

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

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)

ADI 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 μ Sv/h** ' den daha fazla olamaz.

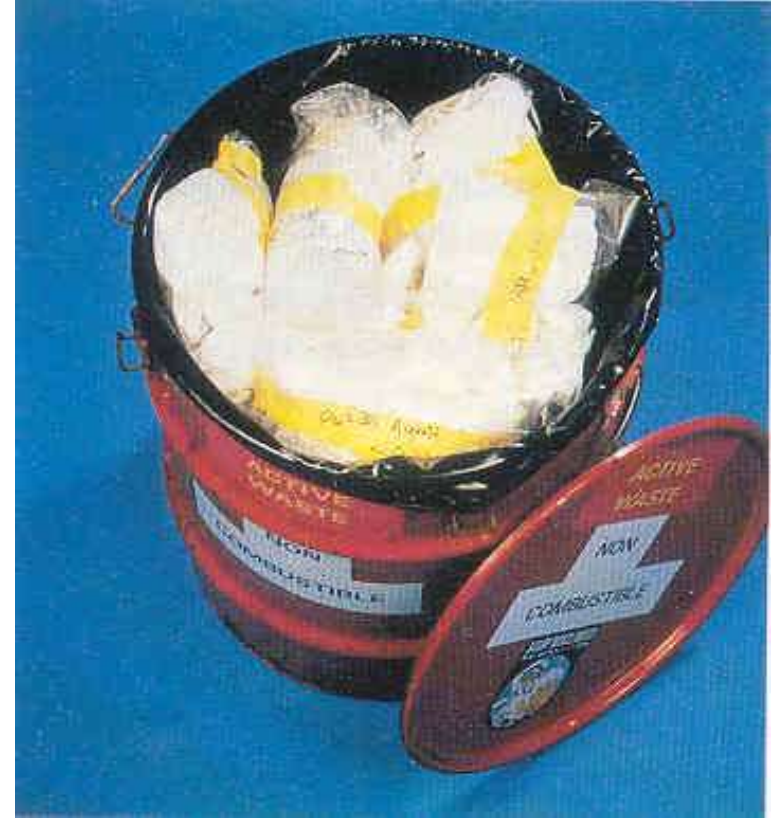


<i>Paket İçeriğinin Fiziksel Durumu</i>	<i>Radyoaktivite Sınırı</i>		
	<i>Cihaz ve Alet</i>		<i>Madde</i>
	<i>Paket İçindeki Parça Başına Sınır Değeri</i>	<i>Paket İçin Toplam Sınır Değeri</i>	<i>Paket İçin Sınır Değeri</i>
<i>Katılar</i>			
<i>Özel Hazırlanmış</i>	$10^{-2} A_1$	A_1	$10^{-3} A_1$
<i>Özel Hazırlanmış Olmayan</i>	$10^{-2} A_2$	A_2	$10^{-3} A_2$
<i>Sıvılar</i>	$10^{-3} A_2$	$10^{-1} A_2$	$10^{-4} A_2$
<i>Gazlar</i>			
<i>Özel Hazırlanmış</i>	$10^{-3} A_1$	$10^{-2} A_1$	$10^{-3} A_1$
<i>Özel Hazırlanmış Olmayan</i>	$10^{-3} A_2$	$10^{-2} A_2$	$10^{-3} A_2$
<i>Tritiyum</i>	$2 \cdot 10^{-2} A_2$	$2 \cdot 10^{-2} A_2$	$2 \cdot 10^{-2} A_2$

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 bileşikleriyle 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 cm² yüzey üzerinde,
 1. Sabit Olmayan Bulaşma: β ve γ yayıcılar ve düşük seviyede zehirleyici özelliğe sahip α yayıcıları için 4 Bq / cm² 'yi veya yüksek seviyede zehirli α yayıcıları için 0,4 Bq / cm² ' yi geçmeyen katı cisimlerdir.
 2. Sabit Bulaşma: β , γ yayıcıları ve düşük seviyede zehirleyici özelliğe sahip α yayıcıları için 4x10⁴ Bq / cm² yi veya yüksek seviyede zehirleyici α yayıcıları ve diğer tüm α yayıcıları için 4x10³ Bq/cm² yi geçmeyen katı cisimlerdir.

