

# RADYOAKTİF MADDELERİN GÜVENLİ TAŞINMASI

- ❖ TAŞIMA KAPLARI: TİPLERİ LİSANSLAMASI VE TEST YÖNTEMLERİ
  - ❖ BAZI YERLİ TAŞIMA KAPLARI TASARIM VE İMALATI
- ❖ HURDA TAŞINMASINDA RADYOAKTİF MADDE DENETİMİ  
KAPI MONİTÖRLERİ



**Dr. Hasan Alkan**

**GAMMA-PAK STERİLİZASYON SAN ve TİC. A.Ş**

Çerkezköy O.S.B Tekirdağ  
hasanalkan@gammapak.com



Ankara, 2017

❖ Günümüzde radyoaktif izotoplar ENDÜSTRİYEL, MEDİKAL ve ARAŞTIRMA alanlarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

❖ Radyoaktif maddelerin taşınmasında insanlara ve çevreye zarar vermemesi için uluslararası ve yerel otoriteler bir takım kurallara bağlamıştır.

❖ Taşınacak radyoaktif maddenin fiziksel ve kimyasal özelliğine ve taşıma şekline (kara / hava / deniz) göre taşıma paketleri geliştirilmiştir. Bunların sınıflandırılması, güvenlik testlerinin yapılması uluslararası normlara göre etiketlenmesi gerekmektedir.

## Taşımada Aktif Güvenlik İlkesi

### Kontrol:

- Bulaşma
- Sızıntı
- Ölçüm ve Tespit
- \* Radyasyon Seviyesi
- \* TI ( Taşıma İndisi)
- \* CSI (Kritik Güvenlik İndisi )
- İşaretleme, Etiketleme, Plakalama

## PAKET SINIFLARI

Taşıma İndisi (TI)	Yüzeyin Herhangi Bir Noktasında En Yüksek Radyasyon Seviyesi (RI)	Sınıf
0	$0 < RL \leq 0,005 \text{ mSv /hr}$	I-BEYAZ
$0 < T \leq 1$	$0,005 \text{ mSv/hr} < RL \leq 0,5 \text{ mSv /hr}$	II- SARI
$0 < T \leq 10$	$0,5 \text{ mSv/hr} < R \leq 2 \text{ mSv /hr}$	III-SARI
$> 10$	$2 \text{ mSv/hr} < RL \leq 10 \text{ mSv/hr}$ Özel Koşullu	III-SARI Taşıma

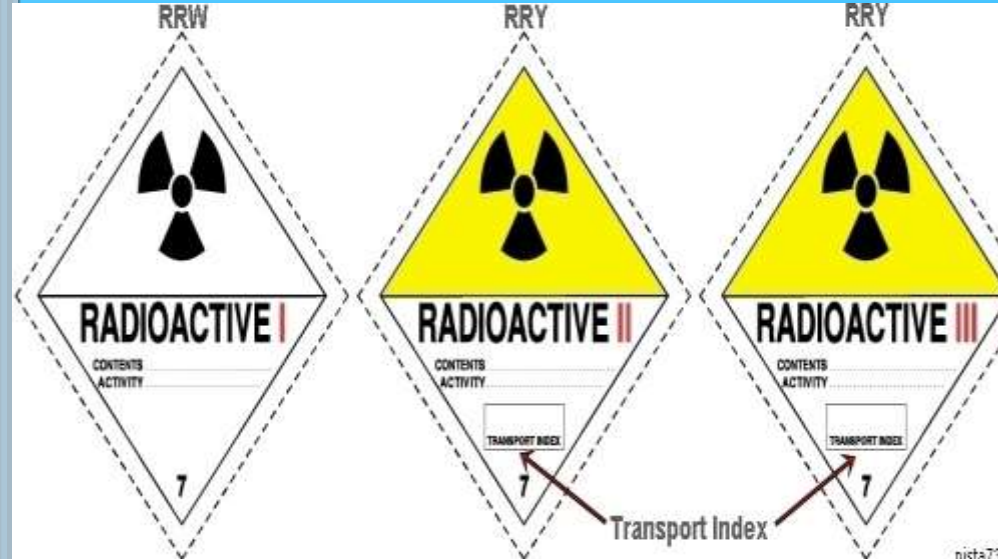


## Transport Index (TI)



$$TI = \frac{\text{max dose-rate @ 1.0m } (\mu\text{Sv/h})}{10}$$

## ETİKETLER



## ADI PAKET



Sadece radyasyon uyarı işareti kullanılması yeterli olup etiketlemeye gerek yoktur.

