

RADYOAKTİF ATIKLAR

Perihan ÜNAK

E.Ü. Nükleer Bilimler Enstitüsü, Bornova-izmir

Genel Bilgi

- Radyoaktif atıklar tıp, endüstri, araştırma gibi alanlardaki uygulamalar nedeniyle ortaya çıkabilirler
- İnsan ve çevre sağlığı için çok büyük zararlar verebilecekleri için diğer atıklardan farklı şekilde değerlendirilmeleri gerekir.
- Farklı radyoaktivite miktarı, fiziksel ve/veya kimyasal durumlarda olabilirler. Bu da farklı müdahale yöntemlerini gerektirebilir

TEMEL PRENSİPLER

- ÜRETİLEN RADYOAKTİF ATIĞI MÜMKÜN OLAN EN AZ SEVİYEDE TUTMAK (Radyoaktif işlemlerin önceden planlanması, çalışmaların minimum radyoaktiviteyle gerçekleştirilmesi, atıkların hacminin mümkün olduğu kadar küçük tutulması)
- RADYOAKTİF ATIKLARI DİĞER ATIKLARLA KARIŞTIRMAMAK
- ATIKLARI BAŞTAN SINIFLANDIRARAK AYRI AYRI TOPLAMAK
- UYGUN YÖNTEMLE BERTARAFINI SAĞLAMAK
- ATIKLARI TOPLUM VE ÇEVRE SAĞLIĞINI EN AZ ETKİLEYECEK ŞEKİLDE YÖNETMEK
- RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİNİN HER AŞAMASINI UYGUN ŞEKİLDE DOKÜMANTE ETMEK

**TÜM UYGULAMALAR LİSANS SAHİBİNİN
SORUMLULUĞUNDA VE OTORİTENİN KONTROLÜNDE
GERÇEKLEŞMELİDİR**

YASAL DÜZENLEMELER

- **TEMEL DÜZENLEME:** “IAEA, International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources Safety Series No.115, (1996) (BSS)”
- HER ÜLKENİN BU DÜZENLEMESİNE DAYANARAK GELİŞTİRDİĞİ KENDİNE AİT DÜZENLEMELERİ OLABİLİR
- **TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU:** “RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK” (Resmi Gazete Tarih/Sayı: 02.09.2004 / 25571)

Bu kapsamda;

KANUNLAR

-TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KANUNU 13.07.1982/17753 (2690 Nolu kanun)

TÜZÜKLER

- Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük 19.12.1983/19861
- Radyasyon Güvenliği Tüzüğü 07.09.1985/188613
- Nükleer Güvenlik Tüzüğü (TASLAK)

YÖNETMELİKLER

- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 24/03/2000-23999(29 Eylül 2004 / 25598 değişiklik ve ek)
- Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik 02/09/2004-25571 (Ek-1, Ek-2)
- Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Yönetmeliği 10/09/1997-23106 ve 08/07/2005-25869
- Nükleer Güvenlik Denetimleri ve Yaptırımları Yönetmeliği 13.9.2007/ 26642
- Nükleer Tesislerin Güvenliği için Kalite Yönetimi Temel Gereklere Yönetmeliği 13.9.2007/ 26642

Görev Gereği Işınlanmalar

Madde 10: Yıllık Doz
Sınırları

Madde 21: Kişisel
Dozimetre

Madde 22: Koruyucu Giysi

Madde 23: Tıbbi Gözetim

RADYASYON GÜVENLİĞİ YÖNETMELİĞİ

Tıbbi Işınlamalar

Madde 24-32: Hastanın
Radyasyon Güvenliği

Toplumun Işınlanması

Madde 33: Doz Sınırı

Madde 34-36: Radyoaktif Atıklar

Madde 39-48: Tehlike Durumu Planı

Madde 50-60: Lisans

Madde 69-70: Kayıtlar

Ulk. Tehlikeli atık 17.05.11

SINIFLANDIRMA

- Fiziksel Formuna Göre
- Kimyasal Formuna Göre
- Biyolojik Materyal İçeriğine Göre
- İçerdiği Radyoizotopa göre
 - Işıma Türü
 - Yarı Ömür
 - Enerji
 - Aktivite

Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik 02.09.2004 / 25571

Madde 8-10 : Sınırlar

Katı atık sınırı $<1 \mu\text{Sv/Saat}$

Kanalizasyon I-131 sınırı $<10 \text{ Bq/mL}$

Tıbbi atık bertaraf tesislerine gönderilecek katı atık torbalarının yüzeyindeki radyasyon doz hızı hiçbir şekilde $1 \mu\text{Sv/saat}$ (0.1 mrem/h) değerini aşamaz. Ölçümler, atılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyonu ölçebilecek uygun dedeksiyon cihazı ile yapılır.