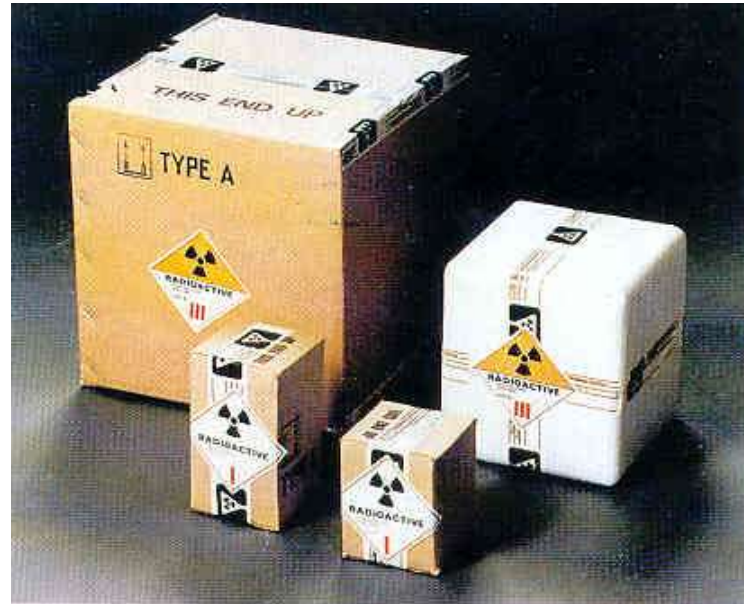
- SCO –II: Yüzeyi üzerinde sabit ve sabit olmayan bulaşma, SCO – I için belirlenen uygulanabilir sınırları aşan katı cisimlerdir.

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.



<i>İçindekiler</i>	A_1		A_2	
	<i>TBq</i>	<i>(Ci)</i>	<i>TBq</i>	<i>(Ci)</i>
<i>Yalnızca β veya γ yayıcı radyoizotoplar varsa</i>	0,2	(5)	0,02	(0,5)
<i>α yayıcı izotoplar varsa ya da bulduklarına dair bilgi yoksa</i>	0,1	(2)	2×10^{-5}	5×10^{-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 formu 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