Saat, duman dedektörü, pusula v.b. Bir parçası radyoaktif madde olan cihazlar.

## ENDÜSTRİYEL PAKETLER



Düşük Özgül aktiviteli madde (Low Specific Activity Material – LSA)

veya

Yüzeyi Bulaşmış Cisimleri (Surface Contaminated Object – SCO) taşımada kullanılır.

## A TİPİ PAKET SEÇİMİ



### Sınırlamalar

- Maksimum TI 10 (özel koşullu dışında)
- Maksimum paket yüzeyi doz hızı  
2 mSv/h veya 10mSv/h (özel koşullu)
- Diğer sınırlar (yönetmelik)
- Havayolu ile taşımada ek koşullar
- Sıvı ve gaz formlar için ek koşullar



## A TİPİ PAKET

A Tipi pakette herhangi bir durumda dökülme, saçılma, dağılma yapmayacak şekilde Özel hazırlanmış radyoaktif madde  $A_1$  veya Özel hazırlanmamış radyoaktif madde  $A_2$  limitlerine kadar taşınır.

Paketin en küçük dış boyutu 10 cm'den küçük olamaz. Beş katını kaldıracak dayanıklılıkta ve 1 saate kadar yağmura dayanacak nitelikte olmalıdır..

# B(U) & B (M) TİPİ PAKET SEÇİMİ



## Sınırlamalar

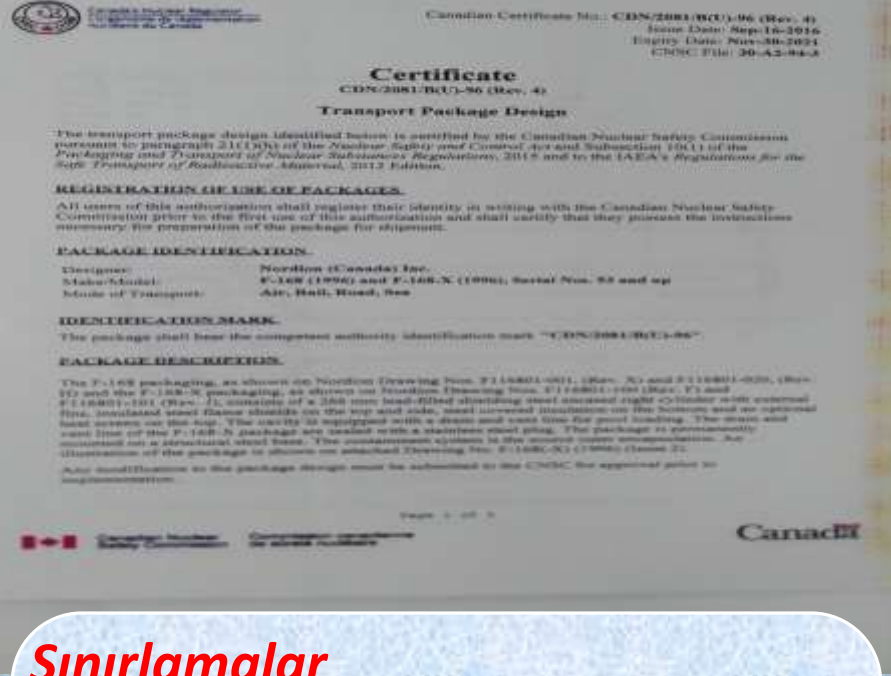
- Maksimum TI 10 (özel koşullu dışında)
- Maksimum paket yüzeyi doz hızı  
2 mSv/h veya 10mSv/h (özel koşullu)
- Diğer sınırlar (yönetmelik)
- Havayolu ile taşımada ek koşullar
- Sıvı ve gaz formlar için ek koşullar

# B(U) & B (M) TİPİ PAKETLER İÇİN TEST KOŞULLARI



- Tüm A tipi paket testleri
- B tipi paket testleri:
  - \*Düşürme testleri
  - \*Isıl test
  - \*Suda bırakma testi
- Ek test:
  - \*İçerik  $>10^5 A_2$
  - \*İleri suda bekletme testi