Madde 14-15 : Atıklarla İlgili Kayıtlar

Yönetmeliğe uygun olarak tutulur ve her yıl kuruma gönderilir.

Unak_ Tehlikeli atık 17.05.11

SINIFLANDIRMA

• Fiziksel Formuna Göre

• Katı

- Enjektör,iğne,kateter vb – personelin korunması amacıyla özel kaplarda toplanmalıdır
- Boş şişe ,kolon vb cam eşya – personelin korunması amacıyla özel kaplarda toplanmalıdır
- Radyonüklid jeneratörler – ana radyonüklidin yarı ömrü önemlidir
- Kapalı kaynaklar (Referans kaynakları,kalibrasyon kaynakları)
- Eldiven, pamuk, swab, emici kağıt vb
- Hayvan deneylerinin artıkları
- Tedavi hastalarının yiyecek artıkları, biyolojik artıklar
- Hasta çarşaf ve giysileri

Madde 11 Katı atıklarlarla ilgili uyulması gerekli hususlar:

- Radyoaktif katı atıklar kalın tıbbi atık poşetlerine doldurulur, ağzı bağlanır, üzerine radyoizotopun cinsi, ve o günün tarihi yazılan etiket yapıştırılarak atık odasına gönderilir,
- Atık odasında, kurşun konteynırda en az 10 yarı ömür bekletildikten sonra yüzey dozu ölçülür,
- Radyasyon dozu TAEK limitlerinin altına inmişse; tıbbi atık olarak işlem görmesi için, radyasyon dozu, torbanın atılma tarihi yazılarak imzalanır.

RADYOAKTİF KATI ATIK ETİKETİ

Kuruluşun Adı :

Radyoizotop :

Yüzey Radyasyon Dozu :

Torbanın Etiketlenme Tarihi :

Torbanın Atılma Tarihi :

Sorumlu Kişi :

Teslim Alan Kişi :



.....tarihindeÜniversitesi FakültesiAnabilim Dalı'ndanadet radyoaktif katı atık torbasını Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde bertaraf edilmek üzere teslim aldım.

Teslim Eden

XXXXXX

Teslim Alan

XXXXXX

Unak_ Tehlikeli atık 17.05.11



- Enjektör, iğne, vial, kateter gibi radyoaktif madde bulaşmış materyal plastik torba ile kaplı çöp toplama kabında toplanıp, diğer çöplerden ayrı imha edilmeli. Bu kaplar üzerinde **DİKKAT! RADYOAKTİF MADDE** uyarısı bulunmalı.
- Boş şişe, kolon, cam eşya personelin korunması amacıyla özel kaplarda toplanmalıdır.
- Kapalı kaynaklar (Referans kaynakları, kalibrasyon kaynakları).
- Eldiven, pamuk, emici kağıt vb, hayvan deneylerinin artıkları.
- Tedavi hastalarının yiyecek artıkları, biyolojik artıklar.

Atık materyalde aktivite miktarı birkaç mikroCi ile birkaç miliCi arası değişebilir. Bu materyal kurşunlu odalarda depolanıp, geri plan aktivite düzeyine ulaştığı zaman (en az 10 yarı ömür bekletilir) standart atık olarak yok edilir.

Madde 12 Sıvı atıklarla ilgili uyulması gerekli hususlar:

- Şişe ve enjektörlerde kalan radyoaktif sıvı materyal, sıvı sintilasyon numuneleri (Beta sayımı) ,
- Radyoaktif tanı/ tedavi uygulanan hastanın vücut sıvıları
- Radyoaktif malzemenin yıkanmasıyla oluşan atık yıkama suları
- I-131 tedavisi gören hastaların idrar ve dışkılarını ihtiva eden sıvı atıklar, kanalizasyon sistemine, hastane çıkısında tek bir noktadan bağlanır, radyasyon uyarı isareti konulur, düzenli olarak ölçüm yapılır.
 -
- Bu noktadaki I-131 konsantrasyonu mililitrede **10 Bq** degerini geçemez.

