

Hurdalarda Radyasyon Güvenliği VE Dedektör Kullanımı



ALARA RGD

ADA Serisi

ADA-1 ADA-2

İyonize Radyasyon Dedektörü

Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği'ne Uygun

4 Yıl Genel Garanti

Renkli TFT Ekran

Türkçe Menü

Uzun Pil Ömrü

Kolay Kullanım

**%100 Yerli Tasarım
ve Üretim**

**Darbelere Dayanıklı
Silikon Kılıf**

**Tek Ekranda Doz ve
Doz Hızı Takibi**

**Ayarlanabilir Sv/h,
Gy/h, R/h, rad/h,
rem/h, CPM, CPS birim**

**Sesli ve Titreşimli,
Toplam Doz ve
Doz Hızı Alarmı**



ALARA RGD, ADA Serisi iyonize radyasyon dedektörleri, sürekli iyonize radyasyon ortamında çalışılan işlerde olduğu kadar “Geri Dönüşüm” ve “Hurda Firmaları” gibi ortam ve malzeme üzerinde gerektiğinde iyonize radyasyon kontrolü yapılması istenen işler için de kolay kullanım gözetilerek tasarlanmış, darbelere dayanıklı ve ekonomik iyonize radyasyon dedektörüdür.

ALARA RGD Eğitim Serisinin ilk kitabı olan bu yayın, “Hurdalarda Radyasyon Güvenliği ve Dedektör Kullanımı” eğitim slaytlarının, konu anlatımını da içerecek şekilde genişletilmiş halini içermektedir.

Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği, Madde 6 (d) gereği metal hurda toplama-ayırma faaliyeti yapan tesislerde taşınabilir radyasyon ölçüm cihazı ve yeterlilik sahibi personel bulundurulması gerekmektedir.

ADA Serisi dedektör kullanıcılarına ücretsiz olarak verilen “Hurdalarda Radyasyon Güvenliği ve Dedektör Kullanımı” eğitiminin içeriği, tebliğde adı geçen yeterlilik sahibi personelin yetiştirilmesi amacıyla oluşturulmuştur.

Eğitimin içeriğinde iyonize radyasyon dedektörü kullanımı ile beraber, iyonize radyasyon ile ilgili genel bilgilere, iyonize radyasyon dedektörü çeşitlerine, hurdalarda karşılaşılacak radyasyon kaynaklarına, hurdalarda meydana gelen radyasyon kazalarına ve radyasyon dedektörünün doğal radyasyon seviyesinin üzerinde değer okuması durumunda yapılacaklara yer verilmiştir.

Eğitim sunularını içeren bu yayın, hurda ve geri dönüşüm firmalarına yönelik hazırlanmış olmakla beraber, içeriğinin radyasyon ve radyasyon güvenliği konularında bilgi sahibi olmak isteyen diğer okurlar için de faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Slaytların konu anlatımlı videosuna ve bu kitabın elektronik kopyasına www.alarargd.com.tr adresinden ulaşabilirsiniz.

Devrim Demirağ
Yük. Fizik Mühendisi
Kurucu / Eğitmen

İÇİNDEKİLER

İYONİZE RADYASYONUN TARİHİ.....	1
RADYASYON GÜVENLİĞİ MEVZUATI.....	2
RADYASYON İLE İLGİLİ KAVRAMLAR.....	4
RADYASYON DEDEKTÖRLERİ.....	26
RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI.....	31
HURDALARDA KARŞILAŞILABİLECEK RADYASYON KAYNAKLARI.....	38
HURDALARDA MEYDANA GELEN RADYASYON KAZALARI.....	47
ALARM DURUMU.....	52

ALARA RGD Eğitim Serisi I 2016 (I. Baskı)

ALARA RGD'nin eğitim dokümanıdır. Parayla satılmaz.
Yayın içerisindeki materyaller ALARA RGD'den izin alınarak kullanılabilir.

I. İyonize Radyasyonun Tarihi

I. İYONİZE RADYASYONUN TARİHİ

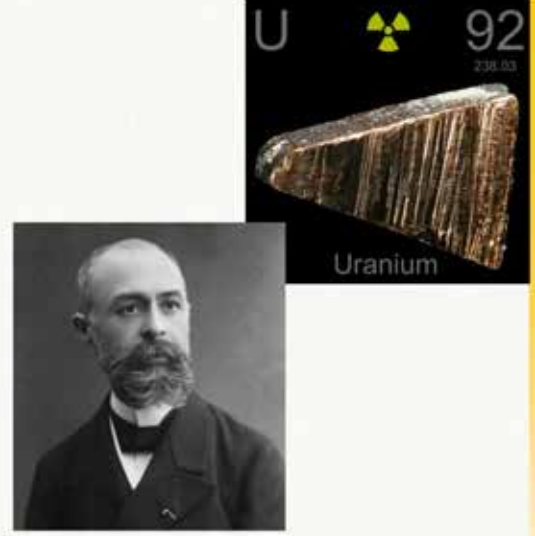
İYONİZE RADYASYONUN KEŞFİ

1895. Röntgen X-ışınlarını bulur.



Wilhem Röntgen
(1845-1923)

1896. Becquerel uranyum madeninde Radyasyon olduğunu keşfeder.



Henri Becquerel
(1852-1908)

ALARA RGD

I. İYONİZE RADYASYONUN TARİHİ

İYONİZE RADYASYONUN KEŞFİ

1898. Pierre ve Marie Curie Polonyum ve Radium elementlerini keşfeder ve "radyoaktivite" kavramını ortaya koyar.



Pierre Curie
1859 - 1906



Marie Curie
1867 - 1934

ALARA RGD

2. Radyasyon Güvenliği Mevzuatı

2. RADYASYON GÜVENLİĞİ MEVZUATI

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU (TAEK)



Ülkemizdeki tüm nükleer faaliyetlerin düzenlenmesinden ve radyoaktif kaynakların kontrolünden **TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu)** sorumlu ve yetkilidir.

TAEK ile ilgili tüm mevzuata www.taek.gov.tr adresinden ulaşabilirsiniz.

TAEK Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve 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 **TAEK'ten lisans alınması zorunludur.**

ALARA RGD

2. RADYASYON GÜVENLİĞİ MEVZUATI

(İYONİZE) RADYASYON KAYNAĞI NEDİR?

(İyonize) Radyasyon kaynağı, iyonlaştırıcı radyasyon yayınlayan **radyoaktif maddelerle radyasyon yayınlayıcı veya üretici aygıtlardır.**

Radyasyon Güvenliği Tüzüğü
Nükleer Tanımlar Yönetmeliği



Radyoaktif Maddeye Örnek: Bir duman dedektörü içerisinde bulunan Am-241 radyasyon kaynağı



Radyasyon Yayınlayıcı veya Üretici Aygıtlara Örnek: Röntgen cihazı

ALARA RGD

TEHLİKESİZ ATIK TOPLAMA-AYIRMA TESİSLERİ İÇİN İYONİZE RADYASYON DEDEKTÖRÜ BULUNDURMA ZORUNLULUĞU

**Çevre ve Şehircilik Bakanlığı “Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanımı Tebliği”
Madde 12 (d):**

“Metal hurda toplama-ayırma faaliyeti yapan tesislerde **taşınabilir radyasyon ölçüm cihazı ve yeterlilik sahibi personel** bulundurulur. OSB, küçük sanayi siteleri vb. şekilde toplu halde bulunan ve giriş çıkışları kontrol altına alınmış sanayi sitelerinin girişlerinde radyasyon kontrol sistemi ve yeterlilik sahibi personel varsa bu şart aranmaz.”

Burada bahsedilen taşınabilir **radyasyon ölçüm cihazı**, iyonize radyasyonun ölçümünde kullanılacak nitelikte olan **iyonize radyasyon dedektörleridir**. Piyasada bulunan **elektromanyetik radyasyon** dedektörlerinin iyonize radyasyonu ölçme özelliğinin **bulunmadığı** unutulmamalıdır.

ALARA RGD

NOTLAR

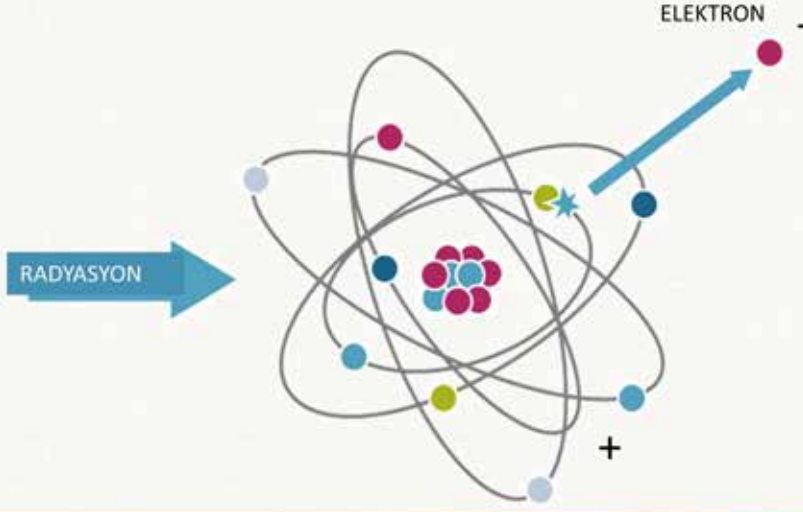
3. Radyasyon İle İlgili Kavramlar

3. RADYASYON İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

İYONİZE RADYASYON NEDİR?

Etkileştiği malzeme ya da doku üzerinde iyonizasyon yapma özelliği olan radyasyon tiplerine **iyonize radyasyon** adı verilir.

İyonizasyon bir malzeme ya da dokunun yapısını oluşturan atom ya da moleküllerin yapısının bozularak + ve – iyon çifti oluşturacak şekilde ayrılmasıdır.



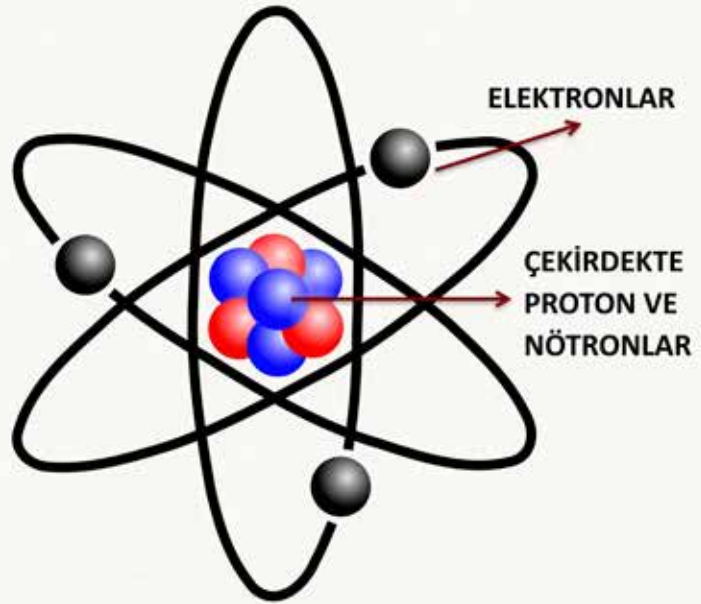
ALARA RGD

3. RADYASYON İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

ATOM

Radyasyon, radyoaktivite, iyonizasyon ve bunun gibi kavramları anlayabilmek için maddenin yapısına bakmamız gerekir.

Evrendeki tüm maddeler atomlardan oluşur. **Atom**, çekirdeğinde proton ve nötron adı verilen parçacıkların bulunduğu ve bu çekirdeğin çevresinde elektronların dolaştığı maddenin en küçük yapı taşıdır.