# C TİPİ PAKET SEÇİMİ



## Sınırlamalar

- Maksimum TI 10 (özel koşullu dışında)
- Maksimum paket yüzeyi doz hızı 2 mSv/h veya özel uygulama ise 10mSv/h
- Diğer sınırlar (yönetmelik)
- Yetkili kurum paket tasarım onayı
- Havayolu ile taşımada ek koşullar

# C TİPİ PAKETLER İÇİN TASARIM VE TEST KOŞULLARI



## Tasarım Koşulları

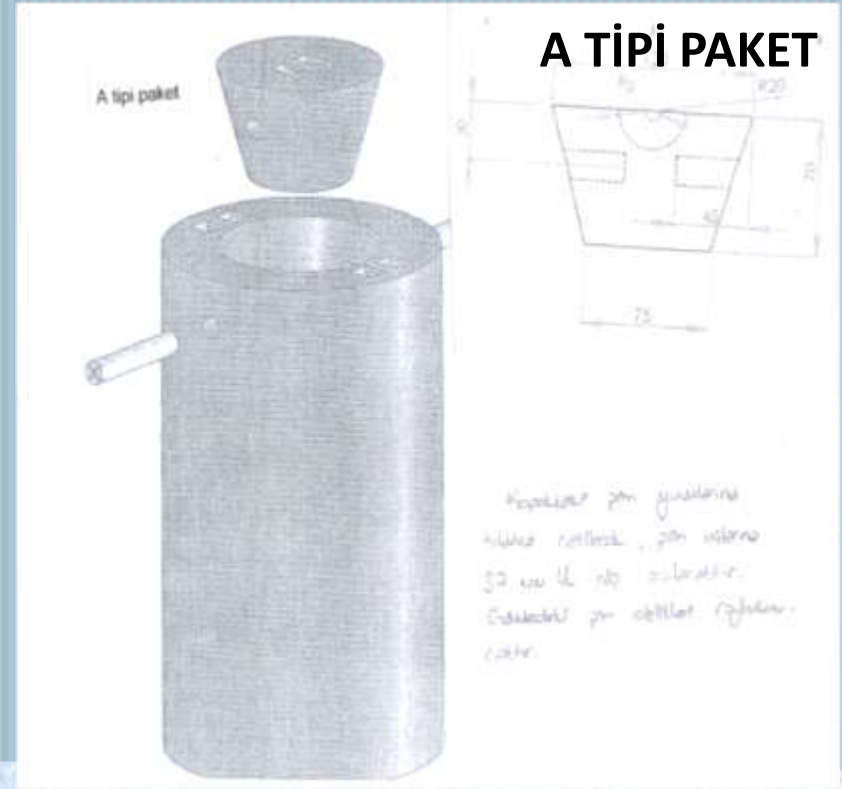
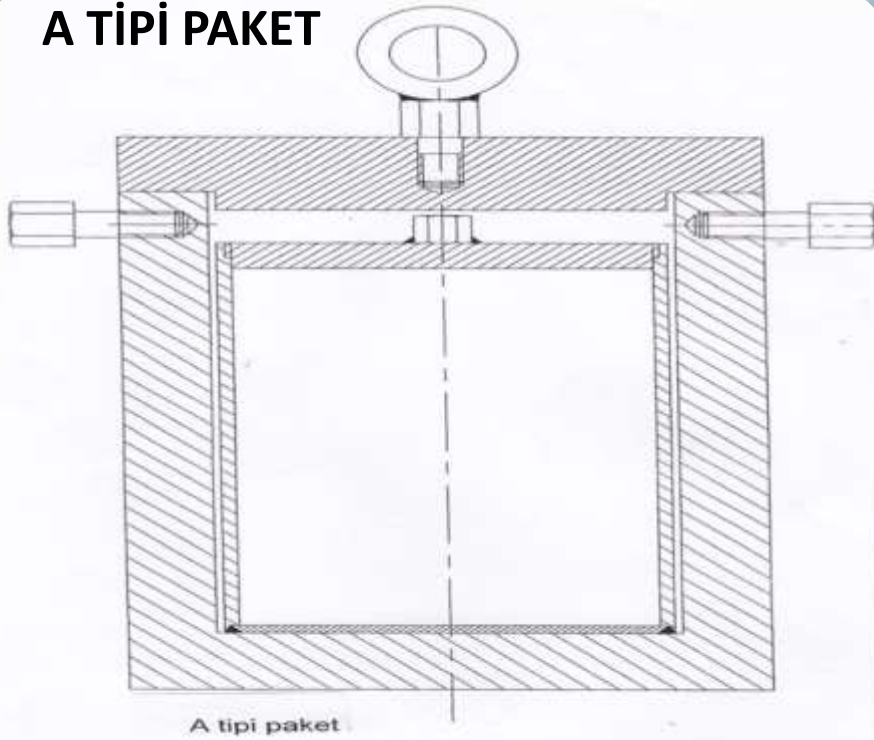
- Tüm adi paket
- Tüm A tipi paket
- Tüm B (U) tipi paket koşulları