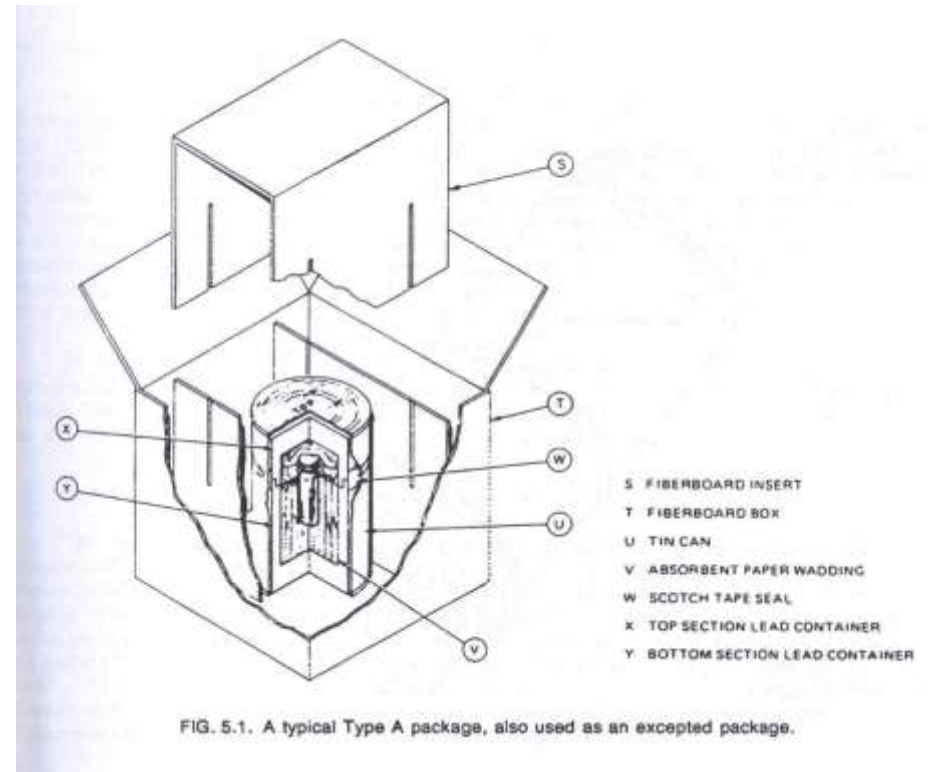
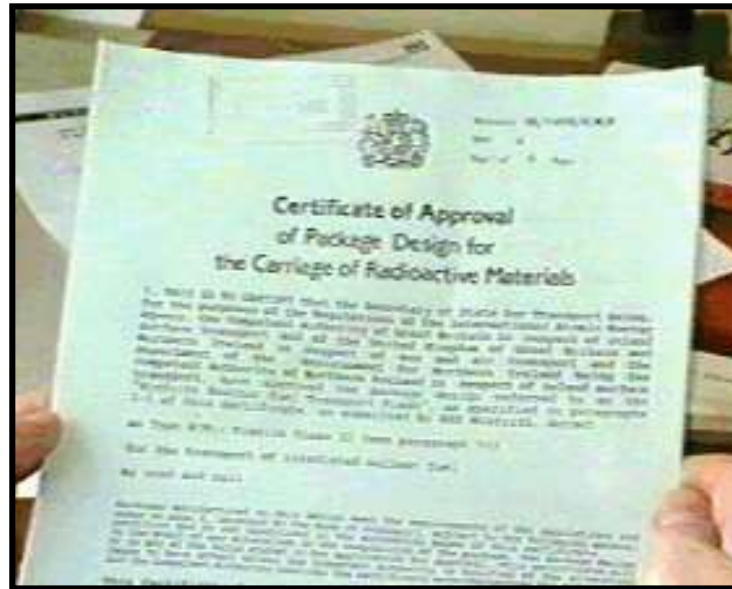


FIG. 5.1. A typical Type A package, also used as an excepted package.

