ALARA RGD

RADYOAKTİF MADDE TAŞIMACILIĞINDA RADYASYONDAN KORUNMA (RMTRK) KURSU DERS NOTLARI

Tüm sunumlarda TAEK tarafından hazırlanan içerik kullanılmıştır.

İÇİNDEKİLER

1. RADYASYONLA İLGİLİ KAVRAMLAR
2. UYGULAMA (BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ)
3. RADYASYONUN ÖLÇÜLMESİ
4. UYGULAMA(ÖLÇME)
5. İYONLATIRICI RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ
6. RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ
7. RADYASYON KAYNAKLARI VE KULLANIM ALANLARI
8. RADYASYON KAZALARININ NEDENLERİ, SONUÇLARI VE ÖNLENMESİ
9. KİŞİSEL DOZİMETRE VE KULLANIMI
10. RADYOAKTİF MADDENİN PAKETLENMESİ
11. RADYOAKTİF MADDELERİN GÜVENLİ TAŞINMASI
12. RADYOAKTİF MADDELERİN GÜVENLİ TAŞINMASI MEVZUATI
13. ACİL DURUM PLANLAMA VE HAZIRLIĞI
14. NÜKLEER VE RADYOAKTİF MADDELERİN TAŞINMASINDA EMNİYETİN SAĞLANMASI
15. RADYASYON KAYNAKLARININ LİSANSLAMA SİSTEMİ (RMTRK)
16. TÜRKİYE'DE RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ

Radyoaktif Madde Taşımacılığında Radyasyondan Korunma (RMTRK) Kursu

	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün
09:00-09:30	Kayıt			
09:30-10:00	Açılış ve Bilgilendirme	İyonlaştırıcı Radyasyonun Biyolojik Etkileri	Radyoaktif Maddelerin Paketlenmesi	Radyasyon Kaynaklarının Lisanslama Sistemi
10:00-10:45	Radyasyonla İlgili Kavramlar-1			
10:45-11:00	ARA	ARA	ARA	ARA
11:00-11:45	Radyasyonla İlgili Kavramlar-2	Radyasyondan Korunma Sistemi	Radyoaktif Maddelerin Güvenli Taşınması + VİDEO	Radyasyon Kazalarının Nedenleri Sonuçları ve Önlenmesi
11:45-12:30	Uygulama (Birim Dönüşümleri)			
12:30-14:00	YEMEK ARASI	YEMEK ARASI	YEMEK ARASI	YEMEK ARASI
14:00-14:45	Radyasyonun Ölçülmesi	Radyasyon Kaynakları ve Kullanım Alanları	Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Mevzuatı	Türkiye'de Radyoaktif Atık Yönetimi
14:45-15:30	Uygulama (Ölçme)			
15:30:15:45	ARA	ARA	ARA	ARA
15:45-16:30	Kişisel Dozimetre ve Kullanımı	Nükleer ve Radyoaktif Maddelerin Taşınmasında Emniyetin Sağlanması	Acil Durum Planlama ve Hazırlığı	Uygulama (İnteraktif Yoklama)

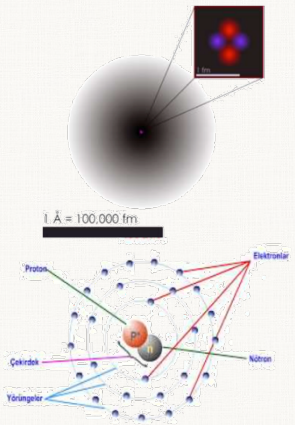
RADYASYONLA İLGİLİ KAVRAMLAR

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

1. RADYASYONUN KISA TARİHİ
2. ATOM VE YAPISI
3. RADYOAKTİVİTE
4. RADYASYON
5. RADYASYON KAYNAKLARI
6. RADYASYONUN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ
7. RADYASYON DOZU
8. RADYASYON BİRİMLERİ
9. ZIRHLAMA

ATOM ve YAPISI

- Atom, maddenin en küçük ve temel yapı taşıdır.
- Bir atomda, çekirdeği saran negatif yüklü bir **elektron bulutu** vardır. Çekirdek ise pozitif yüklü **protonlar** ve yüksüz **nötronlardan** oluşur.
- Proton ve elektron sayıları eşit olduğunda atom elektriksel olarak yüksüzdür (p = e).
- p ≠ e olduğunda parçacık iyon olarak adlandırılır.
- İyonlar kararsız yapıda bulunur ve ortamdaki başka iyon ve atomlarla etkileşime girerler.



Atom ve Kütle Numaralarının Gösterimi

Kütle no = Proton + Nötron sayısı

Atom no = Proton sayısı

$^{4}_{2}He$

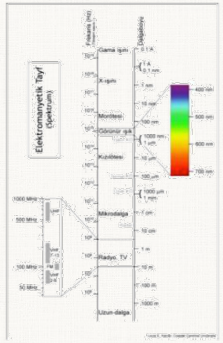
Elektron sayısı = Proton sayısı

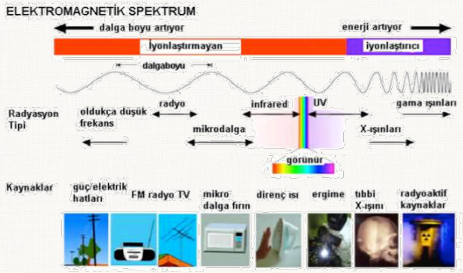
Nötr atom için

TANIMLAR-Radyasyon

- Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçiminde enerji yayılımı ya da aktarımıdır.
- Radyasyon çeşitleri:
  - **İyonlaştırıcı:** Atomlardan elektron sökebilen
    - Parçacık (alfa, beta, nötron)
    - Foton (gama ve X-ışınları)
  - **İyonlaştırıcı olmayan:** Atomlardan elektron sökemez
    - infrared, görünür, mikrodalga, radyo dalgası

Elektromagnetik spektrum





İzotop (1)

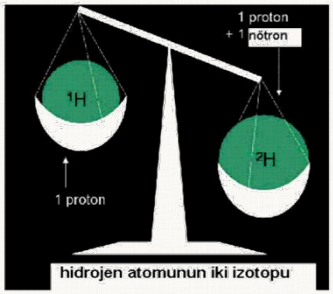
- Proton sayıları aynı, ancak nötron sayıları farklı olan atom çekirdeklerine **izotop** denir.
- İzotopların bazıları kararsız yapıdadır, bunlara **radyoizotop** denir.

İzotop (2)

Örnek:

Hidrojenin 3 izotopu vardır.

- Hidrojen: $^{1}_{1}H$
- Döteryum: $^{2}_{1}H$
- Trityum: $^{3}_{1}H$



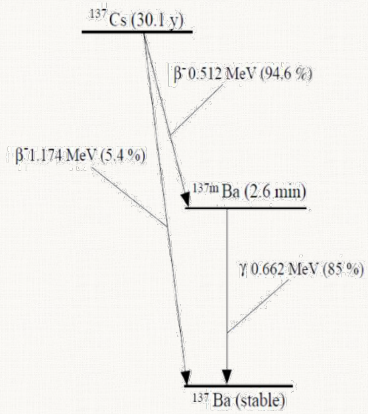
Radyoaktivite

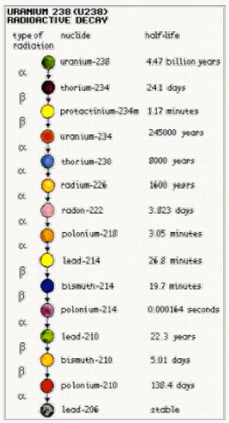
- Kararsız atom çekirdeklerini kararlı hale gelmek için kendiliğinden parçacık veya elektromanyetik radyasyon yaymasına **radyoaktif bozunum (parçalanma)** denir.

- Doğada mevcut elementlerin atomlarının bir kısmı kararlı diğer bir kısmı ise kararsız çekirdeklere sahiptirler.

- Genellikle daha ağır çekirdekler sahip oldukları fazla enerjiden dolayı kararsızdır.

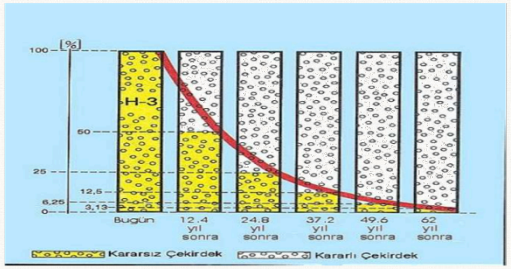
Örnek Bozunma Şeması





Fiziksel Yarı Ömür

- Radyoaktivitenin başlangıçtaki seviyesinin yarıya düşmesi için gerekli zamana "**Yarılanma Süresi**" ya da "**Yarı Ömür**" denir.
- Ayrıca radyoaktif elementin başlangıçtaki atomlarının yarısının bozunması için geçen süre olarak da tanımlanabilir.



NOT: Herhangi bir yolla vücut içine alınan radyoaktif maddenin biyolojik olaylar sonucunda yarısının vücuttan atılması için gereken süreye ise "**Biyolojik Yarı Ömür**" denir.

Her bir radyoizotopun kendine özgü bir yarılanma süresi vardır.

- Polonyum-214..... 164 mikrosaniye
- Teknesyum-99m..... 6 saat
- İyot-131..... 8 gün
- Karbon-14 ..... 5730 yıl
- Radon-222..... 3.8 gün
- Kobalt-60..... 5 yıl
- Stronsiyum-90..... 28 yıl
- Sezyum-137..... 30 yıl
- Amerisyum-241..... 432 yıl
- Radyum-226..... 1600 yıl

Yarı Ömür Hesabı

Bir radyoizotopun yarı ömrü, başlangıç aktivitesi ve t zaman sonraki aktiviteyi ve bozunma sabitini içeren bir formülle bulunabilir.

$$A_t = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

A_t : t Süre Sonraki Aktivite

A_0 : Başlangıç Aktivitesi

$t_{1/2}$: Yarı Ömür

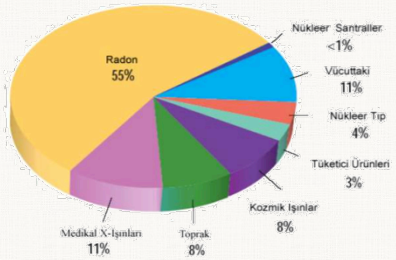
λ : Bozunma Sabiti

Eğer A_t = (½) x A_0 alınırsa $t_{1/2} = 0.693 / \lambda$ veya $\lambda = 0.693 / t_{1/2}$

Radyasyon Kaynakları

Radyasyon kaynaklarını ikiye ayırmak mümkündür:

- Doğal Radyasyon Kaynakları
- Yapay Radyasyon Kaynakları



İyonlaştırıcı Radyasyon (1)

Bir atomun elektronlarından bir veya bir kaçının yörüngelerinden koparılarak serbest hale gelmesi olayına **İYONİZASYON** denir.

Atomu iyon haline getirebilecek enerjiye sahip radyasyona "**İYONLAŞTIRICI RADYASYON**" denir.

Örnek olarak;

- Alfa ışınları (α)
- Beta ışınları (β)
- X - ışınları ve gama ışınları (γ)
- Nötronlar (n) verilebilir.

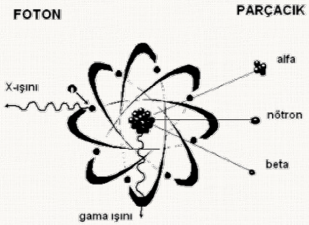
İyonlaştırıcı Radyasyon (2)

Bozunum;

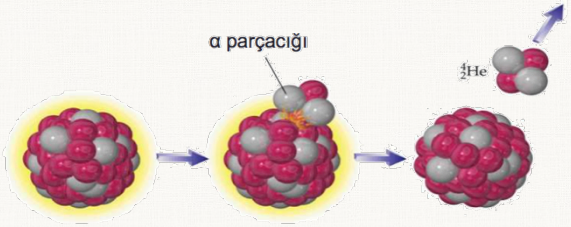
Radyoaktif çekirdekler kendiliğinden bozunuma uğrarlar.

Bu süreç üç şekilde gerçekleşebilir.

- Alfa ve beta bozunumlarında kararsız bir çekirdek, alfa ya da beta parçacıkları yayarak daha kararlı bir çekirdek haline gelmeye çalışır.
- Gama bozunumunda çekirdeğin cinsi değişmez. Uyarılmış atom yüksek enerjili durumundan taban durumuna geçerken gama radyasyonu yayımlayarak bozunuma uğrar.



Alfa Bozunumu (1)

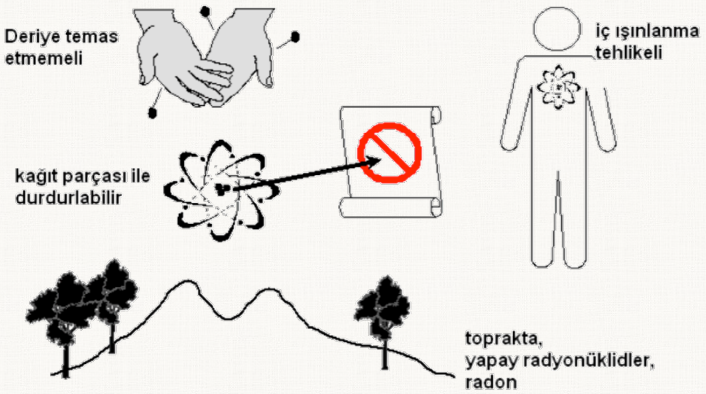


$$^{222}_{88}Ra \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{218}_{86}Rn$$

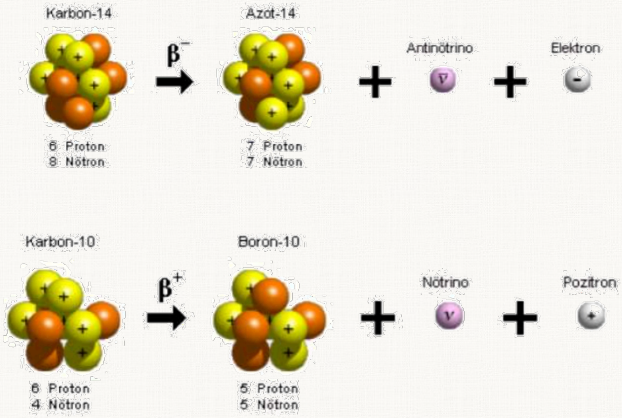
Alfa Bozunumu (2)

- Çekirdeğin kararsızlığı hem proton hem de nötron fazlalığından ileri geliyorsa, çekirdek iki proton ve iki nötrondan oluşan bir alfa parçacığı yayımlayarak bozunur.
- Yüksek enerjiye sahip olsa da ağır kütlesi nedeniyle menzili çok kısadır fazla uzağa gidemezler. Deri tabakasını geçemezler.
- Yüklü bir parçacık olduğundan içerisinden geçtiği maddenin elektronları ile yoğun bir şekilde etkileşir ve enerjilerini kaybederler.
- Yüksek enerjili parçacıklar olduğundan solunum yolu ile vücuda girdiklerinde büyük hasarlar meydana getirebilirler.
- Dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar.
- Bir kağıt parçası ile durdurabilirler.

Alfa Radyasyonu



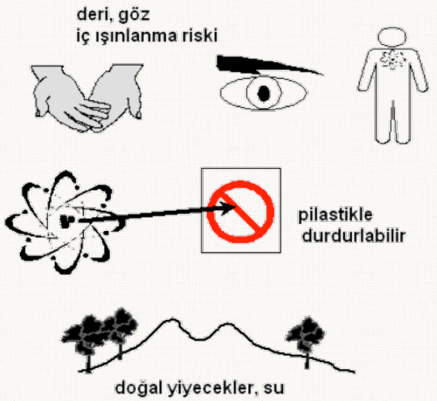
Beta Bozunumu (1)



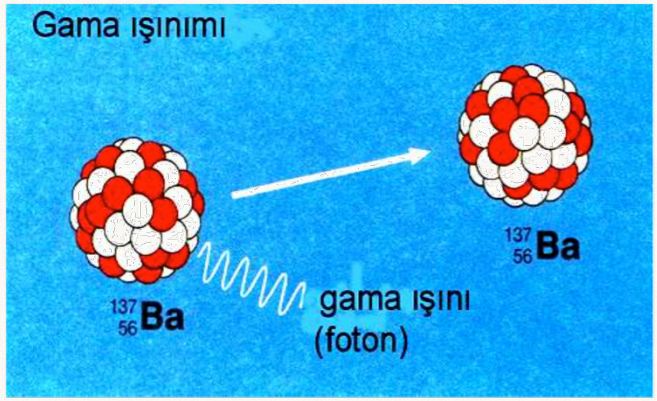
Beta Bozunumu (2)

- Beta parçacığı, atomdan bağımsız elektrondur.
- '-' yüklü olanına beta, '+' yüklü olanına pozitron denir.
- β(-) **Bozunumu:** Kararsızlık çekirdekteki nötron fazlalığından ileri geliyorsa, çekirdeğindeki enerji fazlalığını gidermek için nötronlardan birini proton ve elektron haline dönüştürür Proton çekirdekte kalırken, elektron hızla atomdan dışarı atılır.
- β(+) **Bozunumu:** Atomun kararsızlığı proton fazlalığından ileri geliyorsa protonlardan biri nötron ve pozitif yüklü elektrona (pozitrona) dönüşür
- İyonlaşma alfaya göre daha azdır.
- İnce bir alüminyum levha durdurabilir.
- β-parçacıkları, α-parçacıklarına göre daha fazla nüfuz eder.

Beta Radyasyonu



Gama Bozunumu (1)



Gama Bozunumu (2)

- Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir.
- Atom çekirdeği alfa veya beta parçacığı yayınladıktan sonra kararlı hale geçebilmek için fazla enerjisini gama ışını olarak yayınlar.
- Gama radyasyonu, **elektromanyetik dalga olmaları bakımından** alfa ve beta radyasyonundan farklıdır.
- Gama ışınları çok girici olduklarından menzil mesafeleri yüksektir.
- Havada yüzlerce metre gidebilirler.
- Endüstri ve tıpta yaygın olarak kullanılırlar.
- Yüksüzdürler dolayısı ile elektrik ve manyetik alanda saptırılamazlar.
- Kurşun veya beton ile zırhlanabilirler.

GAMA KAYNAĞININ VERDİĞİ IŞINLAMA DOZ ŞİDDETİ

Bir noktasal gama kaynağının verdiği ışınlama şiddeti aşağıda verilen formül ile bulunur.

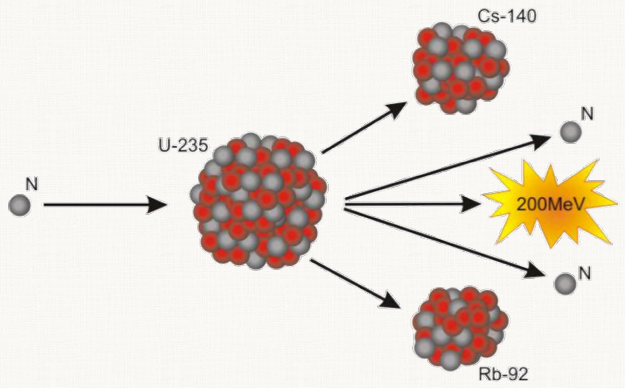
$$I = \Gamma \frac{A}{d^2}$$

- I = Noktasal gama kaynağının verdiği ışınlama doz şiddeti (Doz hızı) (R/h)
- Γ = Işınlama şiddeti sabiti (Birim aktivitenin, birim zaman ve mesafede verdiği ışınlama şiddetidir. $R.m^2/Ci.h$)
- A = Gama kaynağının radyoaktivitesi (Ci)
- d = Uzaklık (m)

Nötron Radyasyonu (1)

- Nötronlar kütleleri protona yakın, yüksüz parçacıklardır.
- Yüksüz olmaları nedeniyle, elektronla değil atomun doğrudan çekirdeği ile etkileşir.
- Enerjilerine göre, yavaş, ısıl ve hızlı nötronlar olarak adlandırılır.
- Serbest nötronların oluşturduğu radyasyon çeşididir.
- Fisyon, füzyon, parçacık etkileşmeleri (parçacık hızlandırıcıları) veya kozmik ışınlar sonucu oluşurlar.
- Doğrudan iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşmeleri sonucunda iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilirler.

Nötron Radyasyonu (2)



X-Işını Radyasyonu (1)

- X-ışınları, gözle görülmeyen, maddelerin içinden geçebilen yüksek enerjili elektromanyetik radyasyonlardır.
- Yüksüz oldukları için elektrik ve manyetik alanda saptırılamazlar.
- Maddeyi iyonize ederek biyolojik ve kimyasal hasarlar oluştururlar.
- Kurşun ve beton gibi yoğun malzemelerle durdurulurlar.

X-ışınları (2)

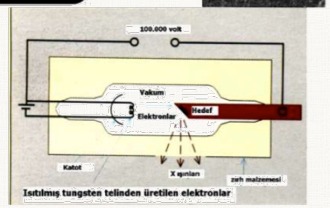
- Etkileşme şekline göre iki tür x-ışını elde edilir.
  - **Sürekli (frenleme) x-ışınları:** Elektron demeti, hedef atomun çekirdeğine yaklaştığında, çekirdeğin pozitif yükünden kaynaklanan elektrik alandan etkilenir ve ivmeli hareket yapmaya zorlanarak dışarıya fotonlar yayar. Sürekli bir enerji spektrumuna sahip bu fotonlara sürekli x-ışınları, bu olaya da ***bremsstrahlung*** veya ***frenleme*** **radyasyonu** adı verilir.
  - **Karakteristik x-ışınları:** Hedef atom üzerine gönderilen elektronların, hedef atomun yörüngesindeki elektronlarla etkileşimi sonrasında, aldıkları enerjiyle üst enerji seviyelerine çıkarlar. Kararsız durumdaki bu enerji seviyeleri geri bozunduğunda dışarıya foton yayınlanır. Enerjileri, seviyeler arasındaki farka eşit olan bu fotonlara ***karakteristik*** **x-ışınları** adı verilir.

X-Işını Radyasyonu (3)

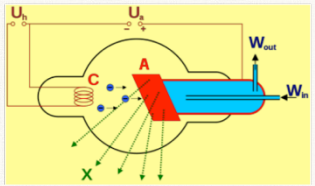


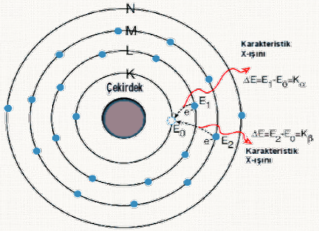


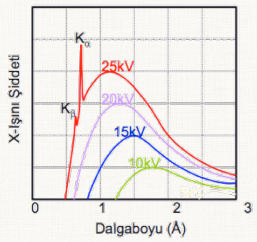




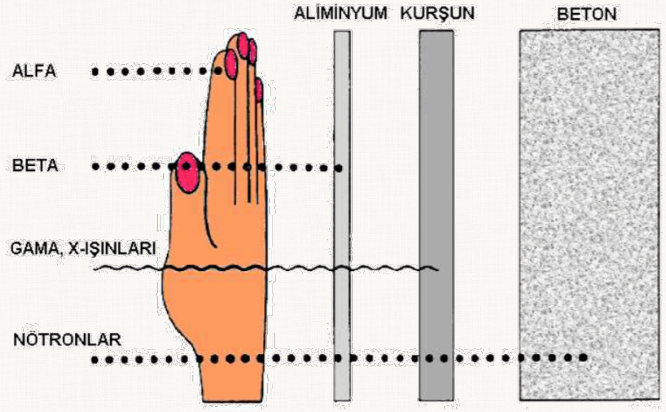
X-ışınları (4)







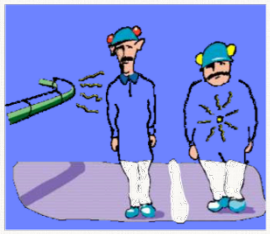
Radyasyonun Giriciliği



Işınlanma Çeşitleri

Dış Işınlanma

- Radyoaktif maddelerden veya radyasyon üreten cihazlardan (Röntgen cihazları vb.) çıkan gama ve X-ışınlarına maruz kalma durumudur.
- Işınlama bittikten sonra doz alımı (ve salınımı)söz konusu değildir.



İç Işınlanma

- Radyoaktif maddelerin istenmeyen bir şekilde solunum ve sindirim sistemleri, veya derideki yaralar vasıtası ile vücut içerisine alınmasıdır.
- Vücut içerisine girmiş olan radyoizotoplar hangi yolla alınmış olursa olsun vücut içerisine dağılarak fiziksel yarılanma süresine ve biyolojik yarılanma süresine bağlı olarak atılır.

Radyasyon Dozu

- Doz, herhangi bir maddenin belli bir zaman içerisinde kullanılan veya tüketilen miktarı demektir.
- Radyasyon dozu ise hedef kütle tarafından, belli bir sürede, soğurulan veya alınan radyasyon miktarıdır.
- Radyasyon dozunun hedef kütlede meydana getireceği etki, radyasyonun çeşidine, doz hızına ve bu doza maruz kalış süresine bağlıdır.

İyonlaştırıcı radyasyonlarla yapılan çalışmalarda sonuca ulaşabilmek ve zararlı biyolojik etkileri belirleyebilmek için radyasyon dozunun bilinmesi gerekir.

Maruz kalınan radyasyon miktarının ölçülmesi, radyasyonla çalışırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biridir. Bunun için ilk önce radyasyon ölçüm birimlerini tanımak gerekir.

Radyasyon Ölçüm Birimleri

Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi (ICRU) radyasyon çalışmalarında tüm dünyada kullanılan birimlerin aynı olması düşüncesi ile M.K.S. sistemini esas alan "Uluslararası Birimler Sistemi (SI)" 1986 yılından itibaren kullanılmaktadır.

Radyasyon kaynağının gücünü (Aktivite Birimi)
Özel Birim : Curie (Ci)
SI Birim : Bequerel (Bq)

Kaynaktan çıkan radyasyon şiddetini (Işınlama Doz Birimi)
Özel Birim : Röntgen (R)
SI Birim : Coulomb/kg (C/kg)

Radyasyonun madde tarafından soğurulma (absorblanma) dozunu (Soğrulmuş Doz Birimi)
Özel Birim : Rad
SI Birim : Gray (Gy)

Canlıda meydana gelen biyolojik hasarı (Biyolojik Doz Birimi)
Özel Birim : Rem
SI Birim : Sievert (Sv)

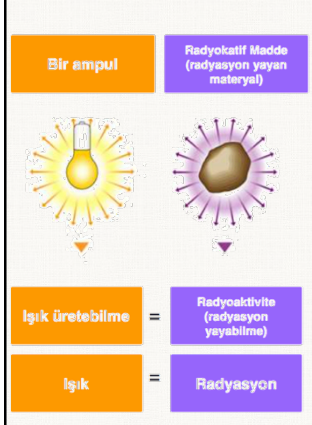
Aktivite Birimi

Saniyedeki bozunum sayısıdır. İzotopun cinsine ve miktarına bağlıdır.

S.I. : Becquerel (Bq)
1 Bq = 1 bozunum/saniye

Özel Birim : Curie (Ci)
1 Ci = 3,7 x 10^{10} bozunum/saniye

(1 g Radyumun aktivitesidir)





Işınlama Doz Birimi

Birim: Röntgen(R)

Normal şartlar altında 1 cm^3 kuru havada (veya 1 kg havada) $2{,}58x10^{-4}$ C'luk elektrik yükü değerinde (+) veya (-) iyonlar oluşturan X veya gama radyasyon miktarıdır.

$1\ R = 2{,}58x10^{-4}\ C/kg$

BU BİRİM SADECE HAVADA ETKİLEŞMELER MEYDANA GETİREN GAMA VE X IŞINLARI İÇİN TANIMLANMIŞTIR.

Soğurulan Doz Birimi (1)

Radyasyon bir maddeden geçerken enerjisinin bir kısmını bırakır yani soğurulur. Her madde radyasyonu farklı miktarda tutar.

Soğurulan Doz:

Maddenin radyasyona maruz kaldıktan sonra birim kütlesinde (1kg) depoladığı enerjinin ölçüsüdür.

Röntgenden farklı olarak her tip radyasyona uygulanabilir.

Soğurulan Doz Birimi (2)

SI : GRAY (Gy)
1 Gy = 1 Joule/kg
(1 kg maddeye 1 Joule'luk enerji verebilen radyasyon miktarıdır.)

Özel Birim : RAD (rad)
(1 g maddeye 100 erglik enerji verebilen radyasyon miktarıdır.)

1 Rad = 0,01 Gy
1 Gy = 100 Rad

Eşdeğer Doz Birimi (1)

- Farklı radyasyon türlerinin biyolojik etkileri farklıdır. Radyasyonun doku üzerindeki biyolojik etkisini hesaplamak için her radyasyon türü için bir kalite çarpanı tanımlanmıştır.
- Soğurulan dozun kalite çarpanı ile çarpılmasından "eşdeğer doz" elde edilir.

Organ eşdeğer dozu (H_T)
Soğurulan Doz ($D_{T,R}$)
Kalite Faktörü (Q_R)

$$H_T = \Sigma_R Q_R D_{T,R}$$

Eşdeğer Doz Birimi (2)

SIEVERT (Sv)

1 Sv = Gy x Kalite Faktörü

veya

REM (rem)

1 rem = rad x Kalite Faktörü

1 Rem = 0,01 Sv

1 Sv = 100 Rem

Q_R (Kalite Faktörü) Değerleri

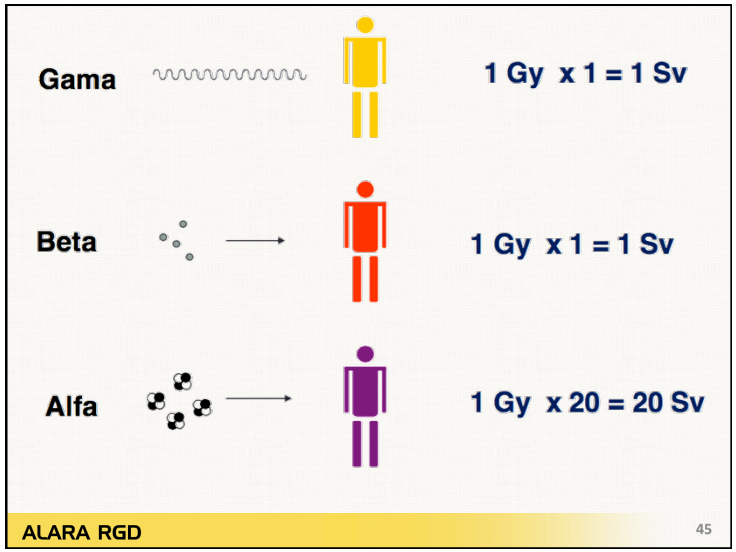
Aynı enerjideki farklı radyasyon tiplerinin sebep olduğu farklı biyolojik hasarları hesaplamak için kullanılan değerlerdir.

Her radyasyon tipi için farklı bir Q_R çarpanı vardır.

Q_R: Radyasyon Kalite faktörleri (IAEA-SS-2011)

"

Radyasyon Tipi	w_R
Fotonlar	1
Elektronlar ve müonlar	1
Protonlar ve yüklü pionlar	2
Alfa parçacıkları, ağır iyonlar	20
Nötronlar	$w_R = \begin{cases} 2.5 + 18.2\, e^{-[\ln(E_n)]^2/6}, & E_n < 1\ MeV \\ 5.0 + 17.0\, e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}, & 1\ MeV \le E_n \le 50\ MeV \\ 2.5 + 3.25\, e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6}, & E_n > 50\ MeV \end{cases}$



Etkin Doz (1)

- Vücuttaki organ ve dokuların da radyasyona duyarlılığı farklıdır. Ayrıca tüm vücut yerine, bazı organ ve dokular radyasyona maruz kalabilir.

Bu durumda, tüm vücut için radyasyon etkisini hesaplamak için etkin doz kavramı tanımlanmıştır.

- Etkin dozu belirlemek için her organ için farklı doku ağırlık faktörleri kullanılır (w_T). Etkin doz hesaplanırken, E her bir organ veya doku için ayrı ayrı hesaplanır, elde edilen tüm E değerleri toplanarak tüm vücut için etkin doz bulunur.

Etkin Doz (2)

Etkin Doz : Tüm vücut için

$$E = \Sigma_T \, w_T . H_T$$

E : Etkin Doz

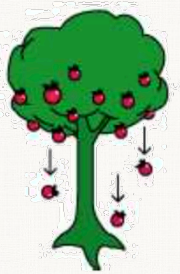
w_T : Doku ya da Organ için Doku Ağırlık Faktörü

H_T : Doku ya da Organ Eşdeğer Dozu

W_T : Doku Ağırlık faktörleri (IAEA-SS-2011)

Organ (doku)	w_T	$\sum w_T$
Kemik iliği (kırmızı), kolon, akciğer, mide, meme, diğer dokular	0.12	0.72
Üreme organları	0.08	0.08
Mesane, yemek borusu, karaciğer, troid	0.04	0.16
Kemik yüzeyi, beyin, tükürük bezleri, deri	0.01	0.04
	Toplam	1.00

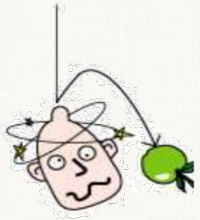
Radyasyon Ölçüm Birimleri



Düşen elmaların sayısı Becquerel ile karşılaştırılabilir. (Saniyedeki bozunum sayısı)

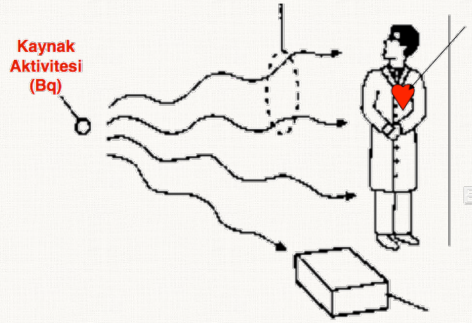


Uyuyan adama çarpan elmaların sayısı Gray ile karşılaştırılabilir. (Soğurulan doz)



Elmanın büyüklüğüne ve ağırlığına göre vücutta yaptığı etki Sievert ile karşılaştırılabilir. (Etkin doz)

Biyolojik Doz Birimi

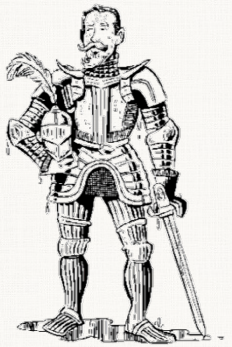


Doz Sınırları		Radyasyon Çalışanları	Toplum Üyesi Kişiler
Etkin Doz Sınırı	Ardışık 5 yılın ortalaması	20 mSv	1 mSv
	Herhangi bir yılda	50 mSv	5 mSv
Yıllık Eşdeğer Organ Dozu Sınırı	Göz Merceği	150 mSv	15 mSv
	Deri	500 mSv	50 mSv
	Eller ve ayaklar	500 mSv	50 mSv
Hamile bir radyasyon çalışanının abdomen Eşdeğer Dozu		Hamileliğin bildirilmesinden sonra 2 mSv	

Zırhlama

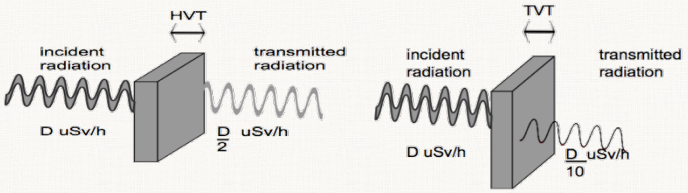
- Radyasyon kaynağı ile kişi arasına havadan daha yoğun bir maddenin konulmasıyla radyasyon şiddeti azaltılabilir.
- Zırhlama materyalinin seçiminde;
  - ✓ Radyasyonun tipi
  - ✓ Radyasyonun enerjisi
  - ✓ Malzemenin yoğunluğu

  önemlidir.
- **Uygun zırh malzemesi seçimi = Radyasyona daha az maruz kalma**



HVT, HVL, TVT :

Yarı-değer kalınlığı **(HVT)** ya da yarı-değer tabakası **(HVL)** olarak verilen kalınlıklar **radyasyonun başlangıç değerinin yarıya indiren malzeme kalınlıklarıdır.** Onda bir-değer kalınlığı da **(TVT)** benzer olarak, radyasyonu ilk değerinin onda birine indiren malzeme kalınlığıdır.



Standard Radyasyon Uyarı Sembolleri





Yeni sembol, Şubat 2007
(Endüstriyel Uygulamalar)



BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ (UYGULAMA)

Birim Dönüşümlerinde Kullanılan Matematiksel İfadeler

Üslü Sayılar

$5^3 = 5 \times 5 \times 5 = 125$

$10^{-3} = 1/10^3 = 1/1000$

Tera (T)	10^{12}	1,000,000,000,000 (Trilyon)
Giga (G)	10^{9}	1,000,000,000 (Milyar)
Mega (M)	10^{6}	1,000,000 (Milyon)
Kilo (k)	10^{3}	1,000 (Bin)
Mili (m)	10^{-3}	1/1000 (Binde Bir)
Mikro (μ,)	10^{-6}	1/1000,000 (Milyonda Bir)
Nano (n)	10^{-9}	1/1000,000,000 (Milyarda Bir)
Piko (p)	10^{-12}	1/1000,000,000,000 (Trilyonda Bir)

Birimler	Özel Birimi	SI Birimi	Dönüşümü
Aktivite Birimi	Curie (Ci)	Becquerel (Bq)	1 Ci = $3{,}7.10^{10}$ 1 Bq = 37 GBq
Işınlama Doz Birimi	Röntgen (R)	Coulomb/kg (C/kg)	1 R = $2{,}58.10^{-4}$ 1 C/kg = 3876 R
Soğurulmuş Doz Birimi	Rad	Gray (Gy)	1 Gy = 100 rad
Biyolojik Doz Birimi	Rem	Sievert (Sv)	1 Sv = 100 rem

Aktivite Birimi

- **1 Ci** = $3{,}7 \times 10^{10}$ Bq = **37 GBq**
- 1 Bq = $2{,}7 \times 10^{-11}$ Ci

1 Ci = 37 GBq

- **Soru 1-** 5 TBq = 5.000 GBq
  5.000.000 MBq
  5.000.000.000 kBq

DÖNÜŞÜMLER :

TBq	Tera	10^{12}
GBq	Giga	10^{9}
MBq	Mega	10^{6}
kBq	Kilo	10^{3}
Bq	-	1
mBq	Mili	10^{-3}
µBq	Mikro	10^{-6}
nBq	Nano	10^{-9}

- **Soru 2-** 5.000 µBq = 0,005 Bq
  0,000005 kBq
  5.000.000 nBq

DÖNÜŞÜMLER :

TBq	Tera	10^{12}
GBq	Giga	10^{9}
MBq	Mega	10^{6}
kBq	Kilo	10^{3}
Bq	-	1
mBq	Mili	10^{-3}
µBq	Mikro	10^{-6}
nBq	Nano	10^{-9}

- **Soru 3-** 5.000 µR = 5 mR
  0,005 R

DÖNÜŞÜMLER :

TBq	Tera	10^{12}
GBq	Giga	10^{9}
MBq	Mega	10^{6}
kBq	Kilo	10^{3}
Bq	-	1
mBq	Mili	10^{-3}
µBq	Mikro	10^{-6}
nBq	Nano	10^{-9}

- **Soru 4-** En yüksek aktiviteli Gama kaynağını kutu içerisine alınız.
- 40 GBq Ir-192 — 40.000 MBq
- 0,4 TBq Co-60 — 400.000 MBq
- 400 MBq Cs-137 — 400 MBq
- 4000.000.000 mBq Co-60 — 4 MBq

- **Soru 6- Tabloyu doldurunuz**
- **1 Ci = 37 GBq**
- **5 Ci = 5x37 GBq**
- **10 Ci = 0,370 TBq**
- **2 Ci = 74 GBq**

Soğurulan doz birimi

1 Rad = 10^{-2} Gy
1 Gy = 100 Rad

- Soru 7- Tabloyu doldurunuz
- 1000 μGy = 0,001 Gy=0,1 Rad
- 0,1 Gy = 10 Rad=10.000 mRad
- 1000 Rad = 10 Gy

Biyolojik doz birimi

1 Rem = 10^{-2} Sv
1 Sv = 100 Rem

- **Soru 7- Tabloyu doldurunuz**
- **1000 mSv = 1 Sv**
- **100 Sv = 10.000 Rem**
- **0,002 μSv = 0,0002 mRem**
- **0,5 Sv = 50 Rem**

- **Soru 8- En yüksek doz değerini kutu içerisine alınız**

250 μSv	**250 mSv**	25 mSv	25,000μSv

Doz hızı

- **Soru 8-** Tabloda bir ışınlama odasında farklı konumlarda ölçülen doz hızları verilmiştir. Hangi konumda doz hızı en yüksektir ?

Konum	Doz-hızı
A	15 µSv/saat
B	1.5 µSv/saat
C	15 µSv/dakika
D	20 µSv/saat

- **Soru 8-** Doz hızı 1 Sv/saat olan bir ışınlamada, 0,6 saniye de alınan toplam doz değeri kaç mSv değerindedir?

Toplam Doz=0,6x(1/60x60)x1x1000 mSv
=6/36=1/6=0,17 mSv



RADYASYONUN ÖLÇÜLMESİ

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

1. RADYASYONUN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ
2. RADYASYON ÖLÇÜM TEKNİĞİ
3. DEDEKTÖR MALZEMESİ
4. DEDEKTÖRLER
5. DEDEKTÖR TİPLERİ
   - GAZ DOLU DEDEKTÖRLER
   - SİNTİLASYON DEDEKTÖRLERİ
   - YARI İLETKEN DEDEKTÖRLER
   - NÖTRON DEDEKTÖRLERİ
6. KONTAMİNASYON MONİTÖRLERİ
7. CİHAZ SEÇİMİ
8. DEDEKTÖRLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ
9. CİHAZ KONTROLÜ
10. KALİBRASYON

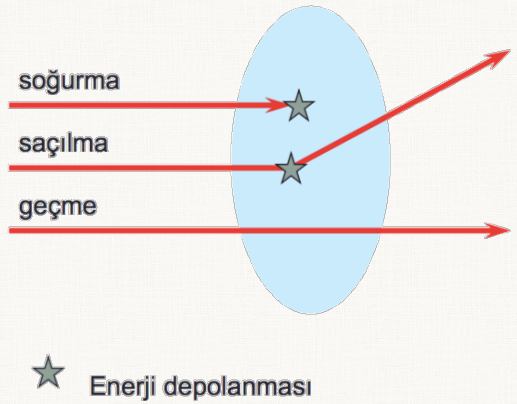
Radyasyonun Madde İle Etkileşmesi



İYONİZE RADYASYON

- İnsan duyu organları hiçbir şekilde iyonlaştırıcı radyasyonu algılayamamaktadır.
- Detektörler kısaca, içerisinden geçen radyasyonun enerjisinin hepsini veya bir kısmını elektriksel sinyallere dönüştüren cihazlardır.
- Ölçüm sistemleri **radyasyon tipine ve radyasyonun** enerjisine göre belirlenir.