## Test Koşulları

- A tipi ve B(U) tipi paket testleri
- Delme / Yırtma testleri
- İleri ısı testi
- Yüksek hızla çarpma testi
- Toprağa gömme testi

# YERLİ YAPIM ZIRHLI KAP TASARIMI YAPIM GİRİŞİMLERİ

A TİPİ PAKET

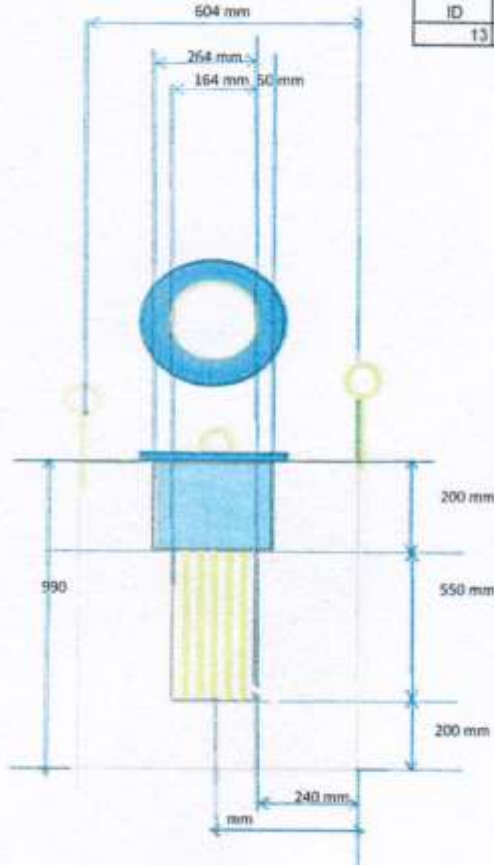


## YERLİ YAPIM A TİPİ RADYOAKTİF MADDE TAŞIMA KAPLARI

A tipi kaplar ülkemizde üretilen radyofarmasötik ilaçların ve tahribatsız muayene faaliyetlerinde kullanılan kaynakların taşınması ve geçici muhafazası için kullanılmaktadır. Türkiye' de yaklaşık 5-6 adet radyoaktif ilaç üreten tesis bulunmaktadır. Dolayısıyla bu ürünlerin hastanelere taşınması için aylık olarak yüzlerce A tipi paket kullanılmaktadır.



# YERLİ TASARIM B(U) TİP TAŞIMA KABİ



Item ID	Isotope	Activity Ci	Measurement			Shield Thickness cm	Calculated Dose-Rate mR/hr
			Distance cm	Shield Coefficient	Shield Material		
13	Co-60	50000	124	Attenuation	Lead	24	6,45E+00

Dış çapı: (240+164+240)	644 mm	64,4 cm
Yarı çapı	322 mm	32,2 cm
Dış yükseklik (200+550+200+50)	1000 mm	100 cm
İç yükseklik (200+550+200)	950 mm	95 cm
Kaynak bölümü yüksekliği	550 mm	55 cm
Kaynak bölümü çapı	164 mm	16,4 cm
Kaynak bölümü yarı çapı	82 mm	8,2 cm
Kaynak üstü kapak çapı	264 mm	26,4 cm
Kaynak üstü kapak yarı çapı	132 mm	13,2 cm
Kaynak üstü kapak yüksekliği	200 mm	20 cm
Dış kapak yüksekliği (çelik kapak)	50 mm	5 cm
Dış kapak çapı (çelik kapak)	364 mm	36,4 cm
$\pi$	3,14	
Kurşun	0,01135 kg/cm <sup>3</sup>	