Madde 13 Gaz halindeki atıklar ilgili uyulması gerekli hususlar:

- Uçucu radyoaktif maddeyle çalışırken oluşan radyoaktif buhar (İyot), radyoaktif uygulama yapılan hastanın solumasıyla çıkan gaz (akciğer ventilasyon)

Kimyasal Formuna Göre

- Su fazındaki atıklar, tehlikeli/Toksik kimyasallar, uçucular, yanıcılar vb.

Biyolojik Materyal İçeriğine Göre

- Kan, idrar ve diğer vücut sıvıları ile enfeksiyöz materyalleri (Doku, hücre kültürü vb)

İçerdiği Radyoizotopa Göre

- Işıma Türü (α , β ve γ), Yarı Ömür, Enerji, Aktivite (Yüksek aktivite: Jeneratör veya radyonüklid tedavide kullanılan bazı kaynaklar; Düşük aktivite: Enjektör, şişe, in-vitro test tüpleri)

YÖNTEMLER

Ön Hazırlık

Ayırma

Radyoaktif çalışmaların yapıldığı her alanda daha önce yapılmış olan sınıflandırma koşullarını karşılayacak sayıda ve özellikte, radyasyon işareti taşıyan radyoaktif atık kutusu bulunmalıdır .

Katı atıkların hacmi mümkün olduğunca küçültülerek tıbbi atık olarak atılmaya, depolama veya kalıcı bekletme alanlarına taşımaya uygun paketler haline getirilmelidir.

Sıvı atıklar buharlaştırılarak veya katıya emdirilerek katı hale getirilebilir, kanalizasyona verilecek asit artıklar nötrleştirilir.

Koşullandırma

Biyolojik atıklar yakılmaya, depolanmaya veya tıbbi atık olarak atılmaya hazırlanmak üzere dondurulur, kireçlenir veya kimyasal muameleye tabi tutulabilir.

Depolama

Geçici

Radyoaktif ömrünü tüketene kadar uygun koşullarda bekletmek ve daha sonra "tıbbi atık" olarak sertifikalı alıcıya teslim etmek

Uygun etiketleme (Tarih, radyonüklidin adı, aktivitesi vb.)

Uzun süreli/Kalıcı

Çok uzun yarı ömürlü atıkları sertifikalı depolama merkezlerine göndermek

(Her aşamada kayıt tutulmalı)

Yakararak yok etmek

Bazı katı biyolojik atıklar radyoaktiviteleri belli seviyeye indikten sonra özel fırınlarda yakılarak kül haline getirilebilir.

Çevreye verme

Atıklar sınıflandırılmalarına ve özelliklerine göre tıbbi atık olarak sertifikalı bir toplayıcıya, kanalizasyon sistemine ya da atmosfere verilebilir.

Katı atıkların Tıbbi Atık Bertaraf Tesislerine Verilmesi:

Alfa kaynağı içermemeli ve içerdiği radyonüklidlerin yarı ömrü < 100 gün olmalı,

Yüzey radyasyon doz hızı < $1\mu\text{Sv/saat}$ olmalı,

Torba üzerindeki "Radyoaktif" etiketi sökülmeli,

Taşınmaya dayanıklı 150 mikron kalınlığında, üzerinde görülebilecek büyüklükte "Uluslararası Klinik Atıklar" işareti bulunan kırmızı plastik torbalara konulmalı,

Bu atıklar evsel nitelikli atıklar ile aynı araçta yüklenmemeli..

Sıvı Atıkların Kanalizasyon Sistemine Verilmesi: (Kuruluşa ait atık sistemi önceden otoriteye bildirilerek izin alınmak koşuluyla)

- Alfa yayıcı içermemeli,
- Beta ve gama radyoaktivitesi içeren çözeltilerin konsantrasyonu $< 3.7 \text{ Bq/mL}$ olmalı,
- Sadece H-3 veya C-14 içeren çözeltilerin radyoaktivite konsantrasyonu $< 37 \text{ Bq/mL}$ olmalı,
- I-131 tedavisi alan hastaların biyolojik atıkları hastaneden kanalizasyon sistemine düzenli olarak ölçülen ($< 10 \text{ Bq/mL}$) ve radyasyon işareti konulmuş tek bir noktadan verilmeli.

İzin verilen miktardaki sıvı radyoaktif atık altında "T" dirsek olmayan ve üzerinde radyoaktivite işareti olan tek bir lavabodan kanalizasyon sistemine su ile seyreltilerek bırakılır.