RADYASYONUN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ



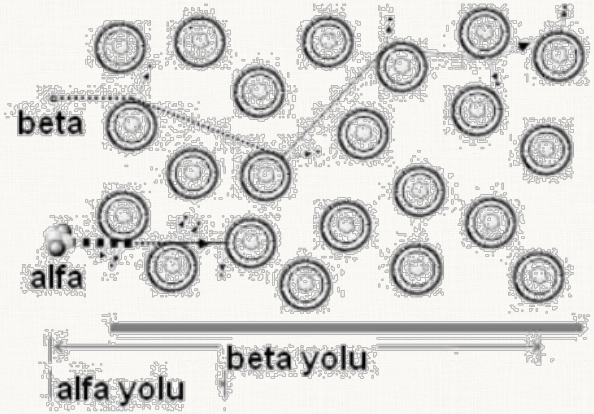
RADYASYONUN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ

- **YÜKLÜ PARÇACIKLARIN ETKİLEŞMESİ**
  - HAFİF YÜKLÜ PARÇACIKLAR (Beta gibi...)
  - AĞIR YÜKLÜ PARÇACIKLAR (Alfa gibi....)

  İyonlaştırma ve uyarma

- **YÜKSÜZ PARÇACIKLARIN ETKİLEŞMESİ**
  - FOTONLAR (X- ve gama ışınları)
    - Fotoelektrik olay
    - Compton şaçılması
    - Çift oluşum
  - NÖTRONLAR

YÜKLÜ PARÇACIKLARIN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ



Fotonların madde ile etkileşmesi

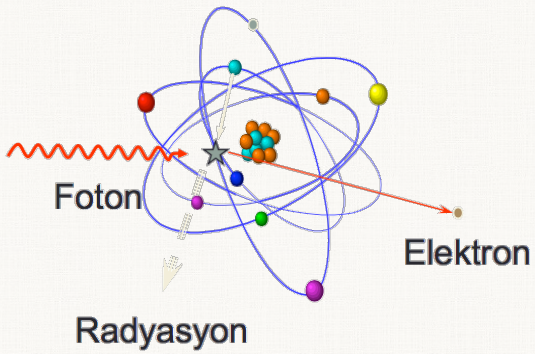
- **(X- ve gama ışınları)**
  - **Fotoelektrik olay**

    Bir fotonun soğurucu ortamdaki bağlı elektron tarafından soğurularak, sonucunda bir elektronun yayınlanması olayıdır.
  - **Compton şaçılması**

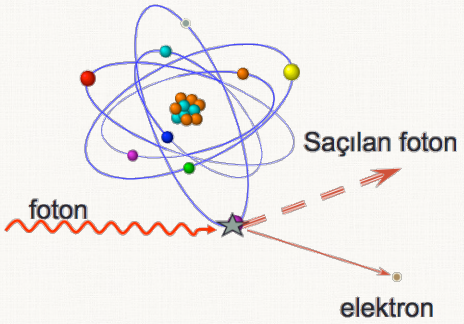
    Fotonun elektronla çarpışması sonucunda enerjisinin bir kısmını elektrona aktararak her ikisinin farklı açı ve enerjilerde saçılması olayıdır.
  - **Çift oluşum**

    Yeterli enerjiye sahip fotonların (1,02 MeV) madde tarafından soğurularak elektron-pozitron çifti meydana getirmesi olayıdır.

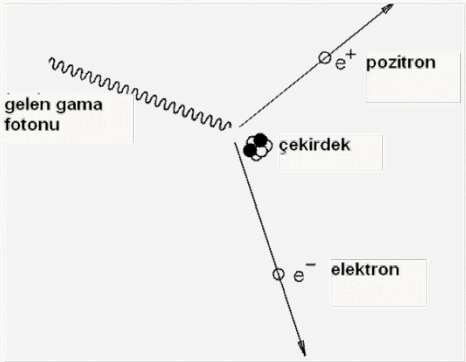
Fotoelektrik olay



Compton saçılması



Çift oluşumu

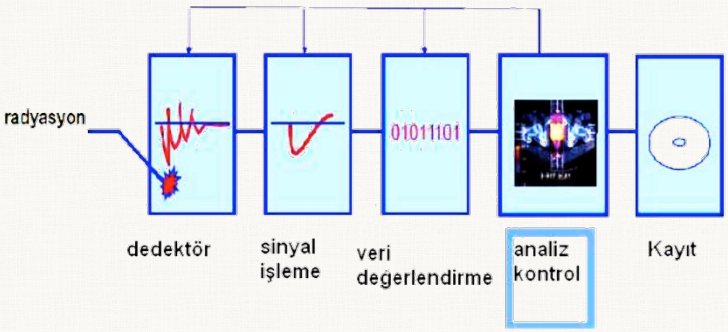


NÖTRONLARIN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ

- Nötronlar yüksüz parçacıklar olduklarından çekirdek ile etkileşirler.
- Nötronlar düşük enerjilerde oldukça yüksek verimlilikle dedekte edilirler.
- Nötronları dedekte etmek için yüklü parçacıklar üretilmek zorundadır.

Özetle, nötronlar dogrudan değil, dolaylı yollarla ölçülebilirler.

RADYASYON ÖLÇÜM TEKNİĞİ



DEDEKTÖR MALZEMESİ

- Renk değişikliğI
- Kimyasal değişiklikler
- Görünür ışık yayımı
- Elektriksel yük
- .....
- .....

Aktif dedektörler: anlık ölçüm.
Pasif dedektörler: sonradan değerlendirme.

DEDEKTÖR TİPLERİ

1) Gaz Dolu Dedektörler
   - İyon odası
   - Orantılı sayaç
   - Geiger Müller
2) Sintilasyon Dedektörleri
3) Yarıiletken Dedektörler
4) Nötron Dedektörleri

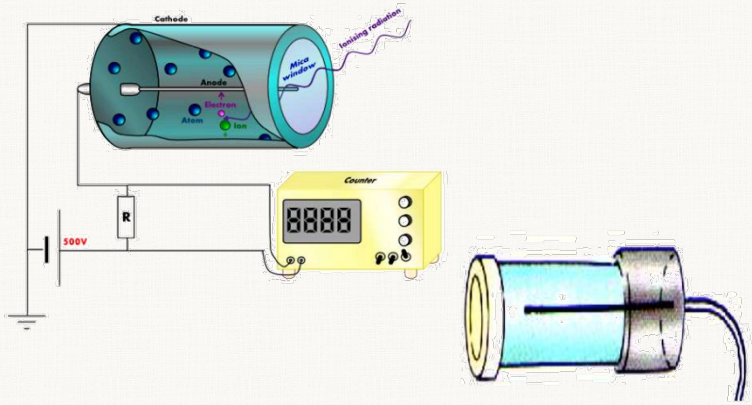
Radyasyon Ölçüm Dedektörleri

Radyasyonu algılamak ve ölçmek için ;

- Doz Hızı Ölçerler (Surveymetreler): Bulunduğu yerdeki radyasyon doz hızını ölçer (mR/saat, mSv/saat)
- Kontaminasyon Monitörleri (Bq/cm^2)
- Dozimetreler: Belli bir zaman aralığındaki toplam radyasyon dozunu ölçer (rem, mSv)



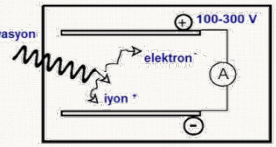
Gaz Dolu Dedektörler (1)



Gaz Dolu Dedektörler (2)

İyonizasyon Odası

- X, gama ışınları ve (pencereli olanlar) beta parçacıkları ölçümünde kullanılır.
- Alçak radyasyon şiddetine duyarlı olmamakla beraber yüksek doz şiddetlerini ölçmede son derece etkindir.
- Düşük enerjili X-ışınlarını ölçmede etkindir.
- 60-300 volt'luk çalışma aralığında etkindir.
- Gaz olarak genellikle atmosfer basıncında hava kullanılır.
- Göstergeleri genellikle R/h veya Sv/h olur.





Gaz Dolu Dedektörler (3)

Orantılı Sayaçlar

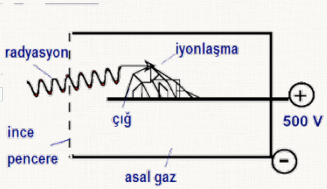
- Çalışma voltajı orantılı bölgede olup, meydana gelen yüksek alan şiddeti ile anottaki yük miktarı, dolayısıyla voltaj pulsu büyür.
- Çalışma voltaj aralığı 300-900 V
- Düşük enerjili X ve Gama Işınlarının enerji ölçümünde kullanılır.
- Orantılı cihazların alfa ve beta radyasyonlarını ayırt etme özelliği vardır.



Gaz Dolu Dedektörler (4)

Geiger-Müller Dedektörü

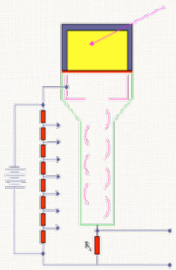
- Genellikle 900-1300 volt çalışma aralığında etkindir.
- Az iyonlaşma meydana getiren yüklü parçacıklar düşük şiddetteki X ve gama ışınları ölçülür.
- Parçacık enerjisinin ölçülmesi ve parçacık cinslerinin birbirinden ayrılması söz konusu değildir.
- Oda önüne yerleştirilen bir zırh malzemesi ile beta parçacıkları tutulup yalnız gama ışınları sayılabilir.
- GM dedektörüne ard arda gelen ışınlardan birincisi dedektör tarafından işlenirken ikincisinin algılanması için beli bir zamana ihtiyaç duyulur. Buna **ölü zaman** denir.



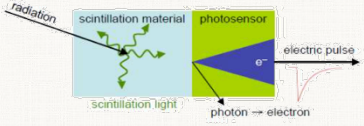


Sintilasyon Dedektörleri

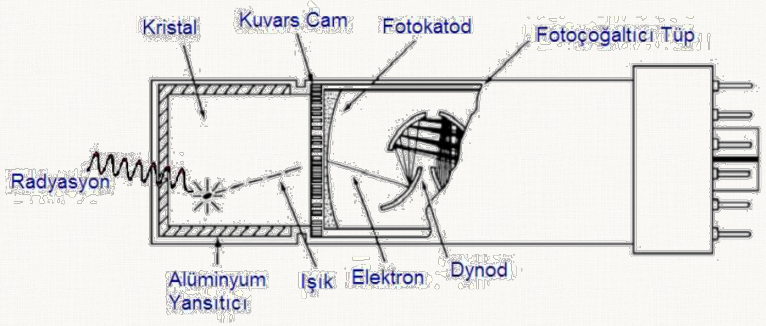
- Radyasyon sintilatörde atomu uyarır.
- Uyarılan atom görünür bölgede ışık yayınlar (fluoresans).
- Işık foto duyarlı yüzeye çarpar fotoelektron salınır.
- Bu e^-, fotoçoğaltıcı (PM) tüpte çoğalır. Hızlandırılır ve çıkış pulsuna dönüştürülür.
- Meydana gelen pulsun büyüklüğü radyasyonun enerjisi ile orantılı olup enerji ayırımı yapılabilir.







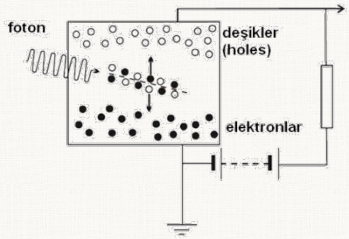
Sintilasyon Dedektörleri



Yarı-İletken Dedektörler

- Silisyum (Si) ve Germanyum (Ge) gibi yarı iletken malzemelerden yapılırlar.
- Radyasyon yarıiletken üzerinde elektron-boşluk (hole) çifti oluşturur.
- Enerji çözünürlükleri yüksektir.





Nötron Dedektörleri

- Nötronlar doğrudan ölçülemezler.
- Ortamın nötronla etkileşimi sonucu meydana gelen diğer yüklü parçacıkların uygun bir dedektörle tespit edilmesi sonucu, dolaylı yollarla nötron sayılmış olur. $B^{10}(n,a)$, He(n,p) ve Cd(n,g)
- Nötronlar hidrojen veya hidrojen ihtiva eden maddelerle durdurulabilirler. En iyi zırhlama malzemesi su ve parafindir.
- Nötron dedektör tipleri:
  - ✓ Boron üçflor (BF_3) orantılı sayaçları
  - ✓ Helyum orantılı sayaçları
  - ✓ Gaz çarpışma orantılı sayaçları
  - ✓ Kabarcık dedektörleri.



Portatif Nötron Ölçüm Cihazı

Kontaminasyon Monitörleri

- Radyoaktif materyallerle çalışma sırasında yüzeyin veya ortamın kontamine olma olasılığı vardır.
- Bu monitörler, kontaminasyon varsa eğer erken uyarıda bulunur ve radyoaktivitenin başka yerlere de bulaşmasını önlemeye yardımcı olur.
- Uygun tipteki monitör kullanılarak alfa, beta ve gama radyasyonları tespit edilebilir.





Alfa izotopları için
0,37 Bq/cm^2

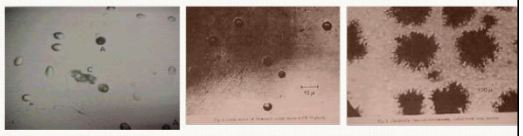
Beta ve gama izotopları için
3,7 Bq/cm^2

değerleri ve üstü radyoaktif bulaşma sayılır.

ALARA RGD

Nötron dozimetreleri

- Nükleer iz dedektörü
- Katıhal nükleer iz dedektörü
- TLD albedo dozimetreleri
- Bubble (kabarcık) dedektörleri





ALARA RGD

Cihaz Seçimi

Radyasyonun ölçülmesinde kullanılan cihazların seçiminde radyasyon kaynağı ve uygulama alanları göz önüne alınarak;

- Gösterge (analog, dijital)
- Skala
- Işık
- Ses
- Pil ve ömrü
- Dış etkenlere karşı dayanıklığı
- Cevap verme süresi
- Verim vb. hususlar dikkate alınmalıdır.

ALARA RGD

Dedektörlerin Özellikleri

Dedektör Tipi	Radyasyon Tipi	Doz Birimi/ Doz hızı	Bulaşma Birimi	Enerji Aralığı	Doz Hızı Aralığı	Diğer Özellikleri
İyon Odası	β, γ, X, n	mSv, mSv/h	cps	Geniş, tüm enerji çeşitlerine uygun	Dedektör içerisindeki basınç ve hacme bağlı	Hassas, kırılgan ve kullanışsız
Orantılı Sayaç	α, β, γ, X, n	mSv, mSv/h	cps, Bq, Bq/m^2	Düşük enerjilere uygun	Düşük doz hızlarına uygun	Hassas, kırılgan, yüksek duyarlıklı
GM Tüp	β, γ, n	mSv, mSv/h	cps	Yüksek ve düşük enerjiler için uygun değil	Geniş	Yüksek doz hızlarında ölü zaman sorunu
Sintilasyon Dedektörü	α, β, γ	mSv, µSv/h	cps	Yüksek enerjilerde çözünürlük zayıf	Düşük doz hızları	Bazı tipleri enerji ayırımı yapabilmektedir
Yarıiletken Dedektör	α, β, γ	mSv, µSv/h	cps, Bq, Bq/m^2	Yüksek enerjilerde çözünürlüğü düşük	Düşük doz hızları için uygun	Enerji ayırımı yapabilmektedir

ALARA RGD

Cihaz Kontrolü

- ✓ Pil durumu
- ✓ Sıfırlama-Background okuma
- ✓ Kontrol kaynağı
- ✓ Kalibrasyon



Kalibrasyon

- Kullanılan cihazların periyodik kalibrasyonunun yapılması önemlidir.
- ÇNAEM-SSDL







UYGULAMA
İYONLAŞTIRICI RADYASYON ÖLÇÜMÜ

1. Kullanılan Kaynak

	Aktivitesi	Enerjisi
Am-241	……	……
Sr-90	……	……
Cs-137	……	……

2. Ölçüm Cihazı Seçimi

1. Geiger Müller
2. İyon Odası
3. Sintilasyon Dedektörü
4. Orantılı Sayaç

3. Radyasyon Ölçümü

- Ölçüm Aralığı
- Kalibrasyon Tarihi
- Batarya Kontrolü

Am-241 (Alfa) Ölçüm Cihazı: GM – Orantılı Sayaç

	Boş	Kağıt	Plastik	Alümimyum
1 cm	……	……	……	……
2 cm	……	……	……	……
5 cm	……	……	……	……
10 cm	……	……	……	……

Sr-90 (Beta) Ölçüm Cihazı: GM – İyon Odası - Sintilasyon

	Boş	Kağıt	Plastik	Alümimyum
1 cm	……	……	……	……
2 cm	……	……	……	……
5 cm	……	……	……	……
10 cm	……	……	……	……

Cs-137 (Gama) Ölçüm Cihazı: GM – Sintilasyon

	Boş	Kağıt	Plastik	Alümimyum
1 cm	……	……	……	……
2 cm	……	……	……	……
5 cm	……	……	……	……
10 cm	……	……	……	……

İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

1. GİRİŞ
2. RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER
3. RADYASYONUN BİYOLOJİK ORTAM İLE ETKİLEŞMESİ
4. RADYASYONA DUYARLI ORGANLAR VE ORGAN DÜZEYİNDE ETKİLEŞME
5. DETERMİNİSTİK VE STOKASTİK ETKİ

BİYOLOJİK ETKİLERİN TARİHİ

- ✧ 1895 Wilhelm Conrad Röntgen tarafından X ışınları keşfedildi.
- ✧ 1896 İlk deri yanığı rapor edildi.
- ✧ 1896 X ışınları kanser tedavisinde kullanıldı,
- ✧ 1896 Becquerel tarafından radyoaktivite keşfedildi.
- ✧ 1897 İlk deri hasarı vakası rapor edildi.
- ✧ 1902 X ışınlarının sebep olduğu ilk cilt kanseri vakası rapor edildi.
- ✧ 1911 Mesleki ışınlama sebebiyle ilk lösemi ve akciğer kanseri vakası rapor edildi,
- ✧ 1911 Almanya'da 94 tümör vakası rapor edildi, (50 tanesi radyoloji uzmanı)

BİYOLOJİK ETKİLERİNİ BELİRLEYEN FAKTÖRLER

FİZİKSEL FAKTÖRLER;

- Maruz kalınan toplam doz
- Maruz kalınma süresi
- Maruz kalınma şekli (iç ve dış ışınlanma)
- Dozun hangi aralıklarda alındığı (Fraksiyonasyon)
- Radyasyonun türü ve enerjisi (LET değeri)

BİYOLOJİK ETKİLERİNİ BELİRLEYEN FAKTÖRLER

BİYOLOJİK FAKTÖRLER

- Hücre siklus fazlarının duyarlılık farklılıkları
- Biyolojik tamir
- Kişiler arası duyarlılık farkları
- Cinsiyet, yaş ve hormonal farklılıklar

KİMYASAL FAKTÖRLER

- Radyosensivite: Örneğin; Oksijen, halojenli pirimidinler
- Radyoprotektif maddeler: Sülfidril grupları

RADYASYONUN BİYOLOJİK ORTAMLA ETKİLEŞMESİ

- Radyasyon enerjisinin DNA veya enzim molekülleri gibi özel bir biyolojik yapıya transfer edilmesi direkt etkidir.
- Radyasyon, vücut içinde özellikle su molekülleri gibi ortamdaki molekülleri etkilemiş ise, dolaylı etkiden söz edilir.

İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN HÜCRE ÜZERİNDEKİ DOĞRUDAN ETKİSİ

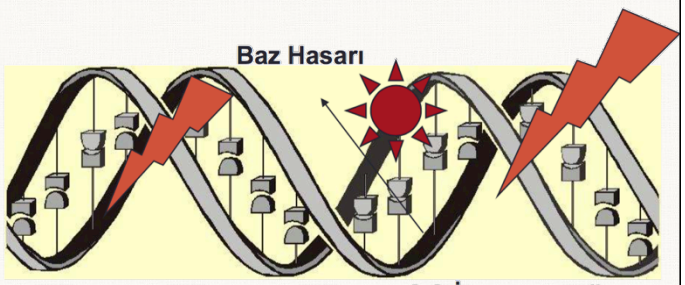
Hücre çekirdeğinde hayati önem taşıyan moleküller (DNA, RNA, enzimler, hormonlar) ile çekirdek dışındaki hayati moleküller (mitokondri, ribozom, lizozom) ve hücre zarının radyasyona doğrudan hedef olması sonucunda, hücrede;

- Ölüm
- Fonksiyon Değişikliği (Mutasyon) (tamir edilir)

Gerçekleşebilir.

RADYASYONUN DOĞRUDAN ETKİSİ

Kromozom Hasarları

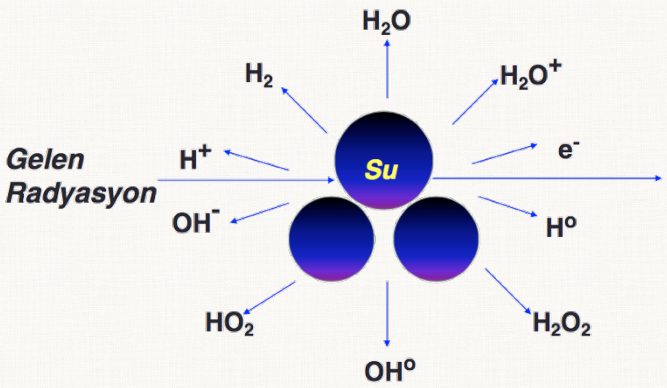


Radyasyonun Dolaylı Etkisi (Su Molekülü ile Etkileşimi)

- Canlılar yaklaşık olarak %70-90 oranında su içerdiği için radyasyon enerjisinin su molekülleri tarafından soğurulma olasılığı çok yüksektir.
- Suyun ışınlanması ile su molekülleri iyonlaşmakta ve bunların ürünleri olarak serbest radikaller (serbest kökçeler) oluşmaktadır.

Radyasyonun Dolaylı Etkisi

İnsanda en bol bulunan molekül: ***Su***



Onarım

- 1000 lezyonun 999 onarılır.
- 1000 hasarlı hücreden 999 ölür (her gün milyonlarca hücrenin ölümü herhangi bir sağlık problemi yaratmadan gerçekleşir)
- Çoğu hasarlı hücre yaşamlarını değişmiş olarak sürdürebilir.

Hücre Duyarlılığı

Radyobiyolojinin Temel Kanununa göre;

Işınlanan canlılarda hücrelerin duyarlılığı;

- ✓ Bölünme kapasiteleri ile doğru,
- ✓ Farklılaşma dereceleri ile ters orantılıdır.

Radyasyona Duyarlı Organlar

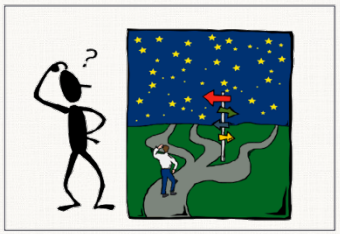
Yüksek Duyarlılık	Orta Duyarlılık	Düşük Duyarlılık
Kemik iliği	Cilt	Kas
Dalak	Kalp,	Kemik
Timüs	Karaciğer,	Sinir sistemi
Lenf nodları	Akciğer	
Üreme organları		
Gözler		
Lenfositler		

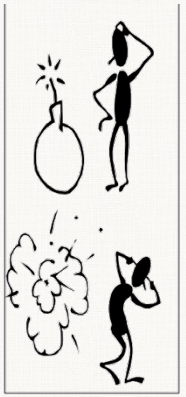
Deterministik Etki:

Eşik dozu vardır.
Etkinin şiddeti doz ile artar. Katarakt, güneş yanığı

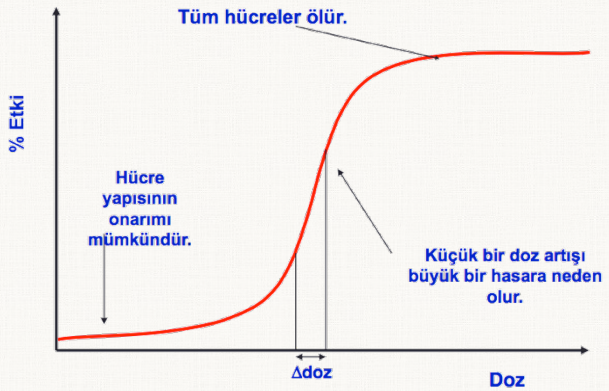
Stokastik Etki:

Eşik dozu yoktur. (Piyango Bileti)
Etkinin olasılığı doz ile artar. Kanser, kalıtsal etkiler.





Deterministik Etkinin Doz Cevap Eğrisi



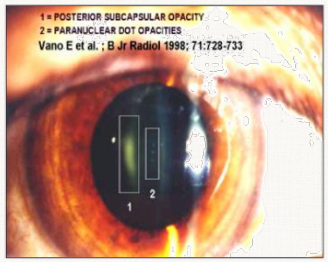
Deterministik Etkiler İçin Eşik Dozlar

• Katarakt		2-10 Sv
• Kalıcı kısırlık	- Erkekler	3,5-6 Sv
	- Kadınlar	2,5-6 Sv
• Geçici kısırlık	- Erkekler	0,15 Sv
	- Kadınlar	0,6 Sv

Cilt Hasarı

Hasar	Eşik doz (Sv)	Ortaya çıkma süresi (Hafta)
Erken geçici kızarıklık	2	<<1
Geçici kıl dökülmesi	3	3
Kalıcı kıl dökülmesi	7	3
Deride kırmızı lekeler	12	>52
Gecikmiş kızarıklık	15	6-10
Deride nekroz (kangren)	18	>10
İkincil ülserleşme	20	>6

Göz İçin Etkiler



	Tek Doz Işınlama (Sv)	Uzun Yıllar Işınlama (Sv/y)
Katarakt	5	>0,15
Gözlenebilir opasite	0,5-2	>0,1



5 Ci'lik Ir-192 kaynağını iş önlüğünün cebinde 2 saat taşıyan bir işçinin göğsünün ön ve sağ tarafında 5 ve 10 gün sonraki oluşan kızarıklıklar



Aynı işçinin ışınlanmadan 21 gün sonraki pul pul dökülme ve doku ölümü



15 – 20 Gray aralığında toplam doza maruz kalan bir hastanın 21 hafta sonraki doku ölümü

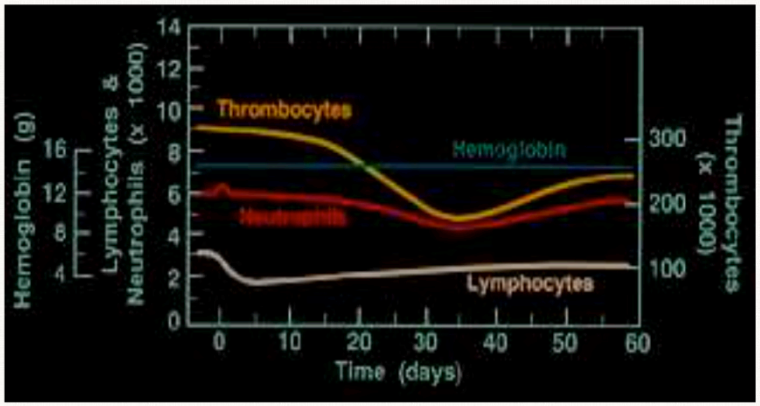
Tüm Vücut Işınlanması: Akut Radyasyon Sendromu

- İnsanda ani ve şiddetli olarak yüksek dozlara maruz kalma sonucunda ARS (Akut Radyasyon Sendromu) hastalık belirtileri ortaya çıkmaktadır.
- ARS düzeyi maruz kalınan doz seviyesine, doz hızına, ışınlanan dokuların radyasyona olan duyarlılığına, ışınlanan vücut bölgesi ve ışınlanmadan etkilenen organ sisteminin genişliğine bağlıdır.
- Tüm vücut ışınlandığında hasarın şiddeti daha fazladır.

Akut Tüm Vücut Işınlanmalarının Klinik Belirtileri

Doz (Sv)	Gözlenen Klinik Belirtiler
0-0,25	Gözlenebilen klinik belirti yok
0,25-1,0	Kan tablosunda küçük değişiklikler. Kusma, iştahsızlık (%15-50'sinde)
1,0-2,0	Yorgunluk, iştahsızlık, mide bulantısı ve 3 saat içinde kusmalar, kan tablosunda orta derecede değişiklikler. Işınlamadan 12-24 saat sonra deride kızarıklık.
2,0-6,0	2 saat veya daha fazla sürede kusmalar, iç kanamalar ve enfeksiyon, kan tablosunda büyük değişiklikler. 2 hafta içinde saçlarda dökülmeler, alınan doza göre 1 ay ile 1 yıl arasında %20 ile %100 arasında iyileşme.
6,0-10,0	1 saat veya daha kısa süre içinde kusmalar, kan tablosunda değişiklikler, iç kanama ve enfeksiyonlar, 2 ay içinde %80-100 arasında ölüm, sağ kalanların iyileşmesi çok uzun sürede mümkün olmaktadır.

1 Gy ışınlama ile kan tablosundaki değişiklikler



Lokal Radyasyon Hasarları (LRH)

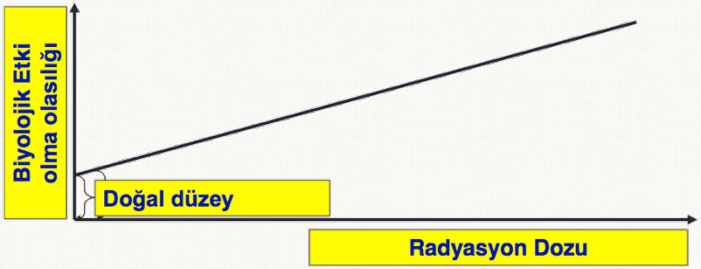
- Yüksek radyasyon dozlarının (> 8-10 Gy) neden olduğu LRH, tüm vücut ışınlanmasından çok daha sık meydana gelmektedir.
- LRH, sadece radyasyon tipine ve şiddetine değil aynı zamanda ışınlanan bölgenin büyüklüğüne ve yerleşimine de bağlıdır .



20-30 Sv'lik doza maruz kalmış bir işçinin ellerinde oluşan yanıklar ve veziküller

Stokastik Etkiler

Eşik değer olmaksızın radyasyon dozunun fonksiyonu olarak ortaya çıkması olası etkilerdir.



Stokastik Etkiler

- Bedensel Etkiler, kişinin kendisinde ortaya çıkması olası etkiler örneğin kanser oluşumu,
- Kalıtsal Etkiler, gelecek kuşaklarda ortaya çıkması olası etkilerdir.
- Yaşam kısaltıcı etkiler

Stokastik Etkiler

Stokastik Etkiler nedeniyle etkin doz birimi başına ölümcül ve ölümcül olmayan kanser olasılığının riski için olasılık katsayıları belirlenmiştir.

	Ölümcül kanser riski (Sv^{-1})	Ölümcül olmayan kanser riski (Sv^{-1})
Toplum bireyi	% 5	% 1
Radyasyon çalışanı	% 4	% 0,8

Stokastik Etkilerin Olasılığı

1 Sv doz

Ölümcül kanser	% 5.0
Yaşam süresi kısalması	% 0.6
Kalıtsal hasar	% 0.1
Toplam	**% 5.7**

ALARA RGD

Ölümle Sonuçlanan Kanser Olasılığındaki Artış

1 mSv	20 000 de 1
5 mSv	4 000 de 1
10 mSv	2 000 de 1
20 mSv	1 000 de 1

ALARA RGD

Risk

Milyonda bir Ölüm Riski olan Aktiviteler (1/1000000)

Bir Günde 20 Sigara İçmek	6 yıl
Fazla kilo (%15 kadar)	2 yıl
Tarım Sektöründeki Kazalar	320 gün
İnşaat Kazaları	227 gün
Trafik Kazaları	207 gün
Ev Kazaları	74 gün
Mesleki Radyasyon Dozu (10 m Sv/yıl, 18 ile 65 yaş arası)	51 gün
Bütün Doğal Hasarlar (deprem, yıldırım çarpması, sel)	7 gün
Tıbbi ışınlanmalar	6 gün

ALARA RGD

Gelecek Kuşaklar İçin Stokastik Etkiler

İyonlaştırıcı radyasyonun etkilerini araştırmak üzere yapılan hayvan deneylerinden elde edilen sonuçlar önemli malformasyonlar, fonksiyon kayıpları, erken ölüm gibi etkilerin genetik etkiler sebebiyle olabileceğini göstermektedir.

Ancak;
Atom bombasından etkilenenlerin çocuklarından oluşan 70.000 kişi üzerinde yapılan araştırmalar **kanser, kromozom aberasyonu, konjenital anomaliler gibi bulgularda herhangi bir artış olmadığını ortaya koymuştur.**

ALARA RGD

Fetüs

Fetüs yüksek çoğalma kapasitesi ve farklılaşmamış hücreler nedeniyle radyasyona karşı duyarlıdır.

- Konsepsiyon (2 Hafta): İmplantasyon önlenir veya normal gebelik devam eder.
- Organogenez (2-6 Hafta): Gelişme geriliği, mikrosefali, organ anormallikleri görülür.
- 6-40 hafta: Merkezi sinir sistemi etkilenmesi sonucu IQ düşüklüğü gibi etkiler söz konusu olabilir.

Radyasyona maruz kalma / şüphe durumunda yapılması gerekenler

✓ Radyasyon kazası sonucu etkilenme olasılığı olan kişilerin en kısa sürede tam teşekküllü bir sağlık kuruluşuna müracaat etmesi gerekmektedir.

✓ Işınlanmanın şiddetini belirlemek için acilen kan örneği alınmalı ve tam kan sayımları periyodik olarak yapılmalı, kan tablosundaki değişiklikler gözlenmelidir.

✓ Deri ve sindirim sistemi ile ilgili gözlemler yapılmalıdır.

✓ Bulantı, kusma ve ishalin başlama zamanı, cilt ve mukoza yanıklarının şiddeti ve ortaya çıkış zamanları, doz seviyelerini tahmin edebilmek için önemlidir.

✓ Kan Örnekleri, Kromozom Aberasyon Analizi ile Biyolojik Doz tayini için ÇNAEM Biyolojik Dozimetri Laboratuarına ulaştırılmalıdır.

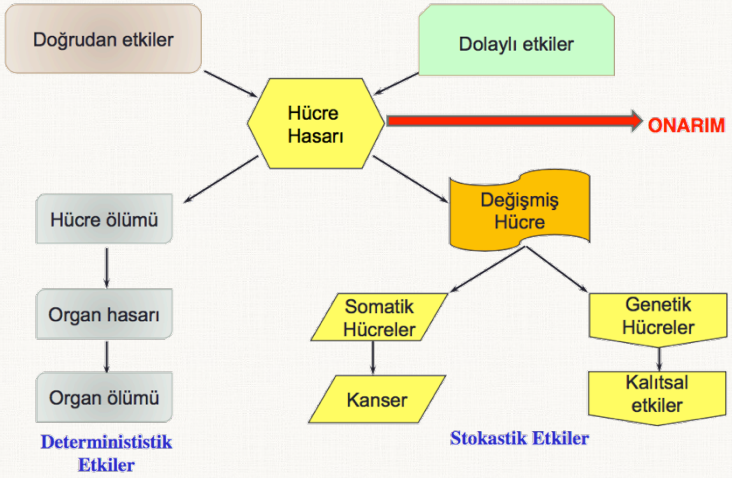
✓ Biyolojik Dozimetri yöntemleri ile tüm vücut dozu tayin edilmeli ve buna göre gerekli tedavi uzman doktorlar tarafından programlanmalıdır.

✓Tıbbi radyasyon uygulamalarında tüm vücut ve organ dozları SANAEM Radyasyondan Korunma Birimi tarafından hesaplanmaktadır.

Radyasyon Kazalarında Danışma, Tedavi ve Eğitim Amacıyla Yetkin Merkezler

- İstanbul'da Haydarpaşa GATA
- Ankara'da GATA

RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ



ALARA RGD

Kaynaklar

1- Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, (IAEA & WHO Safety Reports Series No. 2 1998)

2- Industrıal Radıography, The Damagıng Effects Of Radıatıon IAEA

3- TRIUMF Radiation Protection Course, P. Garnet, L. Moritz, TRIUMF Safety Group, 3rd Edition, April 2002

4- 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection ICRP 60 (1990)

5- Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment, Technical Report Series, No: 405, IAEA, 2001

6- Köksal G., Dalcı D. Pala F., In Vitro Dose-Response Curves For Chromosome Aberrations Induced In Human Lymphocytes By Co-60 γ Radiation, Mutation Research, 1995, 329, 57-61

7- Rojas-Palma Carlos, Liland Astrid, Etherigton George, Perez Maria del Rosario, Rahola Tua, Smith Karen, TMT Handbook, Triage, Monitoring and Treatment of People Exposed to Ionising Radiation Following a Malovelent Act, 2009, ISBN:978-82-90362-27-5, Norway

ALARA RGD



ALARA RGD

RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

- **Genel bilgiler**
  - Amaç
  - Tarihçe
  - İlgili uluslararası kuruluşlar
- **Radyasyondan korunma sistemi**
  - Işınlanmalar
  - ICRP (60, 103)
  - Justifikasyon
  - Optimizasyon
  - Doz sınırları, kısıtlamaları ve referans seviyeler
- **Temel Güvenlik Standartları**
  - Safety Series (SS)-IAEA
  - IAEA Safety Standards-2011
  - Radyasyon alanları
  - RKS



RADYASYONDAN KORUNMA

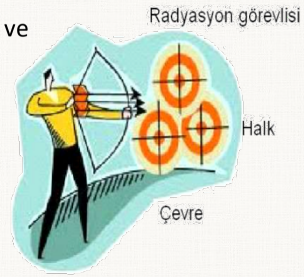
HEDEF:

Radyasyondan korunma, çalışanların halkın ve çevrenin *"radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasıdır."*

Radyasyondan korunma ve güvenliğin sağlanması ancak

- konu ile ilgili bir sistemin kurulması ve
- sürekliliğin sağlanmasıyla

mümkündür.



RADYASYONDAN KORUNMA

SİSTEM:

- Radyoaktivite/doz ile ilgili nicelikler ve birimlerin bilinmesini,
- Gerekli ölçümlerin yapılabilmesini,
- Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesini,

gerektirir.



RADYASYONDAN KORUNMA

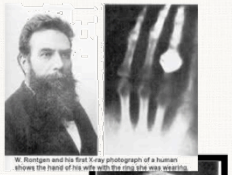
AMAÇ:

- Deterministik etkilerin önlenmesi
  (ölüm, cilt yanıkları, katarakt, kısırlık)
- Stokastiketkilerin meydana gelme olasılığının en aza indirilmesi
  (kanser, genetik etkiler)

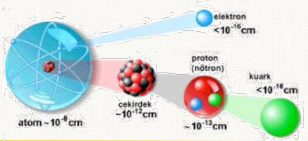


Tarihçe

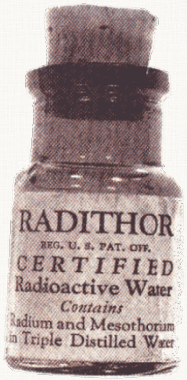
1895	Wilhelm Condrad Röntgen	X-Işınları
1896	Henri Becquerel	Radyoaktivite
1898	Marie ve Pierre Curie	Radyum
1911	Ernest Rutherford	Atom Çekirdekleri
1913	Neils Bor	Atom Modeli
1914	Chadwick	Nötron
1934	Juliot-Curie	Yapay Radyonüklitler







Tarihçe (2)



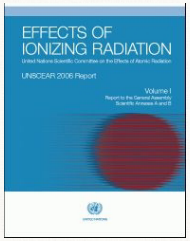
TARİHÇE

Radyasyonun zararlı etkileri keşfedilmesi;

- 1902 yılına kadar 50'nin üzerinde vaka yayınlanmış,
- 1911 mesleki ışınlananlarda lösemi artışı gözlenmiş, 94 tümör vakası saptanmıştır (50 radyolog).
- 1927 H.J.Muller'in çalışmalarıyla genetik etkileri ortaya konulmuş,
- 1944 Epidemiyolojik çalışmalar sonucunda radyologların lösemi olasılığının diğerlerine göre 10 kat fazla olduğu ortaya konulmuştur.

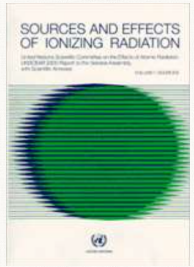
UNSCEAR (The United Nation Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation)

- Radyasyonun Sağlık Etkileri ile ilgili bilimsel çalışmalar yapan **Uluslararası Resmi bir kuruluş** olup BM teşkilatının bir Komitesi olarak **1955 yılında kurulmuştur**.
- İnsanların çevrelerinde bulunan ve maruz kaldıkları doğal ve yapay radyasyon kaynaklarını, bu kaynaklar nedeniyle radyasyon ışınlanmalarını ve ilgili riskleri düzenli olarak gözden geçirmektedir.
- Bulguları Birleşmiş Milletler Genel Kuruluna sürekli rapor etmektedir.
- Radyasyon kökenli kanserden ölüm için yaşam boyu riskin Sv başına 5% olarak tahmin edilmesi gibi.



UNSCEAR (The United Nation Scientific Committe on the Effects of Atomic Radiation)

- **UNITED NATIONS**, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN,
- Dünya genelinde, doğal yollarla maruz kalınan ortalama yıllık doz değeri: 2,4 mSv
- Radon dahil dünya genelinde:
  - %65: 1-3 mSv arasında
  - %25: 1 mSv' dan daha az
  - %10: 3 mSv' ın üzerinde



ICRP

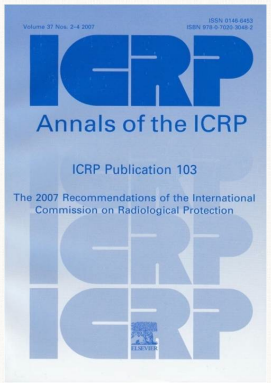
Radyasyonun zararlı etkilerine karşın faydalı kullanımının giderek yaygınlaşması sonucunda;

1928 yılında yapılan II.Radyoloji Kongresinde bugünkü adıyla

"Uluslar arası Radyasyondan Korunma Komisyonu – ICRP"

kurulmuştur .

ICRP resmi bir organizasyon olmayıp, radyasyon korunması ile ilgili tavsiyeler hazırlayan **bilimsel bir komisyondur**.



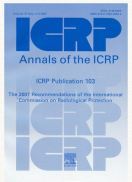
ICRP TAVSİYELERİNİN TARİHSEL DEĞİŞİM SÜRECİ

ICRP radyasyondan korunma konusunda ilk tavsiyesini, 1928 senesinde belirlemiştir.

Sınırlamanın yılda 1 Sv (1000 mSv) olduğu tahmin edilmektedir.

Sınırlar, deterministik etkilerin önlenmesine yönelik oluşturulmuştur.

1934 yılında	5 mSv / hafta
1951 yılında	3 mSv / hafta
1956 yılında	50 mSv / yıl çalışanlar, 5 mSv / yıl halk
1973 yılında	ALARA (As Low as Reasonably Achievable)
1990 yılında	20 mSv/yıl çalışanlar, 1 mSv / yıl halk (5 yılın ortalaması) (ICRP 60)
2007 yılında	20 mSv/yıl çalışanlar, 1 mSv / yıl halk (5 yılın ortalaması) (ICRP 103)



ICRP

- Tavsiyeler (ICRP, 2007)
- Radon (ICRP, 2010),
- Doku/organ tepkileri (ICRP,2012)
- Acil durum ışınlanmalarında, insanların korunmasına yönelik tavsiyeler uygulamalar (ICRP, 2009a)
- Nükleer veya radyolojik acil durumlar sonrası uzun-dönem kontamine olmuş bölgelerde yaşayan insanların korunumuna yönelik tavsiyeler uygulamalar (ICRP, 2009b).