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

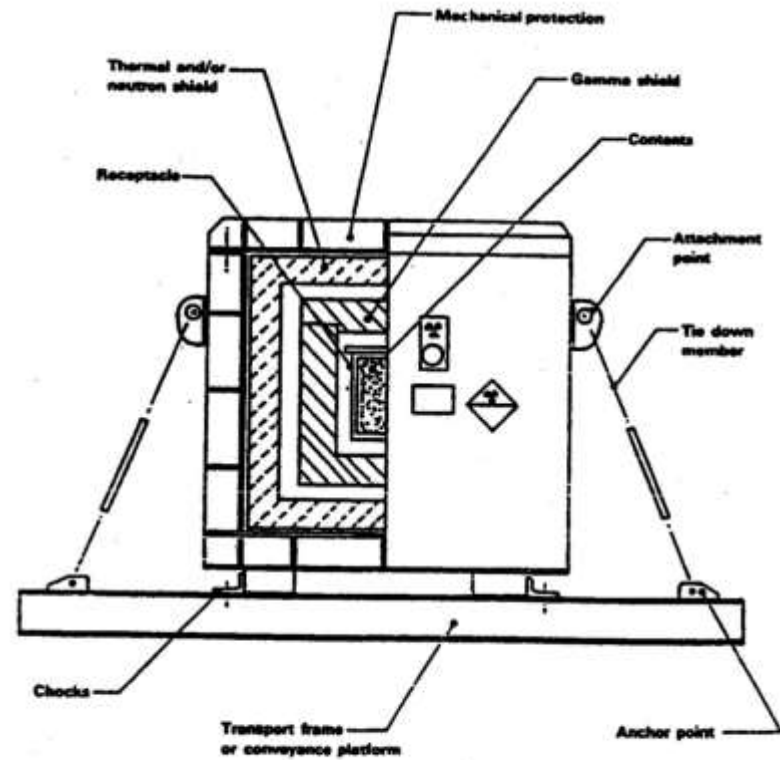


FIG. 14.6. Typical Type B packaging prepared for transport.

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.

Konteynir, Taşıma Kabı ve Paketlenmemiş

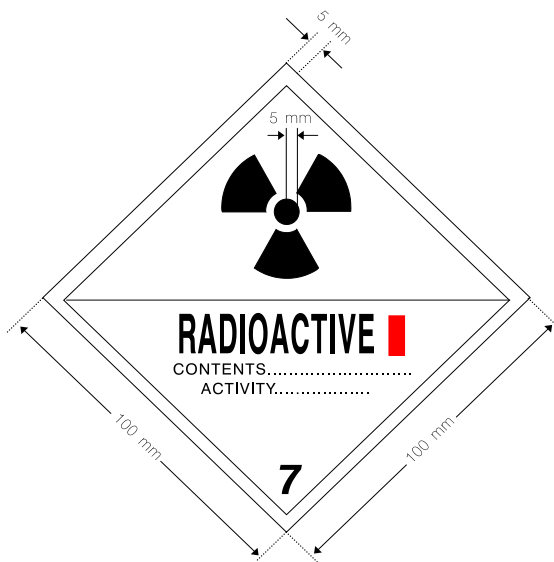
LSA – I, SCO – I Yük Boyutları

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	$\leq 0,005$ 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

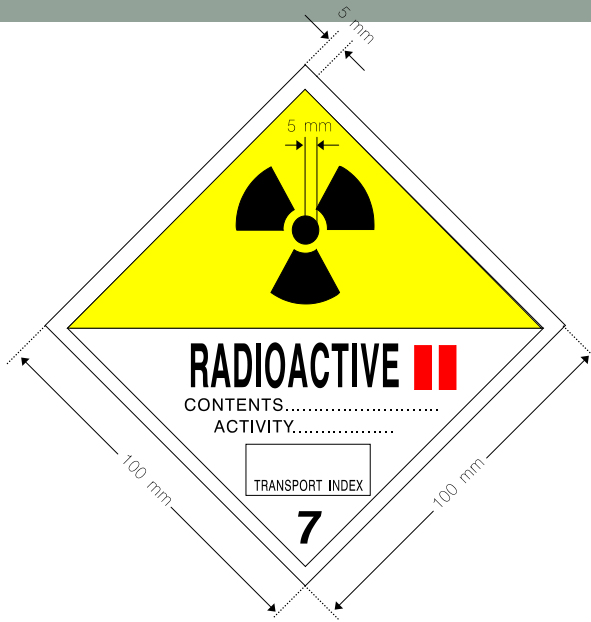
RADYOAKTİF MADDE TAŞIYAN PAKETLERİN SINIFLANDIRILMASI

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;