ALARA RGD

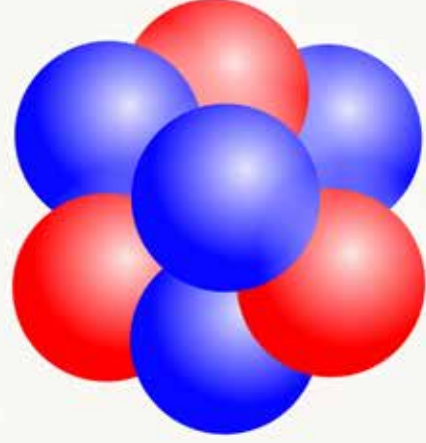
RADYOAKTİVİTE VE İYONİZE RADYASYON

İyonize radyasyon kaynakları; **radyoaktif maddeler** ve radyasyon yayınlıyıcı ve üretici cihazlardır.

Bir atomun kararlı olabilmesi için çekirdeğinde yer alan nötron ve protonların belli oranda (n/p yaklaşık 1, 1.5 arası) olması gerekir.

Radyoaktif maddeler, atomlarının çekirdeğinde yer alan nötron ve proton sayıları, kararlı olması için gerekli olan oranda olmayan kararsız atomlardır.

Radyoaktif maddelerin çekirdeklerindeki bu kararsızlık, onların çekirdek dışına iyonize radyasyon yayınlaması ile sonuçlanır.

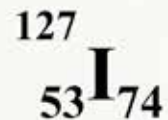
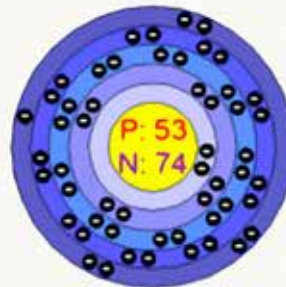
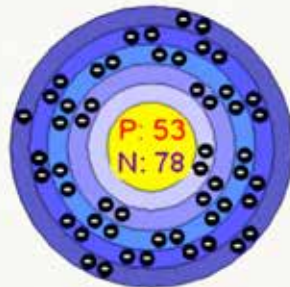
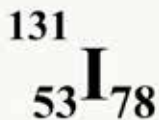


PROTON VE
NÖTRONLAR

ALARA RGD

RADYOAKTİF VE RADYOAKTİF OLMAYAN İYOT

Aşağıdaki resimde radyoaktif iyot (I-131) ve radyoaktif olmayan iyot (I-127) gösterilmiştir. Her iki iyot arasında kimyasal olarak bir fark yoktur. I-131'in 4 nötronunun fazla olması, çekirdeğinin kararsız olmasına sebep olur. I-131 Nükleer Tıp'ta tiroid teşhisi ve tedavisinde kullanılan iyottur. I-127 ise iyotlu tuzun içinde bulunan "zararsız" iyottur.



ALARA RGD

3. RADYASYON İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

ELEMENT VE PERİYODİK TABLO

Periyodik tablo doğadaki farklı sayıda proton içeren atomların proton sayısına göre 1'den (Hidrojen) başlayarak sırayla yerleştirildiği tablodur. Tabloda yer alan her bir atom çeşidine **element** adı verilir. Her elementin kimyasal özellikleri birbirlerinden farklıdır.

The periodic table is color-coded by groups: IA (Alkali Metals), IIA (Alkaline Earth Metals), IIIA (Boron Group), IVA (Carbon Group), VA (Nitrogen Group), VIA (Oxygen Group), VIIA (Halogens), VIIIA (Noble Gases), IB (Copper Group), IIB (Zinc Group), IIIB (Scandium Group), IVB (Titanium Group), VB (Vanadium Group), VIB (Chromium Group), VIIB (Manganese Group), VIII (Iron Group), IX (Cobalt Group), X (Nickel Group), XI (Copper Group), XII (Zinc Group), XIII (Aluminum Group), XIV (Silicon Group), XV (Phosphorus Group), XVI (Sulfur Group), XVII (Chlorine Group), XVIII (Argon Group), XIX (Potassium Group), XX (Calcium Group), XXI (Scandium Group), XXII (Titanium Group), XXIII (Vanadium Group), XXIV (Chromium Group), XXV (Manganese Group), XXVI (Iron Group), XXVII (Cobalt Group), XXVIII (Nickel Group), XXIX (Copper Group), XXX (Zinc Group), XXXI (Gallium Group), XXXII (Germanium Group), XXXIII (Arsenic Group), XXXIV (Selenium Group), XXXV (Bromine Group), XXXVI (Krypton Group), XXXVII (Rubidium Group), XXXVIII (Strontium Group), XXXIX (Yttrium Group), XL (Zirconium Group), XLI (Niobium Group), XLII (Molybdenum Group), XLIII (Technetium Group), XLIV (Ruthenium Group), XLV (Rhodium Group), XLVI (Palladium Group), XLVII (Silver Group), XLVIII (Cadmium Group), XLIX (Indium Group), L (Tin Group), LI (Antimony Group), LII (Tellurium Group), LIII (Iodine Group), LIV (Xenon Group), LV (Cesium Group), LVI (Barium Group), LVII (Lanthanum Group), LVIII (Cerium Group), LIX (Praseodymium Group), LX (Neodymium Group), LXI (Promethium Group), LXII (Europium Group), LXIII (Gadolinium Group), LXIV (Terbium Group), LXV (Dysprosium Group), LXVI (Holmium Group), LXVII (Erbium Group), LXVIII (Thulium Group), LXIX (Ytterbium Group), LXX (Lutetium Group), LXXI (Thallium Group), LXXII (Lead Group), LXXIII (Bismuth Group), LXXIV (Polonium Group), LXXV (Astatine Group), LXXVI (Radon Group), LXXVII (Francium Group), LXXVIII (Radium Group), LXXIX (Actinium Group), LXXX (Thorium Group), LXXXI (Protactinium Group), LXXXII (Uranium Group), LXXXIII (Neptunium Group), LXXXIV (Plutonium Group), LXXXV (Americium Group), LXXXVI (Curium Group), LXXXVII (Berkelium Group), LXXXVIII (Californium Group), LXXXIX (Einsteinium Group), LXXXX (Fermium Group), LXXXXI (Mendelevium Group), LXXXXII (Nobelium Group), LXXXXIII (Lawrencium Group).

ALARA RGD

3. RADYASYON İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

İZOTOP, RADYOİZOTOP

Bir elementin (örneğin iyot) farklı sayıda **nötron** içeren türlerine **izotop** adı verilir (I-127 ya da I-131). Bu izotoplar kararsızsa yani radyoaktifse **radyoizotop** adını alır (I-131).

Kimyada elementleri "iyot" gibi sadece element adıyla anarken, bir elementin radyoaktif izotoplarından (radyoizotoplarından) bahsediyorsak, o atomları aşağıdaki gibi kütle numaralarıyla ifade ederiz. Bir atomun kütle numarası, o atomun proton ve nötron sayılarının toplamıdır.

I-131

^{131}I

$^{131}_{53}\text{I}_{78}$

$\begin{matrix} Z \\ A \\ X \\ N \end{matrix}$

X: ELEMENTİN SEMBOLÜ

A: ATOM NUMARASI (Proton Sayısı)

Z: KÜTLE NUMARASI (Proton + Nötron Sayısı)

N: NÖTRON SAYISI

ALARA RGD

İYONİZE RADYASYON ÇEŞİTLERİ



ALARA RGD

İYONİZE RADYASYON ÇEŞİTLERİ

İyonize radyasyonu, **iyonize elektromanyetik radyasyon** ve **parçacık radyasyonu** olarak 2 grupta incelemek mümkündür.

İyonize radyasyon kaynaklarından olan **radyoaktif maddeler** hem parçacık radyasyonu hem de iyonize elektromanyetik radyasyon yayınlatabilir.

Kararsız bir çekirdek (radyoizotop) kararlı hale geçmek için çekirdek dışına parçacık radyasyonu yayınlar ve genelde bu parçacıklara **iyonize elektromanyetik radyasyon** eşlik eder.

İyonize radyasyon kaynağı olarak tanımladığımız **radyasyon yayınlayıcı ve üretici cihazlar** ise genel olarak sadece iyonize elektromanyetik radyasyon yayınlar.

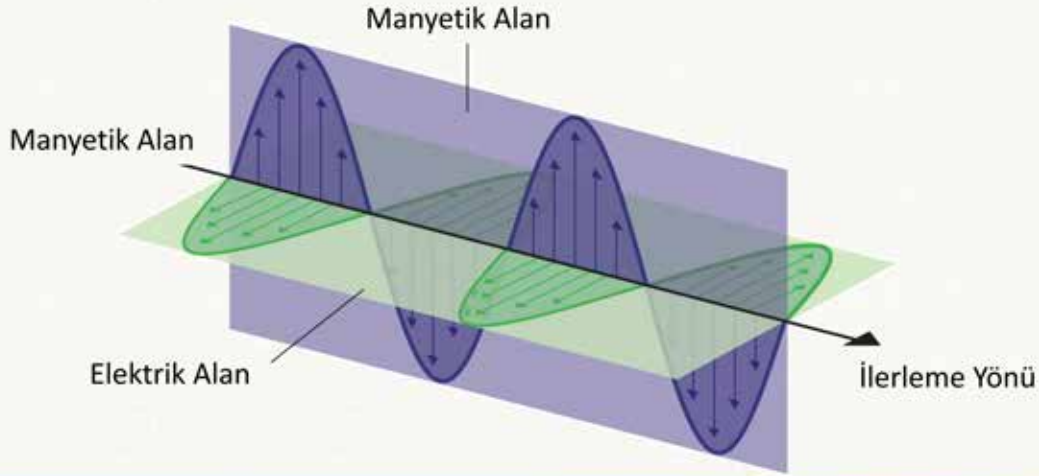
Peki nedir bu **iyonize elektromanyetik radyasyon**?

ALARA RGD

ELEKTROMANYETİK RADYASYON

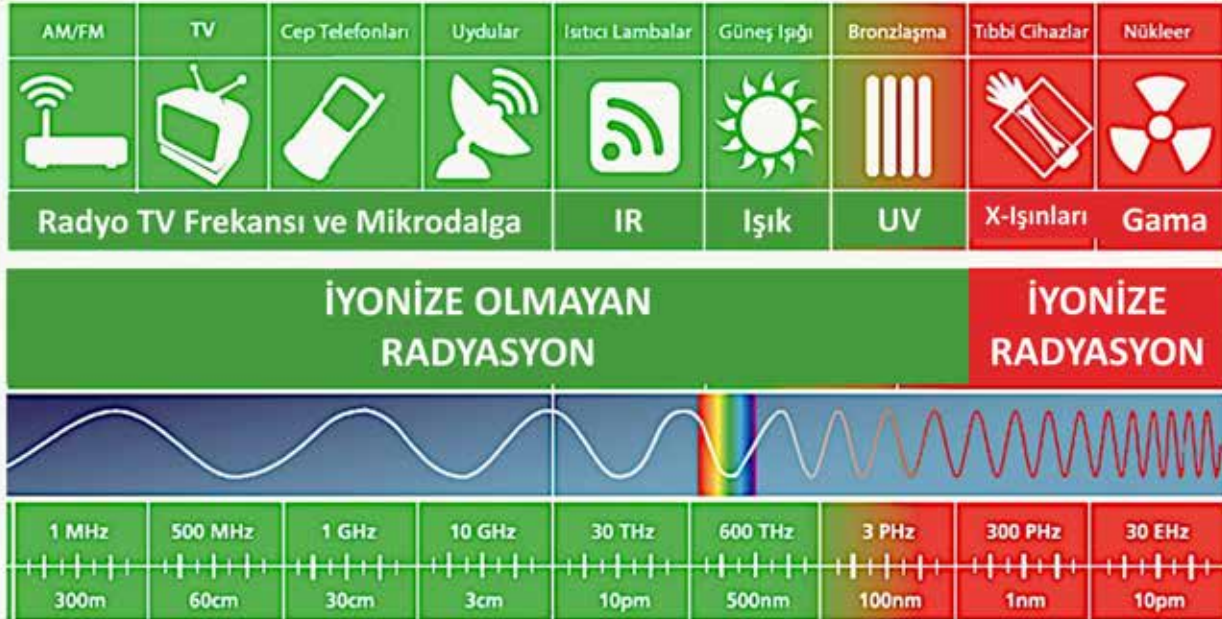
Elektromanyetik radyasyon bir enerji biçimidir. Boşlukta ışık hızında ilerler ve ilerleme yönüne dik, manyetik ve elektrik alanı vardır.