IAEA (International Atomic Energy Agency)

- 1957 yılında kurulmuştur.

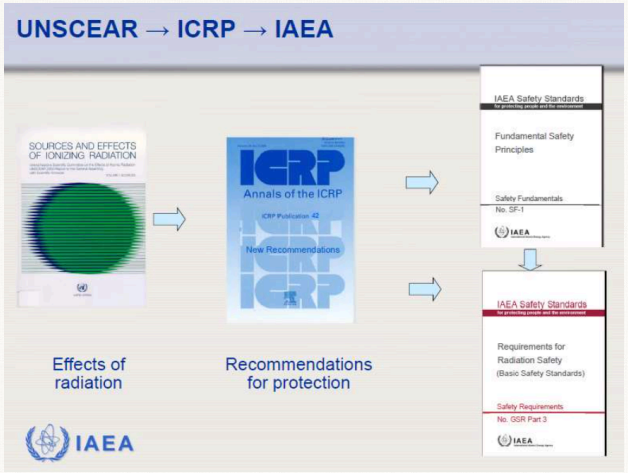




IAEA (International Atomic Energy Agency)

- Birleşmiş Milletler bünyesinde faaliyet gösteren bağımsız, uluslar arası bilim ve teknoloji temelli bir organizasyondur.
- Nükleer Bilim ve Teknolojinin barışçıl amaçlarla kullanılması ve planlanmasında üye ülkelere destek sağlamaktadır.
- Nükleer Güvenlik Standartlarını (Fundamentals, Requirements, Guides) hazırlamaktadır.
- Bünyesindeki denetim mekanizması ile ülkelerin taahhütlerini yerine getirmesini kontrol etmektedir.

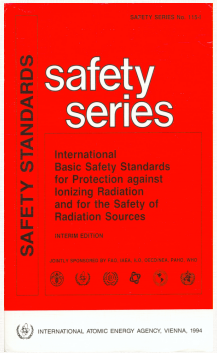
ÖZET



BSS (BASIC SAFETY STANDARDS)
TEMEL GÜVENLİK STANDARTLARI

İyonlaştırıcı radyasyon içeren tüm aktiviteler için yerine getirilmesi gereken temel kuralları ve **etkin bir radyasyondan korunma programı için** yapılması gerekenleri

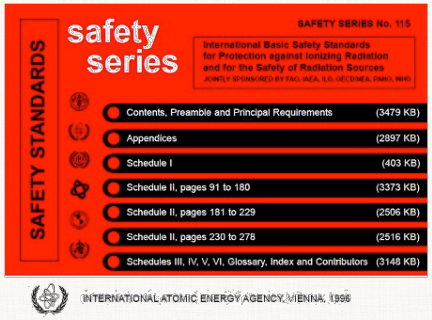
Ancak;
esas olan belirtilen hususların **ülke koşulları** dikkate alınarak uygulanmasıdır.



BSS (BASIC SAFETY STANDARDS)
TEMEL GÜVENLİK STANDARTLARI

Amaç
- İnsanın ve çevrenin korunması
- Kaynakların güvenliği

Hedef kitle
- Hükümet ve düzenleyici kurumlar
- Sağlık makamları
- Teknik makamlar



BSS (BASIC SAFETY STANDARDS)
GENEL GEREKSİNİMLER

Sorumluluklar
- İşveren
- Lisans sahibi
- RKS, Çalışan

Diğer
- Tedarikçi Firma
- Hekimler
- Sağlık Servisleri
- Yetkin Uzmanlar
- Etik Komite

Düzenleyici kuruluş
- Standartların belirlenmesi, Mevzuatların oluşturulması
- Kayıtlar (Kuruluş kaynak, atık, doz kayıtları)
- Denetim
- Yaptırım



BSS-Genel Gereksinimler

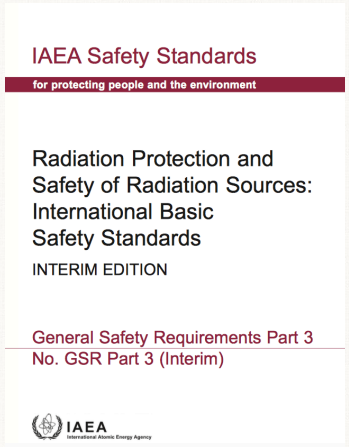
- Uygulama
  - İdari Zorunluluklar (Bildirim, Otorizasyon, Muafiyetler, Çevreye salım)
  - Radyasyon Korunması Zorunlulukları (Justifikasyon, Optimizasyon,Doz limitleri)

Yönetimsel Gereksinimler
- Güvenlik Kültürü
- Kalite Temini
- İnsan Faktörü
- Yetkin Uzman

Teknik Gereksinimler
- Kaynak Güvenliği
- Aşamalı Korunma
- İyi Mühendislik Uygulamaları

Güvenlik Verifikasyonu
- Güvenlik Değerlendirmesi
- Ölçüm, izleme
- Kayıtlar

SAFETY STANDARTS (IAEA) - 2011
2011 IAEA GÜVENLİK STANDARTLARI



SAFETY STANDARTS (IAEA) - 2011
2011 IAEA GÜVENLİK STANDARTLARI

- **Tüm ışınlanma durumları:**
  1. Planlı (planned)
  2. Acil (emergency)
  3. Mevcut (existing)

- **Gereklilikler:**
  - Justifikasyon
  - Optimizasyon
  - Doz sınırları

SAFETY STANDARTS (IAEA) – 2011
IŞINLAMA DURUMLARI

- **PLANLI IŞINLAMALAR**
  - Mesleksel maruziyet
  - Halkın maruziyeti
  - Tıbbi maruziyet
  - Genel zorunluluklar (gereklilikler)
    - Nükleer santral, nükleer yakıt çevrimi, radyasyonun kullanım alanları
    - Düzenleyici kuruluş (lisans)
    - İnsanların ve çevrenin korunması
      - Doz izleme, yerel kurallar, prosedürler, koruyucu donanımlar, kayıtlar, eğitim, bayan çalışanlar

SAFETY STANDARTS (IAEA) – 2011
IŞINLAMA DURUMLARI

- **ACİL (EMERGENCY) DURUM**

1. Acil durum yönetim sisteminin kurulması
2. Korunma stratejilerinin uygulanması ve geliştirilmesi
3. Acil durum çalışanlarının doz maruziyetlerinin kontrolü ve düzenlenmesi
4. Acil ışınlanma durumundan mevcut ışınlanma durumuna geçiş için hazırlıklar

- Halkın için korunum stratejilerinin varlığından hükümetler sorumludur.

SAFETY STANDARTS (IAEA) – 2011
IŞINLAMA DURUMLARI

- **MEVCUT (EXISTING) IŞINLAMALAR**

Yıllık etkin doz ve ortalama radon konsantrasyon referans seviyeleri

MARUZİYET YOLU	REFEREANS SEVİYESİ
Kontamine Bölgede İkamet	1-20 mSv
Besinler (Gıda Maddeleri)	1 mSv
İçme Suyu	1 mSv
Yapı Malzemeleri	1 mSv
Konutlarda Radon Gazı	300 Bq/m^3
İş Yerlerinde Radon Gazı	1000 Bq/m^3

RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

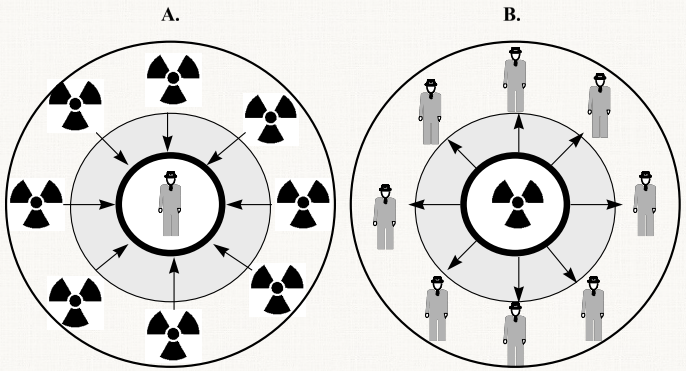
Radyasyon Korunmasının Etkinliği,

- Radyasyon dozuna neden olan kaynağa veya
- Bütün kaynaklardan bir kişi tarafından alınan doza bağlı olarak ifade edilir.

Radyasyondan Korunma Sistemi;

- Kişi İlişkin Sistem
- Kaynak İlişkin Sistem

KİŞİYE (A) VE KAYNAĞA (B) İLİŞKİN SİSTEMLER



RADYASYONA MARUZ KALMA ÇEŞİTLERİ

1. **Mesleki Işınlanmalar**
   Kontrolü
   Kaynakta: Sabitleme, Zırhlama
   Çevrede : Havalandırma, Ek Zırhlama
   Kişide : Çalışma Pratiği, Koruyucu Giysi ve Cihaz
2. **Toplumsal Işınlanmalar**
   Kontrolü
   Kontrol öncelikle kaynağa uygulanır.
   Mümkün değilse kişi ve çevre kontrolü düşünülür.
3. **Tıbbi Işınlamalar**
   Kontrolü
   Kaynak, çevre ve kişiye uygulanır.
   Tanı ve tedavinin temel tıbbi fonksiyonu korunmadan daha önceliklidir.

ICRP DOZ SINIRLAMA SİSTEMİ

- **GEREKÇİLENDİRME (Justification)**
  (Net fayda, hukuka uygunluk, gerekçelendirme, uygun mazaret)
- **OPTİMİZASYON – ALARA**
  (En az doz ile en iyi sonuç)
- **DOZ SINIRLARI**



NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

GEREKÇELENDİRME (JUSTIFICATION)

Kişilere veya topluluklara, radyasyon hasarlarına kaşı net bir yarar sağlamayan radyasyon uygulamalarına izin verilmemelidir.



NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

GEREKÇELENDİRME (JUSTIFICATION) – ÖRNEK 1

TIBBİ UYGULAMALARDA GEREKÇELENDİRME

Mesleki, yasal ve sağlık sigortası amaçlı radyolojik uygulamalar klinik bir bulgu yoksa ve kişinin sağlığı ile ilgili önemli bir bilgi beklenmiyorsa profesyonel kuruluşlar tarafından istenmedikçe gerekçelendirilmemesi (justifiye edilmemesi)

Toplum taramaları kişiler için belirli bir avantaj veya topluma ekonomik ve sosyal olarak net bir fayda sağlamıyorsa yapılmaması vb. durumlar

NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

GEREKÇELENDİRME (JUSTIFICATION) – ÖRNEK 2

TÜRKİYE'DE NÜKLEER GÜÇ SANTRALİ KURULMASI

– Santral kurulumu için yapılacak harcama,
– Santralin radyasyon kaynağı özelliğinden kaynaklanan ilave harcamalar,
– Santralin ömrünü tamamlamasından sonraki söküm, atık vb harcamalar, dikkate alındıktan sonra net bir fayda sağlandığından emin olunmasının ifadesidir.

Bu tanım içerisinde yer alan yarar, maddeyle ölçülen değerlerle birlikte niceliksel olarak ifade edilemeyen yararları da kapsayan bir kavramdır. Zarar ise madde ile ölçülebilen veya insan ve çevre hasarlarını kapsayan olumsuzlukların toplamının ifadesidir.

Yarar-zarar hesabında toplum esas alınır.

NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

GEREKÇELENDİRME (JUSTIFICATION) – ÖRNEK - MÜDAHELE

JAPONYA'DAKİ FUKUSHIMA NÜKLEER SANTRAL KAZASI SONRASI

- 20 km mesafeye kadar olan mesafede yaşayanların tahliye edilmesi,
- 20-30 km arasında yaşayanların tahliye edilmemesi

"müdahale" için gerekçelendirilmiş (justifiye edilmiş)kararlardır.



NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

OPTİMİZASYON

Uygulamalarda net yararı maksimize etmek üzere ışınlanan kişilerin sayısı, bireysel dozun büyüklüğü ve ekonomik ve sosyal faktörler dikkate alınarak, **mümkün olan en düşükdozun alınmasının başarılmasıdır.**

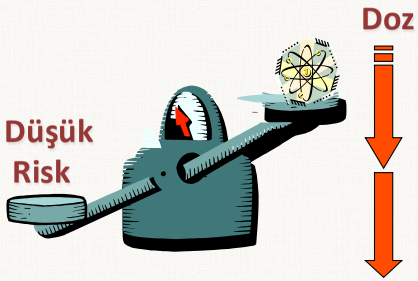


NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

OPTİMİZASYON - ALARA

As Low As Reasonably Achievable

Mümkün olan en düşük dozun alınmasının başarılması



NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

OPTİMİZASYON

Kullanılan cihazlar;

Sistemin tek bir parçasından kaynaklı hatanın acilen tespit edilebileceği ve planlanmayan ışınlanmalar nedeniyle kişisel dozun ve insan hatalarının minimize edilebileceği özellikte olmalıdır.

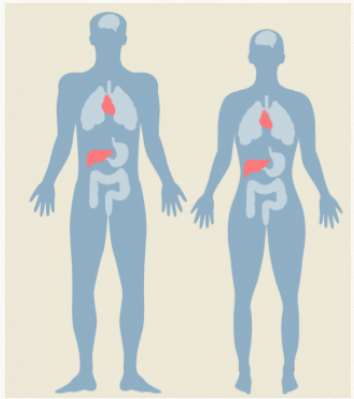
Lisans/İzin Sahibi;

- Cihazda ortaya çıkacak hatalar ile olası insan hataları konusunda firmadan bilgi almalıdır.
- Olası hatalar ile ilgili her türlü önlem alınmalıdır.
- Kalibrasyon, kalite temini, ve cihazların kullanımı konusunda ilgili personelin eğitimi sağlanmalıdır.

NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

DOZ VE RİSK SINIRLARI

Kişilerin radyasyon dozları normal uygulamalarda **yıllık doz sınırlarını aşmamalıdır.**



NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

DOZ SINIRLARI

- **Birincil Sınırlar**
- **İkincil Sınırlar**
  - Yıllık vücut içine alınma sınırları **(ALI – Annual Limits On Intake):** Radyoaktif maddelerin Becquerel (Bq) cinsinden vücuda alınabilir sınır değerleri
  - Doz eşdeğer indeksleri
- **Türetilmiş Sınırlar**
- **İzin verilen sınırlar**
- **İşletme Sınırları**

NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

DOZ SINIRLARI – BİRİNCİL SINIRLAR

Radyasyon görevlilerinin veya toplum bireylerinin alabileceği yıllık doz sınırlarıdır.

Radyasyon Görevlileri İçin

- Etkin doz : 20 mSv/yıl (5 yılın ortalaması)
  50 mSv/yıl (tek yıl için)
- Eşdeğer Doz : 150 mSv/yıl (göz için)
- Eşdeğer Doz : 500 mSv/yıl (Cilt, el, ayak için)

Halk İçin

- Etkin doz : 1mSv/yıl (5 yılın ortalaması)
  5 mSv/yıl (tek yıl için)
- Eşdeğer Doz : 15 mSv/yıl (göz için)
- Eşdeğer Doz : 50 mSv/yıl (Cilt, el, ayak için)

NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

DOZ SINIRLARI – BİRİNCİL SINIRLAR

GENÇ ÇALIŞANLAR İÇİN

- 16 yaşından küçükler, mesleki ışınlanmalara maruz kalınacak işlerde çalıştırılamaz.
- 18 yaşın altındakiler gözetim altında olmadıkça ve eğitim maksatları dışında kontrollü alanlarda çalıştırılamaz.

Doz sınırları (IAEA-SS-2011)

Etkin doz : 6 mSv/yıl (tek yıl için)
Eşdeğer doz : 50 mSv/yıl (Göz merceği için)
Eşdeğer doz : 150 mSv/yıl (Cilt, El, ayak için)

NORMAL UYGULAMALAR İÇİN RADYASYONDAN KORUNMA SİSTEMİ

DOZ SINIRLARI – BİRİNCİL SINIRLAR

HAMİLE ÇALIŞANLAR İÇİN

- Doz sınırları normal çalışma şartlarında kadın veya erkek için farklı değildir.
- Çalışma koşulları embriyo veya fetüsün halk için izin verilecek düzeyi aşmayacağı şekilde (1 mSv) korunmasını sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Hamileliğin anlaşılmasından sonra dış ışınlamalarda; abdomen yüzeyi için doz sınırı (hamileliğin sonuna kadar) 2 mSv ve iç ışınlamalar için 1/20 ALI tavsiye edilmektedir.

ICRP 60 Medikal Işınlanmalar İçin Doz Kısıtlamaları



Hasta Ziyaretçileri ve Gönüllüler İçin

(Tanı ve tedavi süresince)

5 mSv'i



Hasta ziyareti için gelen

Çocuklar için

1 mSv'i aşmamalıdır.

Doz sınırlarına dahil edilmeyen ışınlamalar

Doğal radyasyondan

(2-3 mSv/yıl)

ve

tıbbi ışınlamalardan

alınan dozlar

yıllık doz sınırına dahil

edilmez!





ICRP 60- Müdahale İçin Radyasyondan Korunma Sistemi

- **Toplum ışınlamaları için müdahale**
- **Kaza sonrası müdahale**
- **Mesleki ışınlanmalarda**
- **Acil durumlarda**

Müdahale başlamadan
Justifikasyon
Optimizasyon
kriterleri uygulanır.

Doz sınırları uygulanmaz.

ICRP 60 Müdahalede bulunan Çalışanların Korunması (1)

- Müdahale durumunda (acil durum ışınlanmaları-BSS-2011) ışınlanacak personelin yetkili otorite tarafından belirlenen tek yıllık dozun aşılmasına (50 mSv) izin verilmez.



Ancak;

- Hayat kurtarma ve ciddi yaralanmaların önlenmesi,
- Toplam dozun azaltılması,
- Ciddi hasarların önlenmesi durumları

bu koşulun dışında değerlendirilmelidir.

ICRP 60 Müdahalede bulunan Çalışanların Korunması (2)

- Hayat kurtarmaya yönelik durumlar dışında, yıllık dozun iki katını aşmayacak planlamalar yapılır.

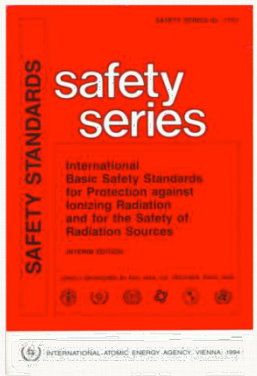


- Deterministik etkileri önlemek amacıyla yıllık dozun on katını aşmayacak şekilde planlamalar yapılır.

Radyasyon Korunmasında Temel Güvenlik Standartları (1)

- Sorumluluklar:

Lisans/İzin Sahibi ve İşveren; muafiyetler dışındaki her radyasyon kaynağı için LİSANS/İZİN almak zorundadır.



Radyasyon Korunmasında Temel Güvenlik Standartları (2)

- Lisans/İzin Sahibi ve İşveren
  - Çalışanların mesleki ışınlanmalardan korunmasından,
  - Standartlara uygunluğun sağlanmasından,
  - Doz sınırlarına uyulmasından,
  - Prosedür ve politikaların belirlenmesi ve organizasyonel düzenlemelerin yapılmasından,
  - Uygun tesis, cihaz ve servisin sağlanmasından,
  - Koruyucu teçhizat ve izleme cihazlarının temin edilmesi, doğru ve uygun kullanılmasının sağlanmasından,
  - Uygun, yeterli insan gücü (sayı ve nitelik olarak) ve bunlar için yeterli eğitimin sağlanmasından;
  - Kayıtların Standartlara uygun olarak tutulmasından,
  - Çalışanların sağlık gözetimlerinin yapılmasından,
  - Güvenlik kültürünün gelişmesi için gerekli imkanların sağlanmasından,
  - Çalışanların sorumlulukları hususunda bilgilendirilmesinden,
  - İşyerlerindeki diğer kişilerin halk üyesi kriterleri ile korunmasından

Sorumludur.

Radyasyon Korunmasında Temel Güvenlik Standartları (3)

- Çalışanlar
  - İşveren,İzin/lisans sahibi tarafından konulan kurallara uyacaktır.
  - Ölçüm cihazları ve koruyucu teçhizatı ve elbiseleri uygun şekilde kullanacaktır.
  - Bilgilendirilme, kurallara uyma ve eğitim programlarına uyacaktır.
  - Standartların dışına çıkılmasının kaçınılmaz olduğu durumları rapor edecektir.

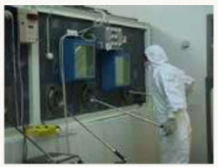
Radyasyon alanları

- Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar **"radyasyon alanı"** olarak değerlendirilir.
- Radyasyon alanları
  - **Denetimli Alanlar**
  - **Gözetimli Alanlar**

Radyasyon alanları- Denetimli alanlar

- Radyasyon görevlilerinin giriş ve çıkışlarının özel denetime,
- Çalışmalarının radyasyon korunması bakımından özel kurallara bağlı olduğu,
- Çalışanların ardışık beş yılın ortalaması yıllık doz sınırlarının 3/10'undan fazla radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlardır.







Denetimli alanlar

- Denetimli alan fiziksel olarak ayrılmalıdır.
- Alana giriş noktasına ve uygun yerlere "Radyasyon uyarı sembolü" ve "uygun talimatlar" asılmalıdır.
- Lokal kurallar ve prosedürler ile korunma ve güvenlik önlemleri oluşturulmalıdır.
- Alana giriş kilit v.b. şekilde sınırlandırmalıdır.
- Alana girişte koruyucu giysi, ölçüm cihazı vb malzemeleri bulunduracak imkanlar sağlamalıdır.
- Önlemlerin yeterliliği denetlemelidir.

Radyasyon alanları- Gözetimli alanlar

- Yıllık doz sınırlarının 1/20'sinin aşılma olasılığı olup, 3/10'unun aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen, çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanlardır.
  - Alanlar belirlenmelidir.
  - Giriş noktalarına uygun işaretler konulmalıdır.
  - Önlemler düzenli olarak gözden geçirilmelidir.

Yerel Kurallar ve İç Denetim

İşveren, Lisans/İzin Sahibi;

- Yerel kurallar ve prosedürler yazılı olarak hazırlanmalıdır.
- Bu kurallar ve prosedürler araştırma ve yetkilendirme, müdahale ve bunlar aşıldığında yapılması gerekenleri kapsamalıdır.
- Bu koşulların yerine geldiğinin gözlemlendiği sistemler kurulmalıdır.
- Tehlike Durumu Hakkında eğitim ve talimatname vermelidir.

Kişisel Koruyucu Düzenekler

İşveren, Lisans/İzin Sahibi;

- Çalışanlara önlük, eldiven, organ zırhı gibi uygun koruyucuları sağlayacaktır.
- Gerektiğinde özel koruyucular sağlanacaktır.
- Müdahale durumları için gerekli koruyucular bulundurulacaktır.





Kişisel Ölçüm ve Doz Değerlendirilmesi

İşveren, Lisans/İzin Sahibi

Çalışanların kişisel doz ölçümlerinin yapılması için

"Yetkili bir dozimetre servisi"

ile gerekli irtibatı sağlamakla sorumludur.





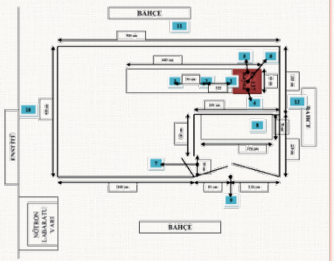
İşyerlerinin Ölçümlenmesi

İşveren, Lisans/İzin Sahibi





- İşyeri ölçüm programı oluşturmakla sorumludur.
- İşyerlerinin ölçümlenmesinde;
  - Ölçüm yöntemleri,
  - Ölçüm alınacak yerler,
  - Ölçüm sıklığı,
  - Referans seviyeler aşılması halinde yapılacak işler belirlenir.
- Ölçümlerin kayıtları tutulur.



Sağlık Gözetimi

İşveren, lisans/İzin Sahibi;

- Düzenleyici Kuruluşça belirlenen çerçevede sağlık gözetimi için gerekli düzenlemeleri yapmakla

sorumludur.



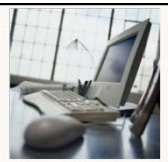
Sağlık Gözetim Programları;

- Mesleki sağlığın genel prensipleri,
- Çalışanın başlangıçta ve süregelen durumunu değerlendirmek üzere

oluşturulur.

Kayıtlar



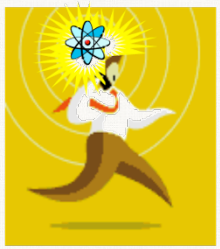


İşveren, Lisans/İzin Sahibi;

- Her çalışan için ışınlanma kayıtları tutulacaktır.
- Kişiler aldıkları dozlar hakkında bilgilendirecektir.
- Kaza ve olaylara ilişkin dozlar ayrıca rapor edilecektir.
- Kayıtların gizliliği sağlanacaktır
- Kayıtlar en az 30 yıl saklanacaktır.



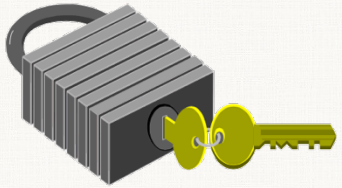
Tehlike Durumu



- **Sorumluluklar**
- **Tehlike Durumu Planı**
- **Müdahale**
- **Kaza sonrası Değerlendirme**
- **Müdahale Durumunda Çalışanların Korunması**

Radyasyondan Korunma Sorumlusu (1)

Sorumlulukları



- İşleyişi Denetlemek
- Yerel kurallar ve uygulamalar için önerilerde bulunmak
- Eğitim gereksinimlerini belirlemek ve eğitim programında yer almak
- Görevleri tanımlamak
- Eksiklikleri lisans sahibine bildirmek



ALARA RGD

Radyasyondan Korunma Sorumlusu (2)

- Denetçilerle birlikte çalışmak ve iç ve dış denetimleri kolaylaştırmak
- Cihazın alınması ve tesisin tasarlanmasında görev almak
- Kişileri ve alanları izlemek
- Kayıtların tutulmasını sağlamak
- İnceleme düzeyinin aşıldığı durumları araştırmak, soruşturma yapmak
- Acil durum işlemleri için tatbikatlar
- yapmak



ALARA RGD

Başlıca Referanslar

- International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. 115, Safety Standards. IAEA, February 1996.
- ICRP 73, Radiological Protection and Safety in Medicine. Annals of the ICRP, Vol. 26, Num. 2, 1996. Pergamon. UK.
- 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP 60. Annals of the ICRP, Vol. 21, No. 1-3. Pergamon. UK.
- Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations 2000.
- IAEA Eğitim Materyalleri

ALARA RGD



ALARA RGD

RADYASYON KAYNAKLARI VE KULLANIM ALANLARI

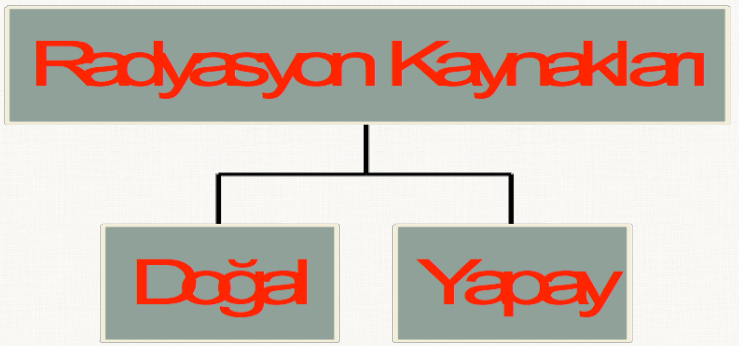
EĞİTİMİN İÇERİĞİ

Radyasyon Kaynakları
- Doğal Radyasyon Kaynakları,
- Yapay Radyasyon Kaynakları

Uygulama Alanları
- Endüstriyel Uygulamalar
- Tıbbi Uygulamalar
- Eğitim ve Araştırma
- Tarım ve Hayvancılık
- Güvenlik Amaçlı Kontrol

RADYASYON KAYNAĞI

Yüksek enerjili radyasyon yayınlayan güneş ve benzeri kozmik cisimler, doğada bulunan radyasyon yayan radyonüklitler, özel olarak üretilmiş veya elde edilmiş radyoaktif maddeler, yan ürün veya radyasyon oluşturmak için özel olarak tasarlanmış cihazlar radyasyon kaynaklarına örnek olarak verilir.



DOĞAL RADYASYON KAYNAKLARI

- **Yerkürede Bulunan;**

  Uranyum-235, Uranyum-238, Toryum-232, Radyum-226, Radon-222, Potasyum-40

- **Kozmik Işınların Neden Olduğu;**

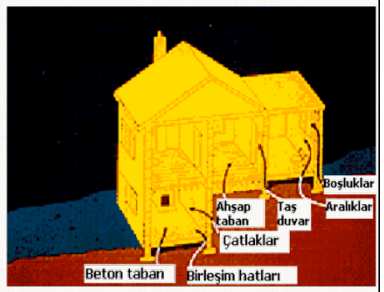
  Karbon-14, Trityum-3, Berilyum-7

- **Vücudumuzda Bulunan;**

  Potasyum-40, Karbon-14

Dünya genelinde, doğal yollarla maruz kalınan ortalama yıllık doz değeri: 2,4 mSv dir.

- Doğal radyasyon düzeyini arttıran en önemli nedenlerden biri, yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyoaktif radyum elementinin bozunması sırasında salınan radon gazı'dır.



- Radon gazından dolayı dünya genelinde maruz kalınan ortalama doz 1,3 mSv'dir.

YAPAY RADYASYON KAYNAKLARI

Reaktör, hızlandırıcılar ve röntgen cihazları gibi makinelerde üretilen iyonlaştırıcı radyasyonlardır.

- **X-ışını Yayınlayan Cihazlar**

  (Röntgen tüpleri, linac (hızlandırıcılar), elektron demeti yayan sistemler)

- **Gama Işını Yayınlayan İzotop veya Kaynaklar**

  (Co-60, Ir-192, Se-75, Cs-137, Am-241, Ra-226, Fe-55, Cf-252, Cd-109)

- **Beta Işını Yayınlayan Kaynaklar**

  (P-32, Cl-36, H-3, Ni-63, Kr-85, Sr-90)

- **Gama Ve Beta Yayınlayan İzotoplar**

  (Cs-137, Kr-85, Cl-36)

- **Alfa Işını Yayınlayan İzotoplar**

  (Am-241, Cf-252, Ra-226, Th-232)

- **Nötron Yayınlayanlar**

  (Am-241/Be)

YAPAY RADYASYON KAYNAKLARI

- Ölümcül veya hayatı tehdit eden ya da yaşam kalitesini düşüren kalıcı hasarlar, şiddetli deterministik etkiler olarak kabul edilmektedir.

- Kontrol altında tutulmadığında şiddetli deterministik etkilere yol açabilen radyasyon kaynakları, tehlikeli kaynaklar olarak adlandırılmaktadır.

- Tehlikeli kaynakların sınıflandırılmasında kullanılmak üzere işlevsel bir tanım geliştirilmiştir. Bu işlevsel tanım D- değeri (D-value) olarak bilinmektedir.

RADYOAKTİF MADDENİN TEHLİKELİ MİKTARI (D-DEĞERİ)

- D-değeri (D-value); Kontrol edilmediği durumda, radyasyona maruz kalan bireyin ölümü veya yaşam kalitesini düşüren kalıcı yaralanması ile sonuçlanabilecek etkiler oluşturabilen radyoaktif madde miktarıdır.
- D-değerlerini bulmak için, birinde radyasyon kaynağının dağılmadığı (D1) yani kapsül içerisinde kaldığı, diğerinde ise radyasyon kaynağının dağıldığı (D2) durumlardaki maruz kalma senaryoları kullanılmaktadır.
- Bir radyonüklit için D-değeri; D1 ve D2 değerlerinin en küçüğü olarak alınmaktadır.

KAYNAKLAR VE MALZEME [TBq]

RADYONÜKLİT	D1	D2
H-3	UL	2.E+03
C-14	2.E+05	5.E+01
P-32	1.E+01	2.E+01
S-35	4.E+04	6.E+01
Cl-36	3.E+02	2.E+01
Cr-51	2.E+00	5.E+03
Fe-55	UL	8.E+02
Co-57	7.E-01	4.E+02
Co-60	3.E-02	3.E+01
Ni-63	UL	6.E+01
Zn-65	1.E-01	3.E+02
Ge-68	7.E-02	2.E+01
Se-75	2.E-01	2.E+02
Kr-85	3.E+01	2.E+03
Sr-89	2.E+01	2.E+01
Sr-90 (Y-90)	4.E+00	1.E+00
Y-90	5.E+00	1.E+01
Y-91	8.E+00	2.E+01
Zr-95 (Nb-95m/Nb-95)	4.E-02	1.E+01
Nb-95	9.E-02	6.E+01
Mo-99 (Tc-99m)	3.E-01	2.E+01
Tc-99m	7.E-01	7.E+02
Ru-103 (Rh-103m)	1.E-01	3.E+01

YAPAY KAYNAKLARIN KATEGORİZASYONU

Yapay radyoaktif kaynaklar 5 farklı sınıfta kategorize edilir;

Kategori I
Kategori II
Kategori III
Kategori IV
Kategori V

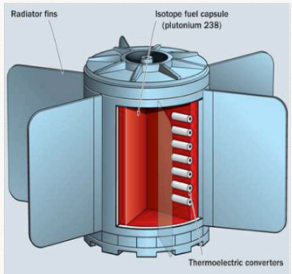
Radyonüklit	D değeri
Am-241	0.06
Co-60	0.03
Cs-137	0.1
Ir-192	0.08
Pu-238	0.06
Sr-90	1.0
$Tc-99^m$	0.7

KATEGORY	A/D Oranı
1	A/D ≥ 1000
2	1000 > A/D ≥ 10
3	10 > A/D ≥ 1
4	1 > A/D ≥ 0.01
5	0.01 > A/D and A > exempt

KATEGORİ 1

Güvenli bir şekilde yönetilmiyor veya korumalı değilse olağanüstü tehlikeli olarak değerlendirilen bu kaynaklar, birkaç dakikadan fazla tutulduğunda veya temas halinde kişide kalıcı hasara sebep olabilecek kaynaklardır. Bu miktardaki zırhlanmamış radyoaktif madde, yakınında birkaç dakikadan 1 saate kadar süre boyunca bulunan kişi için muhtemelen ölümcül olacaktır.

A/D ≥ 1000





- Radyo izotoplu termoelektrik üreticiler (RTGs),
- Işınlayıcılar (Irradiators),
- Teleterapi

KATEGORİ 2

Güvenli bir şekilde yönetilmiyor veya korumalı değilse çok tehlikeli olarak değerlendirilen bu kaynaklar, birkaç dakikadan 1 saate kadar tutulduğunda veya temas halinde kişide kalıcı hasara sebep olabilecek kaynaklardır. Bu miktardaki zırhlanmamış radyoaktif madde, yakınında birkaç saatten 1 güne kadar süre boyunca bulunan kişi için muhtemelen ölümcül olacaktır.



10 ≤ A/D < 1000

- Endüstriyel gama radyografi
- Yüksek/orta doz-şiddetinde brakiterapi



ALARA RGD

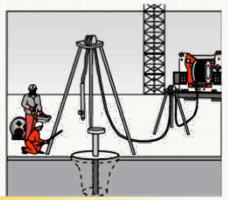
KATEGORİ 3

Güvenli bir şekilde yönetilmiyor veya korumalı değilse tehlikeli olarak değerlendirilen bu kaynaklar, birkaç saate kadar tutulduğunda veya temas halinde kişide kalıcı hasara sebep olabilecek kaynaklardır. Bu miktardaki zırhlanmamış radyoaktif madde, yakınında birkaç günden birkaç haftaya kadar süre boyunca bulunan kişi için olasılık düşük olsa da ölümcül olabilir.



1 ≤ A/D < 10

Sabit Endüstriyel ölçüm sistemleri : Seviye ölçerler, Taramalı ölçerler, Yüksek aktiviteli kaynak bulunduran taşıma bandında ölçerler, Petrol arama kuyularında kullanılan ölçerler



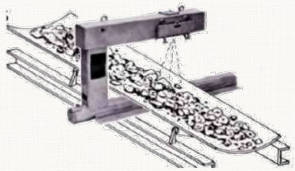
ALARA RGD

KATEGORİ 4

Bu kaynaklardan kişinin kalıcı hasar görme olasılığı düşüktür. Ancak bu kaynaklar, güvenli bir şekilde yönetilmiyor veya korunmuyorsa, saatler boyunca tutulduğunda veya haftalar boyunca temas halinde olan kişide geçici hasara sebep olabilecek kaynaklardır.

0,01 ≤ A/D < 1

- Düşük aktiviteye sahip brakiterapi cihazları
- Kemik dansitometri cihazları
- Düşük aktiviteli kaynak kullanan ölçüm düzenekleri



ALARA RGD

KATEGORİ 5

Bu kategorideki radyasyon kaynaklarının kişilerde kalıcı hasar bırakma olasılığı yok denecek kadar azdır.

Muaf ≤ A/D ve A < 0,01

- XRF (X ray Fluoresance) cihazları
- PET (Positron Emission Tomography)

Kalibrasyon kaynakları



ALARA RGD

Uygulama Alanları

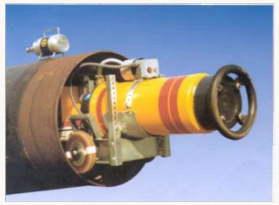
1- Endüstriyel Uygulamalar

- Radyografi / Radyoskopi Cihazları:
  X-Işınları, Co-60, Ir-192, Se-75, Yb-169
- Işınlama Sistemleri: Elektron demeti, Co-60
- Eğitim-Araştırma ve Analiz Cihazları :
  X-Işınları, Fe-55, Ni-63, P-32, Cl-36, H-3
- Yoğunluk ve Nem Ölçüm Cihazları:
  Cs^{137}, Am-241/Be
- Proses Kontrol (Kalınlık, Ağırlık, Seviye, v.b) Cihazları:
  Cs^{137}, Sr^{90}, Kr^{85}, Co^{60}, Am^{241}
- Paratonerler, Duman Dedektörleri ve Tüketici Ürünleri:
  Am-241, Th-232 , H-3, Sr-90, Pu-238, Pr-147, Co-60

- Radyografi / Radyoskopi Cihazları

✓ X-ışını Radyografi Cihazları;



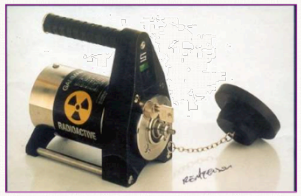


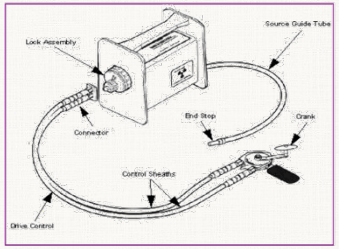




✓ Gamagrafi Cihazları;







✓ Endüstriyel Radyoskopi Cihazı;

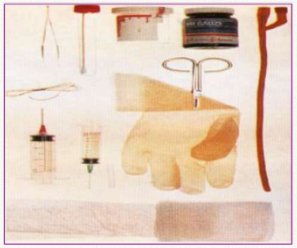


Işınlama Sistemleri;

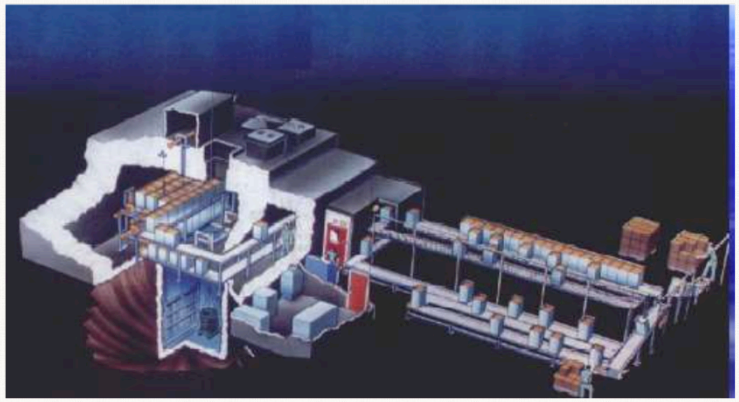
✓Gama Işınlaması ile;

- Korunma,
- Raf ömürlerinin uzatılması,
- Böceklenmenin önlenmesi,
- Mikroorganizmaların arındırılması,
- Plastik malzemelerin fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi,
- Sağlık bakım ürünlerinin sterilizasyonu,
- Tıbbi ürün / cihazların sterilizasyonu,
- Ambalaj maddelerinin sterilizasyonu,
- Laboratuvar ürünlerinin sterilizasyonu amaçlanır.





✓ Işınlama Tesisleri;



Gama Işınlama Cihazları



Cs-137



Co-60

✓ Kan Işınlama Cihazları;



Eğitim-Araştırma ve Analiz Cihazları

✓ Analiz Cihazları;

Çimento, bakır, demir v.b maden çıkarma, öğütme ve üretimlerinde, cevher ve mamul maddelerde bulunan element miktarlarının tayininde kullanılır.



Radyasyon Kaynakları;

X-ışını,
Fe-55,
Cd-109,
Ni-63,
P-32,
Cl-36,
H-3,
Cf-252 vb. olabilir

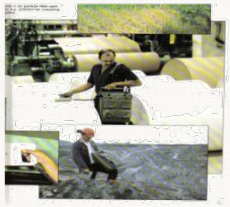




✓ X-Işını Analiz Cihazları;



X-Işını floresans cihazı (XRF)



Kalınlık ölçüm cihazı



X-ışını Difraktometre Cihazı (XRD)



Portatif XRF

✓ Analiz amaçlı cihazlar;

- Metal ve alaşım analizi
- Hurda metal tasnifi
- Alaşımların kalite kontrolü
- Maden uygulamaları
- Mineral ve toprak analizleri
- Keşif, maden haritalandırma
- Cevher sınıfı tespiti
- Tüketici plastiklerinin analizi
- Kurşun boya analizi





Radyoaktif Kaynaklı Cihazlar;

Yoğunluk ve Nem Ölçüm Cihazları

Cihazlar,
- Yol yapımlarında,
- Topraklı (mıcır, çakıl) dolgularda,
- Çimento-bitüm karışımlı kaplamalar v.b. uygulamalarda

kullanılır.



Proses Kontrol Cihazları

Üretim sırasında (demir, çelik, lastik, kağıt, sunta, şeker, iplik, cam, vb.) malzemenin yoğunluğunun, seviyesinin, kalınlığının, ağırlığının vb. ölçülmesinde radyasyon kaynaklı sistemler kullanılmaktadır.