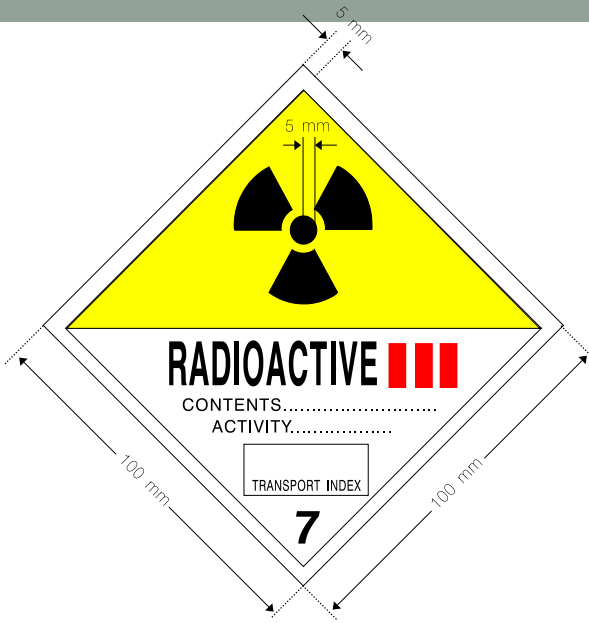
0,005 mSv / h ' den büyük,

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,

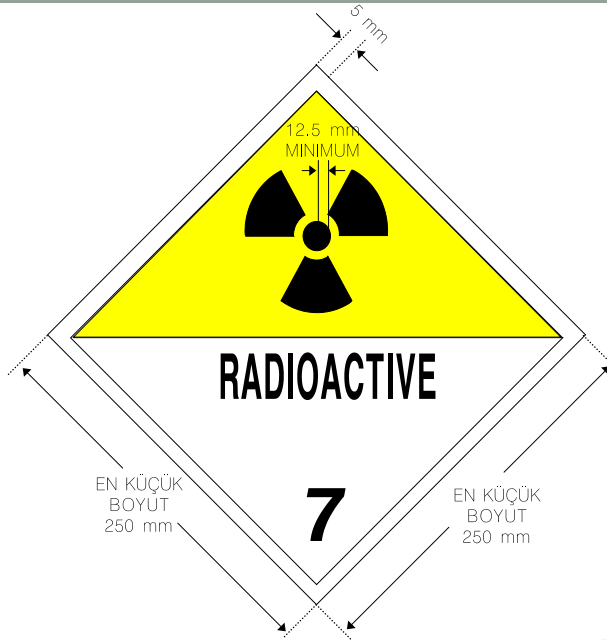
2 mSv / h ' den küçük

olmalıdır.