İyonize elektromanyetik radyasyon, elektromanyetik radyasyon spektrumunun (yelpazesinin) sadece bir kısmını kapsar.



ALARA RGD

ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM



ALARA RGD

ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM

Bir önceki şekilde görülen elektromanyetik spektrumda, aşına olduğumuz cep telefonu radyasyonu gibi bir çok radyasyon gösterilmiştir.

Elektromanyetik dalganın değişen frekansları (enerjileri) bu dalgaların karşımıza farklı farklı şekillerde çıkmasına sebep olur. Düşük frekanslı elektromanyetik dalgaları radyo, televizyon, cep telefonu gibi genellikle iletişimde kullanırız.

Isı iletiminde kullanılan frekansı biraz daha yüksek dalgalar ise **kızılötesi (Infrared)** adını alır.

Kızıl ötesinden biraz daha yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar ise günlük hayatta **görünür ışık** olarak bildiğimiz dalgalardır. Görünür ışık bölgesindeki değişik frekanslar karşımıza renk olarak çıkar.

Elektromanyetik dalgaların frekansı biraz daha artarsa artık onları ışık olarak görememeye başlarız. Bu bölgeye, **morötesi (ultraviyole)** bölge adı verilir.

ALARA RGD

ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM

Morötesi ışınlar, enerjilerinin yüksek olması sebebiyle insan sağlığı için yavaş yavaş zararlı olmaya başlarlar. Bu sebeple bu ışınlardan korunmak için UV filtreli gözlükler ya da kremler kullanırız.

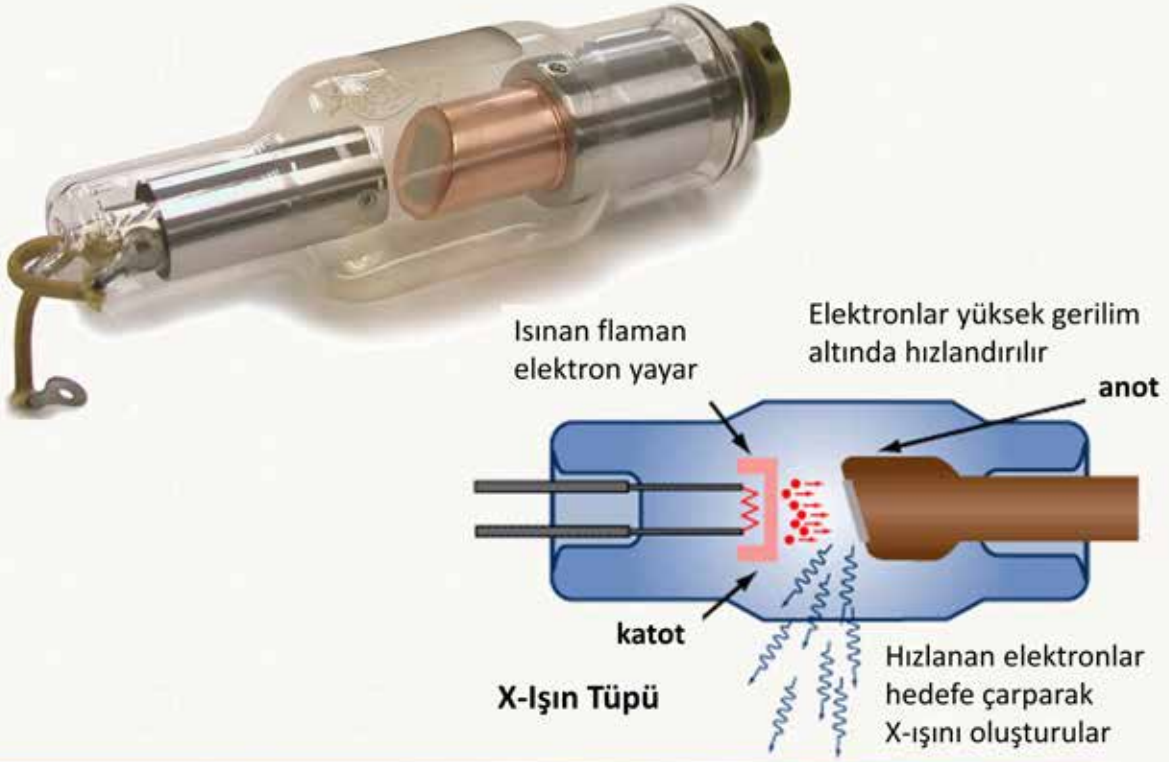
Buraya kadar bahsedilen elektromanyetik dalgaların hepsi iyonize olmayan ışınlardır. Morötesi ışınlardan sonra gelen daha yüksek frekanslı **X-ışınları** ve **gama ışınları** ise **iyonize elektromanyetik radyasyon** bölgesinde yer alır.

Şekilde **kırmızı** ile gösterilen bu bölgedeki radyasyonlar (X ve gama ışınları) etkileştiği maddede iyonizasyon meydana getirir. Bu sebeple insan sağlığı için zararlıdır.

Bu ışınları yayan cihaz ve maddelerin (X-ışın cihazları ve radyoaktif maddeler) her türlü işlemleri TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu) lisansına tabidir.

ALARA RGD

X-IŞINLARI



ALARA RGD

X-IŞINLARI

X-ışını üreten cihazlar, Radyasyon Güvenliği Tüzüğü ve Nükleer Tanımlar Yönetmeliği'nde daha önce **radyasyon yayınlayıcı veya üretici aygıtlar** olarak bahsedilen cihazlara/aygıtlara en güzel örnektir.

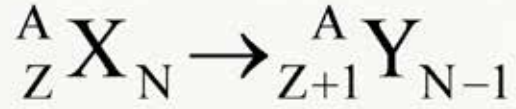
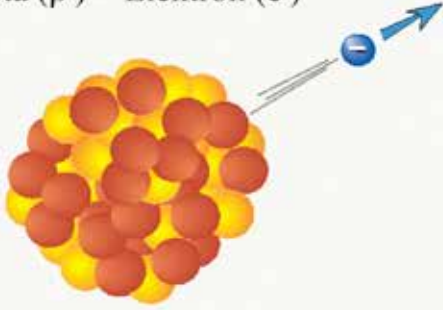
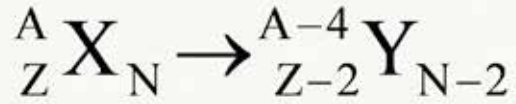
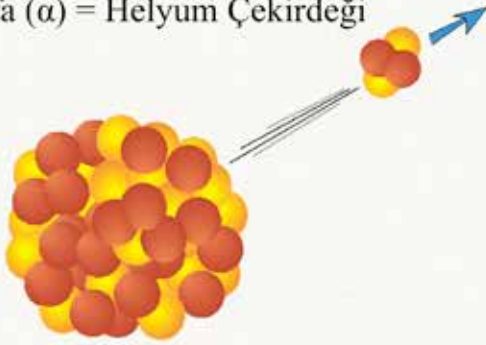
X-ışınları, hızlandırılmış elektronların havası alınmış bir tüp içinde, atom numarası yüksek bir hedef (Genellikle Tungsten) üzerine çarptırılması ile elde edilir.

X-ışınları ile gama ışınları aynı frekansta (enerjide) olabilir, isimlendirilmesinde tek önemli faktör kaynaklarıdır. Eğer yüksek frekanslı (enerjili) bir iyonize elektromanyetik radyasyon, radyoaktivite sonucunda bir atom çekirdeğinden yaylanıyorsa **gama radyasyonu** adını alır. Aynı ışın elektrikli bir cihaz tarafından üretiliyorsa **X-ışını** adını alır.

X-ışın sistemleri çalışmadığı zamanlarda hiçbir radyasyon tehlikesi oluşturmazlar, sadece açık oldukları zaman radyasyon üretirler.

ALARA RGD

PARÇACIK RADYASYONU

Beta (β^-) = Elektron (e^-)Alfa (α) = Helyum Çekirdeği

ALARA RGD

PARÇACIK RADYASYONU

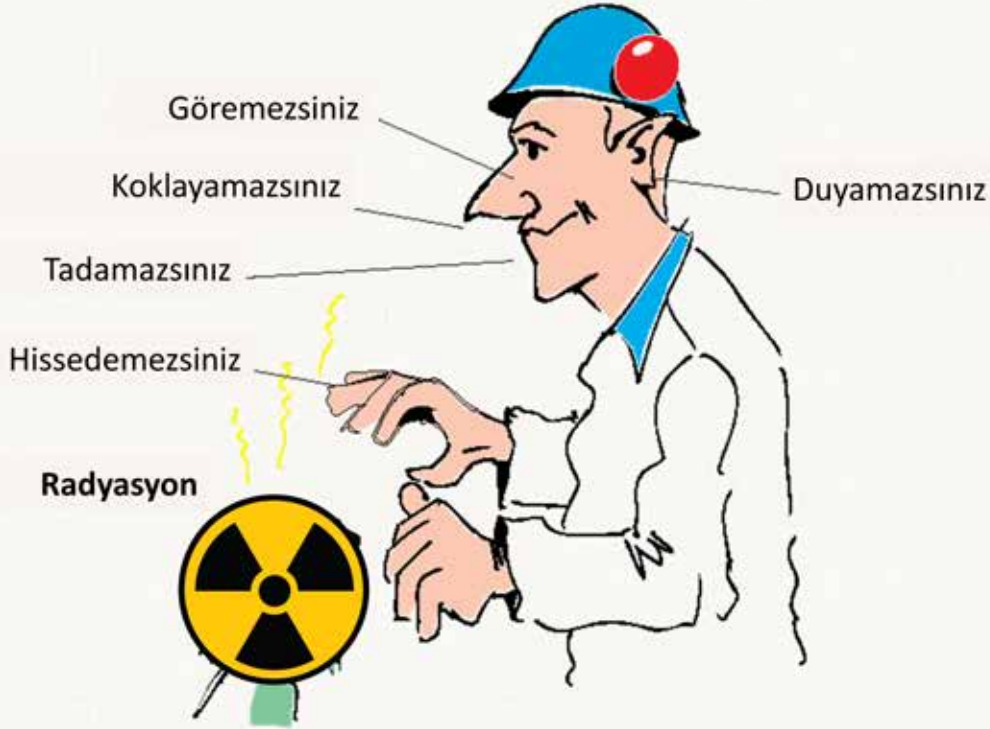
İyonize parçacık radyasyonlarının tümü radyoaktivite olayı sonucunda çekirdek dışına yayınlanan yüksek enerjiye (hıza) sahip elektron, helyum çekirdeği, nötron gibi atomik parçacıklardır.

Çekirdek içinden yüksek hızlı bir **elektron** yayınlanıyorsa **beta** parçacığı (ya da radyasyonu) adını alır. Çekirdek içinden yüksek hızlı bir **helyum çekirdeği** (2 proton ve 2 nötron) yayınlanıyorsa **alfa parçacığı** (ya da radyasyonu) adını alır.

Atom çekirdeğinden fırlatılan bu parçacıkların iyonize radyasyon olarak sınıflandırılmasındaki tek önemli sebep; bu parçacıkların yüksek hızlarından dolayı iyonizasyon yeteneğine sahip olmalarıdır. Yoksa yavaş bir elektronun ya da bir alfa çekirdeğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur.

ALARA RGD

İYONİZE RADYASYON



ALARA RGD

İYONİZE RADYASYON

Buraya kadar iyonize radyasyonun **radyoaktif maddeler** ve **X-ışını cihazları** tarafından üretildiğini gördük.