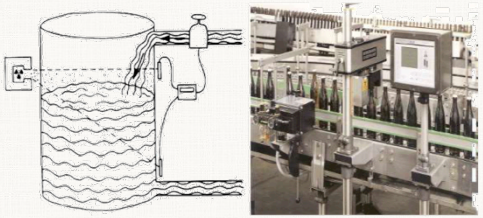
Radyasyon Kaynakları:
Cs-137, Sr-90, Kr-85, Co-60,
Am-241, Am-241/Be, X-ışını



Kalınlık Ölçümü



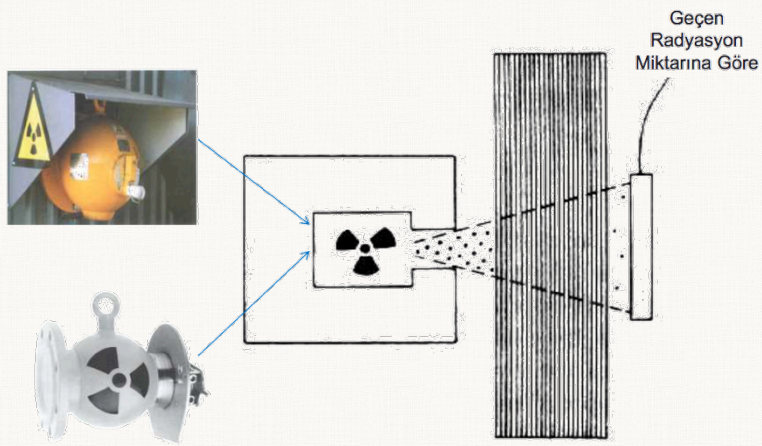
Yoğunluk Ölçümü



Seviye Ölçümü

ALARA RGD

✓ Otomatik Proses Kontrol Sistemleri;



ALARA RGD

Paratoner, Duman Dedektörü;

- Paratoner,
- Duman detektörleri



Duman Dedektörü



Paratoner (Am-241)

Am-241, Ra-226

ALARA RGD

2- Tıbbi Uygulamalar

✓ Teşhis amaçlı;

- **Radyoloji Bölümleri**
  (X-Işını Yayan Cihazlar)
- **Nükleer Tıp Laboratuvarları**
  (Tc-99m, Tl-202, I-131 ve Ga-67)
- **PET laboratuvarları**
  (F-18, N-13, O-15,Ga-68)

✓ Tedavi amaçlı;

- **Radyasyon Onkoloji Bölümleri**
  (Linak, Co-60)
- **I-131 Tedavi Odaları**

ALARA RGD

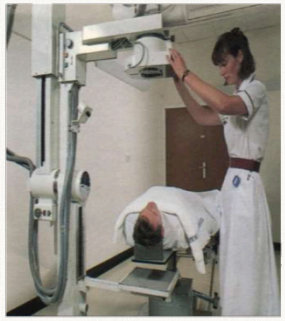
✓ Teşhis Amaçlı

Radyoloji;

- Filme Görüntü Alma
- Ekranda İzleme



Tomografi



Röntgen

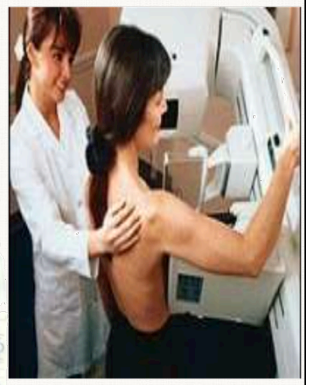
ALARA RGD



Periapikal Diş Röntgen



Panaromik Diş Röntgen



Mamografi

ALARA RGD



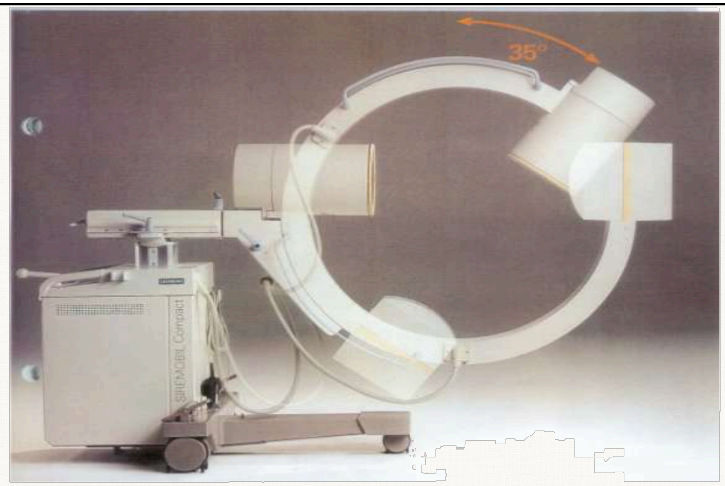


Kemik Yoğunluğu



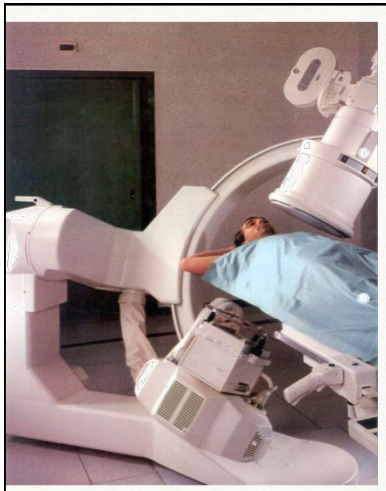
Mobil Röntgen

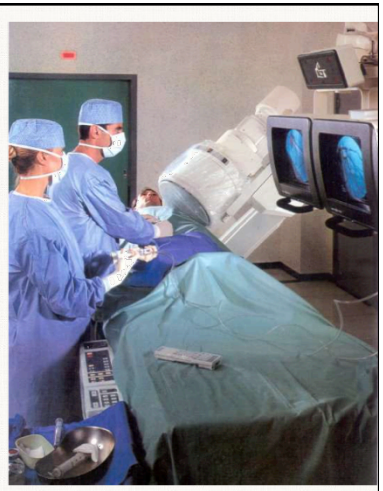
ALARA RGD



C-Kollu Mobil Radyoskopi

ALARA RGD





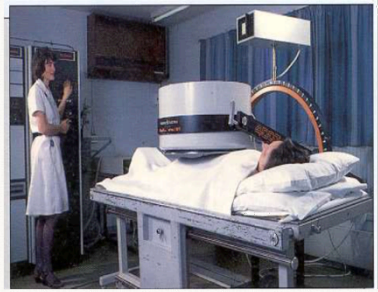
Anjiografi

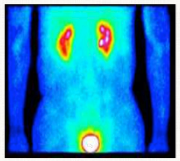
- Nükleer Tıp (NT)
- Radio Immuno Assay (RIA)

✓ **Teşhis;**

Kalp, karaciğer, böbrek, kemik vb. fonksiyon testleri

- Tc-99,
- Tl-201,
- I-125,
- I-131,
- F-18





✓ **Radyoterapi Laboratuarları;**



Lineer Hızlandırıcı



Co-60 Gamma Knife (Bıçağı)



Co-60 Elektron Demeti, X-Ray

3- Eğitim ve Araştırma

- DNA çalışmalarında **(genetik mühendisliği),**
- Tarımda **(tohum ıslahı),**
- Akarsularda debi ölçümünde,
- Barajlarda su kaçaklarının tespitinde,
- Yeraltı sularının hareketlerinin takibinde,
- Petrol aramalarında nem ve yoğunluk ölçümünde kullanılır.







✓ Petrol Arama Çalışmaları (oil well logging);

Radyasyon Kaynakları:

Ra-Be, Pu-Be, Am-Be, Cf-252, Cs-137,

✓Arkeometrik Çalışmalar;

- Buluntu tayini (gömü, höyük)
- Fiziksel özellik tayini (esere zarar vermeden tarihsel değerini ortaya çıkarmak)
- Yaş tayini
- Malzeme tayini (kimyasal özelliklerin tayini)
- İmal usulü tayini (metalürjik ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi)
- Kaynak tayini (buluntu yeri ile malzeme kaynağı veya imalatının yapıldığı yerin tayini)
- Gerçeklik tayini (gerçek mi, sahte mi)
- Restorasyon
- Buluntu ve eserlerin korunması (fiziksel koruma)

4- Tarım ve Hayvancılık

- Gıda maddelerinin bozulmasını önlemek
- Besin değeri kaybını önlemek
- Hasat sonu kayıpların önlenmesi (filizlenmeyi önleyerek veya olgunlaşmayı geciktirerek)
- Zararlı hayvanların üremesini veya yaşamasını engellemek
- Çeşitli bitkilerin ıslahı ve geliştirilmesi
- Hayvan hastalıkları teşhisi

5- Güvenlik Amaçlı Kontrol

Tır, kamyon gibi araçların ve çanta-valiz, bagajların, içinde saklanan uyuşturucu, bomba vb. şüphe duyulan paketlerin monitörde izlenmesinde kullanılmaktadır.



Paket-bagaj Kontrol Cihazları

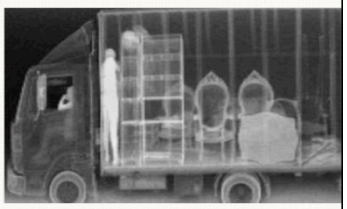


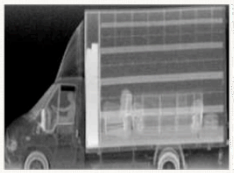
Araç Tarama

X-Işınları, elektron demeti, vb. kullanılır.

✓ **TIR Tarama Sistemleri (Geri Saçılma);**





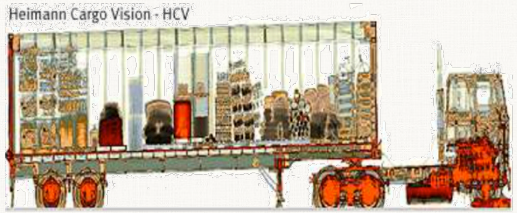




✓ **Güvenlik amaçlı X-Işını, Co-60;**







Linac (Hızlandırıcı)



RADYASYON KAZALARININ NEDENLERİ, SONUÇLARI VE ÖNLENMESİ

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

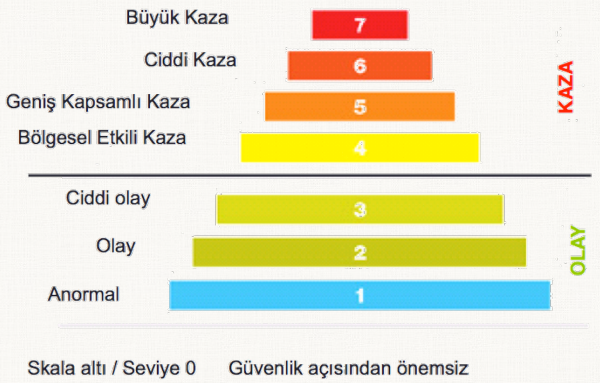
- Radyasyon Kazası Nedir?
- Radyasyon Kazaları'nın Sınıflandırılması
- Radyasyon Kazalarının Aşamaları
- Radyasyon Kazalarının Nedenleri
- Kaza Örnekleri ve Önlemler



RADYASYON KAZASI NEDİR

İyonize edici radyasyon ile yapılan çalışmalar esnasında, müsaade edilen sınırların üzerinde ışınlamaya (radyasyon dozuna) maruz kalma veya radyasyon kaynağının kontrol dışına çıkması durumudur.

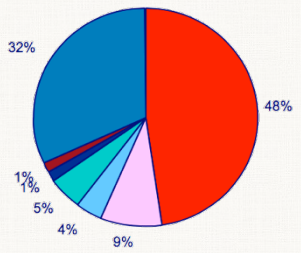
Kaza Ölçeği



Kaza Çeşitleri

Radyolojik Kazalar

- Tıbbi kuruluşlarda
- Endüstriyel kuruluşlarda
- Araştırma ve eğitim merkezlerinde
- Işınlama tesislerinde
- Malzeme testi çalışmalarında
- İzotop üretim tesislerinde
- Radyoaktif madde taşınmasında
- Gama radyografisinin saha çalışmalarında
- Askeri tesislerde
- Yasadışı veya terörist kullanımlarda
- Hurda yığınlarında
- Kaybolan veya çalınan kaynaklarla



Nükleer Reaktör Kazaları

- Nükleer reaktörlerde
- Nükleer yakıt çevrim tesislerinde

Kaza Örnekleri

1987 - 2001 Yılları Arasında Meydana Gelen Ölümcül Radyasyon Kazaları (Nükleer ve Radyolojik)

			Radyasyon Nedeni ile Ölümler		
Yıl	Yer	Kaynak	Görevli	Halk	Hasta
1987	Goiana, Brezilya	Radyoterapi	-	4	-
1989	San Salvador, El Salvador	Endüstriyel Sterilizasyon	1	-	-
1990	Zaragoza, İspanya	Tıbbi Lineer Hızlandırıcı	-	-	x
1990	Soreq, İsrail	Endüstriyel Sterilizasyon	1	-	-
1991	Nesvizh, Beyaz Rusya	Endüstriyel Sterilizasyon	1	-	-
1992	Çin	Kayıp Kobalt-60 Kaynağı	-	3	-
1992	ABD	Brakiterapi	-	-	1
1994	Tammiku, Estonya	Atık Deposundan Çıkarılan Kaynak	-	1	-
1996	San Jose, Kosta Rika	Radyoterapi	-	-	x
1997	Sarov, Rusya	Kritiklik	1	-	-
1999	Toakimura, Japonya	Kritiklik	2	-	-
2000	Tayland	Kayıp Kobalt-60 Kaynağı	-	3	-
2000	Mısır	Kayıp Kobalt-60 Kaynağı	2	-	-
2001	Panama	Radyoterapi	-	-	x

Radyasyon Kazalarının Aşamaları

1. OLUŞ AŞAMASI
   (Haber Verme)

2. ACİL DURUM AŞAMASI
   (Bilgilendirme v.s.)

3. İYİLEŞTİRME AŞAMASI
   (Yardım Sağlanması)

4. ONARIM AŞAMASI
   (Değerlendirme)

Oluş Aşaması

- Kazanın fiziksel olarak meydana gelmesi olup, şekline göre anında haberdar olunduğu gibi, belirli bir süre sonra da farkedilebilir.
- Sesli ve ışıklı uyarı sistemleri ve ölçüm cihazlarının bulunması halinde anında haberdar olunabilir.
- Olay yerinin ivedilikle boşaltılması ve yetkili kişi ve kuruluşlara en kısa yoldan **HABER VERİLMESİ** gerekmektedir.

Acil Durum Aşaması

- Güvenliğin devamı ve çevrenin korunması için her türlü çalışmanın yapılması
- Kazanın sınıfına ve oluş şekline göre çalışanların ve halkın güvenlik altına alınması
- Çalışmalarla ilgili **BİLGİ AKIŞI** sağlanması

İyileştirme Aşaması

Acil durum aşamasının devamı olup, kaza nedeninin ortadan kaldırılması ve güvenliğin sağlanması için plan, organizasyon ve uygulamanın gerektiği durumlarda **YARDIM** alarak yapıldığı aşamadır.

Onarım Aşaması

Kaza durumunun, kaza öncesi duruma dönmesi için gerekli programların yapıldığı, uygulandığı ve DEĞERLENDİRİLDİĞİ aşamadır.

Kazalara Karşı Başarılı Olabilmek İçin

- Eğitilmiş İnsan Potansiyeli
- Acil Durum Plânı
- Yeterli sayıda Radyasyon Ölçüm Aleti ve Yardımcı Donanımlar
- Cihazların Bakım ve Onarımlarının Düzenli Yapılması
- Faktörlerinin **TAMAMLANMIŞ OLMASI GEREKMEKTEDİR**

Acil Durum Planları Hazırlanırken

- Radyasyon Kaynağının ve Kullanıldığı Cihazın Yapısı
- Kaynak Güvenliğinin Kaybolması
- Güvenliğin Kaybolmasının Sonuçları
- **Faktörleri Gözönünde Bulundurulmalıdır.**

Acil Durum Planları

- NE YAPILMALIDIR ?
- NİÇİN YAPILMALIDIR ?
- NE ZAMAN YAPILMALIDIR?
- KİMLERLE YAPILMALIDIR?
- NASIL YAPILMALIDIR ?

- **Sorularına Cevap Verecek Şekilde Hazırlanmalıdır.**

Radyasyon Kaynağının Yapısı

- Radyasyon Üreten Cihazlar
- Zırhlanmamış Açık Kaynaklar
- Zırhlı Kapalı Kaynaklar

Güvenliğin Kaybolması

- İnsan Faktörü
- Cihaz veya Kaynaktaki Teknik Arıza
- Diğer Nedenler
  (Taşıma kazası, yangın v.b),

İnsan Faktörü

- Yetersiz Eğitim
- İhmal- Aşırı Güven
- İletişim Eksikliği

Kaynak veya Cihazdaki Teknik Arıza

- Cihazın Çok İyi Tanınmaması
- Periyodik Kontrol ve Sızıntı Testlerinin Zamanında Yapılmaması
- Çalışma Kurallarına Uyulmaması

Çalışma Kurallarına Uymak

1. Çalışmalara başlamadan önce, çalışmalar sırasında ve sonrasında rutin kontrollerin yapılması
2. Çalışma sonunda ölçüm cihazı ile kaynağın kontrolü
3. Dozimetrelerin amaca uygun olarak kullanılması
4. Radyasyon ölçüm aletlerinin ve alarmlı dozimetrelerin çalışmalarda sürekli olarak çalışır durumda tutulması
5. Çalışmaların ciddiyetine önem vermek
6. İşveren-Sorumlu Kişi-İşçi arasında iyi bir ilişki ve iletişimin kurulması

Radyasyon kazalarına örnekler

- 1979 USA
- KAYNAK: Ir-192
- AKTİVİTE : 1 TBq (28 Ci) NEDEN : Kaynağı 45 dakika pantolonun arka cebinde taşınıyor
- Sağ kalçanın 200 Gy doz aldığı tahmin ediliyor
- 31 gün, 50 gün 6 ay ve 19 ay sonra sağ kalçanın görüntüleri resimlerde verilmiştir.



Kazadan 31 Gün Sonra

Yaranın ciddiyeti görülüyor



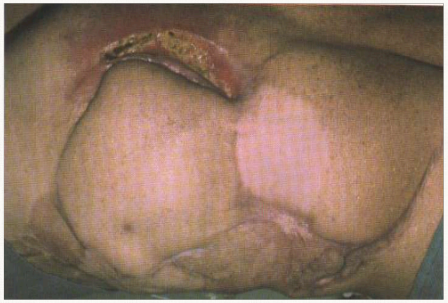
Kazadan 50 gün sonra

Doktor ölü dokuyu alıyor. Ayağından kalın bir deri parçası alarak bu bölgeye dikiyor



Kazadan 6 ay sonra

Yara kenarlarında tekrarlama görülüyor. 10 ay sonra ikinci deri ilâvesi yapılıyor



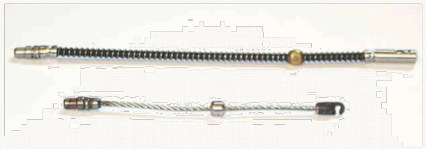
Kazadan 19 ay sonra

Yaranın tamamen kapanması mümkün olmuyor. Gelecekte daha başka ameliyat gerekebilir. İki yıl sonra bile topallayarak yürüyor

Ocak 1996 ÇİN

- Kaynak pantolonun cebinde bulunuyor.
- Ayak ve eller 2 – 9 Gy (200 – 900 rad) doza maruz kalıyor.
- Cerrahi müdahale yapılıyor.







Temmuz 1996 İRAN

Kaynak : Ir-192

Aktivite : 185 GBq (5 Ci)

Neden : Termik santralda çalışmaların bitiminde kaynak kılavuz hortumdan düşüyor. Tutucusu ile birlikte bulan kişi (izolasyon işinde çalışan kişi) tarafından 1,5 saat sağ göğüs cebinde taşıyor.





12 gün sonra

6 gün sonra

Göğüste kızarmalar

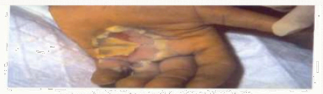


15 gün sonra nekroz.

(Beyazlıklar gümüş melhem)



19 gün sonra elde eritem (iltihaplanma sonrası kızarmalar





35 gün sonra nemli deri döküntüsü

Kasım 1997 de görünüm-1,5 yıl sonra



PHOTO 24. Contracture of the right elbow in November 1997.

Ohio (Eylül 1998);

✓ **Yanlış uygulama (^{131}I)**

- Hastaya ölümcül doz veriliyor tüm vücut dozu 0.02 Gy (2.3 rad),
- Thyroid dozu 88 Gy (8800 rad)

✓ **Yanlış uygulama (^{131}I)**

- 20 haftalık hamile bayana 11.8 mCi ^{131}I
- Fatal Doz
- WB 0.03 Gy (3 rad),
- Tiroid 253 Gy (25,330 rad)

Indiana, PA (1992);

- Brakiterapide kullanılan 4,2 C'i lik ^{192}Ir kaynağı kayıp oluyor.

Sonuçları;

- 90 kişi yüksek dozlara maruz kalıyor (> 20 cGy)
- 1 ölüm

Türkiye'de Meydana Gelen Kazalardan Örnekler

1. TAŞIMA SIRASINDA TRAFİK KAZASI SONUCUNDA **KAYNAK ARABADAN DÜŞÜYOR.**
2. KAZANDA ÇEKİM SONRASI KAYNAK KILAVUZ **HORTUMDAN DÜŞÜYOR.**
3. ACEMİ RADYOGRAFCI **AÇARKEN KAPATIYOR-KAPATIRKEN AÇIYOR**, KAYNAK DIŞARDA İKEN FİLM YERLEŞTİRİLİYOR.



İstanbul, 1998



- Eylül 1998: iki konteyner hurdacıya veriliyor parçalanıp açılıyor.
- 3.3 TBq (88 Ci) Co-60 kaynağı zırh dışına çıkıyor.
- 10 kişide akut radyasyon sendromu görülüyor.
- 404 kişi medikal muayeneden geçiriliyor.









ALARA RGD

❖ Nükleer Santral Kazaları

Chernobyl, SSCB (Nisan 1986), Fukuşima, JAPONYA (Mart 2011) (Sonuçları değerlendirilmektedir)

- ✓ 1000 MW RMBK üst kritik oluyor.
- ✓ Soğutma suyu devre dışı kalıyor kor eriyor.
- ✓ Atmosfere radyoaktif maddeler salınıyor.

116,500 tahliye edildi,

- 2 ölü (Travma)
- 28 ölü (ışınlama),
- 115 ARS, 56 Burns
- 145 kişi doz aldı. (0.7 – 1.6 Gy)



ALARA RGD

Kazaların Önlenmesi İçin Yapılması Gerekli Hususlar

1. Çalışanların konu ile ilgili eğitimlerinin tamamlanması ve periyodik olarak tekrarlanması

2. Çalışmalarda radyasyon ölçü aleti, kişisel dozimetre, alarmlı dozimetre, uyarı ikaz levha, etiket ve ışıkları kullanılması

ALARA RGD

3. Kullanılan cihazların ve donanımların teknik yapısının çok iyi bilinmesi.

4. İşveren-Sorumlu Şahıs-Görevli arasında çok iyi bir iletişim kurulması

5. Şüpheli durumlarda yetkili kişilere/otoriteye (TAEK)'e bilgi verilmesi

Tel : 444 82 35 TAEK ACİL BİLDİRİM HATTI
444 TAEK

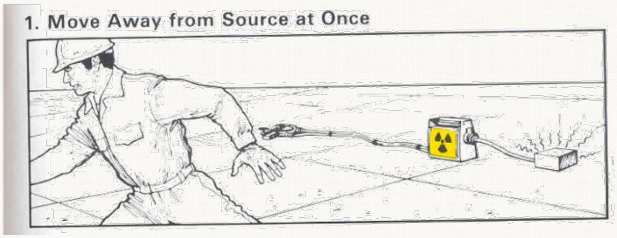
6. Radyasyonla ilgili konularda halkın bilgilendirilmesi

ALARA RGD

KAZA SONRASI YAPILMASI GEREKENLER

1- HEMEN ALANI TERKET

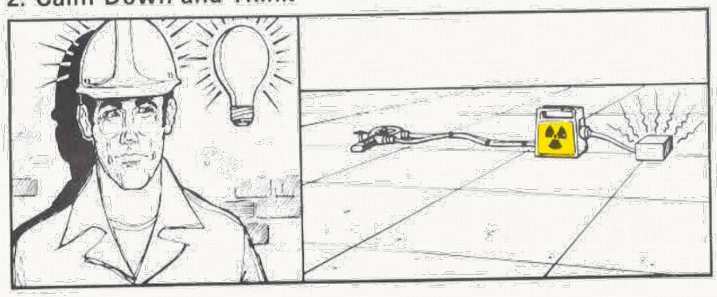
1. Move Away from Source at Once



ALARA RGD

2- SAKİN OL VE DÜŞÜN

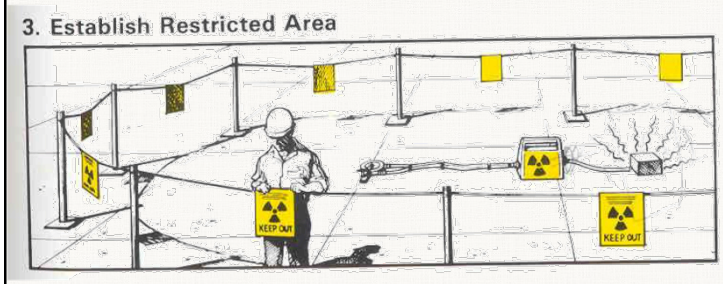
2. Calm Down and Think



ALARA RGD

3- GÜVENLİK ALANINI BELİRLE

3. Establish Restricted Area



ALARA RGD

4- YARDIM ÇAĞIR

4. Call for Help



ALARA RGD

KİŞİSEL DOZİMETRİ VE KULLANIMI

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

- Amaç
- Radyasyon nedir?
- Tanımlar
- Doz Limitleri
- Kişisel Dozimetreler
- Akreditasyon
- Dozimetre kullanımı
- Hizmet akışı
- Yüksek dozlar
- Önemli notlar



AMAÇ

- İyonlaştırıcı radyasyonla çalışanların maruz kaldıkları doz değerlerini izlemede kullanılan kişisel dozimetreleri tanıtmak,
- Kişisel dozimetreler kullanılırken dikkat edilmesi gereken hususlara dikkat çekmek,
- Dozimetri sistemin işleyişini açıklamaktır.

TANIMLAR

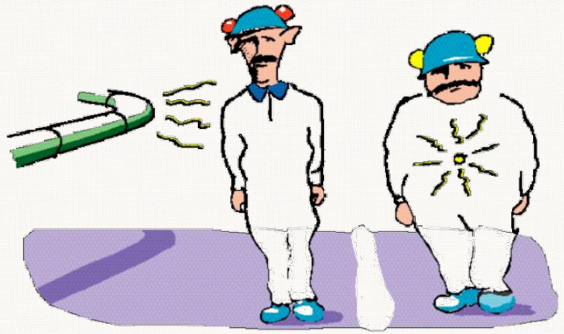
İyonlaştırıcı radyasyon: Bir maddenin veya canlı dokunun atomundan bir elektronu uzaklaştırmak (koparmak) için yeterli enerjiye sahip radyasyon dur.

Doz: Bir maddenin veya canlı dokunun, radyasyonla etkileşmesi sonucunda, madde veya doku içerisinde depolanmış enerjinin bir ölçümüdür.

Kişisel Dozimetre: Mesleki ışınlamalardan kaynaklanan personelin maruz kaldığı radyasyon dozunu ölçmede kullanılan cihaz veya düzenektir.

Dozimetri: Radyasyon kaynakları ile çalışan kişilerin maruz kaldığı radyasyon dozunun belirlenmesinde kullanılan cihazlar ve işlemleri ifade eden sistemdir.

Harici ve Dahili Dozimetri



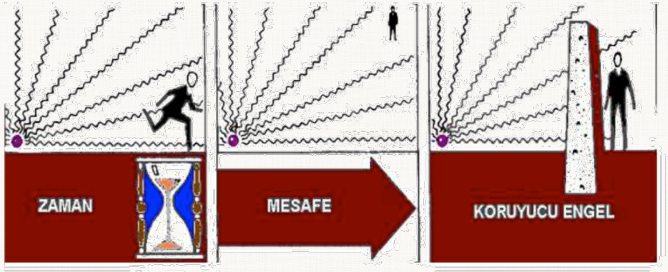
Dış ışınlanma İç ışınlanma

ALARA RGD

Dış ışınlanma

Radyoaktif maddelerden veya radyasyon üreten cihazlardan (radyasyon kaynaklarından) çıkan gama, X-ışınları, nötron vs. ışınların vücuda dışardan ulaşmasıdır.

Dış ışınlanmadan korunmanın 3 temel kuralı vardır.



ALARA RGD

Korunma







- Yapılan işin niteliğine uygun koruyucu giysi ve teçhizat kullanılır.

ALARA RGD

ZORUNLULUK

Çalışma koşulu "A": Yılda 6 mSv'ten daha fazla etkin doza veya göz merceği, cilt, el ve ayaklar için yıllık eşdeğer doz sınırlarının 3/10'undan daha fazla doza maruz kalma olasılığı bulunan çalışma koşuludur.

ÇALIŞMA KOŞULU "A" DURUMUNA UYAN TÜM ÇALIŞANLAR KİŞİSEL DOZİMETRE KULLANMAK ZORUNDADIR.

Dozimetre kullanma zorunluluğuna karar vermek RKS'nin sorumluluğudur.

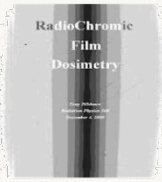
RADYASYON GÜVENLİĞİ YÖNETMELİĞİ MADDE 21...

ALARA RGD

Kişisel Dozimetreler

Film Dozimetre





Termo Lüminesans Dozimetre





Optik Uyarmalı Lüminesans Dozimetre



Elektronik Dozimetre



Cep Dozimetre



Extremite TLD



ALARA RGD

Kişisel dozimetre tipleri ve çeşitleri :

Kişilerin dış ışınlama ile aldıkları dozların ölçülmesinde pasif ve aktif dozimetreler kullanılır.

Pasif dozimetreler : Alınan dozların okunmasında ek bir cihaza ihtiyaç gösteren, bir zaman aralığında alınan toplam radyasyon dozunu ölçen cihazlardır. Yaygın olarak kullanılanlar,

- **Film**
- **TLD**
- **OSL**

Aktif dozimetreler : Alınan radyasyon dozlarını doğrudan doğruya okumayı mümkün kılan cihazlardır. Bu dozimetreler gerektiğinde 2. dozimetre olarak kullanılmaktadır.

- **Elektronik**
- **Cep-kalem dozimetreleri**

ALARA RGD

Akreditasyon

- SONUÇLARIN DOĞRULUĞU
- ULUSLARARASI İZLENEBİLİRLİK
- DÜZENLİ İŞLEYİŞ ANLAYIŞI
- İSTİKRAR
- GÜVENİLİRLİK
- HİZMET KALİTE GÜVENCESİ

demektir.

Türkiye Genelinde hizmet vermeye yetkili kuruluşların AKREDİTE olması zorunluluktur.

ALARA RGD

Kişisel Dozimetrelerin kullanım şekli

- Tüm vücut dozimetresi göğüs cebi hizasına takılır. Koruyucu giysinin altında kalmalıdır.
- Yüzük dozimetre radyasyona maruz kalan elde kullanılır.
- Kullanıcılar adına kayıtlı gelen dozimetre sadece çalışma alanında kullanılır. Çalışma süresi sonunda radyasyon alanı dışarısında muhafaza edilir.



ALARA RGD

Kişisel Dozimetrelerin kullanım şekli

- Sadece bir kişi kullanmalıdır. Ortak kullanım olmamalıdır.
- Her personel mutlaka kendi adına gönderilen dozimetreyi kullanmalıdır.
- Sadece çalışma alanında kullanılmalıdır.
- Nem, sıcaklık, darbe gibi hasar kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
- Özellikle kalem, kimlik kartı kılıfı gibi metal tutaçları olan eşyaların yanına takılmamalı, önünde veya arkasında radyasyonu engelleyecek cisimler olamamalıdır. Tek başına takılmalıdır.
- Kullanım süresi sonunda, yeni dozimetre ile değiştirildiğinde en kısa sürede Dozimetre Servisine iletilmelidir.
- Elektronik dozimetrelerin kullanılması durumunda kalibrasyon ve pil durumları kontrol edilmelidir.

Dozimetreler açılmamalı, üzerine yazı yazılmamalı ve etiket yapıştırılmamalıdır.

Hizmet nasıl yürüyor?



Yüksek Doz !

Doz sonucu dönemlik limitleri aşıyorsa; Dozimetri Servisi tarafından İnceleme Düzeyi Doz Araştırma Formu gönderilir.

•Çalışma şartları
•Lisans koşullarında değişiklik
•Kaza durumu
•Hatalı kullanım

durumlarını ayırt etmek için sorular vardır.

Yüksek Doz !

- Hatalı kullanım ise TAHMİNİ DOZ uygulanmalıdır. Tahmini doz, RKS tarafından alan ölçümleri, çalışılan kaynak, çalışma düzeni, çalışma saatleri, aynı yerde çalışan diğer personelin doz değerleri vs. bilgileri dikkate alınarak hesaplanmalıdır.
- Yüksek Doz incelemesi sonucunda gerekli olur ise kullanıcı sağlık kontrolü/tıbbi müdahaleye yönlendirilir.
- İnceleme düzeyi doz araştırma formundaki bilgiler mutlaka doğru ve eksiksiz doldurulup, dozimetre kullanıcısı, radyasyondan korunma sorumlusu ve lisans sahibi tarafından imzalanmalıdır.

Önemli Notlar

RADYASYONDAN KORUNMADA VE DOZUN DOĞRU ÖLÇÜLEBİLMESİNDE İLK SORUMLULUK KULLANICININDIR.

DOZİMETRE SONUÇLARINDA DOZ DEĞERİNİN **0.1 mSv** ALTINDA VEYA **(C)** OLMASI SAĞLIĞINIZ İÇİN GEREKLİ ÖNLEMLERİ ALDIĞINIZI,
KURALLARA UYDUĞUNUZU GÖSTERİR.

RADYASYONDAN KORUNMA İLKELERİ (ZIRHLAMA, KORUYUCU GİYSİLER VE TEÇHİZAT KULLANILMASI, ÇALIŞMA SAATLERİNİN DÜZENLENMESİ, GÜVENLİK TALİMATLARINA UYULMASI VS…) DOĞRU UYGULANDIĞINDA DOZİMETRE DEĞERLENDİRMESİ SONUCU İZİN VERİLEN YILLIK DOZ SINIRLARINDA OLMASI GEREKİR.



RADYOAKTİF MADDENİN PAKETLENMESİ

Radyoaktif madde taşımacılığında kullanılan paket tipleri

Radyoaktif maddelerin fiziksel yapılarına ve aktivitelerine göre 4 tip paket vardır:

- Adi Paketler (Excepted Packages)
- Endüstriyel Paketler (Industrial Packages) IP-1, IP-2, IP-3
- A Tipi Paketler (Type A Packages)
- B Tipi Paketler (Type B Packages)

Adi Paket – Minimum Tasarım Koşulları



- Kütle, hacim ve biçim itibarı ile kolay ve güvenli taşımaya uygunluk
- Taşıma boyunca emniyetli şekilde yerleştirilebilirlik
- Gerekirse güvenli harici paket elemanları tasarımı
- Mümkün olduğunca düz satıhlı ve bulaşmanın kolayca giderilebileceği ve su tutmayan paket yüzeyi tasarımı
- Rutin taşıma koşullarında aşırı titreşimden oluşabilecek paket bütünlüğü bozulmalarına karşı dayanıklılık
- Paket elemanlarının birbirleri ile ve içerikle fiziksel ve kimyasal uygunluğu
- İçeriğin paket dışına çıkmasına olanak vermeyecek şekilde emniyetli paket boşluğu tasarımı
- Rutin taşıma koşullarında karşılaşılabilecek basınç ve sıcaklıklara uygun tasarım

Adi Paket – Minimum Tasarım Koşulları

Havayolu için ek koşullar:

- Ulaşılabilir yüzeylerin sıcaklık kontrolü
- Yüksek sıcaklık değişimlerine dayanıklı tasarım
- Ortam basıncında meydana gelebilecek değişimlere dayanıklı mahfaza



ADİ PAKET

Sadece radyasyon uyarı işareti kullanılması yeterli olup etiketlemeye gerek yoktur. Saat, duman dedektörü, pusula v.b. Bir parçası radyoaktif madde olan cihazlar.

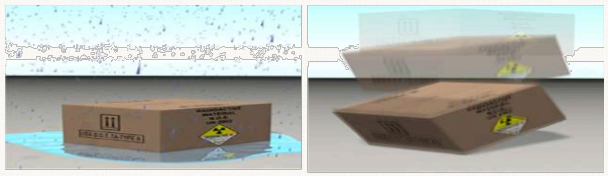


A Tipi Paketler için Tasarım ve Performans Testi Koşulları

Tasarım Koşulları:



- Tüm adi paket koşulları
- Minimum paket boyutu
- Kurcalanmaya karşı dayanıklı mühür
- Paket bileşenlerinin -40°C ila +70°C arasındaki sıcaklıklar için tasarımı
- Kabul edilmiş tasarım standartları
- Kaza ile açılmaya imkan vermeyecek etkin
- kilit mekanizması
- Basınç farklılıklarına karşı paket içeriğinin bütünlüğünü koruyacak mahfaza sistemi
- Mahfazanın bileşeni olarak tasarlanmış ayrı bir zırh bölmesi



SU PÜSKÜRTME TESTİ
Pakete bir saat boyunca su püskürtülür.

SERBEST DÜŞME TESTİ
Paket, sert bir yüzeye belli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılır.



İSTİFLEME TESTİ
Paket üzerine en az 24 saat boyunca, kendi ağırlığının beş katı kadar ağırlık konur.

DELME TESTİ
3 cm çapında, 6 Kg ağırlığında bir demir çubuk 1 m yükseklikten paketin üzerine bırakılır.

A-Tipi Paket

- A Tipi pakette herhangi bir durumda dökülme, saçılma, dağılma yapmayacak şekilde Özel hazırlanmış radyoaktif madde A1 veya Özel hazırlanmamış radyoaktif madde A2 limitlerine kadar taşınır. Her bir radyonüklit için A1 ve A2 değerleri Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Yönetmeliğinde TABLO'1 ve TABLO'2 de verilmiştir.
- Paketin en küçük dış boyutu 10 cm'den küçük olamaz. Beş katını kaldıracak dayanıklılıkta ve 1 saate kadar yağmura dayanacak nitelikte olmalıdır.



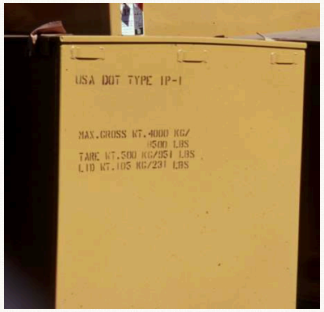
Endüstriyel Paketler için Tasarım ve Test Koşulları



- **IP Tip 1**
  - Tüm adi paket koşulları
  - Minimum paket boyutu (en az 10 cm)
- **IP Tip 2**
  - IP-1 koşulları
  - A Tipi paket serbest düşme testi test
  - A Tipi paket istif testi
- **IP Tip 3**
  - IP-2 koşulları
  - Katı formdaki içerik için tüm A tipi paket koşulları

ENDÜSTRİYEL PAKET

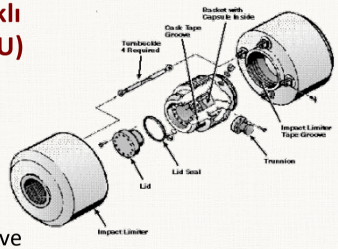
- **IP-1 tipi** pakette Düşük Özgül Radyoaktiviteli(LSA-I) veya Yüzey Kontaminasyonlu (SCO-I) madde veya materyal,
- **IP-2 tipi** pakette sıvı LSA-I, katı LSA-II, sıvı ve gaz LSA-II, LSA-III, SCO-II materyal,
- **IP-3 tipi** pakette sıvı ve gaz LSA-II , LSA-III materyal taşınır.



LSA-I,II,III ve SCO-I,II limit değerleri Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Yönetmeliğinde TABLO 3 de verilmiştir.

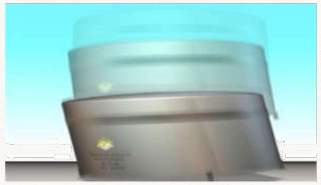


Ciddi Kaza Koşullarına Dayanıklı Olacak Şekilde Tasarlanmış B(U) ve B(M) Tipi Paketler

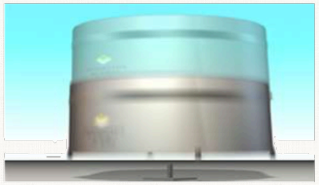


Tasarım Koşulları

- Tüm adi paket koşulları
- A tipi paket koşulları
- Isı oluşumuna dayanıklı mahfaza ve zırh malzemesi tasarımı
- Maksimum ortam sıcaklığı ve paket dış yüzeyi sıcaklığı ilişkisi
- Aşırı basınç değerlerine dayanıklılık
- Hava soğutma [sadece Type B(M)]



SERBEST DÜŞME
Paket, 10 m yükseklikten oldukça sert bir yüzeye serbest düşmeye bırakılarak paketin en zayıf noktası tespit edilir.



DELME TESTİ
Paket, 1 m yükseklikten 15 cm çapında ve en az 20 cm uzunluğunda çelik bir çubuğun üzerine serbest düşmeye bırakılır.



ISIL TEST
Paketin tamamı 30 dakika boyunca 800°C deki ısıya maruz bırakılır.



SUYA DALDIRMA TESTİ
Paket 15 m derinlikteki suda en az 8 saat bekletilir.



B TİPİ PAKET

Kullanılmış reaktör yakıtlarının taşıma kapları B Tipi paketlerdir. Endüstride kullanılan gamagrafi cihazlarının radyasyon kaynaklarının paketleri de B Tipi pakete örnektir.

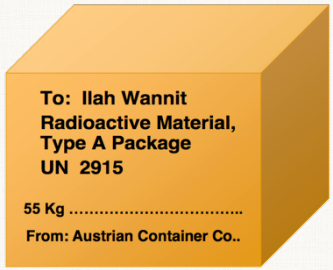


B TİPİ PAKET



Paket Üzerindeki İşaretlerin Anlamları:

- Paketler üzerinde Gönderici(consignor) ve Alıcının (consignee) isim ve/veya adresi açıkça yazılı olmalıdır,
- "Radioactive Material" ibaresi yazılı olmalıdır,
- UN Sayısı, taşınan radyoaktif maddenin cinsi için belirlenmiş Birleşmiş Milletler Sayısı demek olup yönetmeliklerde tablolarda verilmiştir.
- Paketin brüt ağırlığı şayet 50 kg'dan büyük ise paketin ağırlık rakamı paket üzerinde görülmelidir.
- Paketin dizayn ID numarası paket üzerine yazılmalıdır.



ŞARTLAR		SINIF
TI	Yüzeyin herhangi bir noktasında en yüksek radyasyon seviyesi	
0	≤ 0.005 mSv/h (0.5 mrem/h)	I - BEYAZ
0 - 1	(0.005-0.5) mSv/h (0.5 - 50) mrem/h	II - SARI
1- 10	(0.5 - 2) mSv/h (50 - 200 mrem/h	III - SARI
> 10	(2 – 10) mSv/h (200-1000) mrem/h	III – SARI ve Özel Koşullu

ETİKETLER



Paket Kategorisi:

Radyoaktif madde paketleri paketin yüzeyinden 1m uzaklıktaki ve paketin yüzeyindeki radyasyon düzeylerine göre **I- BEYAZ, II-SARI, III-SARI** isimleri altında **kategorilere** ayrılmıştır. Kategori belirlemede **Taşıma İndisi (TI)** tanımı kullanılmaktadır.

***TI* tayini:**

Paketin yüzeyinden 1m mesafede mSv/h cinsinden ölçülen en yüksek radyasyon düzeyinin 100 ile çarpımından elde edilen değerdir(birimsiz). Küsürlü değerler yuvarlatılır. 0,05'ten küçük değerler için TI sıfır kabul edilir.