Sadece suda çözünebilen veya dağılabilen radyoizotoplar kanalizasyona verilebilir, katı/tortu varsa filtre ile tutulur.

Kimyasal ve toksik maddeler için çevre ile ilgili otoriteden ayrıca izin alınır

Bir defada kanalizasyon sistemine verilecek toplam aktivite

$< 2.5 \times ALI_{\min}$ değeri (Bir ayda
 $< 25 \times ALI_{\min}$)

$< 100 \text{ MBq}$ olmalıdır.

ICRP – 61'E GÖRE ALI_{Min} (Annual Limit on Intake) DEĞERLERİ

RADYOİZOTOP	YARI ÖMÜR	ALI _{Min} (Bq)
F-18	109.74 dk	4X10 ⁸
Tc-99m	6.02 st	1X10 ⁹
I-131	8.04 g	8X10 ⁵
Y-90	64.1 st	5X10 ⁶
H-3	12.15 y	1X10 ⁹
C-14	5730 y	4X10 ⁷
Cr-51	27.7 g	2X10 ⁸

ÖRNEKLER

- Yarı ömrü 100 günü aşan izotoplar TAEK yönetmeliği kapsamında değildir, kullanım ömürlerini tükettiklerinde ulusal depolama merkezlerine teslim edilmeleri önerilmektedir:
 - Co-57(271g), Ba-133 (10 y), Cs-137(30y) gibi kalibrasyon ve kalite kontrolü kaynakları
 - Ge-68/Ga-68 jeneratörleri (270 gün)



Radyoaktif Gazların Atmosfere Verilmesi:

Otorite tarafından önceden onaylanmış olan proje çerçevesinde uygun bir sistem kurularak devamlı ölçüm ve kayıt alınmak üzere atmosfere verilebilir.

TAEK'in 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanununun 4. f maddesi ve "Radyasyon Güvenliği Tüzüđünün" 8.c maddesinde "Radyoaktif Atık Yönetimi ve Depolama Tesisleri" tanımlanmıştır.

TAEK Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi 'nde "Düşük ve Orta Seviyeli Radyoaktif Atık işleme ve Geçici Depolama Tesisi" mevcuttur.

Radyoaktif atıkların uzun süreli depolanması amacıyla yapılan bu tür tesislerdeki yaklaşım radyoaktif atıkların konsantre edilmesi ve beton, asfalt, cam gibi maddelere hapsedilerek kapalı ortamlarda saklanmasıdır.

Unak_ Tehlikeli atık 17.05.11

DÖKÜMANTASYON

-Radyoaktif atıklarla ilgili tüm uygulamalar kayıt altına alınmalıdır.

-Atık toplama

-Ayrıştırma

-Kısa süreli depolama

-Tıbbi atık toplayıcı firmaya, kanalizasyona veya atmosfere verme

-Uzun süreli depolamaya verme

Personel eğitimi

EĞİTİM

- Radyoaktif atıklarla ilgili tüm uygulamalardan atığın oluştuğu merkezin lisans sahipleri sorumludur.
- EĞitim vermek, eĐitimin etkinliĐini ölçmek ve bu eĐitimleri dokümente etmek de lisans sahibinin sorumluluĐundadır.
- SaĐlık fizikçileri
- Radyoaktif atık üreten çalışanlar
- Atıkların taşınmasından sorumlu personel
- Atık bekletme alanlarının temizliğinden sorumlu personel eğitilmelidir.

Nükleer Madde Güvenliği

Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Andlaşması (NPT)

- Adlaşmayı 191 ÷lke imzalamıştır.
- Hindistan, İsrail ve Pakistan bu anlaşmaya taraf değildir.
- Ülkemiz, NPT'yi 1969'da imzalamış ve 1980'da Parlamentomuz tarafından onaylandı.

Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Andlaşması (NPT)

- Üye ülkelerin isteğiyle 11 Mayıs 1995' te süresiz olarak yürürlükte kalmasına karar verilmiştir.
- Amacı, nükleer silahların yayılmasını önlemek ve nükleer teknolojiyi barışçıl amaçlar için kullanmaktır.