Paket yüzeyinden 1 m

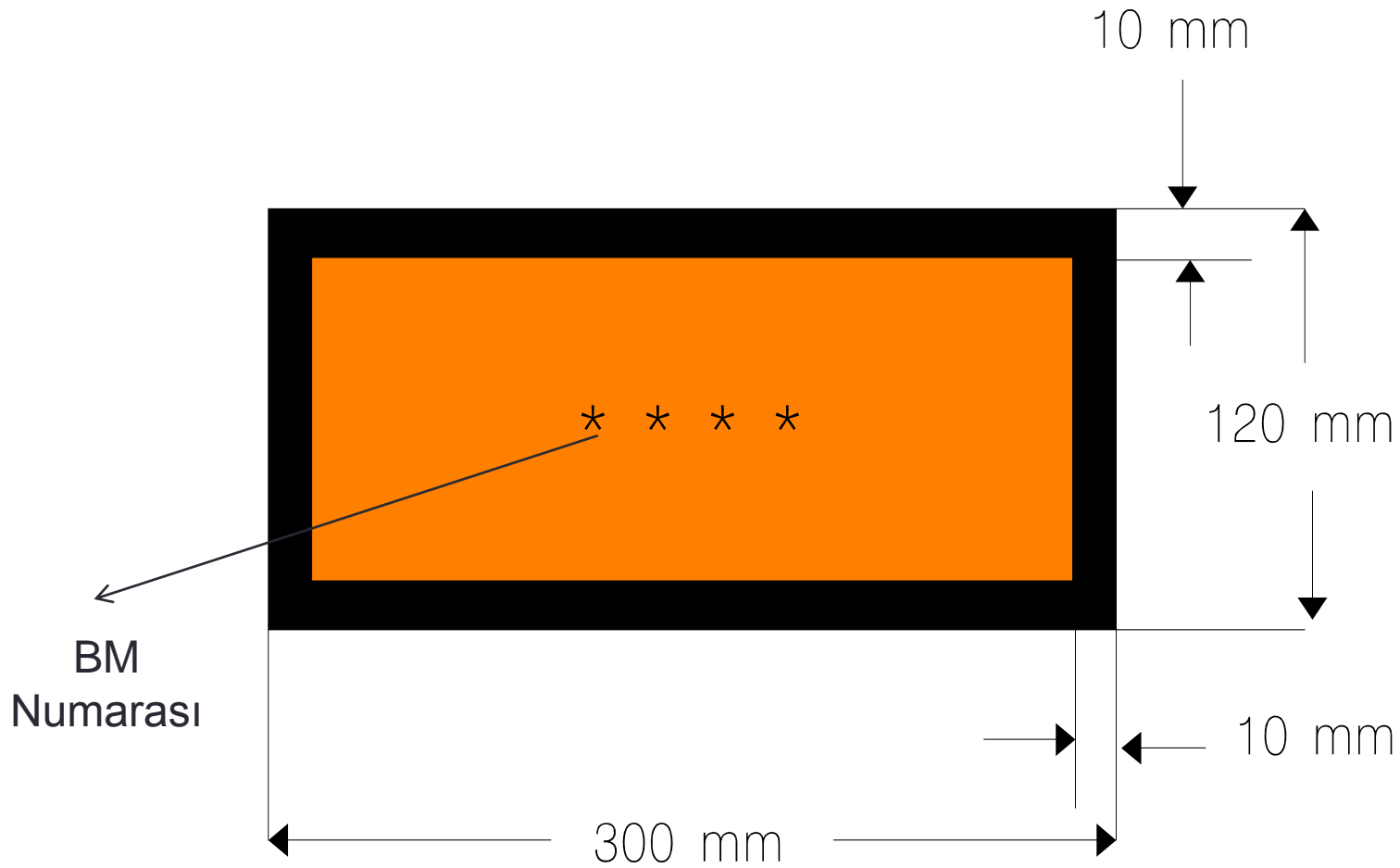
mesafedeki radyasyon seviyesi ise;