1m (mSv/h) x 100 = *TI*



RADYOAKTİF MADDELERİN GÜVENLİ TAŞINMASI

İÇERİK

- Radyoaktif Madde Taşımacılığında Kullanılan Paket Tipleri
- Radyoaktif Madde Taşıyan Paketlerin Sınıflandırılması
- Paket Testleri
- Radyoaktif Madde Taşımacılığında Bazı Faydalı Bilgiler

AMAÇ

Radyoaktif maddenin karayolu, demiryolu, hava ve deniz yolu ile taşınması sırasında toplum bireylerinin, radyasyon görevlilerinin radyasyondan korunmasını ve çevrenin radyasyon güvenliğini sağlamaktır.

RADYOAKTİF MADDE TAŞIMACILIĞINDA KULLANILAN PAKET TİPLERİ

- Radyoaktif maddelerin fiziksel yapılarına ve aktivitelerine göre 4 tip paket vardır:
- Adi Paketler (Excepted Packages)
- Endüstriyel Paketler (Industrial Packages)
- A– Tipi Paketler (Type A – Packages)
- B – Tipi Paketler (Type B – Packages)

ADİ PAKETLER

- Adi paketler çok düşük radyoaktivite içeren maddelerin bulunduğu paketlerdir. Bunlar çevreyle etkileştiklerinde önemli bir tehlike oluşturmazlar.
- Radyoaktivite içeren saat, elektronik cihaz gibi mamul madde paketleri,
- Doğal uranyum, doğal toryum, tüketilmiş uranyum ve diğer radyoaktif maddeleri içeren paketler,
- Radyofarmasötikler, immunoassay takımları, küçük kapalı kontrol kaynakları içeren paketler,
- Daha önce içinde radyoaktif madde bulunan, fakat sonra temizlenmiş ve sabit olmayan yüzey bulaşması limitlerin 100'de birinin altına kadar indirilmiş olan paketler.

- **Adi paketler için önemli 2 nokta vardır:**

- Paketlenmemiş bir aletin yüzeyinden 10 cm uzaklıkta herhangi bir noktada radyasyon seviyesi 0.1 mSv/ h ' den daha fazla olamaz.

- Adi paket yüzeyinin herhangi bir noktasında radyasyon seviyesi 5 μSv/h ' den daha fazla olamaz.



Paket İçeriğinin Fiziksel Durumu	*Radyoaktivite Sınırı*		
	Cihaz ve Alet		*Madde*
	Paket İçindeki Parça Başına Sınır Değeri	*Paket İçin Toplam Sınır Değeri*	*Paket İçin Sınır Değeri*
Katılar			
Özel Hazırlanmış	10^{-2} A_1	A_1	10^{-3} A_1
Özel Hazırlanmış Olmayan	10^{-2} A_2	A_2	10^{-3} A_2
Sıvılar	10^{-3} A_2	10^{-1} A_2	10^{-4} A_2
Gazlar			
Özel Hazırlanmış	10^{-3} A_1	10^{-2} A_1	10^{-3} A_1
Özel Hazırlanmış Olmayan	10^{-3} A_2	10^{-2} A_2	10^{-3} A_2
Trityum	$2*10^{-2}$ A_2	$2*10^{-2}$ A_2	$2*10^{-2}$ A_2

ENDÜSTRİYEL PAKETLER

Endüstriyel paketler,

- Düşük özgül aktiviteli madde (Low Specific Activity Material - LSA) ya da,
- Yüzeyi bulaşmış cisimleri (Surface Contaminated Object - SCO) taşımada kullanılır.



Endüstriyel paketler 3 alt grupta toplanabilir:

1. Endüstriyel Paket Tip – I (IP - 1)
2. Endüstriyel Paket Tip – II (IP - 2)
3. Endüstriyel Paket Tip – III (IP - 3)

Bu paketler birbirlerinden, ikincil derecedeki hasarlara karşı gösterecekleri dirence göre farklılık gösterirler.

ENDÜSTRİYEL *PAKETLER*



Düşük Özgül Aktiviteli Madde (LSA):

Yapısı itibariyle birim kütlesi başına düşen aktivitenin çok düşük olduğu maddedir. 3 gruba ayrılır:

• LSA – I : Fiziksel olarak solunum ya da sindirim yoluyla meydana getirebileceği önemli bir doz etkisinin ortaya çıkması için oldukça büyük kütlesine maruz kalmayı gerektirecek ışınlanmamış doğal ya da tüketilmiş uranyum ve toryum bileşikleri ile yönetmelik çerçevesi dışında tutulan radyoaktif maddelerin özgül aktivitelerinin 30 katını aşmayacak aktiviteye sahip maddelerdir.

• LSA–II: Tahmini özgül aktivitesi katı ve gazlar için 10^{-4} A_2 / g ve sıvılar için ise 10^{-5} A_2 / g değerini aşmayan radyoaktif maddelerdir.

• LSA–III: Kendisi aktif olmayan, fakat radyoaktivitenin bünyesinde düzgün dağıldığı maddelerdir (çimento, zift gibi).

Yüzeyi Bulaşmış Cisim (SCO):

Kendisi radyoaktif olmayan, fakat radyoaktivitenin yüzeyinde dağıldığı cisim, cihaz ya da malzeme olup 2 gruba ayrılır:

* SCO - I
* SCO - II

- **SCO - I : Ortalama 300 cm^2 yüzey üzerinde,**

1. *Sabit Olmayan Bulaşma:* β ve γ yayıcılar ve düşük seviyede zehirleyici özelliğe sahip α yayıcıları için 4 Bq / cm^2 'yi veya yüksek seviyede zehirli α yayıcıları için 0,4 Bq / cm^2 ' yi geçmeyen katı cisimlerdir.

2. *Sabit Bulaşma:* β ,γ yayıcıları ve düşük seviyede zehirleyici özelliğe sahip α yayıcıları için $4x10^4$ Bq / cm^2 ' yi veya yüksek seviyede zehirleyici α yayıcıları ve diğer tüm α yayıcıları için $4x10^3$ Bq / cm^2 ' yi geçmeyen katı cisimlerdir.

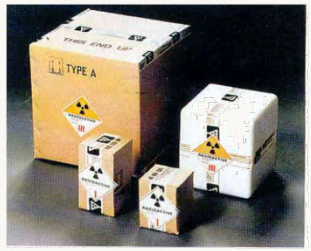
- SCO –II: Yüzeyi üzerinde sabit ve sabit olmayan bulaşma, SCO – I için belirlenen uygulanabilir sınırları aşan katı cisimlerdir.

A - TİPİ PAKETLER

Küçük fakat önemli aktiviteye sahip maddenin güvenli ve ekonomik taşınması için tasarlanmış paket tipidir.

* A_1, A Tipi Paketlerde özel formlu radyoaktif maddeler için izin verilen maksimum aktivite değeri.

* A_2, A Tipi Paketlerde özel formlu radyoaktif maddelerin haricindeki diğer radyoaktif maddeler için izin verilen maksimum aktivite değeri.



İçindekiler	A_1		A_2	
	TBq	(Ci)	TBq	(Ci)
Yalnızca β veya γ yayıcı radyoizotoplar varsa	0,2	(5)	0,02	(0,5)
α yayıcı izotoplar varsa ya da bulunduklarına dair bilgi yoksa	0,1	(2)	$2x10^{-5}$	$5x10^{-4}$

Tablo. A_1 ve A_2 İçin Genel Değerler

A - TİPİ PAKETLER

- Bu paketlerin içeriklerinin toplam aktivitesi, içerisindeki radyoaktif çekirdeklerin varlıklarına göre uygun olarak sınırlandırılmış olup; bu sınırlama özel formlu radyoaktif madde olup olmadığına bağlıdır.
- Bu limitler, radyoaktif maddenin çevreye yayılması sırasında dış radyasyonun ya da bulaşmanın en düşük seviyede olmasını sağlar.



A - TİPİ PAKETLER

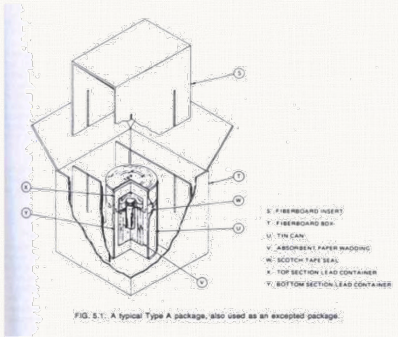
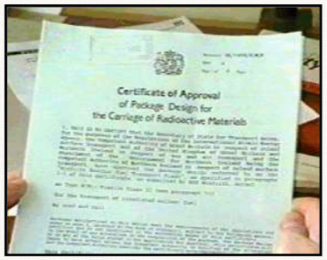


FIG. 5.1. A typical Type A package, also used as an excepted package.

B - TİPİ PAKETLER

Normal taşıma koşulları dışında ciddi kaza durumlarında taşıdığı radyoaktif maddenin açığa çıkmasını engelleyecek şekilde tasarlanmış paket tipidir.



B – Tipi Paketler tek taraflı onay B (U) ya da çok taraflı onay B (M) ile taşınır. Bunlar:

B (U): Yalnız paket tasarımının yapıldığı ülkenin yetkili otoritesinin onayı yeterlidir.

B (M): Paket tasarımının yapıldığı ülkenin yetkili otorite onayının yanı sıra; sevkiyatın geçtiği yol üzerindeki ülkelerle birlikte, sevkiyatın yapıldığı ülkenin yetkili otoritesinin de onayı gerekmektedir.

B – Tipi Paket İçerikleri:

Radyoizotoplar……Tıbbi Amaçlı…….....Büyük boyutlu kaynaklar

Açık radyoaktif kaynaklar (I -131, H - 3)

Kapalı Araştırma Amaçlı…….....Na – 24

Kaynaklar…….. Endüstriyel Amaçlı…..…Ir-192 veya Co-60

Medikal Amaçlı…… Co-60 teleterapi

Araştırma……..Çeşitli

Nükleer Yakıt……. .Işınlanmamış……..Yüksek, zenginleştirilmiş Pu veya karışık okside yakıtlar

Işınlanmış……Harcanmış yakıtlar veya Araştırma örnekleri





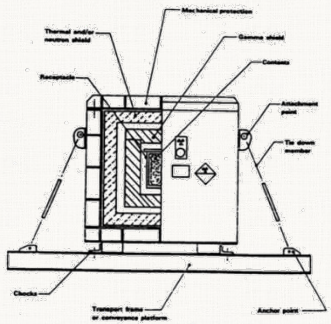


FIG. 14.6. Typical Type B packaging prepared for transport.

RADYOAKTİF MADDE TAŞIYAN PAKETLERİN SINIFLANDIRILMASI

Radyoaktif madde paket ve kolileri taşıma indisi (TI) ve yüzey radyasyon seviyelerine göre;

- I- BEYAZ (I – WHITE).....Sınıf – I
- II- SARI (II – YELLOW).....Sınıf – II
- III- SARI (III- YELLOW).....Sınıf – III

3 gruba ayrılır.

Taşıma İndisi (TI): Radyoaktif madde taşıyan paketin veya paketlenmemiş LSA – I madde veya SCO – I ' in yüzeyindeki radyasyon seviyesi kontrolünün bir ölçüsüdür.

Taşıma indisi (TI); yüzeyden 1 m mesafede olarak ölçülen radyasyon seviyesinin birimsiz değeridir.

Konteynır, Taşıma Kabı ve Paketlenmemiş

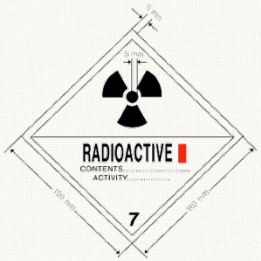
LSA – I, SCO – I Yük Boyutları

Yük Boyutu	Çarpım Faktörü
1 m^2 ve daha küçük	1
1 m^2 - 5 m^2	3
5 m^2 - 20 m^2	6
20 m^2 - 100 m^2	19

ŞARTLAR		*SINIF*
TI	*Yüzeyin herhangi bir noktasında en yüksek radyasyon seviyesi*	
0	≤ 0,005 mSv/h (0,5 mrem/h)	*I - BEYAZ*
0 - 1	(0,005-0,5) mSv/h (0,5 - 50) mrem/h	*II - SARI*
1- 10	(0,5 - 2) mSv/h (50 - 200 mrem/h	*III - SARI*
> 10	(2 – 10) mSv/h (200-1000) mrem/h	*III – SARI ve Özel Koşullu*

RADYOAKTİF MADDE TAŞIYAN PAKETLERİN SINIFLANDIRILMASI

Radyoaktif maddeleri içeren paketler, paketin yüzeyindeki ve paketten 1 m mesafedeki radyasyon seviyesine göre 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar sırasıyla şöyledir:



Beyaz – I ile etiketlenmiş paketler için, paket yüzeyindeki maksimum radyasyon seviyesi ;

0,005 mSv / h ‘ i aşmamalıdır.



Sarı – II ile etiketlenmiş paketler için, paket yüzeyindeki radyasyon seviyesi;

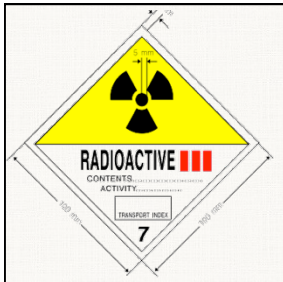
0,005 mSv / h ’ den büyük,

0,5 mSv / h ‘ den küçük

olmalıdır.

Bunların paket yüzeyinden 1 m mesafedeki radyasyon seviyesi;

0,01 mSv/h ’ i aşmamalıdır.



Sarı –III ile etiketlenmiş paketler için paket yüzeyindeki radyasyon seviyesi;

0,5 mSv / h ’ den büyük,

2 mSv / h ‘ den küçük

olmalıdır.

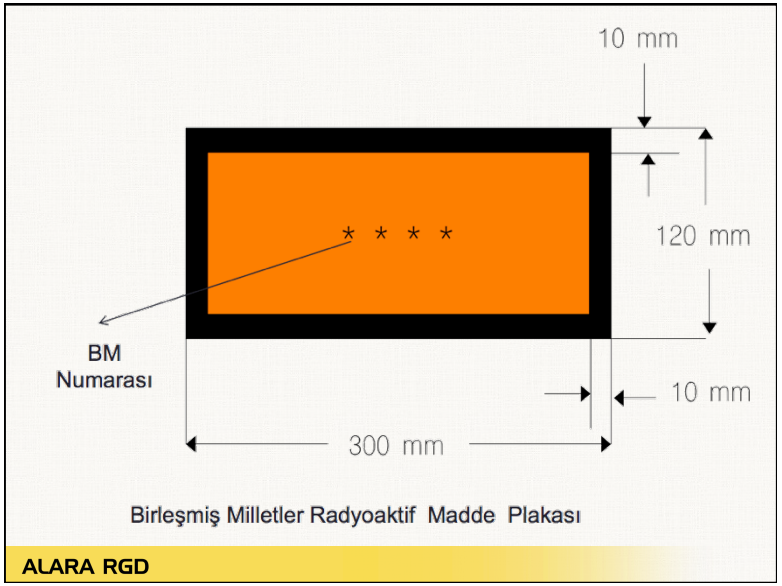
Paket yüzeyinden 1 m mesafedeki radyasyon seviyesi ise;

0,1 mSv / h ’ i geçmemelidir.



PLAKALAMA:

Adi paket dışında radyoaktif paket taşıyan büyük taşıma kabı ve tankların görünür yüzlerine model ve boyutları aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi olan plakalar yapıştırılır.



Birleşmiş Milletler Radyoaktif Madde Plakası

ALARA RGD

Adi Paket

BM 2908 RADYOAKTİF MALZEME, BOŞ PAKET
BM 2909 RADYOAKTİF MALZEME, DOĞAL URANYUM veya TÜKENMİŞ URANYUM veya DOĞAL TORYUM'DAN YAPILMIŞ NESNELER
BM 2910 RADYOAKTİF MALZEME-MALZEME MİKTARI SINIRLANDIRILMIŞ
BM 2911 RADYOAKTİF MALZEME-ALETLER veya NESNELER

Düşük Özgül Aktiviteli Madde (LSA) (IP-1,IP-2,IP-3)

BM 2912 RADYOAKTİF MALZEME, DÜŞÜK ÖZGÜL AKTİVİTELİ (LSA-I), bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3321 RADYOAKTİF MALZEME, DÜŞÜK ÖZGÜL AKTİVİTELİ (LSA-II), bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3322 RADYOAKTİF MALZEME, DÜŞÜK ÖZGÜL AKTİVİTELİ (LSA-III), bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3324 RADYOAKTİF MALZEME, DÜŞÜK ÖZGÜL AKTİVİTELİ (LSA-II), BÖLÜNEBİLİR
BM 3325 RADYOAKTİF MALZEME, DÜŞÜK ÖZGÜL AKTİVİTELİ (LSA-III), BÖLÜNEBİLİR

Yüzeyi Bulaşmış Cisim(SCO) (IP-1,IP-2,IP-3)

BM 2913 RADYOAKTİF MALZEME, YÜZEYİ BULAŞMIŞ NESNELER (SCO-I veya SCO-II), bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3326 RADYOAKTİF MALZEME, YÜZEYİ BULAŞMIŞ NESNELER (SCO-I veya SCO-II), BÖLÜNEBİLİR

ALARA RGD

A tipi paketler

BM 2915 RADYOAKTİF MALZEME, özel biçimde PAKETLENMEMİŞ, bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3327 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir, özel biçimde PAKETLENMEMİŞ
BM 3332 RADYOAKTİF MALZEME, ÖZEL BİÇİMDE PAKETLENLENMİŞ, bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3333 RADYOAKTİF MALZEME,ÖZEL BİÇİMDE PAKETLENLENMİŞ bölünebilir

B(U) tipi paketler

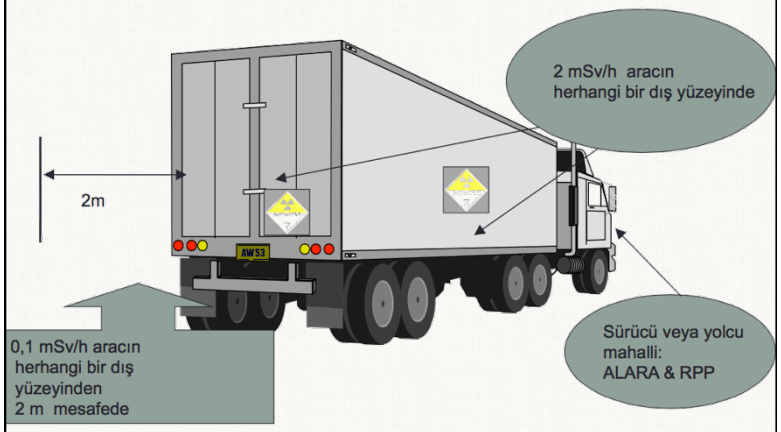
BM 2916 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3328 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir

B(M) tipi paketler

BM 2917 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç
BM 3329 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir

ALARA RGD

Taşıma Araçları İçin En Yüksek Radyasyon Seviyeleri

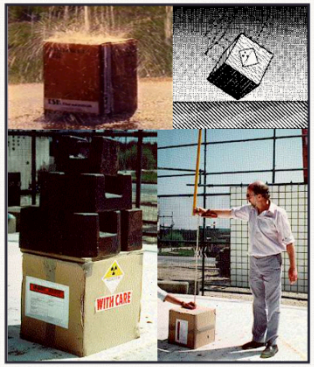


ALARA RGD

PAKET TESTLERİ

Normal Taşıma Koşullarına Yönelik Testler

1. Su Püskürtme Testi (Water Spray Test)
2. Serbest Düşme Testi (Free Drop Test)
3. Yığma Testi (Stacking Test)
4. Sızma Testi (Penetration Test)
5. Sıvı ve Gaz İçerikli Paketler İçin Ek Testler



Kaza Koşullarına Yönelik Taşıma Testleri

1. Mekanik Test
   - A. DÜŞME - I
   - B. DÜŞME - II
   - C. DÜŞME – III
2. Isıl Test
3. Batırma Testi
4. Zenginleştirilmiş Batırma Testi



RADYOAKTİF MADDE TAŞIMACILIĞINDA BAZI FAYDALI BİLGİLER

- Radyoaktif madde içeren paket, büyük boyutlarda da olabilir, paket kenar uzunlukları 10 cm'den küçük olmamalıdır.
- ALARA prensibinden hareketle alınacak küçük önlemler ile gereksiz radyasyon dozlarından korunmak gerekir.
- Paketlerin bekleme yerleri halk ve diğer çalışanlar tarafından girilip çıkılmayan, banyo edilmemiş fotoğraf filmlerinin ve diğer yüklerin bulunmadığı ayrı bir oda olmalıdır.
- Paketler yüklenip boşaltılırken bütün güvenlik önlemlerinin alındığına emin olunmalıdır.

Kargo taşıyıcılarının alması gereken önlemler:



1) Eğer kargo büyük ise yük taşıma araçlarıyla taşınır. Yine de kargonun üzerinde veya çok yakınında bulunulması gereken zamanlar olabilir. Bu durumda iş aksatılmadan en kısa zamanda bitirilmeye çalışılmalıdır. Gerekmedikçe yükten mümkün olduğunca uzakta durulmalıdır. (5 m uzaklık)



2) Ağır paketler ve varillerin yükleme-boşaltma çalışmalarında yükün sırtta taşınmasında bir sakınca olmamakla birlikte mümkün olduğu durumlarda taşıma araçlarından yararlanılmalıdır. Böylece hem yükle araya bir mesafe konulmuş olacak, hem de daha hızlı taşıma sağlanacaktır. Bu yolla, alınacak radyasyon dozu 10 kat azaltılabilir.

3) Küçük paketler elle taşınabilir. Ancak paket vücuda olabildiğince uzak tutulmalıdır. Çok sayıda küçük paket taşınacaksa taşıma aracı kullanılmalıdır.

4)Yapılan işlerin en kısa sürede bitirilmesi için işlerin nasıl yapılacağı hakkında önceden çalışma yapılmalıdır. İş bitirildiğinde paketten en az birkaç metre uzakta bulunulmalıdır.

5) Her taşıma sonrasında eller bol su ve sabunla yıkanmalıdır.

6)Taşıyıcılar pakette herhangi bir ıslaklık veya hasar gördüklerinde pakete dokunmadan, radyasyondan korunma konusunda bilgi sahibi olan görevlilere haber vererek gerekli radyasyon ölçümlerinin yapılmasını sağlamalıdır.

7)Yangın veya kaza durumlarında hemen konu ile ilgili acil müdahale ekiplerine ve radyasyondan korunma konusunda bilgi sahibi olan görevlilere haber vermelidir.

Araç Sürücülerinin Alması Gereken Önlemler:

1) Paketler araçta sürücüden mümkün olduğunca uzak ve güvenli bir pozisyonda yerleştirilmelidir. En yüksek TI' li paketler sürücüden en uzakta olacak şekilde konulmalıdır. Araçta aynı anda başka tehlikeli madde taşınmamalıdır.

2) Trafik yoğunluğunun en az olduğu en kısa yoldan ulaşım yapılmalıdır. Bu tür paketler trafik kazalarına dirençli olsalar bile ciddi kaza durumlarında radyasyon sızıntısına sebep olabilecek paket hasarı olabileceği düşünülmelidir.

3) Radyoaktif madde paketi taşıyan araç kalabalık alanlarda park edilmemelidir. Sürücünün araçtan uzaklaşması durumunda aracın kapılarının kilitli olduğundan emin olmalıdır.

Radyoaktif madde taşıyan paketin hasar görmesi veya bir radyoaktif bulaşmadan şüphelenilmesi durumunda:

1) Radyasyon dedektörü sayıma hazır hale getirildikten sonra paketlerin bulunduğu yere doğru yavaş yavaş yaklaşılarak doz hızındaki değişim gözlenmeli, önemli artışlar söz konusu ise doz hızının 0.02 mSv/h' a ulaştığı yerden itibaren alan belirlenerek giriş-çıkışlar kontrol altına alınmalıdır.

2) Oluşabilecek her türlü tehlike (yangın, patlama, zehirli gaz çıkışı, elektrik tehlikeleri, sıkışma vb.) belirlenmeye ve engellenmeye çalışılmalıdır.

3) Hasarlı ve radyoaktif bulaşma olmuş paketler belirlenerek kontrol altına alınmalı, yapılan doz hızı ölçümleri, yer ve miktarları kayıt edilmelidir.

4) Paketin üzerindeki radyasyon işaretli etiketten ve/veya yükleme belgelerinden paketin içerdiği radyoaktif madde cinsi, aktivitesi saptanmalıdır.

5) Acil ve tehlike durumu planında yer alan talimatlar doğrultusunda hareket edilmelidir.

RADYOAKTİF MADDENİN GÜVENLİ TAŞINMASI MEVZUATI

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

- Dokuz Tehlikeli Madde Sınıfı
- Uluslararası Düzenlemelerin Tarihçesi
- Taşıma Güvenliği Standartlarının Kronolojik Gelişimi
- Uluslararası Standart ve Anlaşmalar
- UAEA Yönetmeliklerinin Diğer Uluslararası Standartlarla İlişkisi
- Taşıma Güvenliği Sisteminin Kapsamı
- Kapsam Dışı Durumlar
- Kurallandırılmış Hususlar
- Yetkili Kurum Onayları
- Yetkili Kurum Onay Kodu
- Birleşmiş Milletler Numaraları

Dokuz Tehlikeli Madde Sınıfı

Class 1 Explosives	**Class 6 Toxic and infectious substances**
Class 2 Gases	
Class 3 Flammable liquids	***Class 7 Radioactive material***
Class 4 Flammable solids	
Class 5 Oxidizing substances and organic peroxides	**Class 8 Corrosives**
	Class 9 Miscellaneous dangerous goods

ULUSLARARASI DÜZENLEMELERİN TARİHÇESİ

Tehlikeli maddelerin gün geçtikçe artan uluslararası ticari dolaşımlarında risk ve maliyeti azaltma yönünde tavsiyeler içeren bir sistem oluşturacak çalışmaları başlatmak üzere Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi (ECOSOC) tarafından 15 Nisan 1953'de kurulan uzmanlar komitesi.

BAŞLANGIÇTAKİ ÇALIŞMA PERSPEKTİFİ

- Tehlikeli maddelerin risk faktörleri dikkate alınarak sınıflandırılmaları,
- Ticari dolaşımda olan ve sınıflandırılmış tüm tehlikeli maddelerin gruplandırılmaları ve bunlara uygun gönderi numaralarının tahsis edilmesi,
- Uygun işaretleme ve etiketleme sisteminin geliştirilmesi,
- Her sınıf ve grup için taşıma koşulları ve taşıma belgelerinin geliştirilmesi
- üzerinde yapılan çalışmalar.

TAŞIMA GÜVENLİĞİ STANDARTLARININ KRONOLOJİK GELİŞİMİ

- Ağustos 1954 ilk uzmanlar toplantısı.
- Tavsiyelerin paket tasarımı, depolama koşulları, acil durum planı geliştirme ve eğitim hususlarını da içerecek şekilde genişletilmesi.
- Ekim 1956 komite tavsiyelerinin basımı.
- Nisan 1957 ECOSOC tarafından benimsenmesi.
- Temmuz 1959 ECOSOC tarafından BM Genel Sekreterinden BM tavsiyelerinde yer alacak radyoaktif madde ile ilgili olanların IAEA tarafından hazırlanması için girişimde bulunması talebi.

TAŞIMA GÜVENLİĞİ STANDARTLARININ KRONOLOJİK GELİŞİMİ

- 1961 IAEA'nın ilk taşıma güvenliği yönetmeliği (SS No. 6) basımı.
- 1964 IAEA Yönetim Kurulu'nun yönetmeliğin gözden geçirilmiş yeni basımı ile birlikte Ajans üyesi ülkelerin ulusal güvenlik standartlarını uygulamalarını tavsiye Sekreteryasına yetki vermesi.

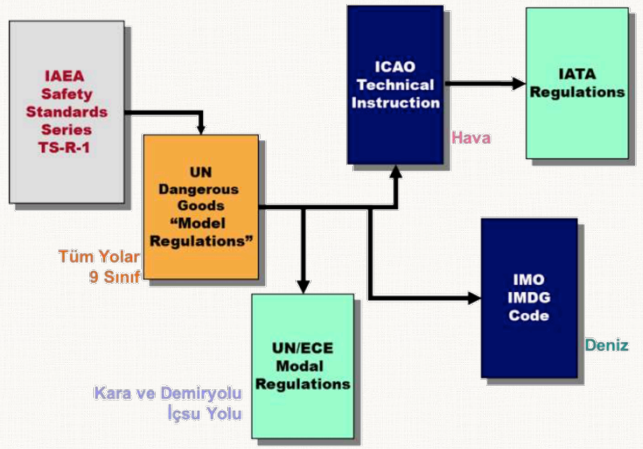
TAŞIMA GÜVENLİĞİ STANDARTLARININ KRONOLOJİK GELİŞİMİ

- Sırası ile 1967, 1973, 1985 ve 1996' da taşıma güvenliği yönetmeliğinin güncelleştirilmesi.
- 1996 yılındaki yeni basımı ile, daha önce SS No. 6 olan başlığın ST-1, 2000 yılındaki gözden geçirilmiş versiyonu ile TS-R-1 olarak değiştirilmesi.
- 2003 ve 2005 versiyonları.
- 2009'da Safety Requirements TS-R-1 başlığı ile basımı.
- 2012'de Spesific Safety Requirements SSR-6 başlığı ile basımı.

ULUSLARARASI STANDARTLAR VE ANLAŞMALAR

Taşıma yolu	İlgili kuruluş	Düzenleme	Kapsam
Tüm yollar	IAEA	Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, SSR-6	Küresel
Tüm yollar	UN	Recommendations on the Transport of Dangerous Goods	Küresel
Deniz	IMO	International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code)	Küresel
		International Code for the Safe Carriage of Packed Irradiated Nuclear Fuel, Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships (INF Code)	Küresel
Hava	ICAO	Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air (TI)	Küresel
	IATA	Dangerous Goods Regulations (DGR)	Küresel
Karayolu	UNECE	European Agreement concerning the International Carriage of DangerousGoods by Road (ADR)	Bölgesel
Demiryolu	OTIF	Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID)	Bölgesel
Karayolu/demiryolu	MERCOSUR/ MERCOSUL	Agreement of Partial Reach to Facilitate the Transport of Dangerous Goods	Bölgesel
İç suyolu	UNECE	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN)	Bölgesel
	CCNR	Provisions concerning the Carriage of Dangerous Goods on the Rhine (ADNR)	Ren nehri
Posta	UPU	Universal Postal Convention and its detailed regulations	Küresel

UAEA YÖNETMELİKLERİNİN DİĞER ULUSLARARASI STANDARTLARLA İLİŞKİSİ



TAŞIMA GÜVENLİĞİ SİSTEMİNİN KAPSAMI

- **Düzenleme Kapsamı;**
  - Paket tasarımı, imalatı, bakım onarımı.
  - Taşıma hazırlığı, yükleme.
  - Taşıma (ara depolama ve transit etme dahil), indirme (boşaltma).
  - Teslimat.

  Uygulama alanı;
  - Kara, deniz-su yolu, hava yolu ile yapılan tüm ticari taşımalar.
  - Radyoaktif maddelerin kullanımlarına yönelik taşımalar (endüstriyel radyografi, petrol arama).

- **Düşük risk içeren maddelerden yüksek riskli olanlara doğru daha kompleks hale gelen kademeli taşıma koşulları.**

KAPSAM DIŞI DURUMLAR

- Aşağıdaki durumlar radyoaktif maddenin güvenli taşınması sistemi kapsamına girmez;
- Taşıtın hareket etmesini sağlayan tümleşik parçalarında bulunan maddeler.
- Umumi yollar dışında gerçekleşen taşımalar.
- Canlı organizmaya teşhis veya tedavi amacıyla tatbik edilmiş maddeler.
- Perakende olarak satılabilen tüketici ürünleri.
- Aktivite konsantrasyonları, belirlenmiş değerlerin en fazla 10 katı olmak koşuluyla, NORM olarak tanımlanan doğal uranyum veya toryum ihtiva eden doğal madde veya cevherler.
- Yüzey radyoaktivite değerleri dolayısıyla radyoaktif sayılmayan katı maddeler.
- Teşhis ya da tedavi amaçlı radyoaktif madde almış kişilerin taşınması.

KURALLANDIRILMIŞ HUSUSLAR

- Tasarım ve test koşulları;
  - Özel hazırlanmış radyoaktif madde ve düşük oranda dağılabilir radyoaktif madde (special form / low dispersible radioactive material).
  - Paketler.
- Paketler için aktivite sınırları.
- Çeşitli radyoaktif maddelerin taşınması sırasında
- yapılması gereken kontroller.
- Etiketleme, işaretleme ve plakalama.
- Taşıma belgeleri.
- Onay koşulları.

YETKİLİ KURUM ONAYLARI

- Özel Hazırlanmış Radyoaktif Madde (Special Form),
- Düşük Oranda Dağılabilir Radyoaktif Madde (Low Dispersible Radioactive Material),
- 0,1 kg'dan daha fazla UF6 taşıyan paketler,
- B(U) ve B(M) tipi paketler,
- C tipi paketler,
- Özel uygulamalar (Special Arrangement),
- Bazı sevkiyatlar ve bunlar için hazırlanmış olan radyasyondan korunma programları,
- Belirtilmemiş radyoizotoplar için aktivite değerleri ile bunlar için muaf madde ve muaf sevkiyat için hesaplanmış değerler,

onaya tabidir.

YETKİLİ KURUM ONAY KODU

Her onay sertifikasında o tasarıma ait;

- "VRI/Numara/Tip Kodu" formatında bir onay kodu yer alır. Burada;
  - VRI: Uluslararası motorlu araç ülke tescil kodunu,
  - Numara: Tasarıma özgü olarak verilmiş sayıyı,
  - Tip Kodu;
    - AF: Bölünebilir (fissile) madde için A tipi paket tasarımını,
    - B(U): B(U) tipi paket tasarımını [B(U)F bölünebilir madde için tasarım],
    - B(M): B(M) tipi paket tasarımını [B(M)F bölünebilir madde için tasarım],
    - C: C tipi paket tasarımını [CF bölünebilir madde için tasarım],
    - IF: Bölünebilir madde için endüstriyel paket tasarımını,
    - S: Özel hazırlanmış (special form) radyoaktif maddeyi,
    - LD: Düşük oranda dağılabilir (low dispersible) radyoaktif maddeyi,
    - T: Sevkiyatı (gönderi),
    - X: Özel uygulamayı, göstermektedir.

BİRLEŞMİŞ MİLLETLER NUMARALARI

UN No. 2909 RADIOACTIVE MATERIAL, EXCEPTED PACKAGE — ARTICLES MANUFACTURED FROM NATURAL URANIUM or DEPLETED URANIUM or NATURAL THORIUM;

UN No. 2909 RADIOACTIVE MATERIAL, EXCEPTED PACKAGE — ARTICLES MANUFACTURED FROM NATURAL URANIUM,

UN No. 2909 RADIOACTIVE MATERIAL, EXCEPTED PACKAGE — ARTICLES MANUFACTURED FROM DEPLETED URANIUM,

UN No. 2909 RADIOACTIVE MATERIAL, EXCEPTED PACKAGE —

UN No. 2915 RADIOACTIVE MATERIAL, TYPE A PACKAGE, non-special form, non-fissile or fissile-excepted;

UN No. 2915 RADIOACTIVE MATERIAL, TYPE A PACKAGE.

UN No. 3332 RADIOACTIVE MATERIAL, TYPE A PACKAGE, SPECIAL FORM, non-fissile or fissile-excepted;

UN No. 3332 RADIOACTIVE MATERIAL, TYPE A PACKAGE, SPECIAL FORM.

KAYNAKLAR

- IAEA-TCS-01/04 Safe Transport of Radioactive Material Fourth Edition.
- IAEA-TS-R-1 (ST-1, Revised) Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material.



ACİL DURUM PLANLAMA VE HAZIRLIĞI

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

- Acil Durum Planı
- Acil Durum Aşamaları
  - İlk Aşama
  - Kaza Kontrolü Aşaması
  - Kaza Sonrası Aşaması
- Acil Durum Müdahalesi
- Eğitim
- Tatbikat

ACİL DURUM PLANI

Taşıma esnasında acil durumlarda ulusal ve uluslararası kurallar çerçevesinde halkın, çevrenin ve çalışanların korunması amacı ile acil durum planlarının hazırlanması gereklidir. Acil durum planlarında tehlikeli maddenin muhtemel reaksiyonlarını göz önünde bulundurmak gerekir

KILAVUZ DÖKÜMAN

- Acil durum planlaması ile ilgili bilgiler
- Karşılaşılabilecek olası durumlar ile ilgili bilgiler
- Planların hazırlanmasına yardım



TEHLİKELİ MADDELER



TEHLİKELİ MADDELERİN TAŞINMASINDA GEREKSİNİMLER

- Hazırlık
- Planlama
- Ekipman
- Eğitim

TEHLİKELİ MADDELER

- Tehlikeli maddeler için entegre bir sistem gereklidir
- Acil durumlarda paketlerin tanımlanabilmesi önemlidir.
  - işaretleme
  - etiketleme
  - plakalama
  - evraklar



İLGİLİ TARAFLARIN SORUMLULUKLARI

- Yetkili Kurumlar
- Gönderici
- Taşıyıcı
- Müdahale ekipleri



ACİL DURUM AŞAMALARI

Aşama	Yapılacaklar
İlk	İlk Müdahale
Kaza kontrolu	Radyasyondan Korunma
Kaza sonrası	Temizleme

İLK AŞAMA

Radyoaktif madde içeren paketin kazasının olduğunun anlaşılması ile başlar.

- Taşıyıcı personelin haber vermesi
- Acil durum müdahale ekibinin gözlemi
- İşaretleme
- Etiketleme
- Plaka
- Evraklar

İLK AŞAMA

Öncelikler

- Hayat kurtarma
- Alanın sınırlandırılması
- Yangının önlenmesi veya söndürülmesi
- Hasar tespiti
- Olası tehlikelerin tanımlanması
- Uzman yardımının çağrılması

İLK AŞAMA - TESPİTLER

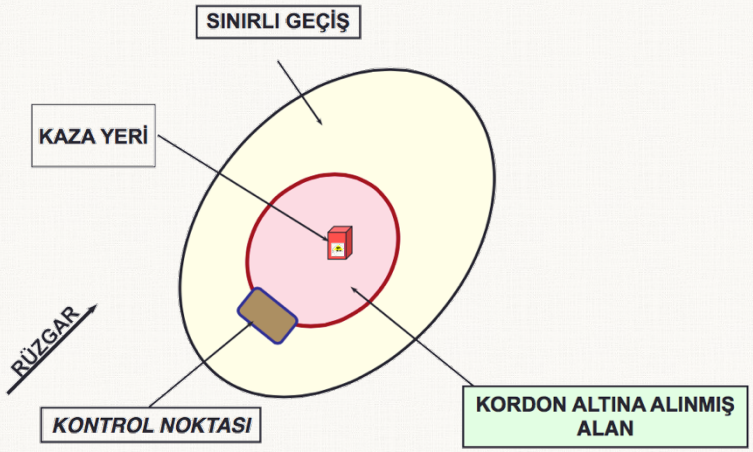
- Yaralı durumu
- Etiket, paket, plaka
- Paket yakınında yangın
- Yanabilir gaz ve sıvıların tespiti
  - Patlayıcı veya toksik maddelerin tespiti
  - Radyolojik tehlikeler
  - Meteorolojik şartlar
  - Halkın bilgilendirilmesi
  - Potansiyel ışınlamalar

KAZA KONTROLÜ AŞAMASI
RADYASYONDAN KORUNMA

Bu aşamanın amacı yerinde ve zamanında önlemlerin alınarak radyasyondan korunmanın sağlanmasıdır.



KAZA KONTROLÜ AŞAMASI



HASAR TESPİTİ

- Radyasyon seviyelerinin ölçülmesi
- Yüzey ve hava kontaminasyon seviyelerinin ölçülmesi
- Bireysel ışınlamanın değerlendirilmesi

KORUYUCU FAALİYETLER

- Paketin güvenliğinin sağlanması
- Salınımın önlenmesi
- Salınan radyoaktif maddelerin kontrol altına alınması

KORUYUCU FAALİYETLER

- Geçişlerin kontrolü
- Kontrollü alanda koruyucu önlemler
- Personeli koruyucu önlemler
- Tahliye veya boşaltma
- Yiyecek ve suların kontrolü

KAZA SONRASI BULAŞMANIN GİDERİLMESİ

- Acil durumun bitirilmesi
- Bulaşmanın giderilmesi (dekontaminasyon)
- Alanın restorasyonu
- Gerekmesi halinde uzun süreli yiyecek/içecek kontrolü

ACİL DURUM MÜDAHALESİ

- Acil durum müdahale ekiplerinin ipuçları
  - etiket
  - plaka
  - taşıma evrakları
- Uygun acil durum hazırlık kılavuzlarının kullanılması

EĞİTİM

- İlgili tüm tarafların eğitilmesi
- Tatbikatların yapılması
- Acil durum planının güncellenmesi
- İlgili personelin görev ve sorumluluklarının

acil durum planında yer alması

TATBİKAT

- Acil durum planının test edilmesini sağlar.
- Sağladığı faydalar:
  - ✓ Personel hazırlığının test edilmesi
  - ✓ Ekipmanın hazırlığının test edilmesi
  - ✓ Haberleşme imkanlarının test edilmesi
  - ✓ Planların güncelleştirilmesi ve iyileştirilmesi

TATBİKAT

- Tatbikat bütün planı kapsamalı
- Gözlem ve değerlendirmenin yapılması
- Güncelleştirilmenin yapılması
- Ekipmanların test edilmesi

KAYNAKLAR

1. Security in the Transport of Radioactive Material, Implementing Guide, IAEA Nuclear Security Series No. 9
2. Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-953
3. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material, No.TS-G-1.2 (ST-3)
4. IAEA Safety Standards Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material for protecting people and the environment, No. TS-G-1.3



NÜKLEER VE RADYOAKTİF MADDELERİN TAŞINMASINDA EMNİYETİN SAĞLANMASI

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

- Tanımlar
  - Nükleer emniyet
  - Nükleer güvenlik
- Nükleer madde
- Mevzuat
- Emniyet
- Nükleer maddelerin taşınması sırasında hırsızlığa ve sabotaja karşı alınması gereken fiziksel koruma önlemleri

TANIMLAR

Nükleer emniyet:

Nükleer madde ve nükleer tesisleri hedef alan hırsızlık, sabotaj, yetkisiz erişim ve diğer kötü niyetli girişimleri engellemek, tespit etmek ve gerektiğinde karşılık vermek üzere gerekli fiziksel koruma önlemlerinin alınmasını ve etkinliğinin sürdürülmesini,

Nükleer güvenlik:

Nükleer tesislere ilişkin faaliyetler sırasında birey, toplum ve çevrenin radyasyondan korunmasını sağlamak üzere uygun koşulların oluşturulması, kazaların önlenmesi veya kaza sonuçlarının hafifletilmesini,

İfade eder.