Radyoaktif maddelerin kararlı hale geçerken **elektromanyetik radyasyon** (gama radyasyonu) ve **parçacık radyasyonu** (beta, alfa radyasyonu gibi) yayınladığını; X-ışın cihazlarının ise sadece **elektromanyetik radyasyon** (X-ışınları) yayınladığını öğrendik.

İster parçacık radyasyonu olsun, ister elektromanyetik radyasyon olsun **iyonize radyasyonu 5 duyumuzla algılamamız mümkün değildir**. Herhangi bir iyonize radyasyon maruziyeti ya da maruziyet şüphesinde kişilerin hissedeceği karıncalanma, yanma, baş ağrısı gibi belirtiler tamamıyla psikolojiktir.

(1 Sv üzerindeki tüm vücut ışınlamalarında, ışınlamadan saatler sonra hissedilebilecek mide bulantısı ve baş ağrısı psikolojik etkilerden ayrı tutulmalıdır. Bu oranda yüksek dozda radyasyon maruziyeti çok nadirdir ve ciddi bir kaza durumunu ifade eder.)

ALARA RGD

İYONİZE ve İYONİZE OLMAYAN RADYASYON SİMGELERİ

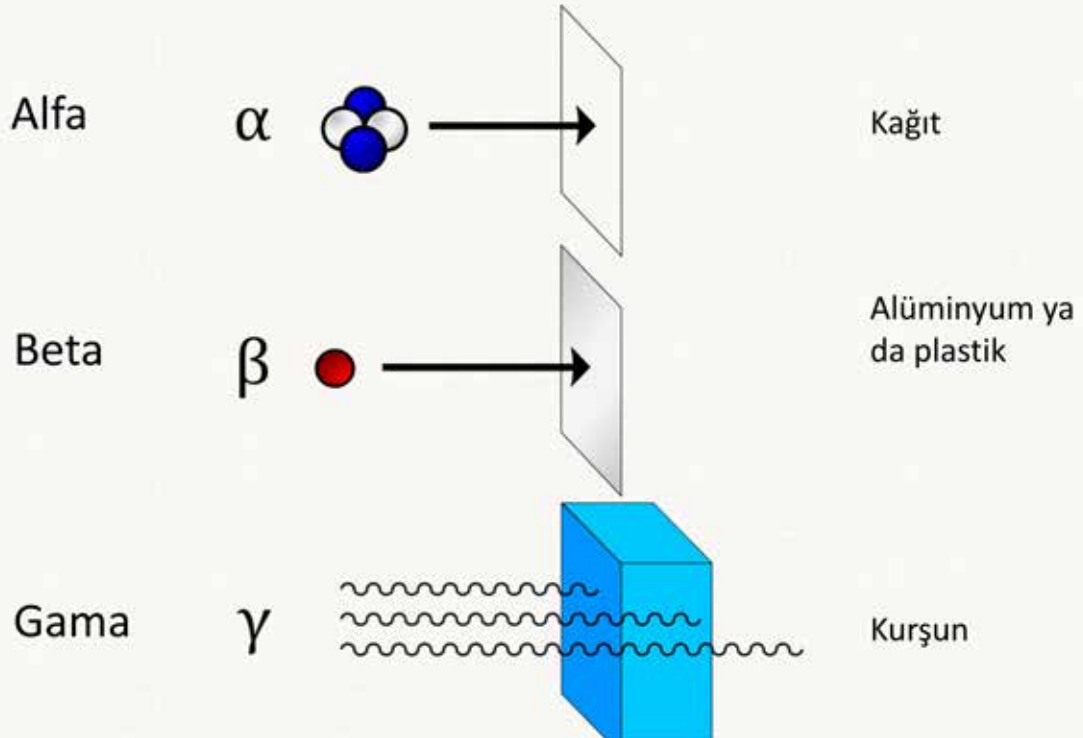


İyonize Radyasyon
Gama, X-ışını, alfa, beta
radyasyonu gibi



İyonize olmayan Radyasyon
Radyo, televizyon, mikrodalga
cep telefonu radyasyonu gibi

İYONİZE RADYASYONUN GİRİCİLİĞİ



İYONİZE RADYASYONUN GİRİCİLİĞİ

Parçacık radyasyonları, kütleleri olması sebebiyle madde ile etkileştiklerinde hemen soğurulurlar.

Beta radyasyonunun tamamını durdurmak için en fazla 1 cm kalınlığında bir plastik tabaka ya da bir kaç mm kalınlığında alüminyum folyo yeterlidir.

Alfa radyasyonunu durdurmak betalardan çok daha kolaydır, bir kağıt bile kaynaktan gelen tüm alfa radyasyonunu durdurabilir.

Kütlesi olmayan, ışık hızında ilerleyen, yüksek enerjili ışık özelliği gösteren **gamaları** durdurmak ise hayli zordur. Gama radyasyonunu azaltmak için genellikle kurşun kullanılır. 0.5 cm kalınlığında kurşun bir levha, Ir-192 radyoaktif maddesinden yayılan gama radyasyonunu ancak yarı miktarına düşürebilmektedir. Kaynak Co-60 ise gama radyasyon miktarını yarıya düşüren kurşun kalınlığı 1.3 cm'ye çıkmaktadır.

ALARA RGD

RADYASYONA MARUZ KALMA YOLLARI



DIŞ IŞINLAMA



İÇ IŞINLAMA

ALARA RGD

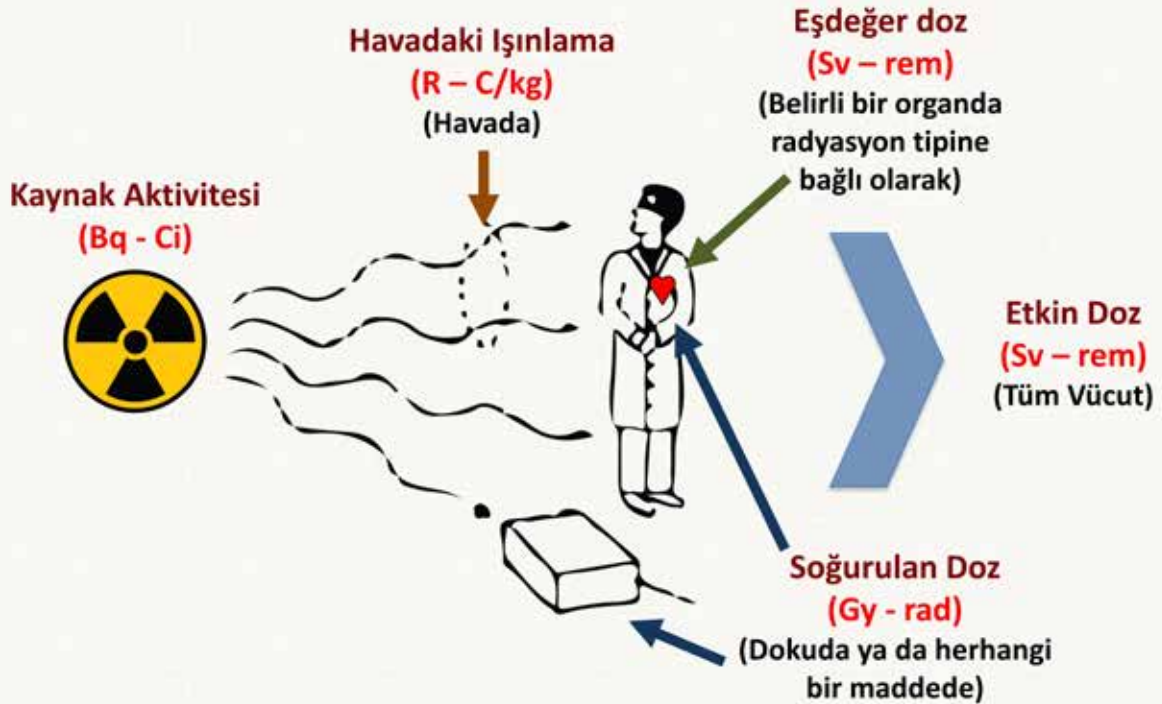
RADYASYONA MARUZ KALMA YOLLARI

Eğer radyasyon kaynağı vücudumuzun dışındaysa ve bu kaynaktan yayınlanan radyasyona maruz kalıyorsak bu duruma **dış ışınlama** adı verilir. Dış ışınlama hem radyoaktif maddelerden, hem de X-ışın sistemlerinden yayınlanan radyasyon ile gerçekleşebilir.

Radyasyon kaynağı solunum ya da sindirim yoluyla vücut içine alınıyorsa ve bu kaynaktan yayınlanan radyasyona maruz kalınıyorsa bu duruma **iç ışınlama** adı verilir. İç ışınlama, X-ışın sistemlerini vücut içine almak mümkün olmayacağından sadece radyoaktif maddelerin vücuda alınması ile gerçekleşebilir.

Radyasyon hiç bir şekilde bulaşmaz ya da vücutta depolanmaz fakat radyasyon kaynağı olan radyoaktif maddeler sıvı ya da toz formda ise cilde bulaşabilir ya da sindirim ya da solunum yoluyla vücuda alınırsa vücutta birikebilir.

RADYASYON BİRİMLERİ



RADYASYON BİRİMLERİ

Aktivite: Bir radyoizotopun birim zamanda (1 saniyede) yaptığı radyoaktif bozunma miktarıdır. Birimleri Bq (Becquerel) ve Ci (Curie)'dir

1 Bq (Becquerel) = 1 saniyede 1 radyoaktif bozunma

1 Ci (Curie) = 1 saniyede 37.000.000.000 radyoaktif bozunma

Havadaki Işınlama: Havayla etkileşen radyasyonun, havanın birim kütlesinde meydana getirdiği iyon çifti sayısını ifade eder. Eski birimi R (Röntgen), yeni birimi C/kg'dır.

1R (Röntgen), normal hava şartlarında (0°C ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1 kilogramında 2.58×10^{-4} Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyon çifti oluşturan X-ışını veya gama radyasyonu miktarıdır.

1 R = 2.58×10^{-4} C/kg 1 C/kg = 3876 R

RADYASYON BİRİMLERİ

Soğurulan Doz: Maddenin ya da dokunun birim kütlesinde soğurulan enerjiyi ifade eder. Eski birimi rad yeni birimi Gy'dir.

Gray (Gy), ışınlanan maddenin 1 kilogramına 1 Joule'lük enerji verebilen radyasyon miktarıdır. (1 Gy = 100 rad, 1 rad = 0.01 Gy)

Eşdeğer Doz: Zaman içerisinde farklı radyasyon tiplerinin dokuya aynı miktar enerjiyi bırakmalarına rağmen farklı doku hasarları oluşturdukları ortaya çıkmıştır. Bu sebeple fiziksel büyüklükle beraber biyolojik etkiyi de ifade eden **eşdeğer doz** kavramı geliştirilmiştir. Farklı radyasyon tipleri için, gama ve beta radyasyonu 1 olmak üzere, farklı ağırlık faktörleri (Q_R) türetilmiştir. Eşdeğer doz soğurulan dozun bu ağırlık faktörleri ile çarpılması sonucu elde edilir. Yeni birimi Sv (Sievert) eski birimi rem'dir.

1 Sv = 1 Gy x Q_R 1 rem = 1 rad x Q_R

RADYASYON BİRİMLERİ

Etkin Doz: Çeşitli organların soğurduğu eşdeğer doz ile bu organlar için belirlenmiş katsayıların çarpılması ve çıkan sonuçların toplanması ile elde edilen fiziksel ve biyolojik bilginin yanında organların radyasyona duyarlılığı ile ilgili istatistiksel bilgiyi de içeren doz kavramıdır.

Tüm vücut için radyasyonun stokastik etkisinin tespit edilmesinde bu doz değeri kullanılır. Dış ışınlamalarda yakaya ya da bele takılan kişisel dozimetreler tüm vücut için **etkin dozu** ölçecek şekilde tasarlanmıştır. Yeni birimi Sv (Sievert) ve eski birimi rem'dir.