## Konteyner

Silindirin hacmi :  $V = \pi \times r^2 \times h$

Dış hacim hesabı İt:

$$V = 309289 \text{ cm}^3$$
$$\text{Ağırlık} = 3510 \text{ kg} \quad 1$$

İç hacim hesabı kaynak bölümü

$$V = 11612 \text{ cm}^3$$
$$\text{Ağırlık} = 132 \text{ kg} \quad 2$$

İç hacim hesabı kaynak üstü kapak bölümü

$$V = 10942 \text{ cm}^3$$
$$\text{Ağırlık} = 124 \text{ kg} \quad 3$$

Toplam iç hacim ağırlığı (2+3)=

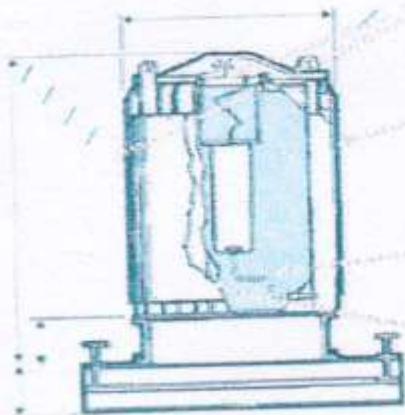
$$\text{Konteyner ağırlığı (1-4)} = 3254 \text{ kg} \quad 5$$



## YERLİ YAPIM B(U) TİP RADYOAKTİF MADDE TAŞIMA KAPLARI

Tasarlanan model ışınlama tesislerine Co-60 radyoizotoplarının taşınması için tasarlanan bir modeldir. Tasarlanan B(U) tip taşıma kabı 50 000 Ci kapasiteli olup kurşun zırh kalınlığı 2,5 cm arttırılmak suretiyle 200 000 Ci' ye kadar kara ve deniz yolu ile radyoaktif madde taşınabilir. B(U) tip taşıma kaplarının hava yolu ile taşınmasına ancak 30 000 Ci' ye kadar Co-60 taşınmasına izin verilmektedir.

# KANADA TASARIMLI VE ONAYLI Co-60 ZIRHLI TAŞIMA KABİ (200 000 Ci)



Steel-covered insulated fire shields for thermal protection

Steel fins dissipate heat during normal conditions of transport and provide impact protection

11 inches (270 mm) of lead shielding, in steel for radiation protection

Cage containing double-encapsulated sealed sources

Weight: 5,445 kg (12,000 lbs)



# HURDA TAŞINMASINDA RADYOAKTİF MADDE DENETİMİ KAPI MONİTÖRLERİ

Şekil- 1



Şekil- 2



Hurda işleyen demir çelik fabrikalarında hurdalar fabrika alanına girmeden önce büyük hacimli kapı monitörlerinin arasından geçirilerek, hurdalar arasında radyoaktif madde olup olmadığı denetlenmektedir. Kapı monitörleri için PLASTİK SİNTİLATÖRLER kullanılmaktadır. Hurda yüklü araç bu monitörler arasından geçerken radyoaktif madde deteksiyonu yapması durumunda alarm vermektedir. Bu şekilde hurdalarla beraber radyoaktif maddenin eritilmesi durumunda potadaki erimiş demir/çelik radyoaktif madde ile kirlenmektedir. Burada imal edilen çelikler inşaat / konstrüksiyon / ev eşyası gibi ürünlerle insanların radyasyona maruz kalmalarına neden olmaktadır. Hurdalarda radyoaktif madde denetimi yapmayan ülkelerden demir / çelik ürünleri satın alınmamaktadır. Ülkemizde Çevre Bakanlığı ve TAEK hurda denetimi yapmayan firmalara ithalat izni vermemektedir. Şekil 1 ve Şekil-2 ' de araçlarda hurda denetiminde kullanılan cihaz ve düzenekler gösterilmektedir.

