri Etkileri

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

6.6.5. Gecikmiş Etkiler (Kronik ışınlama etkileri)

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

7.KAYNAKLAR

- Radyasyon Güvenliği Tüzüğü. (24/7/1985 , 85/9727)
- Nükleer Tanımlar Yönetmeliği (9/9/1991 ,20286 sayılı Resmi Gazete)
- Radyofarmasötik Yönetmeliği. (23/12/1993 , 21797 sayılı Resmi Gazete)
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği. (24.03.2000,23999 sayılı Resmi Gazete)
- Celal Bayar Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Güvenliği Yönergesi; (2003, İzmir)
- Riviere J, Fox MA. **Radiation safety manual (version II)**. Environmental Health and Safety Center, Radiation Safety Division, North Carolina State University. North Carolina, 2002.
- *ICRP Publication 84: Pregnancy and Medical Radiation, 2000, Vol:30/1*
(ISBN: 0080439012/9780080439013-Elsevier Published)
- **Togay YE.**, Radyasyon ve Biz RSGD-TAEK 2002
- (www.taek.gov.tr/bilgi/radyasyonvebiz/index.htm)
- TAEK “Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik (02.09.2004 / 25571)”
- TAEK, *Diagnostik ve Girişimsel Radyolojide Radyasyondan Korunma Kursu Ders Notları, 2002.*)
- *Administration of Radioactive Substances Advisory Committee. Notes for guidance on the clinical administration of radiopharmaceuticals and use of sealed radioactive sources, 2000 Nucl. Med. Communications. 21 Supplement (entire volume).*
- *IAEA Basic Medical Radiation Safety Package Part-A Principles of Radiation Protection 2001;8-16)*
- Marmara Üniversitesi Radyasyon Güvenlik El Kitabı
- Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı
- Dokuz Eylül Üniversitesi Radyasyon Güvenliği El Kitabı

8. İLGİLİ TERİMLER

- **ALARA**(As Low As Reasonably Achievable): Erişilebilen en düşük doz
- **Bilimsel danışma kurulu:** 3153 nolu yasada tanımlanan radyasyonla çalışan 3 ana birimin (nükleer tıp, radyasyon onkolojisi ve radyoloji) hekim ve medikal fizik uzmanlarından oluşur.
- **Bulaşma:** Herhangi bir maddenin yüzeyinde veya içinde ya da canlı varlıklarda istenmeyen radyoaktif madde birikimidir.
- **Eşdeğer doz:** birimi Sievert (Sv) olup, radyasyonun türüne ve enerjisine bağlı olarak doku veya organda soğurulmuş dozun, radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılmış halidir.
- **Etkin doz:** birimi Sievert (Sv) olup, insan vücudunda ışınlanan bütün doku ve organlar için hesaplanmış eşdeğer dozun, her doku ve organın doku ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucunda elde edilen dozların toplamıdır.

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

- **Radyoaktivite:** Kararsız atom çekirdeklerinin parçacıklı ve/veya elektromanyetik radyasyonlar yayınlamak sureti ile başka atom çekirdeklerine dönüşmesi olup birimi Becquerel'dir.
- **Radyoaktif madde:** Bir veya birden çok iyonlaştırıcı radyasyon yayarak çekirdekleri kendiliğinden bozunmaya uğrayan bir izotopu alaşım, karışım, bileşik veya çözelti olarak içeren maddelerdir.
- **Tıbbi (medikal) fizik uzmanları:** Kurum tarafından aranacak koşulları özel yönetmeliklerinde belirtilen ve tıbbi uygulama alanlarına göre radyoterapi, radyoloji ve nükleer tıp fizikçisi olarak isimlendirilen kişilerdir.
- **Tesis sahibi:** Radyasyon Güvenliği Tüzüğü Kapsamına giren radyasyon kaynakları ile faaliyette bulunan tesis veya kuruluşların sahibidir. Tesis sahibi aynı zamanda izin/lisans sahibi de olabilir.
- **Tıbbi ışınlanma:** Tanı, tedavi ve tıbbi araştırma amacıyla yapılan radyasyon uygulamalarında, görevi gereği ışınlanmalar hariç, hastaların ve gönüllü hasta refakatçilerinin ışınlanmasıdır.
- **Toplum etkin dozu:** Işınlamaya maruz kalan çeşitli grupların ortalama etkin dozu ile bu grubu oluşturan kişi sayısının çarpımının toplamıdır.
- **Yetkilendirme:** Radyasyon Güvenliği Tüzüğü kapsamına giren etkinliklerin yürütülmesi için kişilerin ve uygulama koşullarının radyasyon güvenliği açısından yeterli olduğunun TAEK tarafından belirlenmesi sürecidir.
- **Yetkin uzman:** Mühendislik, tıp veya fen bilimleri alanında aldıkları temel eğitim üzerine bu Radyasyon Güvenliği Tüzüğü kapsamına giren faaliyetlerin yürütülmesi için ilgili yönetmeliklerde özellikleri belirtilen gerekli eğitimi almış, aynı zamanda radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliğinin sağlanması konusunda eğitim ve tecrübesi TAEK tarafından teyit edilmiş kişidir.
- **Yüklenmiş eşdeğer doz:** Birimi Sievert (Sv) olup, radyoaktif maddenin alınmasını takiben, doku veya organda kaldığı sürede (süre belirtilmemiş ise, yetişkinler için 50 yıl, çocuklar için 70 yıl) vermiş olduğu eşdeğer doz toplam dozdur.