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

E :Etkin Doz

w_T :Doku ya da Organ için Doku Ağırlık Faktörü

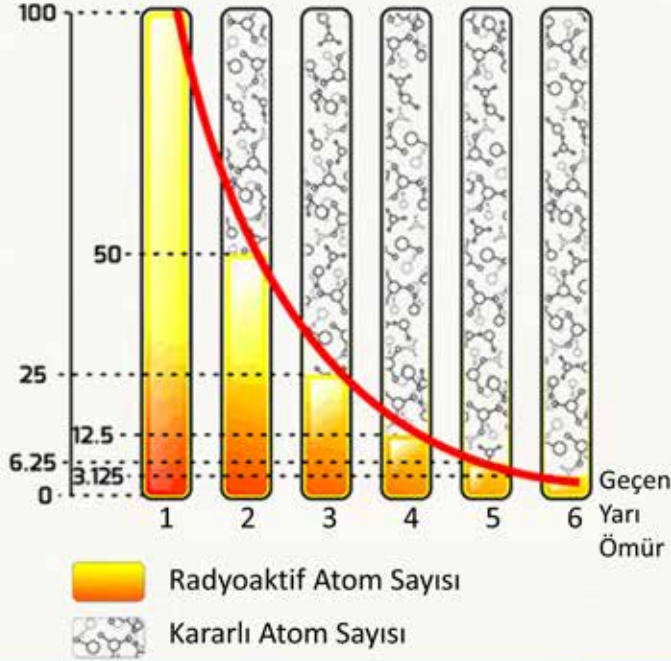
H_T :Doku ya da Organ Eşdeğer Dozu

RADYASYON BİRİMLERİ ÖZET

Terim	Tanımı	Birimi		Dönüşüm
		Eski Birimi (ABD)	Yeni Birimi (SI)	
Aktivite	Birim zamanda meydana gelen radyoaktif parçalanma sayısı	Curie (Ci): Saniyede 3.7×10^{10} parçalanma	Becquerel (Bq): Saniyede 1 parçalanma	1 Ci = 3.7×10^{10} 1 Bq $\approx 2.7 \times 10^{-11}$
Havadaki Işınlama	Havanın birim kütlesinde meydana gelen iyonizasyon miktarı.	Roentgen (R):Havanın 1 kilogramında 2.58×10^{-4} C elektrik yükü değerinde iyon çifti oluşturan x-ışını ya da gama radyasyonu miktarı	C/kg:Havanın 1 kilogramında 1C elektrik yükü değerinde iyon çifti oluşturan x-ışını ya da gama radyasyonu miktarı	1 R = 2.58×10^{-4} C/kg 1 C/kg = 3876 R
Soğurulan Doz	İyonize radyasyona bağlı olarak maddenin birim kütlesinde soğurulan enerji miktarı	1 rad = 100 erg/gr ya da 1 rad = 0.01 joule/kg	1 Gray (Gy) = 1 joule/kg	1 rad = 0.01 Gy 1 Gy = 100 rad
Eşdeğer Doz	Soğurulan dozun radyasyon tipi ve enerjisine göre değişen radyasyon ağırlık faktörü ile çarpılmış hali	rem	Sievert (Sv)	1rem = 0.01 Sv 1 Sv = 100 rem

YARI ÖMÜR

Bir izotopun aktivitesinin yarıya düşmesi için geçen zamana **yarı ömür** adı verilir. Her radyoaktif maddenin kendine özgü bir **yarı ömrü** vardır.



İZOTOP	YARIÖMÜR
Ir-192	73.83 gün
Se-75	119.78 gün
Co-60	5.27 yıl
Cs-137	30.07 yıl
Am-241	432.2 yıl
I-131	8 gün
Tc-99m	6 saat
Tl-201	73.1 saat
U-238	4.5 milyar yıl
U-235	704 milyon yıl

Bazı radyoizotopların (radyoaktif maddelerin) yarı ömürleri

ALARA RGD

RADYASYON DOZU VE DOZ HIZI

HIZ



ZAMAN

0 Saat

1 Saat

2 Saat

3 Saat

RADYASYON DOZ HIZI



RADYASYON DOZU

0.000
mSv0.500
mSv1.000
mSv1.500
mSv

$$YOL = HIZ \times ZAMAN$$

$$DOZ = DOZ HIZI \times ZAMAN$$

ALARA RGD

RADYASYON DOZU VE DOZ HIZI

Genellikle el tipi radyasyon dedektörleri göstergelerinde sadece radyasyon doz hızını gösterirler. Bazı dedektörlerde ise bir tuş yardımıyla dedektörün maruz kaldığı toplam radyasyon doz miktarını da görmek mümkün olur.

Yanda görülen ALARA ADA Serisi dedektörde üstteki satır ortam radyasyon doz hızını, alttaki satır ise dedektörün en son sıfırlandığı zamandan bu yana maruz kaldığı toplam radyasyon dozunu gösterir. Radyasyon Doz Hızını ve Toplam Dozu bir otomobilin Hız ve Yol göstergeleri gibi düşünebiliriz.

Yeni birimlerin kullanılması ile doz hızı ölçümünde Sv/h, doz ölçümünde ise Sv biriminin kullanılması yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Değerlerin büyüklüğüne göre birimlerin başlarına μ (mikro) ya da m (mili) katsayıları gelebilir.



ALARA RGD

RADYASYON DOZU VE DOZ HIZI ÖRNEK

Ortam gama radyasyon doz hızının $0.12 \mu\text{Sv/h}$ olduğu bir yerde yılda ne kadar radyasyon dozuna maruz kalırız?



$$\text{Doz} = \text{Doz Hızı} \times \text{Zaman}$$

$$1 \text{ yıl} = 365 \text{ gün/yıl} \times 24 \text{ saat/gün} = 8760 \text{ saat}$$

$$\text{Doz} = 0.12 \mu\text{Sv/h} \times 8760 \text{ saat}$$

$$\text{Doz} = 1051 \mu\text{Sv}$$

Yaklaşık 1 mSv

(Sadece gama radyasyonundan kaynaklı olarak)

Çeşitli şehirlerdeki doğal radyasyon doz hızlarına www.taek.gov.tr adresinden ulaşılabilir.

ALARA RGD

GAMA SABİTİ

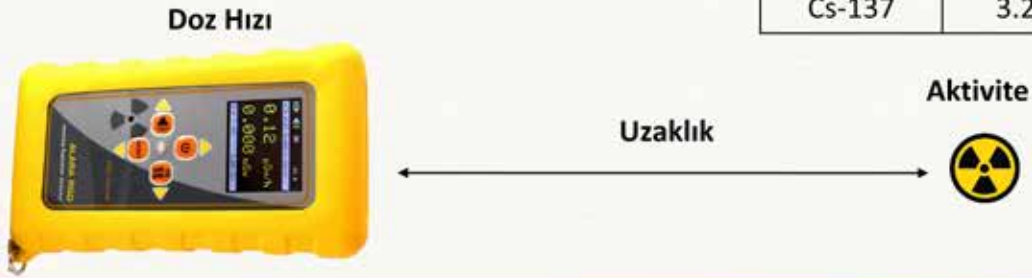
Gama sabiti bir gama kaynağının aktivitesi ile belli bir mesafede oluşturacağı doz hızını birbirine bağlayan katsayıdır. Gama sabiti kullanılarak, aktivitesi bilinen bir kaynağın belli mesafede oluşturacağı doz hızı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$DH = \frac{A \cdot \Gamma}{d^2}$$

DH = Doz Hızı
 Γ = Gama Sabiti
 A = Gama Kaynağının Aktivitesi
 d = Uzaklık

Bazı İzotopların Gama Sabitleri
(1 metrede 1 Ci için)

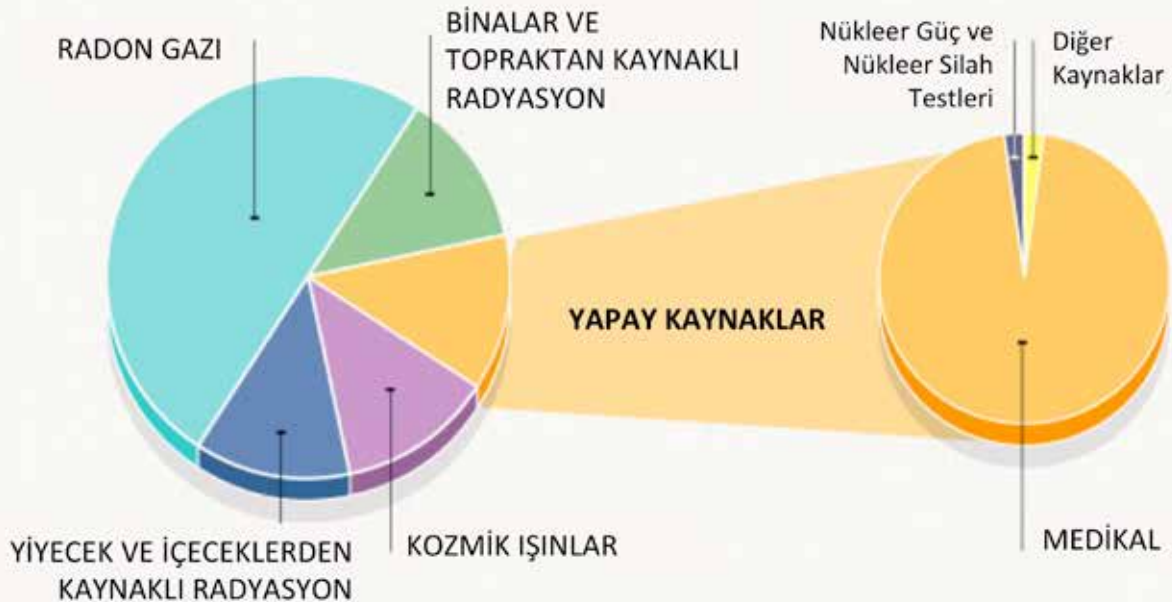
İzotop	Gama Sabiti
Se-75	2.03 mSv/h
Ir-192	4.80 mSv/h
Co-60	13.0 mSv/h
Cs-137	3.2 mSv/h



ALARA RGD

DOĞAL VE YAPAY RADYASYON DOZLARI

Doğal ve yapay kaynaklardan maruz kaldığımız yıllık radyasyon dozunun dünya ortalaması **2.69 mSv**'dir



ALARA RGD

DOĞAL VE YAPAY RADYASYON DOZLARI

DOĞAL KAY.	DOZ (Yıllık)
Radon	1.3 mSv
Yer kabuğu	0.46 mSv
K-40, C-14	0.23 mSv
Kozmik	0.39 mSv
Toplam	2.38 mSv

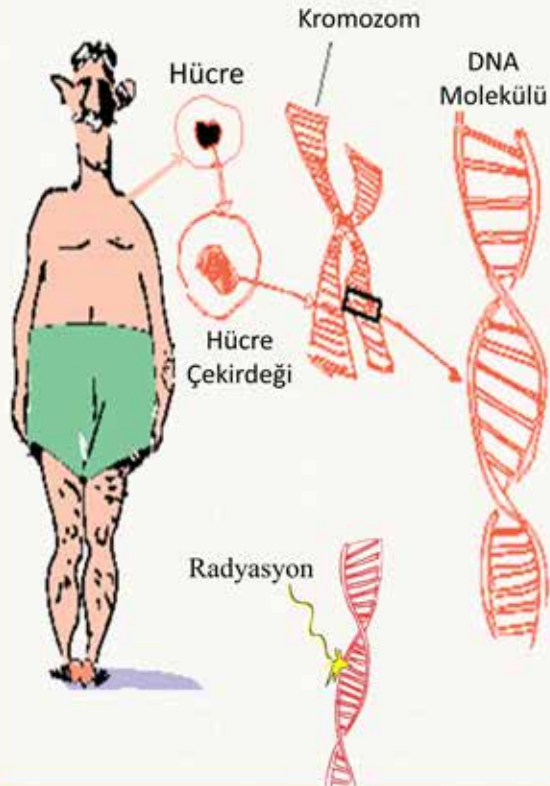
Her yıl maruz kaldığımız radyasyonun büyük kısmı doğal radyasyon kaynaklarından gelir. Doğal radyasyon kaynaklarının, uzaydan gelen kozmik ışınlar hariç, tamamı dünyamızın oluşumundan bu yana bulunan uzun yarı ömürlü radyoizotoplar ya da bu radyoizotopların radyoaktif ürünleridir.