Güvenlik Denetimi Anlaşması

- Nükleer silah sahibi olmayan ülkemiz NPT anlaşmasının 3.maddesinin bir gereği olarak, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ile 1 Eylül 1981 tarihinde “Güvenlik Denetimi Anlaşması”nı imzalamıştır.
- Bu anlaşmaya göre Türkiye, ülke sınırları içindeki tüm barışçıl kullanım amaçlı nükleer maddeler için UAEA'nın güvenlik denetimini kabul etmiş ve aynı zamanda kendi ulusal “Nükleer Madde Sayım ve Kontrol Sistemini” kurup işletmeyi taahhüt etmiştir.

- TAEK – NGD bünyesinde “Ulusal Nükleer Madde Sayım ve Kontrol Sistemi” kurulmuştur.
- Ulusal mevzuatımız UAEA ile yapılan Güvenlik Denetimi Anlaşması temel alınarak hazırlanmış ve “Nükleer Maddelerin Sayım ve Kontrolü Yönetmeliği” 1997 yılında Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.
- Mevcut yönetmelik, Ek Protokol ve AB Güvenlik Denetimi uygulamaları çerçevesinde revize edilmektedir.

Ek Protokol (devam)

Güvenlik denetimi anlaşmasına ilave olarak Ek Protokol uyarınca;

- Türkiye tarafından veya Türkiye dışından finanse edilen yada desteklenen nükleer madde içeren veya içermeyen nükleer yakıt çevrimi ile ilgili her türlü araştırma ve geliştirme faaliyetleri ve bu faaliyetlerin yerlerini belirleyen bilgiler,
- Nükleer sahalardaki bütün binalar hakkındaki bilgiler,
- Uranyum madenlerinin konsantrasyon tesislerinin ve toryum konsantrasyon tesislerinin yerleri, faaliyet durumu, tahmini yıllık üretim kapasitesi

Ek Protokol (devam)

- Nükleer alanda kullanılan nükleer olmayan malzemelerle ilgili her ihracatta ve Türkiye'ye ihraç edilen ekipman ve malzemeler hakkında bilgi,
- Tesis dışında kalan ancak UAEA'nın bu yerlerde faaliyetler olabileceğini düşündüğü kişi ya da kuruluşun kimliği ve faaliyetlerin genel tanımı,
- Nükleer yakıt çevriminin gelişimi ile ilgili on yıllık süre için onaylanmış planlar,

belirlenen süreler içinde UAEA'ya düzenli olarak iletilmektedir.

Nükleer Madde



Kaynak
Maddeler



Özel Bölünebilir Maddeler

Tanımlar

Kaynak maddeler:

- Doğal uranyum; Çok az oranda U-234, ağırlıkça %0.7 U-235 ve % 99.3 oranında U-238
- Tüketilmiş uranyum; U-235 yüzdesinin doğal uranyum yüzdesinden daha az (<%0.7)
- Toryum;

bunlardan herhangi birinin metal, alaşım, kimyasal bileşim veya yoğunlaştırılmış hali.

Özel Bölünebilir Madde:

- Plutonyum-239;
- Uranyum-233;
- Zenginleştirilmiş uranyum; Doğal uranyumdan daha fazla U-235 (>%0.7)

ve bunlardan birini veya daha fazlasını içeren herhangi bir madde

Tesis :

- Bir reaktör, kritik tesis, yakıt imalat tesisi, dönüştürme tesisi, yeniden işleme tesisi, izotop ayırma tesisi veya ayrı bir depolama tesisi,
- Bir etkin kilogramdan daha fazla nükleer maddenin alışılmış şekilde kullanıldığı herhangi bir yer,
- LOF: bir tesis olmayan ancak bir etkin kilogram ya da daha az miktarlarda nükleer maddenin kullanıldığı herhangi bir yer

Projelendirme Bilgileri

- 09.01.2009 tarihi itibariyle Ege Üniversitesi NBE LOF kapsamına alındı.
- Kurum, projelendirme bilgilerini inceledikten sonra, tesisin özelliklerine göre, sayım amaçları için kullanılacak olan madde denkleştirme alanını, önemli ölçme noktalarını ve nükleer maddenin fiziksel envanterinin alınma sıklığını tesis sorumlusuna bildirdi.

KONUyla İLGİLİ WEB SİTELERİ

- <http://www.taek.gov.tr> Alo TAEK: 444 TAEK(8235)
- <http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/manradwa.html>
- <http://www.icrp.org/index.asp>
- www.euratom.org/
- http://ec.europa.eu/energy/nuclear/waste_management/waste_management_en.htm

Teşekkürler...