ŞÇ.FR.06

10.10.2018

Rev02

21.01.2020

1/2

1.Çalışan Bilgileri:

Çalışanın Adı Soyadı:

T.C. Kimlik numarası:

Cinsiyet:

Erkek () Kadın ()

Çalıştığı / Çalışacağı Kurum:

Çalıştığı / Çalışacağı Kurumdaki Unvan ve Görevi:

Radyasyon Kaynakları ile ağırlıklı temas şekli (Birden fazla işaretlenebilir)

() Radyoaktif maddeler ile doğrudan el, cilt teması (örg. Radyofarmasötiklerle, brakiterapi kaynakları ile işlemler gibi)

() X-ışınlarına dışarıdan maruziyet (Röntgen cihazları, Bilgisayarlı tomografi gibi)

() Diğer (Açıklamalarınız)

Son Bir Yıl İçinde Kişisel Dozimetri Ölçümlerinde Limit Aşımibildirildi Mi?

() Hayır () Evet (Açıklayınız)

Son Bir Yıl İçinde Radyasyon Kazası Geçirdiniz Mi?

() Hayır () Evet (Açıklayınız)

Son Bir Yıl İçinde Tıbbi Tani Ve Tedavi Amacıyla Radyasyona Maruz Kaldınız Mi?

() Hayır () Evet (Açıklayınız)

Sağlık Durumunuzla İlgili Aşağıdaki Belirti Ve Bulgular Var Mı	Hayır	Evet (Açıklayınız)
Ciltte solukluk.	()	()
Genel yorgunluk hali.	()	()
Otururken ayağa kalkınca baş dönmesi/göz kararması.	()	()
Sık ateşli hastalıklara yakalanma.	()	()
Kolay iyileşmeyen uzun süreli enfeksiyonlar. (örn. İshal, mantar enfeksiyonları gibi)	()	()
Beklenmedik ve uzun sürede duran kanamalar. (Büyük abdestte, İdrarda gibi)	()	()
Sık diş eti kanaması.	()	()
Ciltte morluklar.	()	()
Özellikle el sırtı, başta olmak üzere radyasyona maruz kalan vücut bölgelerde kıl dökülmesi	()	()
El cildinde bozukluklar (ciltte kalınlaşma, kılcal damarların izlenmesi, erken yaşlanma belirtileri gibi)	()	()
Görmede bulanıklık	()	()
Vücudunuzdaki (buyun, çene altı, koltuk altı, kaşık gibi) lenf benzerlerinde büyüme	()	()

Sağlığım ile ilgili yukarıda beyan ettiğim bilgiler doğrudur.

Sağlık Taraması Yaptırmak İstiyorum:
İstemiyorum: **ÇALIŞANIN İMZASI:**

Sağlık Taraması Yaptırmak İstiyorum:
TARİH:

1. Personel Bilgileri

Ad Soyad:

TC Kimlik No:

Çalıştığı Birim:

2. Deri ve Zührevi Hastalıklar Anabilim Dalı

El cildi bulguları (Kronik radyasyon maruziyetine bağlı olarak gelişebilecek;)

Bulgular	Yok	Var; ise açıklama
Talenjektazi		
Hiperkeratoz		
Atrofi		
Kıl dökülmesi		
Tırnak bozukluğu		
Saat/Tarih		
Doktor İmza/Kaşe		

3. İç Hastalıkları Anabilim Dalı

Kan ve Lenfatik sistem malignite bulgusu (Radyasyona bağlı olarak geç dönemde gelişebilen maligniteler)

Bulgular	Yok	Var; ise açıklama
Periferik lenfadenopati		
Hepatosplenomegali		
Tam Kan Sayımı		
Hemagrom yorumu;		
Saat/Tarih		
Doktor İmza/Kaşe		

4. Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

Katarakt bulgusu (Lensin radyasyona maruziyetinden sonra 1 yıl içinde gelişmesi beklenir.)

Bazal oftalmoskopik muayenesi	Yapıldı	Yapılmadı
Hekim Yorumu;		
Saat/Tarih		
Doktor İmza/Kaşe		

Bu formda adı geçen çalışanın sağlık değerlendirmesi yapılmıştır. Radyasyon kaynakları ile çalışmasında;



MANİSA
CELAL BAYAR
ÜNİVERSİTESİ
HAFSA SULTAN HASTANESİ