KAPSAM

Tavsiye edilen emniyet önlemleri bütün radyoaktif madde taşımaları içindir

- Radyoaktif maddeler
- Radyoaktif kaynaklar
- Nükleer maddeler



Bütün taşıma biçimlerini içerir

- Karayolu
- Tren yolu
- Su yolu
- Hava yolu





NÜKLEER VE RADYOAKTİF MADDE

Nükleer madde: Nükleer kaynak ve özel bölünebilir madde

Radyoaktif madde: Çözelti veya bileşik olarak, alfa, beta parçacıkları veya gama ışınlarından bir veya birkaçını yayınlayarak kendiliğinden bozunuma uğrayan çekirdeklerden meydana gelen maddelerdir.

Radyasyon kaynağı: İyonlaştırıcı radyasyon yayan radyoaktif maddelerle, radyasyon yayan veya üreten cihazlardır.





NÜKLEER KAYNAK MADDE

- Doğal izotopları içeren uranyum;
- U-235 izotopu doğal düzeyin altına düşmüş uranyum;
- Toryum;

Bunlardan herhangi birinin metal, alaşım, kimyasal bileşim veya yoğunlaştırılmış halleri;





ÖZEL BÖLÜNEBİLİR MADDELER

- Plütonyum-239
- Uranyum-233;
- U-235 veya 233 izotopları bakımından zenginleştirilmiş uranyum

Bunlardan birini veya daha fazlasını içeren herhangi bir madde





MEVZUAT

- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu (1982)
- Radyasyon Güvenliği Tüzüğü (1985)
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (2000)
- Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Yönetmeliği (2005)
- Radyasyon Güvenliği Denetimleri ve Yaptırımları Yönetmeliği (2010)

MEVZUAT

- Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Yönetmeliği (22 Mayıs 2012)
- Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması (1970)
- Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesi (CPPNM) (1996)
- Nükleer ve Radyolojik Tehlike Durumu Ulusal Uygulama Yönetmeliği (2000)
- Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik (2007)

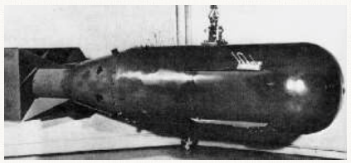
GEREKSİNİM

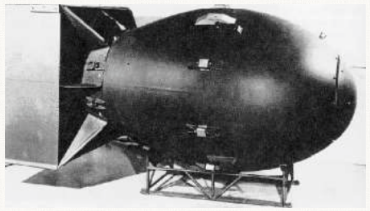
• Taşıma, radyoaktif maddenin en savunmasız kaldığı süreçtir.

• Birden fazla işletici ve ülke içerebileceği için çok dikkatli planlama ve koordinasyon gerektirir.

GEREKSİNİM

• Muhtemel nükleer ve radyolojik kötü niyetli fiiller
  • Nükleer silahların çalınıp kullanılması
  • Nükleer maddenin çalınıp silah yapılması
  • Radyoaktif maddenin çalınması
  • Sabotaj





RADYOLOJİK TEHDİT

• **Tehdidin** iki bileşeni

• **Niyet** (İlgi ve arzu)

• **Yetenek** (Emniyetin önlemesi gereken)
  • Uygun maddeyi elde edebilme
  • Etkin şekilde kullanabilme

RADYOLOJİK TEHDİT

Niyet (örnekler)

Küresel terörizm bir gerçek

- 1995'te Moskova halk parkında kirli bomba bulundu
- 2003'de El-kaide'nin sıvı kobalt kullanma planı bulundu
- 2004'de Londra'da büyük miktarda Am-241 stoğu bulundu
- 2007'de İngiliz mahkemesi 7 kişiyi binlerce duman dedektörü kullanarak radyolojik silah yapma suçundan cezalandırdı

RADYOLOJİK TEHDİT

Yetenek = Bilgi + Kaynak

Teröristler bilgi sahibi

- Madrid tren saldırısı (koordineli saldırı)
- Bali'de gece kulübü saldırısı (etkiyi arttırmak için şarapnel parçaları kullanımı)
- Londra metrosu (yangın çıkarıcı olarak alkol kullanımı)

Kaynaklar

- Patlayıcılar kolaylıkla elde edilebilir, üretilebilir ve kullanılabilir

Radyoaktif maddelere yetkisiz erişim engellenmeli!

RADYOAKTİF MADDE DAĞILMASININ MUHTEMEL SONUÇLARI

- Halka açık alanların ve çevrenin kontaminasyonu
- Sosyal karmaşa
- Ekonomik etkiler
- Psikolojik etkiler
- Topluma radyolojik tesirler
  - Akut radyasyon hastalığı veya ölümler
  - Kanser vakalarında ve kanserden dolayı ölümlerde artış

RADYOAKTİF MADDE DAĞILMASININ MUHTEMEL SONUÇLARI

Ekonomik ve sosyal etkiler

- Radyasyondan arındırma işlemi bitene kadar alanların kullanılamaması
- Kritik fonksiyonların kullanılamaması
- Seyahat sınırlamaları
- Halkın ve malların izolasyonu (ithal-ihraç sınırlaması)
- Radyasyondan arındırma ve bertaraf masrafları

NÜKLEER MADDE DAĞILMASININ MUHTEMEL SONUÇLARI



RADYOAKTİF MADDE DAĞILMASININ MUHTEMEL SONUÇLARI

Goiânia, Brezilya, 13 Eylül 1987

• Brezilya'da bir özel radyoterapi kliniği taşınırken sezyum kaynağını eski binada bırakmış, bina yıkılırken bu kaynak iki kişi tarafından açılmış, içerik çevreye yayılmıştır.

• Yaklaşık 249 kişi radyasyona maruz kalmış, bunların dördü ölmüş, geri kalanı çeşitli derecelerde radyasyon yanıkları ve radyasyona bağlı hastalıklara yakalanmıştı. Olayın yaşandığı mahalle boşaltılmış, 40 kadar ev yıkılmış, bölgede toprak tabakasının üstteki 30 santimetrelik kısmı yerinden sökülerek bir radyoaktif depolama alanına götürülmüştü.

RADYOAKTİF MADDE DAĞILMASININ MUHTEMEL SONUÇLARI

Goiânia, Brezilya, 13 Eylül 1987



TAŞIMA GÜVENLİĞİ VE EMNİYETLE İLİŞKİSİ

Taşıma güvenliğinin amacı taşıma sırasında insanları, mülkleri ve çevreyi radyasyonun etkilerinden korumaktır. Bu koruma aşağıdakilerle sağlanır:

- Radyoaktif içeriğin kontrol altına alınması
- Dış radyasyon seviyesinin kontrolü
- Kritikliğin önlenmesi
- Isının verdiği hasarın önlenmesi



TAŞIMA GÜVENLİĞİ VE EMNİYETLE İLİŞKİSİ

Düşük potansiyel öneme sahip içerikler (A-tipi, adi, endüstriyel) sağlam paketlere ve güçlü emniyet önlemlerine ihtiyaç duymazlar.



Yüksek potansiyel öneme sahip içerikler (B-tipi) sağlam paketlere ihtiyaç duyarlar. Bu paketler genellikle emniyet önlemlerini de sağlar:

- Dirençli
- Açması zor
  (özel ekipman gerektirebilir)
- Büyük kütleli

TAŞIMA GÜVENLİĞİ VE EMNİYETLE İLİŞKİSİ

Kontroller ve iletişim, emniyet ve güvenlik için önemlidir.

- Kontroller ve iletişim taşıma hazırlığında başlar
- Göndericiden alıcıya taşıma esnasında da kontroller ve iletişim sürer.



Uygun sınıflandırma ve paketleme, işleticiye emniyet sistemi planlamasında yardım eder.

TAŞIMA GÜVENLİĞİ VE EMNİYETLE İLİŞKİSİ

A, B(U), B(M), C, IP-3 tipi paketleri mühürlemek gereklidir. Bu mühürler kolayca kırılmamalıdır ve paketin açılmadığının kanıtı olur.

Uygulanan bu mühürler emniyet önlemlerini de karşılar.



Küçük Tip B Paket
42,5 cm çap x 54 cm yükseklik
Azami brüt ağırlık = 67,5 kg

YÜKÜMLÜLÜKLER

Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik

- Gönderenin yükümlülükleri
- Paketleyenin yükümlülükleri
- Yükleyenin yükümlülükleri
- Dolduranın yükümlülükleri
- Taşımacının yükümlülükleri
- Taşıt sürücüsünün ve araçta bulunan diğer görevlilerin yükümlülükleri
- Teslim alanın yükümlülükleri



İki karşıt tarafta gerekli olan etiketler

İŞLETİCİNİN SORUMLULUKLARI

- Emniyetle ilişkili mevzuatı bilmek
- Her taşıma işlemi emniyet amacıyla tekrar gözden geçirilmeli
- Gerektiğinde (beklenmeyen durum planını da içeren) taşıma emniyet planı hazırlanmalı

İŞLETİCİNİN UYGULAMASI – YÜKLEMEDEN ÖNCE

Hazırlıkların gözden geçirilmesi

- Ekipmanın yerinde ve kullanılabilir olduğu
- Bakımların yapıldığı
- İletişim yollarının açık olduğu ve erişim bilgilerinin doğru olduğu
- Gerekli onayların alındığı
- Diğer işleticilerle düzenlemelerin onaylandığı

İŞLETİCİNİN UYGULAMASI – TAŞIMA SIRASINDA VE SONRASINDA

- Taşıma işleminin emniyetli bir şekilde devam ettiğinden emin olunmalı
- Taşıma bittiğinde, taşıma işlemi öğrenilen dersler olarak değerlendirilmeli (deneyim)
  - Gelecek taşımaların planlanmasında bu dersler kullanılmalı

EMNİYET FONKSİYONLARI



Taşıma emniyeti sisteminin geliştirilmesi ve uygulamasında aşağıdaki fonksiyonlar uygulanmalıdır:

- Caydırma
- Tespit etme
- Geciktirme
- Karşı koyma



EMNİYET FONKSİYONLARI - CAYDIRMA

- Bir kişinin bir şeyi yapmasından vazgeçirilmesi veya yapmamaya ikna edilmesi.
- Görülebilir emniyet önlemleri ile desteklenebilir.
- Ölçülemez.
- Saptanmış tehlikeler için etkin değildir.







EMNİYET FONKSİYONLARI - TESPİT

Taşıma sırasında olabilecek kötü niyetli eylemleri bulma ve değerlendirme

Farklı araçlarla yapılabilir:
- Görsel izleme
- Elektronik sensörlerle
- Mühürler
- İzleme sistemleri vb.





EMNİYET FONKSİYONLARI - GECİKTİRME

- Kötü niyetli eylemi bir takım fiziksel engellerle geciktirme.
- Karşı koyma için yeterli zaman sağlanır.







EMNİYET FONKSİYONLARI – KARŞI KOYMA

- Tespit edildikten sonra kötü niyetli eylemcinin işini bitirmesini önleme.
- Bu işlem emniyet görevlileri ya da kolluk kuvvetleri tarafından yapılır.
- Yarıda kesme ve kontrol altına alma
- Radyoaktif maddenin kullanılmasını engelleme
- Radyoaktif maddeyi geri alma
- Veya sonuçların zararını azaltma

ZAYIFLIKLAR

- Zayıf caydırıcılık
- Güçsüz paketler
- Uygun olmayan rota
- Yetersiz taşıma bilgisi
- Yetersiz iletişim
- Yetersiz emir ve kontrol yapısı
- Zayıf planlama
- Yetersiz sayıdaki muhafız
- Eğitimsiz personel
- Karşı koyma kabiliyetinin yetersizliği

EMNİYETTE DENGE

İşletici tarafından uygulanan emniyet önlemleri dengeli olmalıdır.

- Brandaya kilit koymak
- Zayıf bağlantı parçalarında güçlü kilitler
- Bütün yol boyunca sürekli ve güvenilir olduğu kontrol edilmeden iletişim için cep telefonu kullanma
- Uygun eğitimi olmayan personel
- Eskort ile kargo arasında iletişim olmadan eskort kullanma

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

- Nükleer maddenin taşınması için gerekli bildirimlerin yapılmasından ve fiziksel koruma taşıma planı hazırlayarak Kurumdan izin alınmasından gönderici sorumludur.

- I. ve II. sınıf nükleer maddelerin taşınması ile ilgili yazışmalar "Çok Gizli" gizlilik derecesi ile yapılır ve taşıyıcı araç üzerinde nükleer madde taşındığını gösteren dikkat çekici özel işaretler kullanılmaz.

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

Gönderici, taşıma gerçekleştirilmeden önce güzergah, alternatif güzergahlar, bekleme yerleri, gönderilecek yerdeki teslim düzenlemeleri, taşıma devri işlemleri; taşıyıcının, alıcının, teslim alacak olan yetkili kişilerin kimlikleri, taşıma prosedürleri, kaza prosedürleri, acil durum eylem planı, diğer sorumlu personelin kimlik bilgileri ve görevleri, raporlamaya ilişkin bilgi ve belgeler ile Kurum tarafından istenebilecek diğer bilgi ve belgeleri kapsayan taşıma fiziksel koruma planını "Çok Gizli" gizlilik derecesi ile Kuruma sunmakla yükümlüdür.

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

• **Taşıma fiziksel koruma planını** Kurum tarafından onaylanmadan taşıma gerçekleştirilemez.

• Acil durum eylem planı, çalınan veya kaybolan nükleer maddenin en kısa sürede bulunup yerine konulmasını kolaylaştıracak düzenlemeleri de içerir

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

- Nükleer maddenin gönderilmek üzere hazırlanması, paketlenmesi, mühürlenmesi, taşınması ve alıcıya devri sırasında fiziksel koruma açısından sorumluluk paylaşımı gönderici ve alıcı arasında yapılacak anlaşmaya göre belirlenir ve madde gönderilmeden en geç ondört gün önce "Çok Gizli" gizlilik derecesi ile Kuruma bildirilir.

- Taşıyıcı ve taşıma sırasında görev alacak diğer kişilerle ilgili bilgiler güvenlik soruşturmasında kullanılmak üzere madde gönderilmeden en geç yirmi bir gün önce "Çok Gizli" gizlilik derecesi ile Kuruma sunulur.

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

a) Nükleer maddelerin mümkün olan en kısa sürede taşınması.

b) Nükleer maddelerin taşınması sırasında ara depolama ve bekleme yerlerinin sayısının ve buralarda geçen sürelerin en aza indirilmesi.

c) Nükleer maddelerin taşıma ve geçici depolama sırasında madde sınıfına uygun olarak korunması.

ç) Taşıma takviminde kötü niyetli şahısların tespit edebileceği düzenli bir zamanlama kullanılmaması.

d) Taşıma bilgisinin gizli tutulması ve sadece önceden bilmesi gereken personel ile sınırlandırılması.

e) Nükleer maddenin taşınma güzergahındaki yerleşimlerin mülki idare amirleriyle ve kolluk kuvvetleriyle işbirliği yapılması.

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

(1) Gönderici, planlanan taşımanın karayolu, denizyolu, demiryolu ve havayollarından hangisiyle yapılacağına dair taşıma türünü, gönderilen malın planlanan varış zamanını, eğer taşıma devri varış yerinden önceki bir ara noktada yapılacaksa devrin yapılacağı noktayı alıcıya önceden bildirmekle yükümlüdür.

(2) Gönderici, alıcının malı kararlaştırılan zamanda kabul etmeye hazır olduğuna dair doğrulama bilgisini almadan taşıma işlemine başlayamaz.

(3) Gönderici, nükleer maddelerin taşınması sırasındaki fiziksel korunması ile ilgili olarak gönderici, alıcı ve taşıyıcı firmanın sorumluluklarını her bir uygulama için özel düzenlemelerle açık bir şekilde tanımlamakla yükümlüdür.

NÜKLEER MADDELERİN TAŞINMASI SIRASINDA HIRSIZLIĞA VE SABOTAJAKARŞI ALINMASI GEREKEN FİZİKSEL KORUMA ÖNLEMLERİ

Gönderici, güzergah belirlenirken taşıma emniyeti açısından doğal afet, toplumsal karışıklıklar ve kolluk kuvvetlerinin imkanları gibi hususları dikkate almak, kargo transferi sayısını ve kargonun taşıma süresini en aza indirecek bir taşıma türünü seçmek ve taşıyıcının fiziksel koruma önlemlerinin uygulanmasında işbirliği yapacağını önceden garanti altına almakla yükümlüdür.

Daha önce Acil Durum bildirimi amacıyla kullanılan 172 numaralı TAEK hattı kaldırılmış olup, TAEK'e yapılacak bütün başvurular için Ağustos 2010 tarihinden itibaren

444 TAEK (444 8235)

numarası kullanılmaya başlamıştır.



RADYASYON KAYNAKLARININ LİSANLAMA SİSTEMİ (EURK VE RMTRK)

EĞİTİMİN İÇERİĞİ

1) Giriş
- Yasal Dayanak
- Lisans Yükümlülüğü
- Sorumluluklar

2) Lisans Başvurusu ve Diğer İşlemler
- Lisans başvurusu
- Lisans belgesinin yeniden düzenlenmesi
- Lisans belgesinde değişiklik
- Lisans süre uzatımı (vize)
- Satış/devir işlemleri

3) Denetim
- Denetim / Radyasyon Kontrolü

4) İzinler
- İthal, ihraç, geçici çıkış-giriş izni
- Taşıma

5) Lisans İptali ve Atık İşlemleri
- Lisans iptali
- Atık işlemleri

YASAL DAYANAK

2690 sayılı TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) Kanunu'na dayanarak yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği kapsamına giren radyasyon kaynaklarının imal, ithal ve ihraç edilmesi, alınması, satılması, taşınması, depolanması, bakımı, onarımı, kurulması, sökülmesi, değiştirilmesi, radyasyon kaynaklarıyla çalışılabilmesi ve her türlü amaçla bulundurulması ve kullanılması için Kurum'dan lisans alınması zorunludur.

http://www.taek.gov.tr

LİSANS YÜKÜMLÜLÜĞÜ

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve Yönetmeliği kapsamına giren radyasyon kaynaklarının;

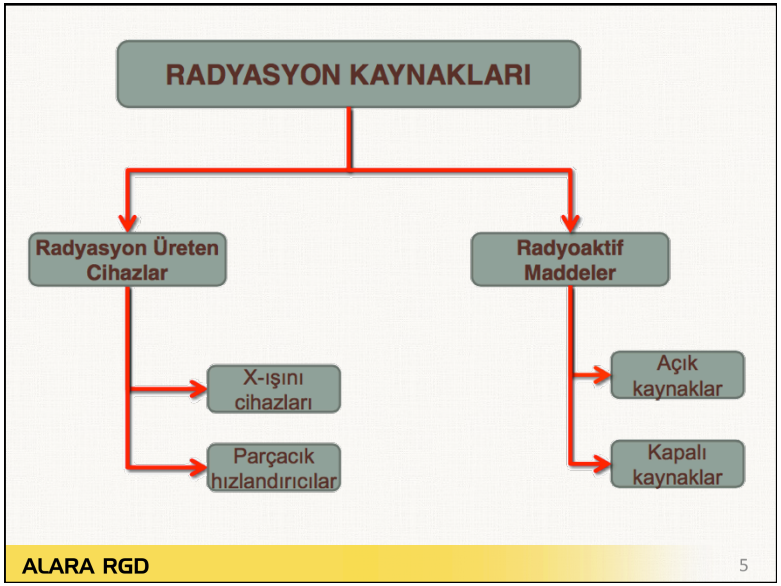
- Radyasyon kaynaklarıyla çalışılabilmesi ve her türlü amaçla bulundurulması ve kullanılması

ve

- İthalatı ihracatı ve taşıması (açık kaynak, kapalı kaynak)
- İmalat veya bakım ve onarım (radyoaktif kaynak içeren cihaz ve x- ışını cihazları)
- Üretimi (açık kaynak)

için Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'ndan lisans alınması zorunludur.

Radyasyon üretmeyen ve/veya radyoaktif kaynak içermeyen cihazlar TAEK lisansı kapsamında değildir. Bu cihazlar için lisans/izin belgesi düzenlenmez.



SORUMLULUKLAR

Lisans sahibi, radyasyon kaynağı kullanmak veya bulundurmak üzere TAEK'e lisans başvurusunda bulunan gerçek veya tüzel kişiyi tarif eder.

- Lisans sahibi tarafından bildirilen tesis sorumlusu lisanslamaya ilişkin tüm işlemlerden lisans sahibi ile birlikte sorumludur.
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinin 71 inci maddesinde görev ve sorumlulukları tanımlıdır.

SORUMLULUKLAR

Radyasyondan Korunma Sorumlusu (RKS) olarak Kurum tarafından onaylanan kişi;

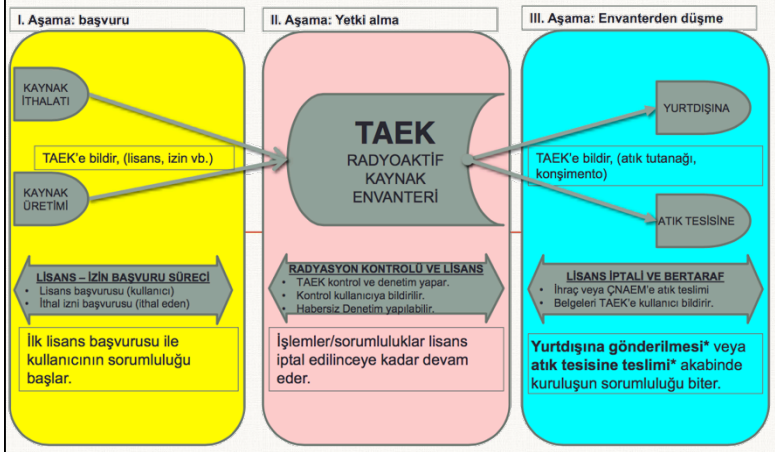
- Lisans sahibi başvuru esnasında kişiyi önerir, başvuru uygun bulunursa lisans verilerek TAEK tarafından görevlendirilir.
- Uygulama türüne göre (analiz, radyografi, sabit proses kontrol vb.) aranan nitelikler değişir.
- RKS işten ayrılsa dahi işten ayrıldığı kendisi ya da Lisans sahibi kuruluş tarafından TAEK'e bildirilmediği müddetçe sorumluluğu devam eder,
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinin 73 üncü maddesinde görev/sorumlulukları tanımlıdır.
- Lisans sahibi kişi ile birlikte TAEK'e karşı sorumludur.

SORUMLULUKLAR

Radyasyondan Korunma Sorumlusu (RKS) olarak Kurum tarafından onaylanan kişi;

- Birden fazla radyasyon kaynağı için aynı RKS görev alabilir.
- Tek bir kuruluşta RKS görevi yürütebilir.
- Sabit radyasyon kaynakları için her şube/tesiste bir RKS olmalıdır. Aynı kişi farklı illerde ki radyasyon kaynakları (aynı kuruluş olsa dahi) ile ilgili RKS görevi yürütemez.
- Taşınabilir/mobil radyasyon kaynakları için; tek kuruluş bünyesinde olmak koşuluyla farklı adreslerde kullanılan cihazlar için aynı kişi RKS olarak görev yapabilir. Ancak her cihazı kullanan personelin EURK başarı belgesi olması gereklidir.

RADYASYON KAYNAĞI LİSANSLAMA SÜRECİ



* Kuruluş her işlemin gerçekleştiğine dair belgeleri Kuruma yazılı olarak bildirmekle ve bu kayıtları saklamakla yükümlüdür.

LİSANS İŞLEMLERİ

1. **İlk lisans başvurusu:** Radyasyon kaynağı için ilk kez lisans alınması,
2. **Lisans belgesi yeniden düzenlemesi:** kaybedilmesi veya kuruluşa ulaşmaması,
3. **Lisans süre uzatımı (vize):** Lisans süresinin (5 yıl) uzatılması,
4. **Lisans belgesinde değişiklik:** Radyasyondan Korunma Sorumlusu (RKS), kuruluş (lisans sahibi) ticari adresinin veya ünvanının değişmesi
5. **Satış/devir işlemi:** Radyasyon kaynağının başka bir kuruluşa veya şubeye satışı/devri

İLK LİSANS

LİSANS BAŞVURUSU

Radyasyon kaynaklarının her türlü amaçla kullanımı ve bulundurulması için TAEK'ten Kullanma ve Bulundurma Lisansı alınması zorunludur.

http://www.taek.gov.tr internet sayfasında her uygulama için hazırlanmış lisans başvuru belge seti bulunur.

Kullanma ve Bulundurma Lisansı İşlemleri

- Araştırma ve Eğitim Uygulamaları
- Endüstriyel Uygulamalar
- Güvenlik Uygulamaları
- Tıbbi Uygulamalar
- Veterinerlik Uygulamaları

İLK LİSANS

LİSANS BAŞVURUSU

Endüstriyel Uygulamalar

- Kabinli radyoskopi cihazları
- Analiz cihazları (x-ışını tüpü veya kaynak içeren)
- Sabit proses kontrol cihazları (sabit seviye, yoğunluk, kalınlık ölçüm)
- Kuyu tipi ölçüm cihazları (sondaj/yer altı arama inceleme) Taşınabilir nükleer ölçüm sistemleri (rutubet ve/veya nem ölçümü)
- Radyografi / radyoskopi cihazları (tahribatsız muayene)

Güvenlik Amaçlı

- Paket kontrol ve patlayıcı/kaçak madde kontrol cihazları
- Araç tarama cihazları

İLK LİSANS

LİSANS BAŞVURUSU

Aşağıdaki durumlarda başvuru setinde yer alan tüm belgeler ile başvuruda bulunulur.

- Yurtdışından yeni cihaz getirilmesi veya yurtiçinde başka bir kuruluştan cihaz alınması,
- Lisans süresi aşımı akabinde yeniden lisans alınması,
- Sabit cihazların taşınması

İLK LİSANS

LİSANS BAŞVURUSU

Lisans başvuru dilekçesi ekinde yer alacak belgeler;

- Lisans başvuru formu (her cihaz için),
- Radyasyondan Korunma Sorumlusu (RKS) diploma ve EURK başarı belgesi,
- Radyasyon ölçüm cihazlarının (dedektör, alarmlı dozimetre) güncel kalibrasyon belgeleri,
- Kişisel dozimetre hizmeti alımına ilişkin belge,
- Acil durum planı,
- Takip sistemi hizmet sözleşmesi (GPS, GPRS, Wi-fi vb.),
- Geçerli B tipi taşıma kabı sertifikası,
- Lisans ücreti dekontu,
- Sabit cihazlar için ölçekli kat planı

Not: Uygulama türüne göre olabilecek değişiklikler için internet sayfasındaki başvuru işlemleri sayfası incelenmelidir.

http://www.taek.gov.tr

İLK LİSANS

BAŞVURU DEĞERLENDİRMESİ

- Lisans başvurusu **eksiksiz** yapılmış olmalıdır.
- Lisans başvurusunda tespit edilen eksikler başvuru sahibine yazılı olarak bildirilir. Eksiklerin üç ay içinde tamamlanması gerekir.
- Eksiklerin verilen sürede tamamlanamaz ise geçerli bir mazeret ile süre uzatımı için TAEK'e başvurulur. TAEK başvuruyu uygun görürse **ek süre** verilir.
- Geçerli mazeret bildirilmeksizin, eksiklerin verilen süre içerisinde tamamlanmaması durumunda
  - Lisans başvurusu iptal edilir.
  - Lisans ücreti Kuruma gelir kaydedilir,
  - Kuruluşun bulunduğu ildeki Valiliğe kuruluş ve yetkilileri hakkında işlem yapılması için durum bildirilir.

İLK LİSANS

LİSANSIN VERİLMESİ

- Başvurusunda eksik bulunmayan ya da tespit edilen eksiklerini tamamlamış kuruluşta lisansa esas radyasyon kontrolü yapılır ve kontrol raporu düzenlenir.
- Kontrol raporunun değerlendirilmesi sonucu, radyasyon uygulamasına yönelik koşulların lisanslanmaya uygun bulunması durumunda lisans belgesi düzenlenir.
- Lisans belgesi, lisansa esas koşulların aynı kalması şartıyla, verildiği tarihten itibaren 5 yıl süreyle geçerlidir.

http://www.taek.gov.tr

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS BELGESİNİN YENİDEN DÜZENLENMESİ

Lisans verildikten sonra, lisans koşullarında değişiklik olmaması koşuluyla;

- Belgenin kuruluşa ulaşmadığı durumda Kuruma yazılı olarak başvurulması,
- Belgenin kuruluş tarafından teslim alınması sonrası kaybedilmesi durumunda ise, belge düzenleme ücreti ile birlikte Kuruma yazılı olarak başvurulması

halinde lisans belgesi yeniden düzenlenir, lisans vize tarihi değişmez.

http://www.taek.gov.tr

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS BAŞVURUSU

Lisans verildikten sonra;

- Radyasyondan Korunma Sorumlusu (RKS) değişikliği,
- Kuruluş (lisans sahibi) ticari adresinin değişmesi,
- Kuruluş (lisans sahibi) ünvanının değişmesi durumunda lisans belgesi geçerliliğini kaybeder.

Ancak, lisans sahibi tarafından gerekli bilgiler ile TAEK'e bildirilmesi halinde, radyasyon kontrolü yapılmadan lisans belgesi yeniden düzenlenir.

Yeniden düzenlenen lisans belgesinin vize tarihi (geçerlilik süresi) değişmez.

http://www.taek.gov.tr

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS BELGE DEĞİŞİKLİĞİ

- Sabit veya belirli bir adreste kullanılan cihazların taşınması durumunda yeni adreste kullanım için yeni lisans başvurusu yapılması ve mevcut lisansın iptali gereklidir.
- Taşınabilir cihazlar için, şirket merkez adresinin değişmesi durumunda yeniden lisans alınması gerekmez. Lisans belge değişikliği yapılmalıdır.
- Taşınabilir cihazlar için, cihazların kullanılmadıklarında emniyetini sağlamak üzere bekletileceği depo yerinin değişmesi durumunda yeniden lisans alınması gerekmez, durum TAEK'e yazılı olarak bildirilir. TAEK denetim görevlilerince depo uygunluğunun kontrolü yapılır.

http://www.taek.gov.tr

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS KOŞULLARINDAKİ DEĞİŞİKLİĞİN KURUMA BİLDİRİLMESİ

Lisans verildikten sonra;

- Lisans koşullarında değişiklik yapılmadan önceki onbeş gün içinde, değişikliğin TAEK'e yazılı olarak değişikliğe ilişkin belgeler ile birlikte bildirilmesi gerekir.
- Aksi halde, lisans koşullarında meydana gelen değişikliğin bildirilmediği döneme ait faaliyetler ve sonuçlarından lisans sahibi ve radyasyondan korunma sorumlusu personel sorumlu olur.

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS KOŞULLARINDAKİ DEĞİŞİKLİK

Lisans verildikten sonra, koşullarda değişiklik olması durumunda lisans sahibi gerekli belgeler ile durumu TAEK'e bildirir;

- Lisans belgesi yeniden düzenlenir,
- Gerekli görülmesi halinde yeniden radyasyon kontrolü yapılır, koşulların uygunluğu tespit edilerek lisans belgesi yeniden düzenlenir,

yeniden düzenlenen lisans belgesinin geçerlilik süresi değişmez.

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS SÜRE UZATIMI (VİZE)

Lisans sahibi tarafından lisans koşullarında değişiklik olmadığı bildirilerek lisansın vize edilmesi için, süre bitiminden önceki 6 (altı) ay içerisinde;

- Lisans başvuru formu,
- Vize ücreti (lisans ücretinin yarısı) ödeme belgesi (dekont),
- Kurumdan alınan lisans belgesinin aslı,
- Radyasyon ölçüm cihazının güncel kalibrasyon belgesi (geçerlilik süresi 2 yıl),

ile birlikte Kuruma yazılı olarak başvurulur.

Gerekirse yapılacak bir denetim sonucunda lisans belgesi vize edilir (lisans belgesinde belirtilen vize tarihi 5 yıl uzatılır).

LİSANS SONRASI İŞLEMLER

LİSANS VİZE TARİHİNİN GEÇİRİLMESİ

- Vize tarihinden önceki 6 ay içerisinde vize edilmeyen lisans iptal edilir.
- Yeniden lisans alınıncaya kadar faaliyet gösterilemez.
- Lisans sahibi tarafından ilk lisans başvurusunda istenilen tüm belgeler ve lisans belgesi aslı ile birlikte Kuruma yeni lisans başvurusunda bulunulması gerekir.

http://www.taek.gov.tr

MUAFİYET

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinin 5 inci maddesinde belirtilen

- Yönetmeliğin Ek-1 tablosunda belirtilen aktivite sınırlarını aşmayan radyasyon kaynakları,
- En fazla 30 kV gerilimle çalışan elektrikli cihazlar,
- Ve bu maddede belirtilen diğer koşulları taşıyan cihaz veya düzenekler

lisanslama hükümlerinden muaftır.

Ancak muafiyet, gerekli sertifika/kalite belgelerinin TAEK tarafından uygun görülmesi ile mümkündür.

Muaf radyoaktif kaynak/cihazların satışı/devri, kullanılmaması vb. durumlarda TAEK'e bilgi verilmesi gereklidir.

http://www.taek.gov.tr

DİĞER HUSUSLAR

- Lisans; kuruluşa belirli bir adreste, belirli kişilerin sorumluluğunda belirli radyasyon kaynaklarının kullanımı ve bulundurulması için verilir.
- Lisans başka bir kuruluşa devredilemez,
- Lisans belgesi kapsamında verilen yetki başka bir kuruluşa kullandırılamaz/devredilemez.

http://www.taek.gov.tr

DENETİM KONTROL

Kurum gerekli gördüğü hallerde yerinde denetim/radyasyon kontrolü yapar.

- Lisansa esas radyasyon kontrolü,
- Lisans sonrası işlemler için (vize/değişiklik),
- Şikayet üzerine,
- Rutin denetim planına göre,
- Rutin dışı, gerek görülmesi halinde

DENETİM KONTROL

- Lisans başvuru formunda belirtilen beyan esaslı kuruluş ve atölye bilgilerinin yerinde tespiti,
- Kuruluşa ait genel bilgiler,
- Kayıtların yeterliliği, (Radyasyon görevlileri eğitim belgeleri, dozimetre kayıtları, tehlike acil durum planları vb.),
- Radyasyon kaynakları ile ilgili kayıtlar (bakım onarım, kalite kontrol, kalibrasyon, sızıntı testleri, tehlike durum planları, varsa depo koşulları),
- Bitişik alanlar ve çalışma koşulları göz önüne alınarak radyasyon kontrolünün yapılması,
- Korunma önlemleri
  -Çalışanlar (eğitim, dozimetre, sağlık kontrolü, korunma donanımları)
  -Halk ve çevre (ölçümler, giriş-çıkış kontrolü, ikaz işaretleri)
- Korunma ekipmanları
  -Taşıma (etiketler, paket sabitleme ekipmanları vb.)
  -Kaynakla çalışma (maşa, kurşun kap vb.)

İZİNLER

- İthal izni (taşımayı içerir),
- İhraç izni (taşımayı içerir),
- Geçici çıkış ve giriş izni (taşımayı içerir),
- Transit geçiş izni (taşımayı içerir),

İZİNLER

Kullanılacak radyoaktif kaynaklar/cihazların yurda girişi için ithal izini alınması gereklidir.

Neler için ithal izni alınacak?

- Açık veya kapalı radyoaktif kaynaklar **(GTİP: 2844 ve 2845),**
- Radyoaktif kaynak içeren cihazlar, zırhlar ve sensörler **(GTİP: 9022.21 ve 9022.29),**
- Radyoaktif kaynak taşımada kullanılan taşıma kapları **(GTİP: 7806.00.10),**
- **X-ışını cihazları ithalatı için izin gerekmemektedir.** (Ekonomi Bakanlığı, 2013/3 Tebliği, **tebliğ her yıl yenilenir**.)

İZİNLER

İzin başvurusu;
İthal izini istendiğine dair dilekçe,
Ekinde aşağıdaki belgeler ithalattan en az 10 gün önce;

- İthal izin başvuru formu (cihaz/kaynak bilgileri, giriş gümrüğü adı, GTİP No, kullanıcı kuruluş),
- Radyoaktif kaynak sertifikası (kapalı kaynaklar için)
- Taşıma kabı/cihaz sertifikası, kalite belgesi,
- Proforma fatura veya fatura,
- Radyoaktif kaynak üreticisi yurtdışı firma tarafından, radyasyon kaynağının geri alınacağına dair taahhütname veya kabul belgesi,
- İzin ücreti dekontu
- Taşıma işinin; kim tarafından, hangi araç ekipman ile kimin sorumluluğunda yapılacağına dair bilgiler

X-ışını cihazlarına ithal izni verilmemektedir. (Ekonomi Bakanlığı, 2013/3 Tebliği, tebliğ her yıl yenilenir.)

İTHAL İZNİ

İthal izni alınabilmesi için;

- Radyoaktif kaynak/cihaz ithalat izni, ya kullanıcı kuruluş ya da ithalat işine yönelik lisans almış kuruluş tarafından alınabilir.
- Kullanıcı kuruluş ya Kullanma ve Bulundurma Lisansına sahip olmalı ya da lisans başvurusu (eksiksiz) yapmış olmalıdır.
- Kullanım ömrünü tamamlamış kaynaklar; ya ihraç edilmeli ya da atık tesisine teslim edilmeli ve tutanakları da Kuruma iletilmiş olmalıdır.

Yukarıdaki koşullarında eksik olan kuruluşlar için ithal izni başvurusu eksiksiz dahi olsa ithal izni verilmez.

İTHAL İZNİ

- İthal izni süresi 3 aydır.
- Süresi içerisinde başvurulması koşuluyla izin süresi uzatılabilir.
- **Kullanılmayan izin belgeleri**; ithalatın yapılmadığı TAEK'e bildirilmelidir.

İHRAÇ İZNİ

Kullanım ömrünü tamamlayan radyoaktif kaynaklar/cihazlar menşei ülkeye (üretici) geri gönderilebilmesi için ihraç izni alınmalıdır.

Neler için ihraç izni alınacak?

- Açık veya kapalı radyoaktif kaynaklar **(GTİP: 2844 ve 2845)**,
- Radyoaktif kaynak içeren cihazlar, sensörler **(GTİP: 9022.21 ve 9022.29),**
- Radyoaktif kaynak taşımada kullanılan taşıma kapları **(GTİP: 7806.00.10),**
- X-ışını cihazları (GTİP: 9022.19) (x-ışını cihazlarının ihracatı için izin alınmalıdır). X-ışını cihazları ithalatı için izin gerekmemektedir. (Ekonomi Bakanlığı, 2013/3 Tebliği, **tebliğ her yıl yenilenir.**)

İHRAÇ İZNİ

İzin başvurusu;

İhraç izni istendiğine dair dilekçe,
Ekinde aşağıdaki belgeler ihracattan en az 10 gün önce;

- İhraç izni başvuru formu, (kullanıcı firma, cihaz/kaynak bilgileri, gümrük bilgileri, gönderildiği ülke vb.)
- Yurtdışı kuruluşun kaynağı kabul ettiğine dair belge,
- Gönderici Beyannamesi form (Consignor's Decleration)
- İhraç izin ücreti,
- İhraç edilecek kaynaklar için verilmiş ithal izninin bir sureti.
- Kullanım yerinden gümrüğe kadar taşıma işinin nasıl, kim tarafından, hangi koşullarda yapılacağına ilişkin bilgiler

İHRAÇ İZNİ

Kaynağın yurt dışına gönderilmesini takiben;

- Konşimento, gümrük çıkış beyannamesi, veya
- Yurt dışı firmasının radyoaktif kaynağı aldığına dair belge

15 gün içerisinde TAEK'e gönderilmelidir.

İhracatın gerçekleşmemesi durumunda, durum TAEK'e bildirilmelidir.

Daha önce verilmiş ihraç izinleri ile ilgili konşimento belgesi göndermeyen kuruluşa **yeni ihraç izni verilmez.**

GEÇİCİ GİRİŞ ÇIKIŞ İZNİ

Cihazın geçici süreyle kullanımı (veya bakım/onarımı) için yurtdışına gönderilmesi için geçici çıkış-giriş izni alınmalıdır.

- İzin süresi 6 aydır.
- Süresi dolmadan başvuruda bulunulması halinde süre 6 ay daha uzatılır.
- Süresinde yurda giriş yapmamış cihaz/kaynaklar için **«ithal izni»** alınması gerekir.

GEÇİCİ GİRİŞ ÇIKIŞ İZNİ

İzin başvurusu;

Geçici çıkış-giriş izni istendiğine dair dilekçe,
Ekinde aşağıdaki belgeler

- İzin başvuru formu,
- Gönderilen kuruluşun açık isim ve adresi,
- Gönderilecek cihaz içerisinde yer alan kaynağa ait kaynak sertifikası,
- İzin ücreti

GEÇİCİ GİRİŞ ÇIKIŞ İZNİ

GEÇİCİ GİRİŞ ÇIKIŞ İZNİ

İzin verilebilmesi için;

Varsa daha önce düzenlenen izinlere ait konşimento ve/veya yurtdışı teslim alındı belgelerinin

Cihazın/kaynağın yurt dışına gönderilmesini takiben;

- Konşimento, gümrük çıkış beyannamesinin (gönderildikten sonra 15 gün içinde),
- Cihazın yurda girişine dair belgenin (yurda giriş yaptıktan sonra 15 gün içinde)

TAEK'e iletilmelidir.

TAŞIMA

- Mobil/taşınabilir cihazların taşınmasında **http://www.taek.gov.tr** web sayfasında yer **alan E-TAEK/E-Lisans işlemleri/Taşıma Formu** bağlantısında Kurum tarafından verilen **"kullanıcı adı"** ve **"şifre"** bilgisi kullanılarak giriş yapılarak ilgili cihaz için taşıma formu doldurulmalıdır. Bu cihazlar kullanıcıları tarafından taşınabilir.
- Mobil olmayan cihazların TAEK'ten gerekli satış/devir/yer değişikliğine ilişkin iznin alınması şartıyla taşımaya ilişkin lisans almış kuruluşlarca taşınabilir.

Yurtiçinde, radyoaktif kaynak/cihazlar için taşıma izin belgesi düzenlenmez.

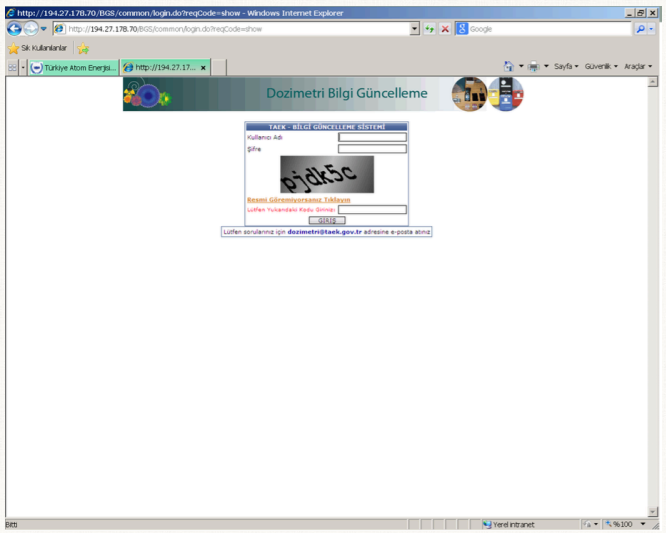
TAŞIMA



TAŞIMA



TAŞIMA



LİSANS İPTALİ VE ATIK İŞLEMLERİ

LİSANS İPTALİ

LİSANS İPTALİ VE ATIK İŞLEMLERİ

LİSANS İPTALİ

Kuruluşun isteği üzerine
(Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği 60 ıncı madde)

Lisans koşullarının devam etmediğinin tespiti üzerine
(Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinin 59 uncu ve 75 inci madde)

Lisans sahibi, lisans iptal edilse dahi radyasyon kaynaklarının uygun şekilde bertaraf edilmesinden mali ve idari olarak sorumludur.