YAPAY KAY.	DOZ (Yıllık)
Tıbbi	0.3 mSv
Serpinti	0.007 mSv
Mesleki	0.002 mSv
Salım	0.001 mSv
Ticari Ür.	0.0005 mSv
Toplam	0.31 mSv

Yapay radyasyon kaynakları ise insan tarafından üretilen radyoizotoplar ya da x-ışın kaynaklarıdır. Yapay radyasyon kaynaklarının çok sıkı bir şekilde denetleniyor olması sebebiyle yıllık maruz kaldığımız toplam radyasyon dozuna çok küçük bir katkı yaparlar.

ALARA RGD

İYONİZE RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ



Tüm canlılar hücrelerden oluşur. Her hücrenin çekirdeğinde canlı ile ilgili tüm bilginin saklı olduğu DNA molekülleri yer alır.

Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi, maruz kalınan radyasyonun bu DNA moleküllerinde iyonizasyon meydana getirmesi ile ortaya çıkar

Bu iyonizasyon sonucunda (1) hücre kendini onararak varlığını eskisi gibi sürdürebilir, (2) çoğalma yeteneğini kaybedebilir yani ölebilir ya da (3) en önemlisi hücre kendisini kansere dönüşecek şekilde yanlış onarabilir.

ALARA RGD

İYONİZE RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ



Düşük dozlarda hücrenin çoğalma yeteneğini kaybetmesi çok önemli değildir, zaten vücudumuzda her gün milyonlarca hücre ölür ve yerine yenileri gelir.

Fakat yüksek dozlarda yani radyasyon sebebiyle hücre ölümünün dokuların kendilerini yenileme hızından daha yüksek olduğu durumlarda **ciltte yanıklar** ya da tüm vücutta organ yetmezliklerine bağlı olarak **radyasyon sendromları** görülebilir. Bu tür etkilere radyasyonun **deterministik etkileri** adı verilir.

ALARA RGD

İYONİZE RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Endüstri tipi Yıllık, 100 bin işçide ölüm	
Bütün endüstri	13.8
Mali işler	1.5
Servis Hizmetleri	3.5
Radyasyon	5
Üretim	11.5
Kamu Yönetimi	11.9
Ziraat	14.0
Ulaşım	28.2
İnşaat	43.6
Madencilik,	111.1
Ormancılık	123.7
Balıkçılık, avcılık	188.6

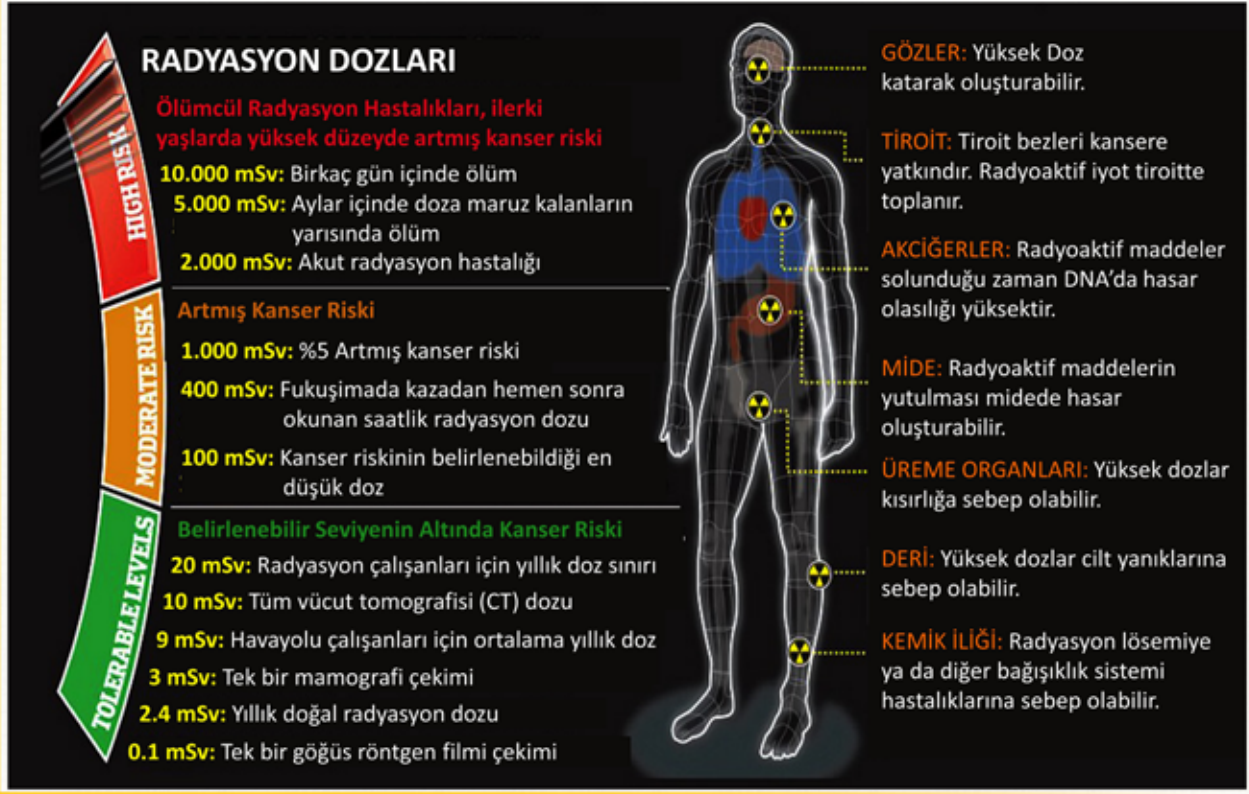
Düşük ya da yüksek dozlarda görülen ve ışınlamadan yıllar sonra ortaya çıkan kanser ya da genetik etkiler gibi etkilere ise **radyasyonun stokastik etkileri** adı verilir. Stokastik etkinin gerçekleşme olasılığı maruz kalınan radyasyon dozu ile doğru orantılıdır.

Kanser için bu olasılık 1 mSv başına % 0.005'dir. Genetik etki olasılığı ise doz başına kanser olasılığından 41 kat daha az olup Hiroşima ve Nagazaki'de dahi gözlenmemiştir.

Yandaki çizelgede sektörlere göre yıllık 100 bin işçide ölüm oranları verilmiştir. Radyasyon çalışanları için gösterilen 5 değeri gerçekte gözlenemeyen fakat teorik olarak hesaplanan bir değerdir. Kanser riski 100 mSv doz değerinin altında belirlenememekte sadece teorik olarak hesaplanabilmektedir.

ALARA RGD

İYONİZE RADYASYONUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ



ALARA RGD

RADYASYON DOZUNUN SINIRLANMASINDA TEMEL GÜVENLİK STANDARTLARI

Radyasyon dozunun sınırlandırılması amacıyla uygulanan uluslararası 3 temel güvenlik standardı vardır.

- 1. Uygulamaların Gerekliliği (Justification):** Net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilemez.
- 2. Optimizasyon (Optimization):** Radyasyona maruz kalmaya sebep olan uygulamalarda, olası tüm ışınlanmalar için bireysel dozların büyüklüğü, ışınlanacak kişilerin sayısı, ekonomik ve sosyal faktörler göz önünde bulundurularak mümkün olan en düşük dozun alınması sağlanır. Bu prensip tüm dünyada **ALARA (As Low As Reasonably Achievable)** "ulaşılabilir en düşük doz" olarak bilinir.
- 3. Doz Sınırları:** Tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon hariç, radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler tarafından alınan radyasyon dozları ICRP tarafından belirlenen ve Uluslararası Atom Enerji Kurumuna üye ülkeler tarafından benimsenen yıllık doz sınırlarını aşamaz.

ALARA RGD

YILLIK DOZ SINIRLARI

		Radyasyon Çalışanları	Halk
Etkin Doz Sınırı	Ardışık 5 yılın ortalaması	20 mSv	1 mSv
	Herhangi bir yılda	50 mSv	5 mSv
Yıllık Organ Eşdeğer Doz Sınırı	Göz merceği	150 mSv	15 mSv
	Deri (cm ²)	500 mSv	50 mSv
	Eller ve ayaklar	500 mSv	50 mSv

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği Madde 10 - Yıllık doz sınırları sağlığa zarar vermeyecek şekilde uluslararası standartlara uygun olarak, Kurum (TAEK) tarafından radyasyon görevlileri ve toplum üyesi kişiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllık toplam doz aynı yıl içindeki dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Kişilerin, denetim altındaki kaynaklar ve uygulamalardan dolayı bu sınırların üzerinde radyasyon dozuna maruz kalmalarına izin verilemez ve bu sınırlara tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle maruz kalınacak dozlar dahil edilemez.

ALARA RGD

RADYASYONDAN KORUNMANIN 3 TEMEL YOLU

1. ZAMAN

Bir radyasyon kaynağının yanında geçirdiğimiz süre boyunca radyasyon dozuna maruz kalırız.



$$\text{DOZ} = \text{DOZ HIZI} \times \text{ZAMAN}$$

10 mSv/h ile 1 saatte 10 mSv

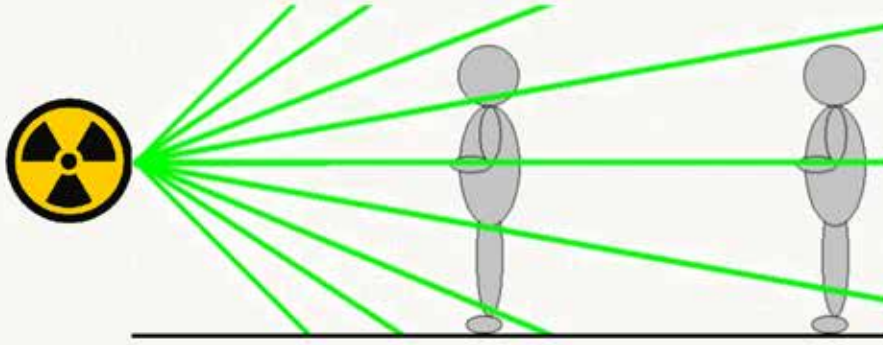
10 mSv/h ile 1 dakikada 0,17 mSv

ALARA RGD

RADYASYONDAN KORUNMANIN 3 TEMEL YOLU

2. MESAFE

İyonize radyasyonun şiddeti, aynı ışığın şiddeti gibi, kaynaktan uzaklaştıkça mesafenin karesi oranında azalır.



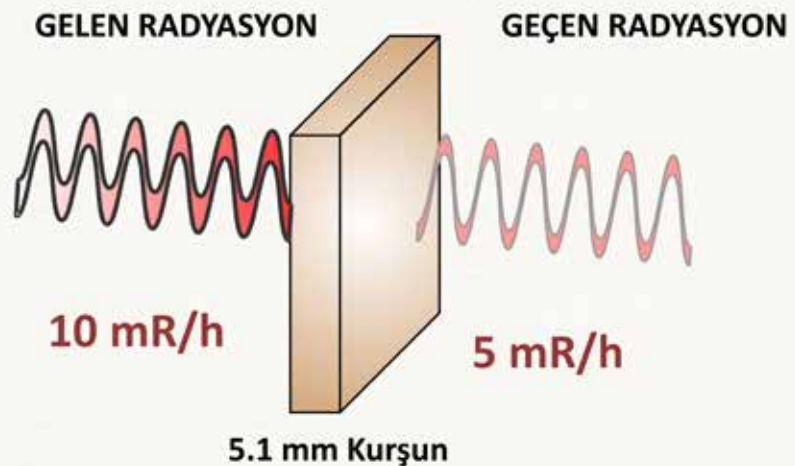
$$\text{DOZ HIZI} \propto 1 / \text{UZAKLIK}^2$$

RADYASYONDAN KORUNMANIN 3 TEMEL YOLU

3. ZIRHLAMA

Gama radyasyonu zırhlama hesaplarında genellikle **yarı değer kalınlığı (HVL-Half Value Layer) kavramı** kullanılır. HVL bir radyoizotop için okunan radyasyon değerini yarıya düşüren malzeme kalınlığıdır.