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

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

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

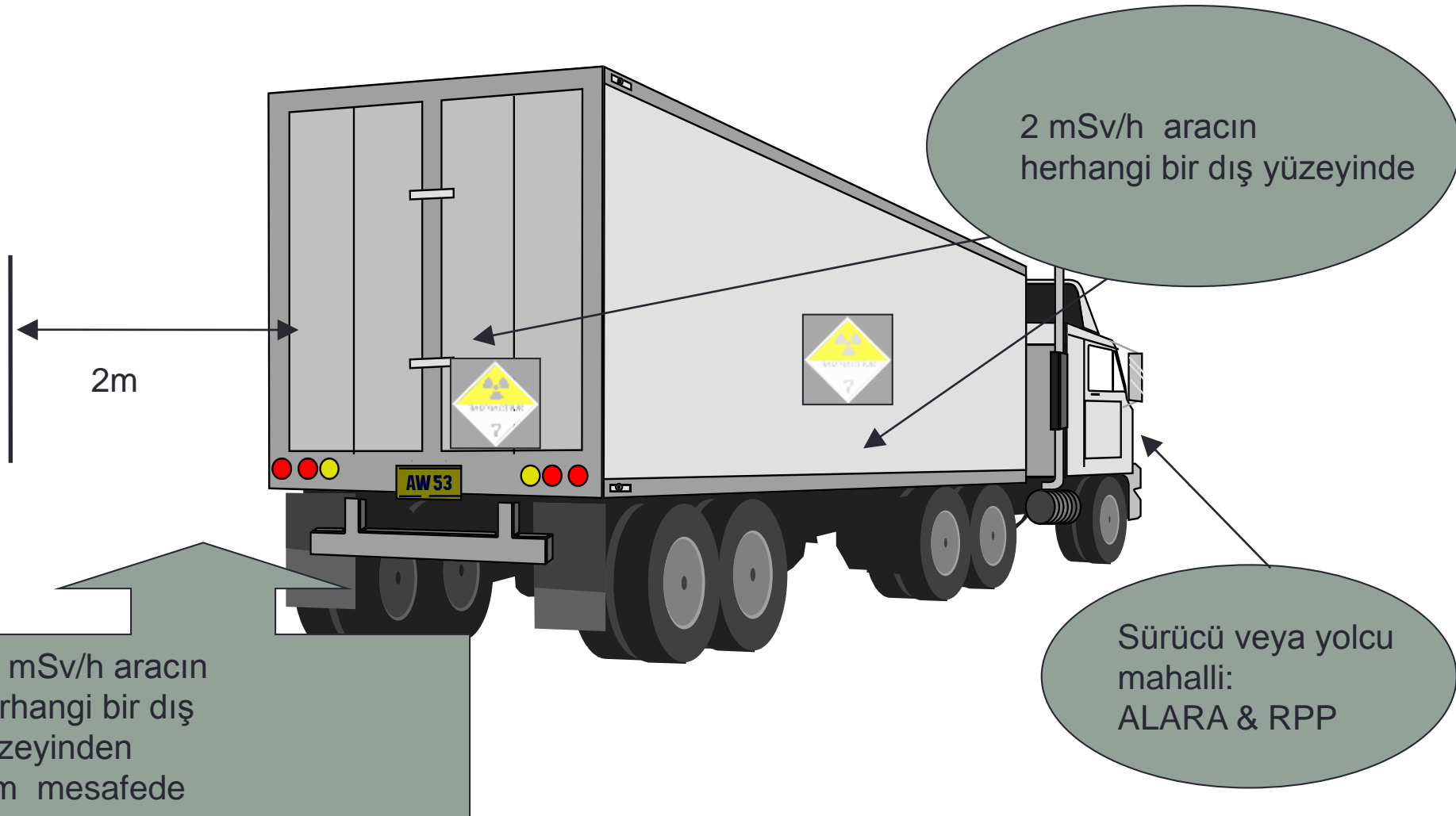
BM 3328 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir

B(M) tipi paketler

BM 2917 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir olmayan veya bölünebilir hariç

BM 3329 RADYOAKTİF MALZEME, bölünebilir

Taşıma Araçları İçin En Yüksek Radyasyon Seviyeleri



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



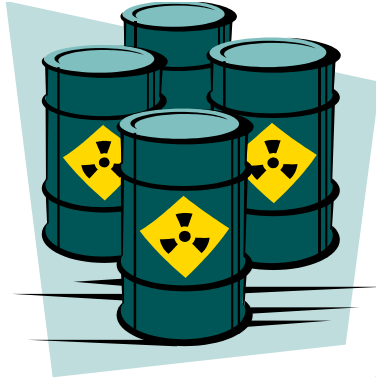
RADYOAKTİF MADDE TAŞIMACILIĞINDA BAZI FAYDALI BİLGİLER

- 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 bitirmeye çalışılmalıdır. Gerekeceği kadar 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.

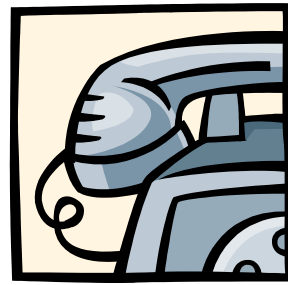
3) Küçük paketler elle taşınabilir. Ancak paket vücuda olabildiğince uzak tutulmalıdır. Çok sayıda küçük paket taşınacaksa taşıma aracı kullanılmalıdır.

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.

SORULAR ?