LİSANS İPTALİ

LİSANS İPTALİ (İSTEK ÜZERİNE)

Kullanım ömrü tamamlanmış **radyoaktif kaynakların** lisans iptali;

- Radyoaktif kaynakların kullanım ömrü tamamladığında öncelikle menşei ülkeye (üretici) geri gönderilerek (ihraç) lisans iptal edilir.

LİSANS İPTALİ

LİSANS İPTALİ (İSTEK ÜZERİNE)

Kullanım ömrü tamamlanmış **radyoaktif kaynakların** lisans iptali;

- Menşei ülkeye gönderilememesi durumunda ise bu kaynaklar bertaraf edilmek üzere, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne (ÇNAEM) teslim edilerek lisans iptal edilir.

ATIK İŞLEMLERİ (RADYOAKTİF KAYNAK)

BERTARAF İŞLEMLERİ

Atık tesisine radyasyon kaynağı teslimatı için gerekli belgeler;

- Ücret dekontunun (radyoaktif kaynak aktivitesine göre belirlenecek),
- Lisans belgesi örneğinin **(dikkat: lisans aslı değil !)**

teslimat esnasında hazır bulundurulması gerekmektedir.

.

ATIK İŞLEMLERİ (RADYOAKTİF KAYNAK)

BERTARAF İŞLEMLERİ

Radyasyon kaynağının taşıma işleminde dikkat edilecek hususlar;

- Kuruluşun RKS'si tarafından yapılması veya
- Taşıma lisansı sahibi kuruluş tarafından yapılması
- Her durumda RKS uygun paketleme/ etiketleme işlemlerini tamamlanması
- Eğitimli Sürücü tarafından taşıma gerçekleştirilmesi
- Araçta paket emniyeti ve radyasyon güvenliği için gerekli ekipmanın bulundurulması gerekmektedir.

ATIK İŞLEMLERİ (RADYOAKTİF KAYNAK)

BERTARAF İŞLEMLERİ

Teslimat sonrası işlemleri;

Radyoaktif kaynağın Cihaz/kaynak; lisans belgesi örneği ile lisanslı taşıma firması aracılığıyla atık tesisine teslim edilir.

Atık tesisinden (ÇNAEM) kaynağın teslim edildiğine dair tutanak alınır.

Atık tutanağı ve lisans belgesi aslı; kaynağın atık yapıldığına dair dilekçe ile TAEK'e gönderilir.

LİSANS İPTALİ (X-IŞIN CİHAZLARI)

LİSANS İPTALİ VE BERTARAF İŞLEMLERİ

Lisans iptali (istek üzerine)

Kullanım ömrü tamamlanmış radyasyon kaynaklarının lisans iptali;

X-ışını cihazları için, cihazın kullanılmadığına, satış/devir yapıldığına dair dilekçe ile lisans belgesi aslının TAEK'e gönderilmesiyle lisans iptal edilir.

LİSANS İPTALİ (X-IŞIN CİHAZLARI)

X-IŞINI CİHAZLARI / TÜPLERİ

- X-ışını tüpleri elektrik enerjisi ile çalışır.
- Elektrik bağlantısı olmaksızın x-ışını üretemez.
- Radyoaktif madde içermez.
- Çalışmadıkları sürece de radyasyon yaymaz.

Bu nedenle atık tesisine (ÇNAEM) teslim edilmez.

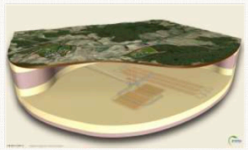
- X-ışını tüpleri berilyum vb. kimyasal maddeleri içerir.
- Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 14.03.2005 tarih ve 25755 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren **"Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği"** kapsamında kimyasal atık olarak bertaraf işlemi yapılır.



TÜRKİYE'DE RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ

TÜRKİYE'DE RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ





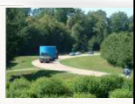




TAEK-ÇNAEM

ATIK YÖNETİMİ BÖLÜMÜ

DÜŞÜK SEVİYELİ RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ BİRİMİ (DD-RAYB)



EĞİTİMİN İÇERİĞİ

- Radyoaktif Atık Yönetimi ile İlgili Mevzuat
- Türkiye'de Radyoaktif Atık Yönetimi Hakkında Bilgiler
- DD-RAY Birimi Faaliyetleri
- Radyoaktif Atık ve Yönetimi Nedir?
- Radyoaktif Atık Kabul Kriterleri ve Sınıflandırması
- Radyoaktif Atık Yönetimi Prensipleri
- Radyoaktif Atık Ücretlendirmeleri
- Radyoaktif Atık Dosyası
- Radyoaktif Atık Teslimi̇nde Uyulması Gereken Kurallar
- Radyoaktif Atık Taşınması ve Etiketlenmesi

RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ İLE İLGİLİ MEVZUAT

1. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu
2. Radyasyon Güvenliği Tüzüğü
3. Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği
   1. – EK-1: Radyoizotoplar için Muafiyet Sınırları
   2. – EK-2: Görev Gereği Işınlamada ALI Değerleri
4. Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik
5. Radyoaktif Atık Yönetimi Yönetmeliği
6. Nükleer Tesislerde Serbestleştirme ve Sahanın Düzenleyici Kontrolden Çıkarılmasına İlişkin Yönetmelik
7. Radyoaktif Maddelerin Güvenli Taşınmasına İlişkin Yönetmelik
8. Tehlikeli Atıkların Kontrolüne İlişkin Yönetmelik
9. Tehlikeli Maddelerin Karayolu ile Taşınmasına İlişkin Yönetmelik
10. 2015 Yılı Temel Mal ve Hizmetlerimizin Ücretleri
11. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Başkanlığı Mal ve Hizmet Üretimi ve Yayın Gelirleri Yönetmeliği

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Amaç

Madde 1- Bu Yönetmeligin, amacı radyoaktif madde kullanımından olusan atıkların halka, çalısanlara ve çevreye zararı olmayacak sekilde çevreye verilebilme şartlarını belirlemektir.

Kapsam

Madde 2- Bu Yönetmelikte belirtilen hususlar, yarılanma süreleri 100 günden kısa olan radyoizotoplar ile C-14 ve H-3 içeren radyoaktif maddelerin tıp, endüstri ve araştırma gibi alanlarda kullanılmaları sonucu meydana gelen atıkların kullanıcı tarafından gerektiğinde biriktirilip, bekletilmesinden sonra çevreye verilmesi ile ilgili sınırları ve sartları kapsamaktadır.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Kapalı radyoaktif kaynaklar, yarılanma süreleri 100 günden uzun olan radyoizotoplar, nükleer yakıt çevrimi ile ilgili faaliyetler sonucu meydana gelen atıklar bu Yönetmelik kapsamı dışındadır. Radyoizotop uygulanmış hastaların taburcu edildikten sonraki atıkları bu Yönetmelik hükümlerinden muaftır.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Sıvı Atıkların Kanalizasyon Şebekesine Verilme Sınırları

Madde 8- Asagıda verilen sınırlar dahilinde, sıvı atıklar lisans sahibinin sorumlulugunda TAEK mevzuatında belirtilen hükümlerin yerine getirilmesi koşuluyla ve kuruluş tarafından sağlanacak kuruluşa ait atık sistemlerine ilişkin bilgilerin TAEK tarafından değerlendirilerek konsantrasyon değerlerinin uygun görülmesini takiben yalnız kanalizasyon sistemine verilebilir.

a) Bir kurulusun bir defada kanalizasyon şebekesine verebileceği atıklardaki toplam radyoaktivite miktarı Ek-1'de verilen verilen ALImin değerinin 2,5 katından fazla olamaz ve 100 MBq değerini geçemez.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Sıvı Atıkların Kanalizasyon Şebekesine Verilme Sınırları

Madde 8

b) Laboravarlar için sintilasyon çözeltileri ve benzeri organik çözeltiler ihtiva eden sıvı atıklarda alfa radyoaktivitesi bulunamaz. Beta ve gama radyoaktivitesi içeren çözeltilerin konsantrasyonu mililitrede 3,7 Bq değerini, sadece H-3 veya C-14 radyoiztoplarını içeren çözeltilerin radyoaktivite konsantrasyonu mililitrede 37 Bq değerini geçemez. Bu değerlerin üzerinde radyoaktivite içeren atıklar için bu Yönetmeliğin 7inci maddesinin (a) bendi hükmü uygulanır.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Katı Atıkların Çevreye Verilme Sınırları

Madde 9- Radyoaktif maddelerin kullanılması esnasında bu maddelerle bulaşmış olan kullanım malzemeleri ve kullanılmayacak olan katı radyoaktif maddeler atık olarak degerlendirilerek aşağıdaki sınırlar dahilinde lisans sahibinin sorumluluğunda çevreye verilebilir.

a) Tıbbi atık bertaraf tesislerine gönderilecek katı atık torbalarının yüzeyindeki radyasyon doz hızı hiçbir şekilde 1 µSv/saat değerini aşamaz. Ölçümler, atılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyonu ölçebilecek uygun dedeksiyon cihazı ile yapılır.

b) Alfa yayınlayan katı atıklar hiçbir şekilde çevreye verilemez bu tür atıklar için TAEK'e başvuruda bulunulur.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Gaz Halindeki Atıkların Atmosfere Verilme Sınırları

Madde 10 - Gaz halindeki atıklar lisans sahibi sorumluluğunda tesisin projelendirilmesi ve lisanslanması aşamalarında belirlenmiş olan koşullar çerçevesinde atmosfere verilir.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Katı Atıklarla İlgili Uyulması Gerekli Hususlar

Madde 11- Lisans sahibi katı atıklarını tıbbi atık bertaraf tesislerine göndermeden önce aşağıdaki hususları yerine getirmek zorundadır.

a) Atık biriktirme kabı radyasyon uyarı işareti ile işaretlenir ve kullanılan radyoaktif maddenin yaydığı radyasyonun tipine ve enerjisine göre gerekiyorsa uygun malzeme ile zırhlanır .

b)Radyoaktif olmayan atıklar radyoaktif atık biriktirme kaplarına atılmazlar.

c)Biriktirme kabına yerleştirilmiş olan plastik torba dolduğunda ağzı sıkı bir şekilde bağlanarak üzerine bir örneği Ek-2'de verilen etiket doldurularak yapıştırılır ve TAEK tarafından uygun görülmüş uzun süreli radyoaktif atık bekletme deposuna nakledilir.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

d) Radyoaktif atıklar içerisine tehlikeli kimyasal maddeler veya baska zehirleyici maddeler karıştırılamaz. Ancak kaçınılmaz olarak meydana gelen karışımlara ilişkin bilgiler etiketler üzerinde belirtilir.

e) Katı radyoaktif atıklar radyoaktif atık bekletme depolarında aktivite değerleri 9uncu Maddede verilen sınırların altına düşene kadar bekletilir.

f) Bu maddenin (e) bendinde belirtildiği şekilde bekletilmiş katı atık torbaları, kırılmaya, delinmeye ve taşınmaya karşı dayanıklı 150 mikron kalınlığında kırmızı plastik torbalara konulur. Bu torbaların üzerinde görülebilecek büyüklükte ve her iki yüzünde "Uluslararası Klinik Atıklar" işareti bulunur. Bu atıklar evsel nitelikli atıklar ile aynı araca yüklenmez.

g) Bu madde hükümlerine göre biriktirilmiş, bekletilmiş, torbalanmış ve gerekli radyasyon ölçümleri yapılmış katı atıklar tıbbi atık olarak değerlendirilirler ve gönderici tarafından, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde bertaraf edilir.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Sıvı Atıklarla İlgili Uyulması Gerekli Hususlar

Madde 12- Lisans sahibinin sıvı atıklarını kanalizasyon sistemine bırakabilmesi için aşağıdaki hususları yerine getirmesi zorunludur.

a) Bu Yönetmeliğin 8inci maddesinde verilen sınırlar çerçevesinde sıvı atıklar, ünite içerisinde belirlenen ve altında (T) dirsek olmayan bir lavabodan kanalizasyon sistemine su ile seyreltilerek bırakılır. Bu lavabo üzerine Radyasyon Güvenligi Yönetmeliği'nde belirtilen standart radyoaktif madde işareti takılır. Bu lavaboda radyoaktif olmayan çalısmalar yürütülmez.

b) (a) bendinde belirtilen sınırların üzerinde radyoaktivite içeren sıvı atıklar, konumları ve kapasitelerine ait projeleri Kurum tarafından onaylanmış atık bekletme sistemlerinde bekletildikten sonra bu Yönetmeliğin 8inci maddesi hükümlerinde belirtilen sınırlar çerçevesinde kanalizasyon sistemine bırakılır.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

c) Kanalizasyon sistemine bırakılacak sıvılar içindeki bütün radyoizotoplar, su içerisinde çözülebilir ve dağılabilir özellikte olmalıdır. Sıvı atık kendi içinde çözünmeyen katı parçacık veya tortu bulunduruyorsa, kanalizasyona bırakmadan önce filtre edilir. Filtre işleminde kullanılan malzeme katı atık olarak işleme tabi tutulur.

d) Radyoizotop içeren asidik çözeltiler kanalizasyon sistemine bırakılmadan önce nötralize edilir.

e) Kanalizasyon sistemine bırakılacak olan radyoaktivite içeren sıvı, zehirli maddeleri veya diğer kimyasal maddeleri bulunduruyorsa lisans sahibi tarafından kanalizasyon sistemine bırakılmadan önce Çevre Kanunu ve ilgili mevzuat çerçevesinde yetkili kuruluslardan izin alınır.

RADYOAKTİF MADDE KULLANIMINDAN OLUŞAN ATIKLARA İLİŞKİN YÖNETMELİK

Gaz Halindeki Atıklar İle İlgili Uyulması Gerekli Hususlar

Madde 13- Lisans sahibi, gaz atıkları atmosfere salıvermek için Kurumca önceden onaylanmış olan proje çerçevesinde uygun bir sistem kurmakla yükümlüdür.

RADYOAKTİF ATIK YÖNETMELİĞİ

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeligin amacı, nükleer enerjinin ve iyonlaştırıcı radyasyon kaynaklarının kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek radyoaktif atıkların çalışanlar, toplum ve çevre ile gelecek nesillere zarar vermeyecek sekilde güvenli olarak yönetilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik radyoaktif atıkların yönetimine ilişkin faaliyet ve tesislere uygulanır.

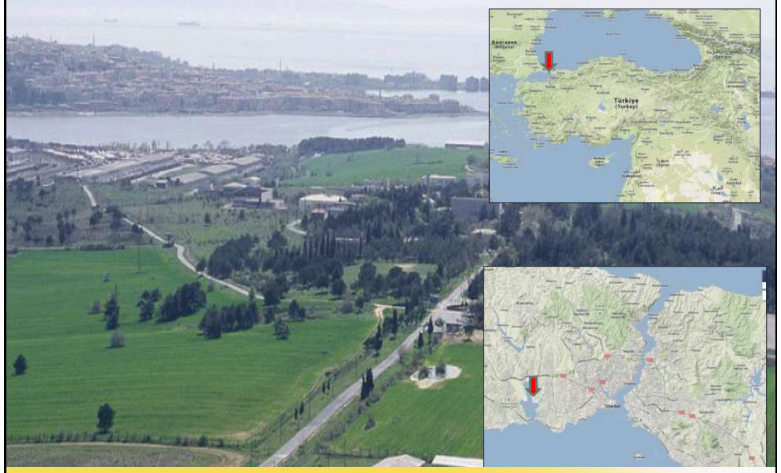
(2) Nükleer enerjinin ve iyonlaştırıcı radyasyon kaynaklarının kullanımı dışında kalan ancak radyoaktif atık ortaya çıkaran faaliyetler için bu Yönetmeliğin uygulanabilir hükümleri geçerlidir.

RADYOAKTİF ATIK YÖNETMELİĞİ

Radyoaktif Atık Yönetiminin Gerekleri ve İlkeleri

1. Sorumluluk
2. Çalısanlar, toplum ve çevrenin korunması
3. Radyoaktif atık oluşumunun kontrolü
4. Sınır ötesi etkiler
5. Radyoaktif atık yönetim adımlarında etkileşim
6. Kritiklik ve radyoaktif bozunum ısısı
7. Derinliğine savunma
8. Radyasyondan korunma
9. Emniyet
10. Yönetim sistemi
11. Güvenlik yönetimi
12. Güvenlik kültürü
13. İnsan faktörü
14. Şeffaflık

ÇNAEM, Küçükçekmece Gölü yanındadır.



DÜŞÜK DÜZEYLİ RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ BİRİMİ (DD-RAY)







- Radyoaktif Atık Yönetimi Tesisi (1989)
- Atık Yönetimi Kontrollü Alan (2006)
- Yeni Depolama Binaları (2006)
- DD-RAY (2006)
- Rehabilitasyon Prosesleri (2006-Devam)
- Radyoaktif Atık Bölümü-2012
  - DD-RAY
  - YD-RAY
- İşletme Lisansı-2013
- Radyoaktif Maddenin Güvenli Taşınması Lisansı-2013
- Radyoaktif Atık Yönetimi Yönetmeliği-2013

ÇNAEM Atık İşleme ve Depolama Tesisi 1986 yılında IAEA projesi kapsamında kuruldu. Bu tesis Düşük Seviyeli Radyoaktif atıklar için dizayn edilmiştir. Türkiye'nin tamamında oluşan radyoaktif atıklar bu tesise teslim edilir.



Radyoaktif Atık

Belli bir limitin üzerinde radyoaktivite içeren, radyoaktif olmaları nedeni ile de çevreye bırakılmaları mümkün olmayan gaz, sıvı ya da katı atık materyallerdir.

Radyoaktif atıklar için limit, hükümetler ya da lokal otoriteler tarafından saptanmaktadır.

– Radyoaktif atıklar en az bir radyoaktif izotop içermelidirler,
– Radyoaktivitesi ilgili otoriteler tarafından belirlenen muafiyet sınırlarının üzerinde olmalı,
– Kullanım dışı olmuş olmalıdır.
– Herhangi bir radyonüklid tarafından kontamine olmuş olması.

Radyoaktif Atık Yönetimi;

Radyoaktif atıkların toplanması, işlenmesi, taşınması ve depolanması veya bertarafı ile ilgili idari ve teknik bütün faaliyetlerdir.

ATIK YÖNETİMİ

• Dünyanın ilk radyoaktif atık yönetimi Oak Ridge, Tenesse'de 1944'de yapıldığından beri bu alanda dikkate alınabilir deneyimler elde edilmiştir. Başka çalışmalarda kullanılacak kadar yeterince temiz olmayan kontamine kırık cam malzemeler için amaçlanmış ilk atık yönetim alanı, Oak Ridge'de bulunan sınıflandırılmamış atıklarla doldurulmuş basit bir çukurdu. Benzer yaklaşımlar, nükleer gücün gelişiminin her fazında Amerika'da ve diğer ülkelerde diğer nükleer faaliyetler ve atık üreticileri içinde adapte edilmiştir.

• Bugün düşük ve orta düzey radyoaktif atıklar için dünyadaki atık yönetimi alanları yüzeye yakın faaliyetlerden jeolojik depolara kadar geniş bir aralıktadır. Yüzden fazla düşük ve orta düzey atık yönetimi faaliyeti halen işletilmekte ve 42'den fazlası IAEA'nın üye ülkelerinde gelişme aşamasındadır.

RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ PRENSİPLERİ

1.İnsan Sağlığının Korunması
2.Ulusal Sınırların Ötesinin Korunması
3.Evrenin Korunması
4.Gelecek Nesillerin Korunması
5.Gelecek Nesillere İlave Yük Getirilmemesi
6.Ulusal Yasal Çerçeve
7. Radyoaktif Atık Üretilmesinin Kontrolü
8. Radyoaktif Atık Yönetiminde Basamaklar Arası Uyum
9.Tesislerin Güvenliği



RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ PRENSİPLERİ

- İnsan sağlığını kabul edilebilir bir düzeyde koruyabilecek güvenirlikte olmalıdır.
- Kabul edilebilir düzeyde çevre korumasını sağlamalıdır.
- İnsan sağlığı ve çevre üzerindeki olası etkileri ulusal sınırların ötesini de dikkate alacak şekilde sağlanmalıdır.
- Gelecek nesillerin sağlığı üzerindeki tahmin edilen etkileri, bugün kabul edilen etki düzeyinden daha yüksek olmamalıdır.

RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ PRENSİPLERİ

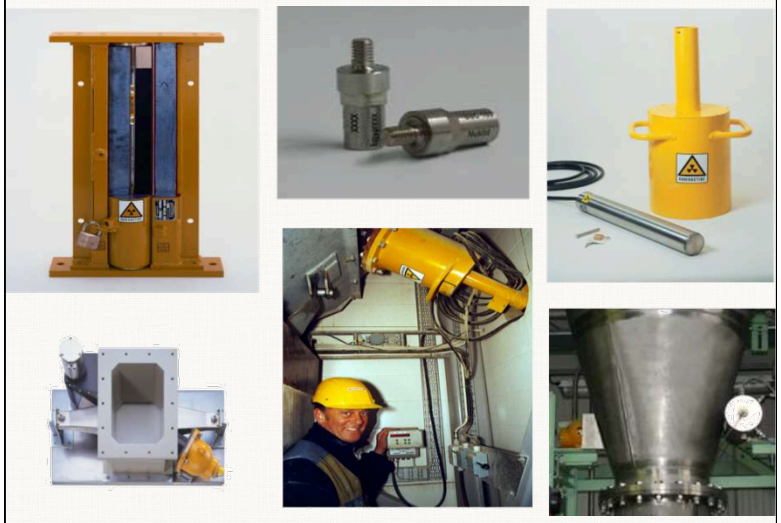
- Gelecek nesiller üzerine uygun olmayan gömüler yüklenmemelidir.
- Radyoaktif atıklar, sorumlulukların ve bağımsız düzenleyici görev şartlarının açıkça belirlendiği uygun yasal çerçeve içersinde yönetilmelidir.
- Atık çıkışı, uygulamalarda en aza indirilmelidir.
- Radyoaktif atık çıkışında ve yönetimindeki tüm adımlar arasında karşılıklı uyum hesaba alınmalıdır.
- Radyoaktif atık yönetimi tesislerinin güvenliği varoluş süreçleri boyunca sağlanmalıdır.

Türkiye'de Oluşan Radyoaktif Atık Kaynakları

- TR-2 Araştırma Reaktörü
  (Su işleme sistemi kontamine suyu, aktif reçine ve çamur)
- Üniversitelerin Radyokimya Laboratuvarları
- Nükleer araştırma laboratuvarları
  (Sıkıştırılabilir malzemeler ve kontamine sıvılar)
- Nükleer tıp (Radyoterapi, Brakiterapi kaynakaları ve kan ışınlama kaynakları)
- Endüstriyel Kaynaklar (yoğunluk, seviye, kalınlık, ağırlık, nem, ölçme cihazları)
- Radyoizotop ve radyofarmasi laboratuvarları atıkları
- Gamagrafi kaynakları ve zırhları (DU)
- Kontamine olmuş paslanmaz çelik, curuf ve hurda metal
- NORM-TENORM
- Tüketici ürünleri (Paratonerler,Duman detektörleri vb…)
- Kalibrasyon Setleri







RADYOAKTİF KAYNAKLARIN KATEGORİZASYONU (1)

Tehlikeli Kaynak Aktiviteleri (D Değerleri)

Tablo 2 in Safety Guide No. RS-G-1.9

Radyonüklid Örnekleri-Spesifik Tehlikeli Kaynak Aktiviteleri

Radyonüklid (Örnekler)	Tehlikeli Aktiviteler	
	TBq	Ci
Co-60	3.E-02	8.E-01
Cs-137	1.E-01	3.E+00
Ir-192	8.E-02	2.E+00
Am-241	6.E-02	2.E+00

RADYOAKTİF KAYNAKLARIN KATEGORİZASYONU (2)

Increasing Risk

Category	Practice	Activity Ratio A/D
1	Irradiators; Teletherapy; Gamma Knife	A/D>1000
2	Gamma radiography Brachytherapy(HDR/MDR)	1000>A/D>10
3	Fixed industrial gauges (e.g.: level, dredger, conveyor gauges) Well logging	10>A/D>1
4	Brachytherapy (LDR except eye plaques & perm implants) Portable gauges; Static eliminators; Bone densitometers	1>A/D>0.01
5	Brachytherapy (eye pl. & perm implants); XRF; ECD	0.01>A/D>Exempt/D

A = Kaynak Aktivitesi; **D = Radyonüklid-spesifik "Tehlikeli" aktivite**

RADYASYON TİPLERİ

- **Gama kaynakları** (Co-60, Cs-137, Ir-192, Genellikle Cat. 1- 2 Uygulamaları; Tıp, endüstri, tarım, araştırma)
- **Beta kaynakları** (H-3, Kr-85, Sr-90, Genellikle Cat. 3-5, Uygulamaları; Tıp ve araştırma)
- **Alfa kaynakları** (Ra-226, Pu-239, Genellikle Cat. 3-5, Endüstriyel uygulamalar, duman detektörleri, paratonerler)
- **Nötron kaynakları** (Ra-226/Be, Pu-239/Be, Genellikle Cat. 3-5, Endüstri ve araştırma, petrol kuyu logu, aktivasyon analizleri)

RADYOAKTİF KAYNAKLAR

Practice or application	Radionuclide	Decay energy [keV] half-life	Typical activity	Dose rate at 1m [mSv/h]	Time at 1m to exceed 1mSv
Teletherapy	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	50–400 TBq	8 E+04	< 1 s
	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	500 TBq	3 E+04	< 1 s
Blood irradiation	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	2–100 TBq	6 E+03	< 1 s
Industrial Radiography	Ir-192	γ (317) β (max.: 675) e (303) $T_{1/2}$ = 74 d	0.1–4 TBq	4 E+02	9 s
	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	0.1–5 TBq	1 E+03	3 s
	(Cs-137) (rare)	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a			
	(Tm-170) (rare)	γ (84) β (max.: 968) $T_{1/2}$ = 129 d			
Sterilization and food preservation (Irradiators)	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	0.1–400 PBq	1 E+08	< 1 s
	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	0.1–400 PBq	2 E+07	< 1 s
Other Irradiators	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	1–1000 TBq	3 E+05	< 1 s
	(Cs-137) (rare)	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a			< 1 s

RADYOAKTİF KAYNAKLAR

Practice or application	Radionuclide	Decay energy [keV] half-life	Typical activity	Dose rate at 1m [mSv/h]	Time at 1m to exceed 1mSv
Remote afterloading brachytherapy (High Dose Rate)	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	≈ 10 GBq	3.E+00	20 min
	Ir-192	γ (317) β (max.: 675) e (303) $T_{1/2}$ = 74 d	≈ 400 GBq	3.E+01	2 min
Manual & remote brachytherapy (Low Dose Rate)	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	0.05–4 GBq	2 E–01	5 h
	Ra-226	γ (186) α (4784) $T_{1/2}$ = 1600 a	30–300 MBq	2 E–04	20 d
	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	50–500 MBq	1 E-01	8 h
	Sr-90	β (max.: 196) $T_{1/2}$ = 29 a	50–1500 MBq	0	N/A
	Pd-103	X (20) $T_{1/2}$ = 17 d	50–1500 MBq	0	N/A
Well logging	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	1–100 GBq	6 E+00	10 min
	Am-241/Be	γ (60) α (5486) neutrons $T_{1/2}$ = 432.2 a	1–800 GBq	2 E+00	30 min
	(Cf-252)	α (6118) X (15) $T_{1/2}$ = 2.6 a neutrons	50 GBq	6 E +1 (neutrons)	1 min
Level gauge Thickness gauge Conveyor gauge	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	20–500 GBq	3 E+01	2 min
	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	0.1–10 GBq	3 E+00	20 min
	Am-241	γ (60) α (5486) $T_{1/2}$ = 432.2 a	1–100 GBq	3 E–01	3 h

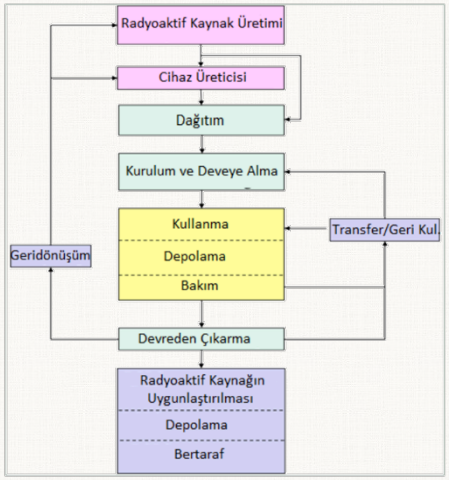
RADYOAKTİF KAYNAKLAR

Practice or application	Radionuclide	Decay energy [keV] half-life	Typical activity	Dose rate at 1m[a,b,c] [mSv/h]	Time at 1m[a,b,c] to exceed 1mSv
Moisture/density detector	Am-241/Be	γ (60) α (5486) neutrons $T_{1/2}$ = 432.2 a	0.1–2 GBq	6 E-03	7 d
	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	to 400 MBq	2 E-02	2 d
	(Cf-252)	α (6118) X (15) $T_{1/2}$ = 2.6 a neutrons	3G Bq	4 E +00	15 min
	(Ra-226/Be)	γ (60) α (5486) $T_{1/2}$ = 432.2 a neutrons	~1500 MBq		

RADYOAKTİF KAYNAKLAR

Practice or application	Radionuclide	Decay energy [keV] half-life	Typical activity	Dose rate at 1m[a,b,c] [mSv/h]	Time at 1m[a,b,c] to exceed 1mSv
Level gauge[e] Density gauge[e]	Cs-137	γ (662) β (max.: 512) e (624) $T_{1/2}$ = 30 a	0.1-10 GBq	5 E-01	2 h
	Co-60	γ (1173; 1333) β (max.: 318) $T_{1/2}$ = 5.3 a	0.1-10 GBq	3 E+00	20 min
Thickness gauge[e]	Kr-85	β (max.: 687) $T_{1/2}$ = 10.8 a	0.1-50 GBq	1 E-02	4 d
	Am-241	γ (60) α (5486) $T_{1/2}$ = 432.2 a	4 GBq	1 E-02	4 d
	Sr-90	β (max.: 546) $T_{1/2}$ = 29 a	0.1-4 GBq	0	
	Tl-204	γ (69) β (max.: 763) $T_{1/2}$ = 3.8 a	10 GBq	1E-03	(weeks)

YAŞAM DÖNGÜSÜ



YAŞAM DÖNGÜSÜNDEKİ ZAYIF NOKTALAR

- İmalatı (radyonüklidin üretimi, kapsüle edilmesi, ekipman üretimi)
- Kullanıcılara dağıtımı (taşıma, depolama)
- Uygulama periyodu (Tıbbi terapi, endüstri, vb.)
- Geçiş Periyot(ları)
- Kullanım dışı/Kullanılmış kaynaklar

Kontrolün yitirilmesi, "Sahipsiz Kaynak"a neden olur.

Kullanım Dışı Kaynaklar (DSRS)

Neden?

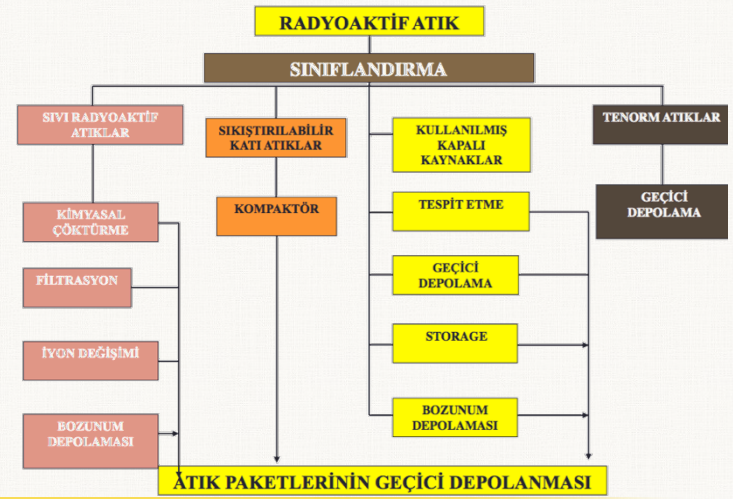
- Bozunum sebebiyle asıl amacıyla kullanılamaması
- Çatlak veya hasarlı kaynak oluşumu
- Eski ekipman
- Alternatif teknoloji
- İşletmenin kapanması (iflas veya önceliklerinin değişmesi)

Eğer DSRS düzgün yönetilemezlerse "Sahipsiz Kaynak" olabilir!

Geçiş Noktalarında Kaynaklar

- Taşıma
- Geçici olarak kullanmama
- Başka bir uygulama veya kullanıcı için beklenilmesi
- Kullanımdan vazgeçilmesi ama gelecek için herhangi bir planın olmaması

ÇNAEM RAY'DA RADYOAKTİF ATIK İŞLEME



SIKIŞTIRILABİLİR RADYOAKTİF KAYNAKLAR



KAPALI KAYNAK İŞLEME



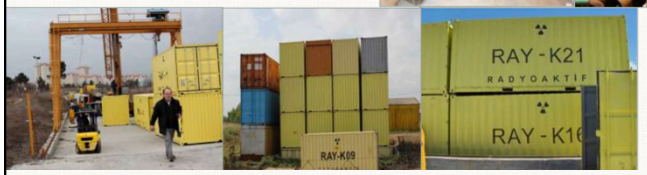
SIVI ATIK İŞLEME TESİSİ



TENORM, NORM, ÇAMUR VE HURDA METAL İŞLEME

Technologically Enhanced Radioactive Materials (TENORM) , Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM)





CONTAMINATION BY RADIONUCLIDES OF NATURAL ORIGIN

2.12. Reference [31] specifies values of activity concentration below which it is usually unnecessary to regulate material containing radionuclides of natural

TABLE 1. VALUES OF ACTIVITY CONCENTRATION FOR SOME RADIONUCLIDES OF ARTIFICIAL ORIGIN COMMONLY ENCOUNTERED IN BULK MATERIAL [31]

Radionuclide	Activity concentration (Bq/g)
Am-241, Ag-110m, Co-60, Cs-137, Pu-239, Zn-65	0.1
Cm-244, Ir-192, Nb-95, Sr-90, Tc-99, Tl-204, Zr-95	1
Au-198	10
Ni-63	100
Pm-147	1000

TABLE 2. VALUES OF ACTIVITY CONCENTRATION FOR RADIONUCLIDES OF NATURAL ORIGIN [31]

Radionuclide	Activity concentration (Bq/g)
K-40	10
All other radionuclides of natural origin	1

Table 2: Rounded General Clearance Levels in kBq/kg

Nuclides*	All materials	Wet sludges from oil and gas industry
*U 238sec (incl. U 235 sec**)*	0.5	5
U nat**	5	100
Th 230	10	100
Ra 226+	0.5	5
Pb 210+	5	100
Po 210	5	100
*U 235sec ****	5	10
U 235+ ***	5	50
Pa 231	5	50
Ac 227+	5	10
Th 232sec	0.5	5
Th 232	5	100
Ra 228+	1	10
Th 228+	0.5	5
K-40	5	100

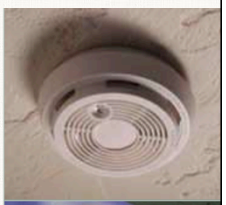
* For radionuclides considered to be in secular equilibrium see table 6 of the annex
** U 238sec and U 235sec are in their fixed natural ratio (99.275 and 0.72 % atomic fraction)
*** Separate values for radionuclides of U 235 series are given here only for information. For NORM these values are never limiting as U 238 and U 235 are always in their fixed natural ratio.

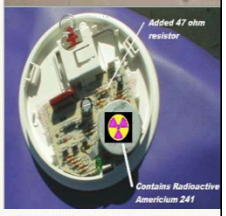
PARATONER, Mo-99/Tc-99m JENERATÖRLERİ VE DUMAN DEDEKTÖRLERİ İŞLEME











DEPOLAMA



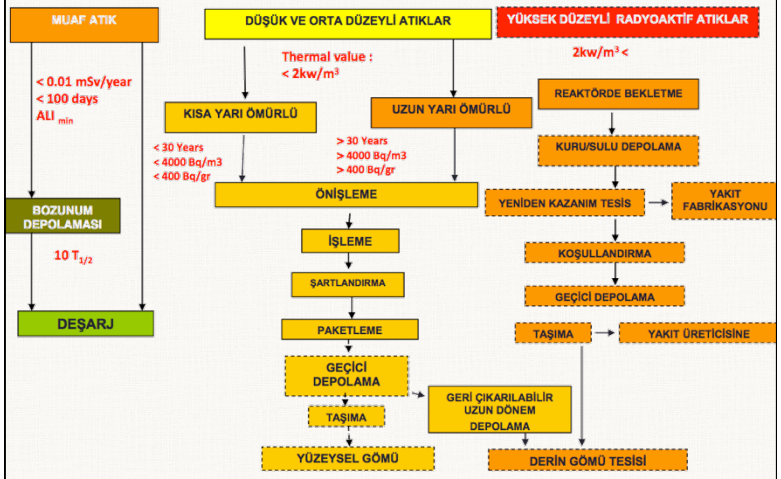
RADYOAKTİF ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Radyoaktif atıklar, değişik ölçütler çerçevesinde sınıflandırılmaktadırlar. Bir çok ülke, uygulanacak atık yönetiminin gerektirdiği özelliklere bağlı olarak değişik atık sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Atıklar sınıflarının gerektirdiği şekilde işlenmekte ve bertaraf edilmektedirler.

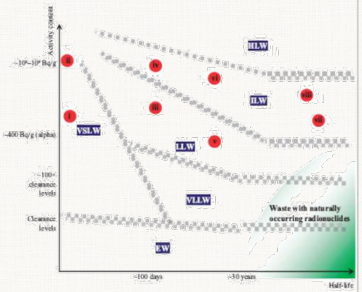
Genel olarak ;

1. Oluşum kaynaklarına
2. Radyolojik özelliklerine (yarı ömür, ısı çıkışı, radyoizotop konsantrasyonu ve aktivitesi, yüzey kontaminasyonu ve doz faktörü)
3. Fizikokimyasal özelliklerine (fiziksel durumları, boyut ve ağırlıkları, dağılabilirlikleri, çözünebilirlikleri, korozyona dirençleri, kimyasal tehlikeleri, organik içerikleri, radyoizotop soğurumları)
4. Biyolojik özelliklerine göre sınıflandırılırlar.
5. Kimyasal özelliklerine

RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ STRATEJİSİ

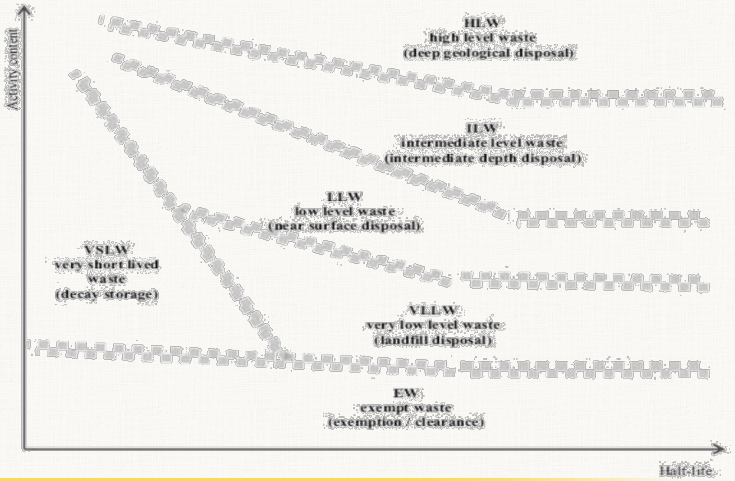


RADYOAKTİF ATIK SINIFLANDIRMA ŞEMASI



Example in Fig. III–1	Half-life	Activity	Volume	Example
I	<100 d	100 MBq	Small	Y-90, Au-198 (brachytherapy)
II	<100 d	5 TBq	Small	Ir-192 (brachytherapy)
III	<15 a	<10 MBq	Small	Co-60, H-3 (tritium targets), Kr-85
IV	<15 a	<100 TBq	Small	Co-60 (irradiators)
V	<30 a	<1 MBq	Small	Cs-137 (brachytherapy, moisture density detectors)
VI	<30 a	<1 PBq	Small	Cs-137 (irradiators) Sr-90 (thickness gauges, radioisotope thermoelectric generators (RTGs))
VII	>30 a	<40 MBq	Small, but may be large numbers of sources (up to tens of thousands)	Pu, Am, Ra (static eliminators)
VIII	>30 a	<10 GBq		Am-241, Ra-226 (gauges)

RADYOAKTİF ATIKLARIN BERTARAF YÖNTEMLERİ



ATIK KABUL KRİTERLERİ

- Radyoaktif atıklar radyonüklidlerine, yarı ömürlerine ve fiziksel durumlarına göre ayrı bir şekilde paketlenir.
- Radyoaktif atıklar mümkün mertebe orijinal zırhları (paket) ile taşınmalı.
- Paket içerisinde yanıcı, parlayıcı, korozif vb. kimyasal kirlilik ihtiva eden maddeler radyoaktif atıkla aynı anda olmamalıdır.
- Paket yüzeyinde doz hızı oldukça yüksekse paket içerisinde veya dışarısında ilave zırhlama malzemeleri (kurşun, beton vb.) ile kaplanmalıdır.
- Paket yüzeyinde yüksek sıcaklık oluşmasını önleyici tedbirler alınmalıdır.

ATIK KABUL KRİTERLERİ

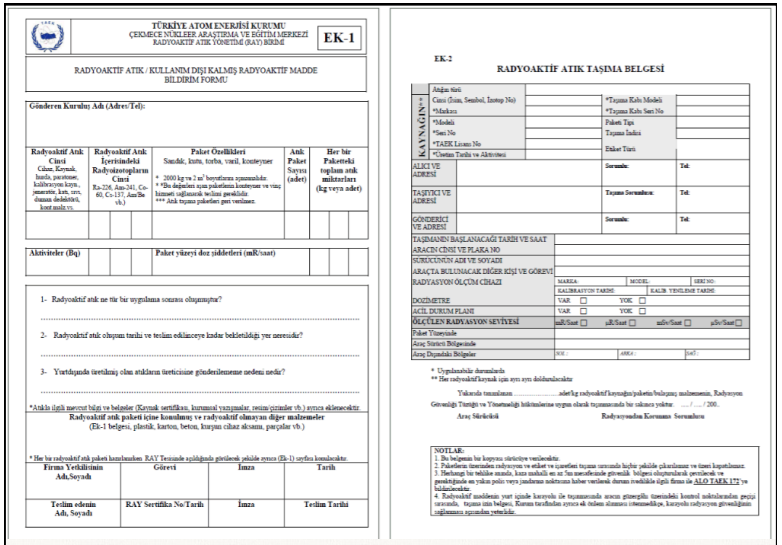
- 50 kg'ı aşan ağırlıktaki paketler üzerine brüt ağırlıklar yazılır. Ayrıca, paket tipi (Tip A, Tip B(U)... gibi), yetkili makam lisans numarası, paketin seri no'su ve Birleşmiş Milletler numarası yazılır.
- Her paket belirtilen sınıflandırma etiketleriyle etiketlenirler. Bu etiketler paketlerin iki zıt yönüne yapıştırılırlar. Etiketler üzerinde "radyoaktif madde" işareti, radyoaktif maddenin cinsi, radyoaktivesi ve gerekiyorsa taşıma indisi (T.I.) yazılmalıdır.
- Radyoaktif paket taşıyan araçların iki yanı ile arka taraflarına üzerinde "RADYOAKTİF" kelimesi yazılı ve üzerinde radyasyon işareti olan 25cm x 25cm ebadında "plakalar" takılır. Bu plakalar taşıma işlemi bitince çıkarılır.
- Atık dosyası eksiksiz bir şekilde Radyoaktif Atık Yönetimi Birimine teslim edilir.