Kurşunun
Ir-192 için
HVL değeri:
5.1 mm'dir



4. Radyasyon Dedektörleri

4. RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

RADYASYON DEDEKTÖRLERİNİN KULLANIM ALANLARI

- Nükleer Tıp
- Radyoloji
- Radyoterapi
- İzotop Üretimi
- Işınlama Tesisleri
- Endüstriyel Radyografi
- Sanayi Uygulamaları
- Sivil Savunma
- Radyasyon Korunması
- Nükleer Atıklar
- Radyoaktif Paratoner Kontrolü
- Geri Dönüşüm Kontrolü
- Gıdaların Kontrolü
- İnşaat Malzemelerinin Kontrolü
- İnsan Sağlığı
- Güvenlik
- Kalite Kontrol, Kalite Temini
- Araştırma Geliştirme
- İç Doz Ölçümü
- Çevresel Radyasyon Takibi
- Kontaminasyon Takibi
- Havada Radyasyon Ölçümleri
- Radon Gazı Ölçümü
- Radyoizotop Tanımlama
- Sınır Kontrolleri
- Nükleer santrallerde kritiklik takibi
- Nükleer Santral Güvenliği
-

ALARA RGD

4. RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

Radyasyon dedektörlerinin kullanım alanları çok olduğu gibi farklı kullanımlar için tasarlanmış farklı dedektör tipleri de çoktur. Bu kısımda kısaca bu dedektör tiplerinden bahsedilecektir.

İyonize radyasyon dedektörleri sadece iyonize radyasyonu ölçmek üzere tasarlanmıştır. İyonize radyasyon dedektörleri ile cep telefonu radyasyonunu, mikrodalga radyasyonu ya da diğer iyonize olmayan radyasyon çeşitlerini ölçmek mümkün değildir. Bu tür girişimler dedektöre zarar verebilir.



ALARA RGD

4. RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

Piyasada bulunan iyonize radyasyon dışındaki mikrodalga ya da benzeri elektromanyetik radyasyonu ölçmek üzere üretilmiş dedektörler ile iyonize radyasyonu **ölçemezsiniz.**



Mikrodalga
Radyasyon Dedektörü



Elektromanyetik
Radyasyon Dedektörü

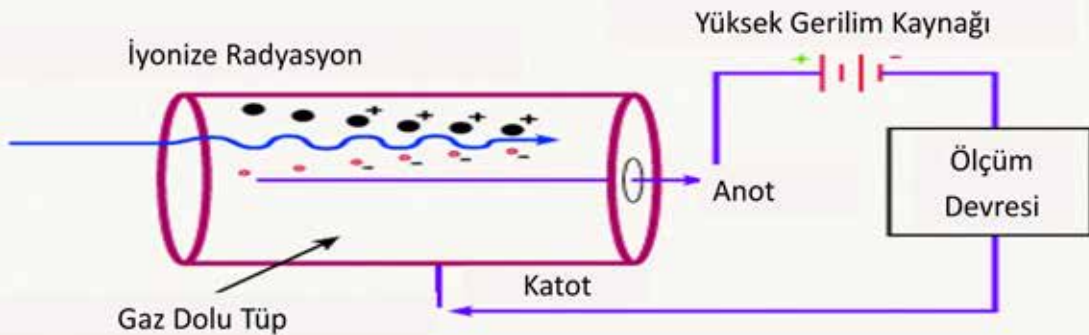
ALARA RGD

4. RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

Radyasyon dedektörlerinde genellikle gaz dolu tüpler kullanılmakla beraber hassas sistemlerde daha karışık ölçüm teknikleri de kullanılabilir.

Gaz dolu dedektörlerin Geiger Müller, Orantılı Sayaç ve İyon Odası olmak üzere 3 tipi vardır. Bu dedektörlerde, ortamdaki radyasyon, tüpün içerisindeki gazda iyonizasyon yaparak serbest iyonlar oluşturur. Yüksek gerilim yardımıyla bu iyonların toplanıp, ölçüm devresinde sayılmasıyla ile de radyasyon miktarı belirlenebilir.



ALARA RGD

4. RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

1. DOZ HIZI ÖLÇER CİHAZLAR (SURVEY METRELER)

Survey Metreler (doz hızı ölçer cihazlar) ortamdaki radyasyon doz hızının çabuk ve kolay bir şekilde ölçülebilmesi için tasarlanmış, genelde Geiger Müller (GM) detektörlere sahip radyasyon ölçüm cihazlarıdır.



ÇNAEM NEB.211



ALARA RGD ADA Serisi

ALARA RGD

4. RADYASYON DEDEKTÖRLERİ

2. ALAN MONİTÖRLERİ

Alan monitörleri, radyasyon alanlarında ortam radyasyon seviyesini belirlemek amacıyla kullanılan, genellikle Geiger Müller (GM) detektörlere sahip radyasyon ölçüm cihazlarıdır.



Ludlum Alan Monitörü



TAEK Alan Monitörü

ALARA RGD

3. DOZİMETRELER

a) Aktif Dozimetreler

Aktif Dozimetreler kişisel dozun ölçülmesinde kullanılan, doz değerinin doğrudan gözlenebildiği elektronik dozimetrelere dir.



Polimaster Kişisel Elektronik Dozimetre



Ecotest CARD Kişisel Elektronik Dozimetre

3. DOZİMETRELER

b) Pasif Dozimetreler

Pasif dozimetreler maruz kalınan radyasyon dozunun belli periyotlarda özel cihazlar yardımıyla belirlenebildiği, radyasyon çalışanları için kullanımı yasal olarak zorunlu olan dozimetre tipleridir.



TL Dozimetre



OSL Dozimetre



Film Dozimetre

4. SPEKTROMETRELER

Spektrometreler herhangi bir radyoaktif kaynağın yaydığı parçacıkların ya da fotonların enerjisini belirleyen ve bu enerji farklılıklarını spektrometrik olarak gösteren cihazlardır. Bu sayede spektrometreler ile radyoizotopun cinsini belirlemek mümkün olmaktadır.



El tipi NaI Gama Spektrometre

5. KAPI DEDEKTÖRLERİ

Kapı dedektörleri radyoaktif kaynak bulunma şüphesi olan araçların içinden geçirilerek radyasyon kontrollerinin yapıldığı dedektör tipleridir.



Ludlum Portal Monitör

RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI

El tipi radyasyon dedektörleri (Taşınabilir Radyasyon Ölçüm Cihazları) ortamdaki iyonize radyasyon seviyesini doz hızı olarak belirlemeye yarayan cihazlardır.

Bu tür dedektörlerle, dedektörü açtıktan hemen sonra herhangi bir ayarlamaya gerek kalmadan ortamdaki radyasyon doz hızı izlenebilir. Dedektörlerin göstergeleri, doz hızını Sv/h, Gy/h, R/h, rad/h ya da rem/h birimleri cinsinden gösterebilir. ADA Serisi dedektörlerde Doz Hızı Birimi fabrika ayarları olarak kullanılması tavsiye edilen Sv/h olarak ayarlanmıştır. İstenirse cihaz menüsünden doz Hızı birimi Gy/h, R/h, rad/h, rem/h olarak da seçilebilir.

Türkiye için doğal radyasyon seviyesi bölgeden bölgeye 0.02 μ Sv/h ile 0.31 μ Sv/h aralığında değişmektedir. Dedektörün bu değerler arasında gösterdiği ölçümler tamamıyla doğal radyasyon kaynaklı olup, herhangi bir yapay radyasyon kaynağının varlığını göstermemektedir.

ALARA RGD

RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI

Dedektörün ikinci satırı toplam radyasyon dozunu göstermektedir. Fabrika ayarı olarak mSv birimine ayarlanmıştır. Dedektörün açık kaldığı süre boyunca maruz kaldığı toplam radyasyon dozu bu satırdan izlenebilir. Toplam radyasyon dozu dedektör kapasite dahi elle sıfırlanana kadar hafızada saklanır. Toplam doz göstergesi çoğu radyasyon dedektöründe bulunmamaktadır.

ADA Serisi dedektörler Toplam Doz ve Doz Hızı için sesli ve titreşimli alarm özelliğine sahiptir. Fabrika ayarları olarak Doz Hızı 1 μ Sv/h ve Toplam Doz 1 mSv değerlerine ayarlanmıştır. İstenirse değerler doz hızı için 1 μ Sv/h ile 1000 μ Sv/h aralığında, toplam doz için 1 mSv ile 50 mSv aralığında ayarlanabilir.

1 μ Sv/h değeri Doğal Radyasyon seviyesinin hemen üzerinde bir değer olup ortamda bir radyasyon kaynağı bulunması durumunda doğal radyasyon seviyesi ile karıştırılmadan kaynağın ayırt edilebileceği bir değerdir.

ALARA RGD

5. Radyasyon Dedektörü Kullanımı

5. RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI

RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI

Toplam Doz Hızı için 1 mSv değeri radyasyon çalışanı olmayan halktan kişiler için yıllık doz limitidir. Herhangi bir radyasyon kaynağının varlığı tespit edilirken Radyasyon çalışanı olmayan kişiler için 1 mSv değeri aşılmamalıdır. 1mSv ayrıca dedektörün 24 saat 365 gün açık kalması durumunda doğal radyasyon sebebiyle ulaşılabileceği bir değerdir.

Doz Hızı Barının üzerinde, Doz Hızı Alarm değeri görülebilir. Doz Hızı Barı, bu değer maksimum olacak şekilde, anlık doz hızı değerinin alarm değerine göre durumunu görsel olarak gösterir.

Benzer şekilde Doz Barının üzerinde, Doz Alarm değeri görülebilir. Doz Barı, bu değer maksimum olacak şekilde, anlık doz değerinin alarm değerine göre durumunu görsel olarak gösterir.

ALARA RGD

5. RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI

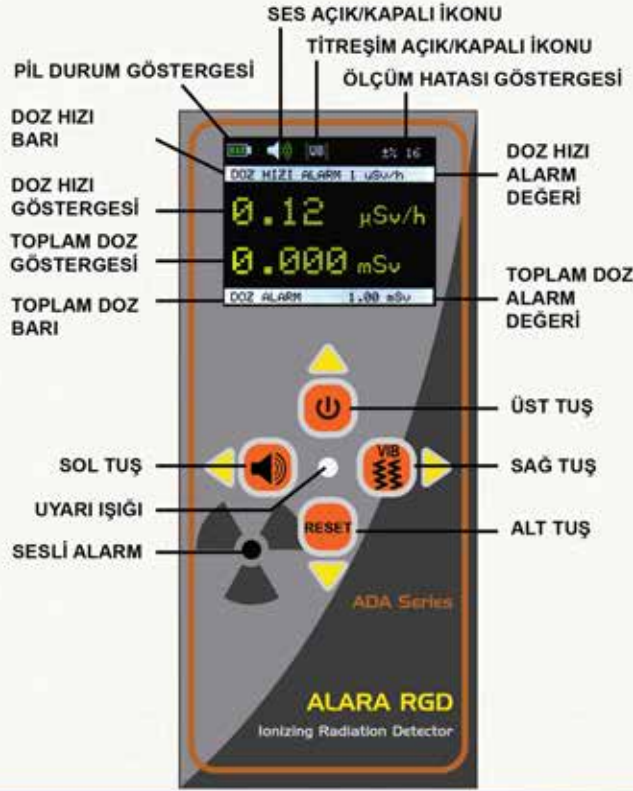
RADYASYON DEDEKTÖRÜ KULLANIMI

Ölçüm ekranının en üstündeki alanda sırasıyla pil doluluk göstergesi, sesli alarm açık kapalı göstergesi, titreşimli alarm açık kapalı göstergesi ve en sonda doz hızı ölçümü hata değeri bulunmaktadır. Hata değeri 1 sigma (σ) değerini göstermektedir.