RADYOAKTİF ATIK DOSYASI

Radyoaktif atık Yönetimi Tesisine teslim edilmek istenen her bir atık paketi için gerekli bilgileri içeren dosyaya "Atık Dosyası" denir.

1. Dilekçe
2. EK-1 (Radyoaktif Atık / Kullanım Dışı Kalmış Radyoaktif Madde Bildirim Formu) 3. EK-2 (Radyoaktif Atık Taşıma Belgesi)
4. EK-3 (Paratonerler için)
5. EK-G (Geçici depolama için)
6. Makbuz (Dekont)
7. Radyoaktif atığa ilişkin sertifika ve lisans belgeleri
8. RKS'nin geçerli "Radyasyondan Korunma Eğitimi" sertifikası
9. Taşıyıcı firmanın TAEK'ten almış olduğu işletme lisansı
10. Ölçüm cihazı (Detektör, Dozimetre, TLD)
11. Ölçüm cihazının geçerli kalibrasyon sertifikası
12. Acil durum planı
13. Şoförün SRC 5 Belgesi

Link; http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/radyoaktif_madde/
http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/ucretler/



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
ÇEKMECE NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ
RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ (RAY) BİRİMİ

EK-1

RADYOAKTİF ATIK / KULLANIM DIŞI KALMIŞ RADYOAKTİF MADDE BİLDİRİM FORMU

Gönderen Kurulu Adı (Adres/Tel):

Radyoaktif Atık Cinsi (Cihaz, Kaynak, hurda, parafoner, kalibrasyon kaynağı, sintilatör, kit, toz, duman dedektörü, kont malz.vs.	Radyoaktif Atık İçerisindeki Radyoizotopların Cinsi (Ra-226, Am-241, Co-60, Cs-137, Am/Be vb.)	Paket Özellikleri Sandık, kutu, torba, varil, konteyner * 2000 kg ve 2 m³ boyutlarını aşmamalıdır. * *Bu değerleri aşan paketlerin konteyner ve vinç hizmeti sağlanarak taşınması gerekir. *** Atık taşıma paketleri gazı verilmez.	Atık Paket Sayısı (adet)	Her bir Paketteki toplam atık miktarları (kg veya adet)

Aktiviteler (Bq)				Paket yüzeyi doz şiddetleri (mR/saat)			

1- Radyoaktif atık ne tür bir uygulama sonucu oluşmuştur?

.....

2- Radyoaktif atık oluşum tarihi ve teslim edilinceye kadar bekletildiği yer neresidir?

.....

3- Yurtdışında üretilmiş olan atıkların üreticisine gönderilememe nedeni nedir?

.....

*Atıklı ilgili mevcut bilgi ve belgeler (Kaynak sertifikası, kurumsal yazışmalar, resim/çizimler vb.) ayrıca eklenecektir

Radyoaktif atık paketi içine konulmuş ve radyoaktif olmayan diğer malzemeler
(Ek-1 belgesi, plastik, karton, beton, kurşun cihaz aksamı, parçalar vb.)

* Her bir radyoaktif atık paketi hazırlandıktan RAY Tesisinde sağlığında görülecek şekilde ayrıca (Ek-1) sayılı komşuluğa.

Firma Yetkilisinin Adı,Soyadı	Görevi	İmza	Tarih
Teslim edenin Adı, Soyadı	RAY Sertifika No/Tarih	İmza	Teslim Tarihi

EK-2

RADYOAKTİF ATIK TAŞIMA BELGESİ

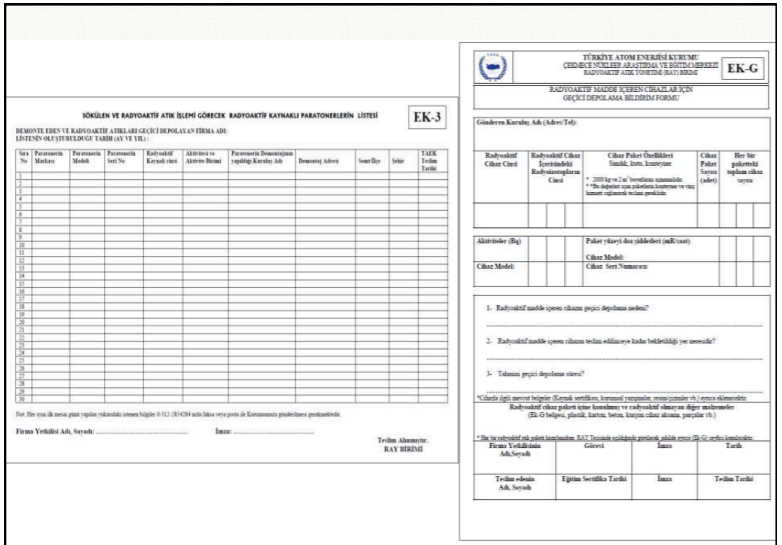
KAYNAĞIN	Atığın türü			
	Cinsi (İsim, Sembol, İzotop No)		*Taşıma Kabı Modeli	
	*Markası		*Taşıma Kabı Seri No	
	*Modeli		Paketi Tipi	
	*Seri No		Taşıma İndeksi	
	*TAEK Lisans No		Etiket Türü	
	*Üretim Tarihi ve Aktivitesi			
ALICI VE ADRESİ		Sorumlu:		Tel:
TAŞIYICI VE ADRESİ		Taşıma Sorumlusu:		Tel:
GÖNDERİCİ VE ADRESİ		Sorumlu:		Tel:
TAŞIMANIN BAŞLANACAĞI TARİH VE SAAT				
ARAÇIN CİNSİ VE PLAKA NO				
SÜRÜCÜNÜN ADI VE SOYADI				
ARAÇTA BULUNACAK DİĞER KİŞİ VE GÖREVİ				
RADYASYON ÖLÇÜM CİHAZI	MARKA:	MODEL:	SERİ NO:	
	KALİBRASYON TARİHİ:	KALİB. YENİLEME TARİHİ:		
DOZİMETRE	VAR ☐	YOK ☐		
ACİL DURUM PLANI	VAR ☐	YOK ☐		
ÖLÇÜLEN RADYASYON SEVİYESİ	mR/Saat ☐	µR/Saat ☐	mSv/Saat ☐	µSv/Saat ☐
Paket Üzerinde				
Araç Sürücü Bölgesinde				
Araç Dışındaki Bölgeler	SOL:	ARKA:	Sol:	

* Uygulanabilir durumlarda
** Her radyoaktif kaynak için ayrı ayrı doldurulacaktır

Yukarıda tanımlanan ..... adet/kg radyoaktif kaynağın/paketin/bulaşığı malzemenin, Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve Yönetmeliği hükümlerine uygun olarak taşınmasında bir sakınca yoktur. ...../...../ 200..

Araç Sürücüsü | Radyasyondan Korunma Sorumlusu

NOTLAR:
1. Bu belgenin bir kopyası sürücüye verilecektir.
2. Paketlerin üzerinden radyasyon ve etiket ve işaretleri taşıma sırasında kolay şekilde çıkarılmaz ve silinmez kapatılmaz.
3. Herhangi bir tehlike anında, kaza mahalli en az 3m mesafesinde güvenlik bölgesi oluşturulacak şekilde ve gerektiğinde en yakın polis veya jandarma noktasına haber verilecek durum mutlaka ilgili firma ile ALO TAEK 177'ye bildirilecektir.
4. Radyoaktif maddenin yurt içinde kanuyolu ile taşınmasında aracın güzergâhı üzerindeki kontrol noktalarından geçiş sırasında, taşıma izin belgesi, Kurum tarafından ayrıca ek ödeme alınmayı istenmediğe, kanuyolu radyasyon görevlilerinin sağlanması sağlanacaktır.



EK-3

SÖKÜLEN VE RADYOAKTİF ATIK İŞLEMİ GÖRECEK RADYOAKTİF KAYNAKLI PARATONERLERİN LİSTESİ

DEMONTE EDEN VE RADYOAKTİF ATIKLARI GEÇİCİ DEPOLAYAN FİRMA ADI:
LİSTENİN OLUŞTURULDUĞU TARİH (AY VE YIL):

Sıra No	Paratonerin Markası	Paratonerin Modeli	Paratonerin Seri No	Radyoaktif Kaynak cinsi	Aktivitesi ve Aktivite Birimi	Paratonerin Demontajının yapıldığı Kurulun Adı	Demontaj Adresi	Sonuç İlçe	Şehir	TAEK Teslim Tarihi
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Not: Her ayın ilk mesai günü yapılan yukarıdaki sonuçları bildirir 0-312-2854284 nolu faksa veya posta ile Kurumumuza gönderilmesi gerekmektedir.

Firma Yetkilisi Adı, Soyadı: ..... İmza: .....

Teslim Alınmıştır.
RAY BİRİMİ

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
ÇEKMECE NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ
RADYOAKTİF ATIK YÖNETİMİ (RAY) BİRİMİ

EK-G

RADYOAKTİF MADDE İÇEREN CİHAZLAR İÇİN GEÇİCİ DEPOLAMA BİLDİRİM FORMU

Gönderen Kurulu Adı (Adres/Tel):

Radyoaktif Cihaz Cinsi	Radyoaktif Cihaz İçerisindeki Radyoizotopların Cinsi	Cihaz Paket Özellikleri Sandık, kutu, konteyner * 2000 kg ve 2 m³ boyutlarını aşmamalıdır. * *Bu değerleri aşan paketlerin konteyner ve vinç hizmeti sağlanarak taşınması gerekir.	Cihaz Paket Sayısı (adet)	Her bir paketteki toplam cihaz sayısı

Aktiviteler (Bq)				Paket yüzeyi doz şiddetleri (mR/saat)			

Cihaz Model:

Cihaz Seri Numarası:

1- Radyoaktif madde içeren cihazın geçici depolama nedeni?

.....

2- Radyoaktif madde içeren cihazın teslim edilinceye kadar bekletildiği yer neresidir?

.....

3- Talimatı geçici depolama süresi?

.....

*Cihazla ilgili mevcut belgeler (Kaynak sertifikası, kurumsal yazışmalar, resim/çizimler vb.) ayrıca eklenecektir

Radyoaktif cihaz paketi içine konulmuş ve radyoaktif olmayan diğer malzemeler
(Ek-G belgesi, plastik, karton, beton, kurşun cihaz aksamı, parçalar vb.)

* Her bir radyoaktif atık paketi hazırlandıktan RAY Tesisinde sağlığında görülecek şekilde ayrıca (Ek-G) sayılı komşuluğa.

Firma Yetkilisinin Adı,Soyadı	Görevi	İmza	Tarih
Teslim edenin Adı, Soyadı	Eğitim Sertifika Tarihi	İmza	Teslim Tarihi

RADYOAKTİF ATIK YÖNETİM ÜCRETLERİ

04.00.00.00.00	RADYOAKTİF ATIK HİZMETLERİ		
04.01.00.00.00	RADYOAKTİF ATIK İŞLEME VE DEPOLAMA HİZMETLERİ		
04.01.01.00.00	Yüksek aktiviteli tıbbi/endüstriyel kaynaklar (>10 TBq)	12.000,00	TL/Kaynak
04.01.02.00.00	Orta aktiviteli tıbbi/endüstriyel kaynaklar (>1GBq 10 TBq)	1.200,00	TL/Kaynak
04.01.03.00.00	Düşük aktiviteli tıbbi/endüstriyel kaynaklar (<1GBq)	600,00	TL/Kaynak
04.01.04.00.00	Radyoaktif kaynakların kiralanması	50,00	TL/Gün
04.01.05.00.00	Paratoner	40,00	TL/Adet
04.01.06.00.00	Duman detektörleri	8,00	TL/Adet
04.01.07.00.00	Teknesyum jeneratörleri	24,00	TL/Adet
04.01.08.00.00	Yalnızca eğitim ve araştırma amaçlı kullanılmış olan radyasyon kaynakları	20,00	TL/Kaynak
04.01.09.00.00	Kalibrasyon kaynak setleri (eğitim amaçlı)	24,00	TL/Adet
04.01.10.00.00	Kalibrasyon Kaynak setleri (Tıbbi/endüstriyel amaçlı)	70,00	TL/Adet
04.01.11.00.00	Radyoaktif kaynakların geçici depolanması (Tehlikeli kimyasal içerenler hariç)	24,00	TL/Gün
04.01.12.00.00	Sıkıştırılmış katı atıklar	60,00	TL/Kg
04.01.13.00.00	Sıvılaştırılmış radyoaktif atıklar	60,00	TL/Litre
04.01.14.00.00	Kimyasal kirlilik ihtiva eden radyoaktif sıvı atıklar	120,00	TL/Litre
04.01.15.00.00	TENORM Radyoaktivite bulaşmış hurda	300,00	TL/Ton
04.01.16.00.00	Gösterge, hurda ve aksamlar	20,00	TL/Adet
04.01.17.00.00	Radyoaktif atık paketi ve atık dosyası hazırlama	700,00	TL/Adet
04.01.18.00.00	Karayolu ile Atık Taşıma Ücreti	1.200,00	TL+(2,00.-TL.xKm)
04.01.19.00.00	Radyoaktif Atık Taşınması Uzman Bedeli	1.500,00	TL
04.01.20.00.00	Düşük aktiviteli tıbbi/endüstriyel kaynaklardan (<1GBq) yarılanma süresi 120 günden daha küçük olan kapalı radyoaktif kaynaklar	110,00	TL/Kaynak
04.01.21.00.00	Düşük aktiviteli tıbbi/endüstriyel kaynaklardan aktivitesi 1GBq'den yüksek, yarılanma süresi 120 günden daha küçük olan kapalı radyoaktif kaynaklar	220,00	TL/Kaynak
04.01.22.00.00	Hurda ayıklama ve radyasyon kontrolü günlük uzman bedeli	1.000,00	TL/Gün
04.01.23.00.00	Yapay radyoaktif maddelerle kontamine (kirlenmiş) olmuş atıkların ayıştırıldıktan sonraki uzun süreli depolama ve saklama ücreti	2.625,00	TL/Ton
04.01.24.00.00	Radyoaktif Kaynak Sökümü (kaynağın sökülebilmesi için vinç vb. hizmet gerektiren işlemlerin firma tarafından sağlanması koşuluyla)	800,00	TL/Adet
04.01.25.00.00	Radyoaktivite bulaşmış malzemelerin bertarafı için proje hazırlanması	20.000,00	TL/Proje
04.01.26.00.00	Evrak sorgulama ve yeniden atık teslim tutanağı hazırlanması	250,00	TL/Adet

Radyoterapi
Seviye, kalınlık vb.
Ağırlık, yoğunluk vb.
Kağıt, peçete, önlük , eldiven vb.
H-3, Sr-90, Cs-137 vb
Asit, baz, organik çözelti vb.
Hurda, Kontamine parçalar vb.
Atık Yönetimi Biriminden Radyoaktif Atıkların Teslim Alınması Hizmeti
Ir-192, Se-75 vb.
Eu-152 vb.

RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Radyoaktif atık teslim etme talebinde bulunacak firmalar/kişiler TAEK Bilgi Sistemleri Projesi internet sitesinden (https://bilsis.taek.gov.tr/taek) e-devlet şifreleriyle giriş yaparak başvuru yapacaklardır.

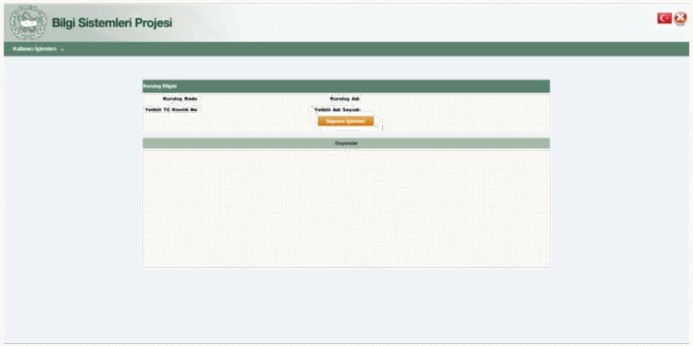
- Giriş sayfası aşağıda görülmektedir.

RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ



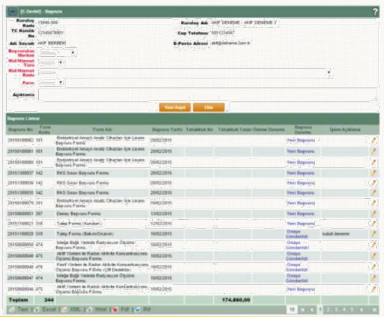
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Giriş yapıldıktan sonra, firma bilgilerinin bulunduğu aşağıdaki sayfa görülecektir.



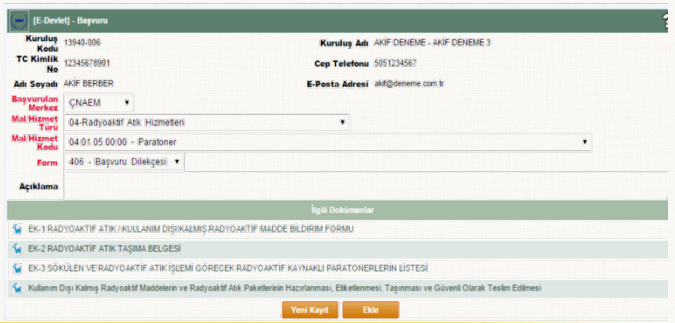
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Buradan başvuru işlemleri sekmesine tıklanarak başvuru işlemlerine başlanabilir.
  - Başvurulan Merkez:
    ÇNAEM
  - Mal/Hizmet Türü:
    04-Radyoaktif Atık Hizmetleri
  - Mal/Hizmet Kodu:
    Atığın ve hizmetin türüne göre seçiniz



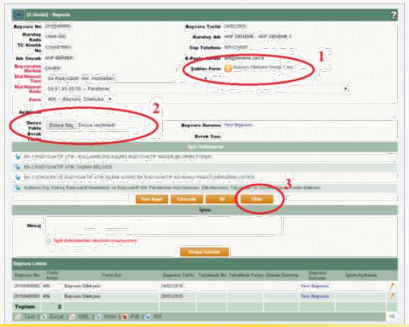
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Başvurunuzu ilgilendiren Mal/Hizmet Kodunu seçtikten sonra aşağıdaki ekran görülecektir. İlgili dokümanlar kısmında görülen form veya belgeleri bilgisayarınıza kaydederek doldurmanız ve ilgili bilgi dokümanlarını okumanız gerekmektedir. EKLE tuşuna tıklayarak devam ediniz.



RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Karşınıza gelecek ekranda 1 numaralı alanda görülen «başvuru dilekçesi örneği» ni bilgisayarınıza kaydedip, başvurunuza uygun biçimde doldurunuz.
- Doldurduğunuz başvuru dilekçesini resimde 2 numaralı alanda görülen «dosya yükle» kısmından sisteme yükleyiniz.
- 3 numaralı alanda görülen «Ekler» sekmesine tıklayarak devam ediniz.



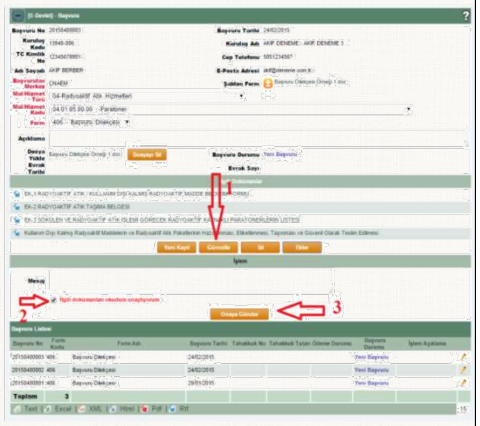
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Karşınıza gelecek ekranda 1 numaralı alanda görülen «Ek No» kısmından «1»den başlayarak ekleyeceğiniz belgeleri numaralandırınız.
- Daha sonra 2 numaralı alanda görülen «dosya seç» kısmından daha önce bilgisayarınıza kaydedip doldurduğunuz formları teker teker yükleyerek «ekle» ye tıklayınız. Eklediğiniz dokümanlar aşağıdaki gibi görünecektir.
- Ekler sayfasını kapatınız.



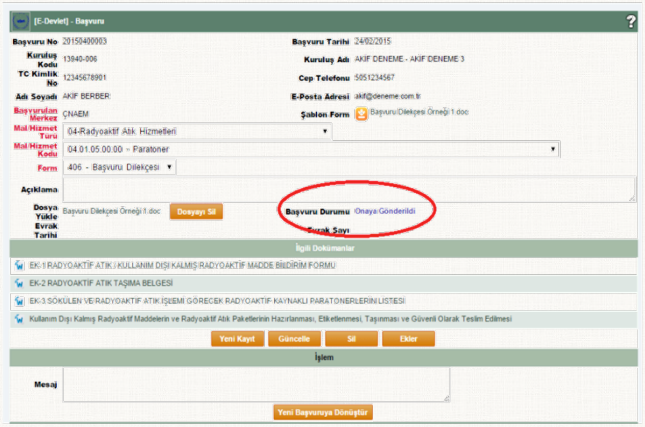
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Ekler sayfasını kapattıktan sonra yan tarafta görülen Başvuru ekranına geri döneceksiniz. Burada ilk olarak «Güncelle» sekmesine tıklayınız.
- «**İlgili Dokümanları okudum onaylıyorum**» kutusunu mutlaka işaretleyiniz.
- Mesaj kutusuna belirtmek isteğiniz hususları yazabilirsiniz.
- «Onaya Gönder» e tıklayarak başvurunuzu tamamlayınız.



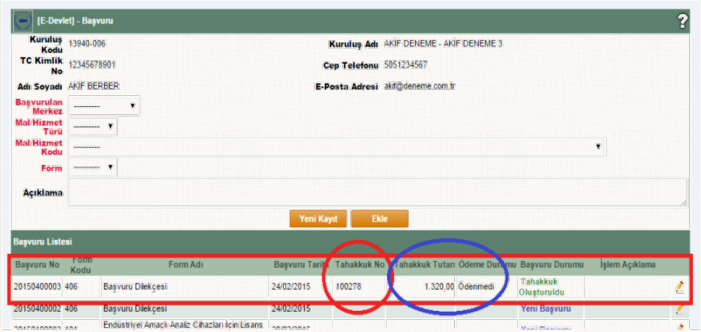
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- «Başvuru Durumu» ndan başvurunuzun durumunu görebilirsiniz.



RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- Başvurunuz onaylandıktan sonra e-mail adresinize bilgilendirme mesajı gelecektir. BİLSİS ten tekrar giriş yaparak başvuru durumunuzu görüntülediğinizde aşağıdaki ekran görünecektir.
- «Tahakkuk Oluşturuldu» durumuna gelen başvurunuzun devam işlemleri şöyledir:



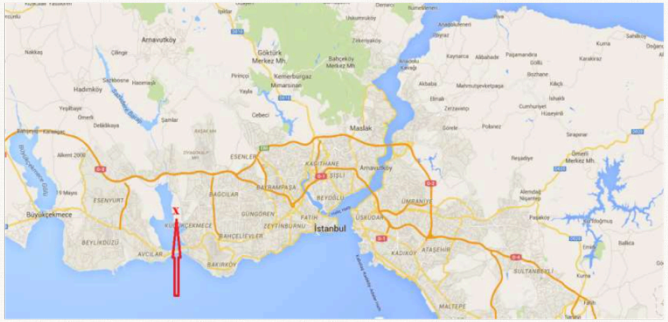
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİ PROSEDÜRÜ

- «**Tahakkuk No**» da görülen numara ile Ziraat Bankası veya Halk Bankası'nın Şubeleri veya bankamatikleri üzerinden «tahakkuk tutarı» kısmında belirtilen miktardaki ödemeyi yapınız. Yapacağınız ödeme sistemde görünecektir, ayrıca tarafımıza dekont teslim etmeniz gerekmemektedir.

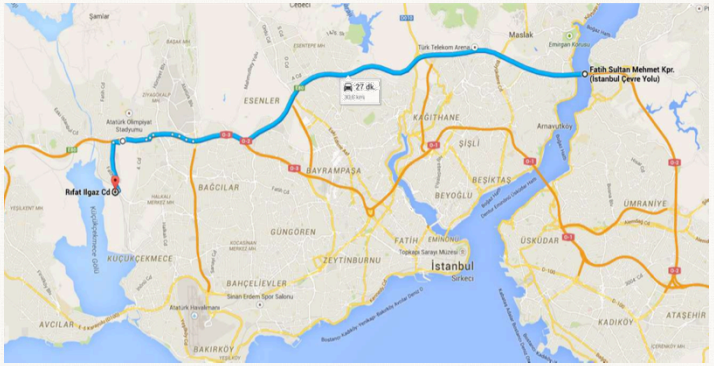
- Ödeme alındıktan sonra atık paketini Düşük Düzeyli Radyoaktif Atık Yönetimi Birimi'ne atık dosyasıyla beraber teslim edebilirsiniz.

Düşük Düzeyli Radyoaktif Atık Yönetimi Birimi' nin Konumu

Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Yarımburgaz Mah. Nükleer Araştırma Merkezi Yolu Küçükçekmece İstanbul 34303 Tel: 0212 4732600 Ext: 2301-2401 Belge geçer: 0212 4732634



- Kooordinatlar: Kuzey:41^0 1' 26,59"
  Doğu: 28^0 45' 36,37"



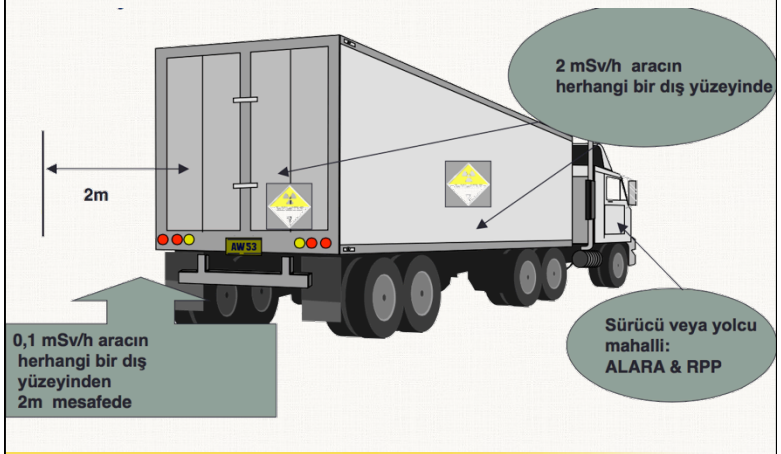
RADYOAKTİF ATIK TESLİMİNDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

1. Taşıma öncesi ve esnasında "Radyoaktif Maddelerin Güvenli Taşınmasına İlişkin Yönetmelik"te belirtilen hususlara uyulması.
2. Atık Yönetimi Bölümü'yle en az iki gün önceden iletişime geçilmelidir.
3. Radyoaktif madde uygun bir şekilde paketlenmelidir.
4. Paket uygun bir şekilde etiketlenmelidir.
5. Paket yüzeyindeki doz hızı mümkün olan en düşük seviye gelecek şekilde zırhlanmalıdır.
6. Paket uygun bir şekilde araca yerleştirilmelidir.
7. Paket araca halat, ip vs kullanarak sabitlenmeli, hareket etmesi engellenmelidir.

RADYOAKTİF ATIK TESLİMİNDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

8. Radyoaktif atık taşıyacak aracın sol yanına, sağ yanına ve arkasına radyasyon uyarı işaretleri yapıştırılmalıdır.
9. Şoför mahalli ve atık paketinin bulunduğu kasa vb. sık sık kontrol edilmelidir.
10. Taşıma esnasında dozimetre ve doz ölçüm cihazları bulundurulmalıdır.
11. Taşıma işlemini SRC-5 sertifikalı şoför gerçekleştirmelidir.
12. Atık dosyası eksiksiz bulundurulmalıdır.
13. Taşıma öncesi TAEK'e haber verilmelidir.
14. Acil bir durumda personelin ne yapması taşıma öncesi RKS tarafından personele anlatılmalıdır.
15. Acil durum eylem planı olmalıdır.

TAŞIMA ARAÇLARI İÇİN EN YÜKSEK RADYASYON SEVİYELERİ



RADYOAKTİF ATIK TAŞINMASI VE ETİKETLENMESİ

Radyoaktif madde taşınmasında **ana amaç**; radyasyon ve nükleer kritiklik risklerine karşı halkın, görevlilerin ve çevrenin güvenliği açısından yeterlilik sağlayacak güvenlik standartlarının belirlenmesi ve en yüksek seviyede uygulanmasıdır.

- Taşıma kapları
- Paket

Taşıma kavramı içine paket tasarımı, paket imalatı, yükleme hazırlıkları, yükleme, sevkıyat ve gerekiyorsa geçici depolama, indirme ve alıcıya teslim safhaları girer.

IAEA tarafından hazırlanan radyoaktif maddenin güvenli taşınmasına yönelik olarak **"Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material"** başlıklı yayını esas alınmıştır.

TANIMLAR

Paket: Radyoaktif maddenin dağılıp saçılmasını ve sızmasını önleyecek şekilde özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş mahfaza ile bunun içindeki radyoaktif maddeyi ve ilgili işaret, etiket, plaka ile belgeyi de içeren ve çeşitleri bu yönetmelikte tanımlanmış taşıma kabıdır.

Özel Hazırlanmış Radyoaktif Madde: Dağılma, saçılma veya sızıntıya neden olmayacak bir kapsül içerisinde muhafaza edilen veya dağılıp saçılması mümkün olmayan katı halde radyoaktif maddedir.

Tank: Hacmi 450 L'den ve gaz taşınması halinde 1000 L'den az olmayan, doldurma, boşaltma yapmak için tanktan herhangi bir parçanın sökülmesinin gerekmediği tank tipi taşıma kabı, karayolunda çekiciye bağlanan veya demiryolunda vagon tipi tanktır.

Ticari Taşıma Kabı: Tekrar kullanılabilir şekilde ve taşımanın çeşitli safhalarında taşıma yollarının birinden diğerine geçmeyi ve taşıdığı paket ya da kolilerin ara yükleme yapılmaksızın transferini kolaylaştıracak şekilde imal edilmiş kaptır. Bir boyutu 1,5 m'yi geçmeyen veya iç hacmi 3,0m^3 ve daha küçük olanlar küçük taşıma kabını, diğerleri ise büyük taşıma kabını ifade eder.

ADİ PAKETLER

Adi maddeler çok düşük radyoaktivite içeren maddelerdir. Bunlar çevreyle etkileştiklerinde önemli bir tehlike oluşturmazlar. Bu tip paketlere örnek olarak:

- Radyoaktivite içeren saat, elektronik cihaz gibi mamul madde paketleri,
- Doğal uranyum, doğal toryum, tüketilmiş uranyum ve diğer radyoaktif maddeleri içeren paketler,
- Radyofarmasötikler, immunoassay takımları, küçük kapalı kontrol kaynakları içeren paketler,
- Daha önce içinde radyoaktif madde bulunan, fakat sonra temizlenmiş ve yüzey bulaşması limitlerin 1000 kat altına kadar indirilmiş olan paketler verilebilir.

ENDÜSTRİYEL PAKETLER

a) Düşük özgül aktiviteli madde (Low Specific Activity Material-LSA)
b) b) Yüzeyi bulaşmış cisimleri (Surface Contaminated Object-SCO) taşımada kullanılır.

a) Düşük Özgül Aktiviteli Madde (LSA)

Yapısı itibariyle birim kütlesi başına düşen aktivitenin çok düşük olduğu maddedir. 3 gruba ayrılır:

a.1) LSA - I: Fiziksel olarak solunum ya da sindirim yoluyla meydana getirebileceği önemli bir doz etkisinin ortaya çıkması için oldukça büyük kütlesine maruz kalmayı gerektirecek ışınlanmamış doğal ya da tüketilmiş uranyum ve toryum bileşikleri ile yönetmelik çerçevesi dışında tutulan radyoaktif maddelerin özgül aktivitelerinin 30 katını aşmayacak aktiviteye sahip maddelerdir.

a.2) LSA - II: Tahmini özgül aktivitesi katı ve gazlar için 10-4 A2 / g ve sıvılar için ise 10-5 A2 / g değerini aşmayan radyoaktif maddelerdir.

a.3)LSA - III: Kendisi aktif olmayan, fakat radyoaktivitenin bünyesinde düzgün dağıldığı bağlayıcı maddelerdir (çimento, zift gibi).

ENDÜSTRİYEL PAKETLER

b) Yüzeyi Bulaşmış Cisim (SCO)

Kendisi radyoaktif olmayan, fakat radyoaktivitenin yüzeyinde dağıldığı cisim, cihaz ya da malzeme olup bunlar da temel olarak 2 gruba ayrılır:

b.1) SCO - I : Ortalama 300 cm^2 yüzey üzerinde,

Sabit Olmayan Bulaşma: b ve g yayıcılar ve düşük seviyede zehirleyici özelliğe sahip a yayıcıları için 4 Bq/cm^2 'yi veya yüksek seviyede zehirli a yayıcıları için 0,4 Bq/cm^2'yi geçmeyen katı cisimlerdir.

Sabit Bulaşma: β ,γ yayıcıları x ve düşük seviyede zehirleyici özelliğe sahip a yayıcıları için $4x10^4$ Bq / cm^2 ' yi veya yüksek seviyede zehirleyici α yayıcıları ve diğer tüm α yayıcıları için $4x10^3$ Bq/cm^2'yi geçmeyen katı cisimlerdir.

b.2) SCO - II : Yüzeyi üzerinde sabit ve sabit olmayan bulaşma, SCO - I için belirlenen uygulanabilir sınırları aşan katı cisimlerdir.

A TİPİ PAKETLER

Küçük fakat önemli aktiviteye sahip maddenin güvenli ve ekonomik taşınması için tasarlanmış paket tipidir.

A1 A Tipi Paketlerde özel formlu radyoaktif maddeler için izin verilen maksimum aktivite değerini,
A2 ise yine A Tipi Paketlerde özel formlu radyoaktif maddelerin haricindeki diğer radyoaktif maddeler için izin verilen maksimum aktivite değerlerini göstermektedir.

Bu tip paketlerin içeriklerinin toplam aktivitesi, içersindeki radyoaktif çekirdeklerin varlıklarına göre uygun olarak sınırlandırılmış olup; bu sınırlama özel formlu radyoaktif madde olup olmadığına bağlıdır. Bu limitler, radyoaktif maddenin çevreye yayılması sırasında dış radyasyonun ya da bulaşmanınen düşük seviyede olmasını sağlar.

B TİPİ PAKETLER

Normal taşıma koşulları dışında ciddi kaza durumlarında taşıdığı radyoaktif maddenin açığa çıkmasını engelleyecek şekilde ve genellikle bir defa kullanılmak üzere tasarlanmış paket tipidir.

B Tipi Paketler tek taraflı onay B (U) ya da çok taraflı onay B (M) ile taşınır. Bunlar:

B(U): Yalnız paket tasarımının yapıldığı ülkenin yetkili otoritesinin onayı yeterlidir.
B(M): Paket tasarımının yapıldığı ülkenin yetkili otorite onayının yanı sıra; sevkiyatın geçtiği yol üzerindeki ülkelerle birlikte, sevkiyatın yapıldığı ülkenin yetkili otoritesinin de onayı gerekmektedir.

Bölünebilir Madde; taşıma sırasında kritiklik koşullarının kontrol edilebildiği paket tasarımlarının gerektiği U - 233, U - 235, Pu - 239, Pu - 241 ya da bunların bileşimleridir. Bölünebilir madde taşıyan B- Tipi Paketler bu sefer B(U)F veya B(M)F şeklinde ifade edilir.

B Tipi paket içeriklerine örnek olarak medikal ya da araştırma amaçlı radyo-izotoplar, endüstriyel, medikal ya da araştırma amaçlı kaynaklar ile ışınlanmış ya da ışınlanmamış nükleer yakıtlar verilebilir.

C TİPİ PAKETLER

Özellikle uçak kazalarındaki çarpma etkisinin göz önüne alındığı ve yüksek aktiviteli radyoaktif maddenin taşındığı yüksek çarpma hızına dayanıklı olarak tasarlanmış ve imal edilmiş pakettir.

Bölünebilir Madde Taşıyan Paketler: Radyoaktif olmasının yanı sıra bölünebilir madde özelliğine de sahip madde taşıyan pakettir. Onay sertifikasının gerektirdiği koşullar B ve C tipi pakette olduğu gibidir. Farklı yükleme ve taşıma koşullarında reaksiyon meydana gelmesini önleyecek şekilde tasarlanır ve imal edilir.

Uranyum Hekzaflorür Taşıyan Paketler: Paket içindeki uranyum hekzaflorürün kütlesi olabilecek en yüksek ortam sıcaklığında paket içindeki boşluğun %5'inden daha büyük bir taşma yaratmayacak miktarda olmalıdır. Uranyum hekzaflorür, iç basıncı atmosfer basıncından düşük olan paket içinde ve katı halde taşınır.

Radyoizotop	A1	A2	Radyoaktivite Konsantrasyonu Bq/g	Radyoaktivite Sınırı Bq
Am-241	1* 10E-1	1*10E-3	1 × 10E0	1 × 10E4
Ba-133	3*10E 0	3*10E 0	1*10E2	1*10E6
C-14	4*10E1	3*10E0	1*10E2	1*10E7
Co-60	4*10E-1	4*10E-1	1*10E2	1*10E5
Cs-136	5*10E-1	5*10E-1	1*10E2	1*10E5
I-131	3*10E0	7*10E-1	1*10E2	1*10E6
I-192	1*10E0	6*10E-1	1*10E2	1*10E4
K-40	9*10E-1	9*10E-1	1*10E2	1*10E6
Mo-99	1*10E0	6*10E-1	1*10E2	1*10E6

TABLO 2- A_1 VE A_2 İÇİN GENEL DEĞERLER

İçindekiler	A_1	A_2	Muaf madde için radyoaktivite konsantrasyonu	Muaf sevkiyat için radyoaktivite sınırı
	TBq	TBq	Bq/g	Bq
yalnızca β veya γ yayıcı radyoizotopların varlığı bilinmiyorsa	0.1	0.02	$1x10^1$	$1x10^4$
yalnızca α yayıcı izotopların varlığı bilinmiyorsa	0.2	$9x10^{-5}$	$1x10^1$	$1x10^3$
bilgi yoksa	0.001	$9x10^{-5}$	$1x10^1$	$1x10^3$

TABLO 3- ADİ PAKETLER İÇİN SINIR DEĞERLERİ

Paket Muhtevasının Fiziksel Durumu	Radyoaktivite Sınırı		
	Cihaz ya da Mamul Madde		Madde
	Parça başına sınır değeri	Paket İçin toplam sınır değeri	Paket için sınır değeri
Katılar			
Özel Hazırlanmış	10^{-2} A_1	A_1	10^{-3} A_1
Özel Hazırlanmış Olmayan	10^{-2} A_2	A_2	10^{-3} A_2
Sıvılar	10^{-3} A_2	10^{-3} A_2	10^{-4} A_2
Gazlar			
Özel Hazırlanmış	10^{-3} A_1	10^{-2} A_1	10^{-3} A_1
Özel Hazırlanmış Olmayan	10^{-3} A_2	10^{-2} A_2	10^{-3} A_2
Trityum	$2x10^{-2}$ A_2	$2x10^{-2}$ A_2	$2x10^{-2}$ A_2

RADYASYONDAN KORUNMA

Radyoaktif maddenin güvenli taşınmasını temin için, normal tasıma koşullarında ve ayrıca meydana gelebilecek tehlike durumlarının olasılık ve büyüklüklerine uygun radyasyondan korunma programları uygulanır. Uygulanacak programlar ekonomik ve sosyal faktörler de göz önüne alınarak, diğer kriterler ile birlikte mümkün olan en düşük dozun alınmasını sağlayacak şekilde geliştirilir.

Taşıma sırasında ya da bekletilirken görevliler için 5 mSv, halk için yılda 1 mSv değeri dikkate alınır.

TAŞIMA İNDİSİ (TI)

Tasıma indisi (TI); radyoaktif madde taşıyan paketin yüzeyinden bir metre mesafede mSv/h olarak ölçülen en yüksek radyasyon seviyesinin 100 faktörü ile çarpılmasıyla elde edilen sayıdır.

Taşıma Kabı büyük hacimli sistemlerde Tl Tablo-6'da verilen faktörle çarpılarak yükün boyutuna göre hesaplanır.

Kritiklik güvenliği indisi (CSI) yüklenen ya da yerleştirilen paketlerde bölünebilir maddelerin kritik güvenliğini kontrol eden CSI maksimum nötron çoğalmasının sabit kaldığı sayısal düzenlemedir.

Birlikte taşınan veya depolanan paketlerin sayısı CSI ≤ 50 (Tl= 50/N) olmak zorundadır. Örneğin taşıma indisi 2 olan en fazla 25 paket bir arada bulunabilir.

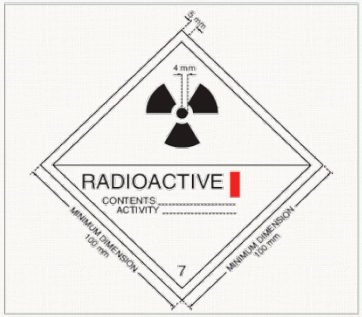
PAKET SINIFLARI

TABLO 7- PAKET SINIFLARI

Şartlar		Sınıf
Taşıma İndisi (TI)	Yüzeyin herhangi bir noktasında en yüksek radyasyon seviyesi	
0	≤ 0,005 mSv/h	I - BEYAZ
0-1	0,005 mSv/h-0,5 mSv/h	II - SARI
1-10	0,5 mSv/h-2 mSv/h	III - SARI
> 10	2 mSv/h-10 mSv/h	III - SARI ve Özel Koşullu

BEYAZ-I

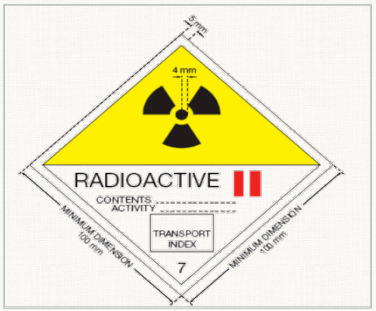
Beyaz - I ile etiketlenmiş paketler için, paket yüzeyindeki maksimum radyasyon seviyesi; 0,5 mrem/h'i aşmamalıdır.



SARI-II

Sarı - II ile etiketlenmiş paketler için, paket yüzeyindeki radyasyon seviyesi; 0,5 mrem/h' den büyük, 50 mrem/h' den küçük olmalıdır.

Bunların paket yüzeyinden 1 m mesafedeki radyasyon seviyesi; 1 mrem/h'i aşmamalıdır.



SARI-III

Sarı - III ile etiketlenmiş paketler için paket yüzeyindeki radyasyon seviyesi; 50 mrem/h' den büyük, 200 mrem/h' den küçük olmalıdır.

Paket yüzeyinden 1 m mesafedeki radyasyon seviyesi ise; 10 mrem/h'i geçmemelidir.