ALARA RGD

DEDEKTÖRÜN GENEL GÖRÜNÜMÜ



ALARA RGD

DEDEKTÖRÜN AÇILMASI



ALARA RGD

Dedektörü açmak için uyarı ışığı yanana kadar üst tuşa basınız. Dedektör açılırken ilk başta 1 sn boyunca açılış ekranı görüntülenir. Bu ekranda dedektör modeli, dedektörün yazılım versiyonu ve dedektörün seri numarası görülebilir.

DEDEKTÖRÜN KAPATILMASI



Dedektörü kapatmak için 3 saniye boyunca ÜST tuşa basınız.

ALARA RGD

GÜÇ TASARRUF MODU



Dedektör açıkken ÜST tuşa kısa basılarak "Güç Tasarruf Moduna" girilir. Güç tasarruf modunda sadece ekran kapanır, dedektör diğer fonksiyonları yerine getirmeye devam eder. Doz Hızı ya da Toplam Doz Alarmlarının aşılması durumunda otomatik olarak güç tasarruf modundan çıkılır ve ekran açılır. Alarm durumu yokken Güç tasarruf modundan çıkmak için ÜST tuşa tekrar kısa basılması yeterlidir. Güç tasarruf modunda uyarı ışığı 5 sn aralıklarla yanıp söner.

Dedektörü kapatmak isterken dedektörün Güç Tasarruf Moduna alınmamasına dikkat edilmelidir.

ALARA RGD

SESLİ ALARMIN AÇILMASI KAPATILMASI

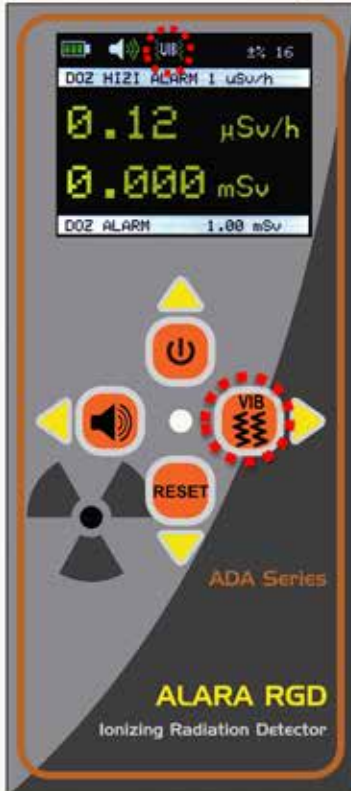


Sesli alarm SOL tuşa kısa basılarak açılıp kapatılabilir. Sesli alarmın açık ya da kapalı olduğu, ekrandaki sesli alarm ikonundan takip edilebilir. Sesli alarmın kapatılması her bir radyasyon etkileşmesi sırasında çıkan klik sesini de kapatacaktır.

Sesli alarmın durumu hafızada saklanmaz, dedektör kapatılıp açıldıktan sonra sesli alarm tekrar açık hale döner.

ALARA RGD

TİTREŞİMLİ ALARMIN AÇILMASI KAPATILMASI



Titreşimli alarm SAĞ tuşa kısa basılarak açılıp kapatılabilir. Titreşimli alarmın açık ya da kapalı olduğu, ekrandaki titreşimli alarm ikonundan takip edilebilir.

Titreşimli alarmın açık ya da kapalı olması hafızada saklanır. Dedektörün kapatılıp açılması titreşimli alarmın durumunu değiştirmez.

ALARA RGD

DOZ HIZI ALARM SEVİYESİNİN AYARLANMASI



SOL tuşa uzun basılarak Doz Hızı Alarm menüsüne girilir. ALT ve ÜST tuşlar yardımıyla Doz Hızı Alarm değeri 1 $\mu\text{Sv/h}$ ile 1000 $\mu\text{Sv/h}$ arasında ayarlanabilir. 2 sn boyunca herhangi bir tuşa basılmazsa ekrandaki değer kaydedilir. Kayıt sırasında 2 kez bip sesi duyulur ve ekranda "kaydedildi" yazısı görülür.

ALARA RGD

DOZ ALARM SEVİYESİNİN AYARLANMASI



SAĞ tuşa uzun basılarak Toplam Doz Alarm menüsüne girilir. ALT ve ÜST tuşlar yardımıyla Toplam Doz Alarm değeri 1 mSv ile 50 mSv arasında ayarlanabilir. 2 sn boyunca herhangi bir tuşa basılmazsa ekrandaki değer kaydedilir. Kayıt sırasında 2 kez bip sesi duyulur ve ekranda "kaydedildi" yazısı görülür.

ALARA RGD

DOZ HIZI VE TOPLAM DOZ DEĞERLERİNİN SIFIRLANMASI



Doz Hızı değeri, gerçek ölçüm hızına göre ölçüm istatistiğini arttırmak için belirli süreler için ortalama alınarak gösterilir. Doz hızı değişimlerinin yüksek olduğu ortamlarda ortalama almayı tekrar başlatmak için ALT (RESET) tuşa kısa basılarak ortalamanın yeniden başlatılması sağlanabilir.

Dedektörün maruz kaldığı toplam radyasyon dozu, ALT (RESET) tuşuna uzun basılarak sıfırlanabilir. Toplam radyasyon dozu dedektör kapatılsa dahi hafızada saklanır ve dedektör açıldığında son değerden toplam almaya devam eder.

ALARA RGD

NOTLAR

6. Hurdalarda Karşılaşılabilecek Radyasyon Kaynakları

6. HURDALARDA KARŞILAŞILABİLECEK RADYASYON KAYNAKLARI

HURDALARDA KARŞILAŞILABİLECEK RADYASYON KAYNAKLARI

Bu kısımda hurdalarda karşılaşılabilecek bazı radyasyon kaynakları tanıtılacaktır.

Öncelikle kısaca tıp ve endüstride kullanılan bazı X-ışını sistemlerinden bahsedilecektir. X-ışın sistemleri çalışır durumda olmadığı sürece herhangi bir radyasyon tehlikesi oluşturmaz. X-ışın tüplerinin ağır metal içeriyor olması sebebiyle, bu sistemlerin belirli parçaları tehlikeli atık olarak işlem görmelidir.

Hurda içerisinde kapalı ve yüksek aktiviteli radyoaktif kaynaklar olabileceği gibi, sökülen nükleer tesislerin parçaları da olabilir. Son yıllarda çeşitli ülkelerde hurda metalin yeniden çevrimi sırasında radyoaktif kaynakların da kaza ile yüksek fırınlara gönderilmesi, özellikle demir ve çelikte radyoaktif bulaşmaya yol açan ve sayısı gittikçe artan olayların meydana gelmesine neden olmuştur.

Doğal radyonüklitlerle teması sonucu radyoaktif bulaşmaya maruz kalmış malzemelerin de hurda içine karışması mümkündür.

ALARA RGD

6. HURDALARDA KARŞILAŞILABİLECEK RADYASYON KAYNAKLARI

HURDALARDA KARŞILAŞILABİLECEK RADYASYON KAYNAKLARI

Hurdalarda bulunabilecek radyoaktif maddelerin oluşturacağı riskler radyoaktif maddenin cinsine, şekline, kullanım amacına, aktivitesine ve zırlamasına göre değişmektedir.

Hurda içerisinde bulunan yabancı cisimlerin üzerinde öncelikle yanda gösterilen iyonize radyasyon işaretinin olup olmadığına dikkat edilmelidir.

Radyoaktif kaynakların zırhlanması amacıyla kurşun, tungsten ya da fakirleştirilmiş uranyum gibi yoğunluğu yüksek zırhlama malzemeleri kullanılmaktadır. Hurda içerisinde bu şekilde beklenenden daha ağır konteynerlere, kaplara, muhafazalara özellikle dikkat etmek gerekir.



ALARA RGD

TIBBİ X-IŞIN CİHAZLARI

Çalışır durumda olmayan X-ışın sistemleri radyasyon tehlikesi oluşturmaz.



Röntgen Cihazı



Bilgisayarlı Tomografi (CT)



Diş Röntgeni

ALARA RGD

ENDÜSTİYEL X-IŞIN RADYOGRAFİ CİHAZLARI

Çalışır durumda olmayan X-ışın sistemleri radyasyon tehlikesi oluşturmaz.



Sabit X-ışın Radyografi Cihazı



Taşınabilir X-ışın
Radyografi Cihazı

ALARA RGD

ENDÜSTİYEL X-IŞIN CİHAZLARI

Çalışır durumda olmayan X-ışın sistemleri radyasyon tehlikesi oluşturmaz.



Taşınabilir XRF Cihazı



X-ışın Kromotografisi

ALARA RGD

X-IŞIN GÜVENLİK CİHAZLARI

Çalışır durumda olmayan X-ışın sistemleri radyasyon tehlikesi oluşturmaz.



ALARA RGD

ENDÜSTRİYEL RADYOGRAFİ CİHAZLARI



Radyografi cihazları insan sağlığına ve çevreye ciddi oranda zarar verecek düzeyde radyoaktif kaynak içermektedirler.

ALARA RGD

ENDÜSTRİYEL RADYOGRAFİ CİHAZI KAYNAKLARI

Radyografi kaynaklarına bir kaç saniyelik temas ciltte ciddi yaralara sebep olur. Kaynaklar normal durumda radyografi cihazının içinde bulunmalıdırlar.



ALARA RGD

NEM VE YOĞUNLUK ÖLÇÜM CİHAZLARI



Nem ve yoğunluk ölçüm cihazları önemli düzeyde gama ve nötron kaynağı içermektedir.

ALARA RGD

ENDÜSTRİYEL PROSES KONTROL CİHAZLARI



Proses Kontrol Cihazları

Radyoaktif kaynaklı proses kontrol sistemlerinde kişiye ve çevreye zarar verecek miktarda radyoaktif kaynak bulunmaktadır.

ALARA RGD

ENDÜSTRİYEL PROSES KONTROL CİHAZ KONTEYNERLERİ

Radyoaktif kaynaklı proses kontrol sistemlerinde kişiye ve çevreye zarar verecek miktarda radyoaktif kaynak bulunmaktadır.



Proses Kontrol Cihaz Konteyneri

ALARA RGD

PETROL ARAMALARINDA KULLANILAN KAYNAKLAR



Yüksek aktiviteli gama ve nötron kaynakları içermektedirler.



ALARA RGD

EĞİTİM VE ARAŞTIRMA AMAÇLI KALİBRASYON KAYNAKLARI



Sahip oldukları aktiviteler insan sağlığına kısa sürede zarar verecek özellikte olmasa da diğer hurdalarla karışma ihtimaline karşı TAEK'e teslim edilmelidir.



ALARA RGD

RADYOAKTİF PARATONERLER



Am-241 alfa kaynağı içermeleri sebebiyle dışarıdan müdahale edilmesi önemli ölçüde radyasyon tehlikesi oluşturmaz, diğer hurdalarla karışma ihtimaline karşı TAEK'e teslim edilmelidir.

ALARA RGD

DUMAN DEDEKTÖRLERİ



Sahip oldukları aktiviteler insan sağlığına kısa sürede zarar verecek özellikte olmasa da diğer hurdalarla karışma ihtimaline karşı TAEK'e teslim edilmelidir.

ALARA RGD

NÜKLEER TIP KAYNAKLARI



Hurdalarda bulunabilecek kurşun kapları muhtemelen kullanılmış ürünlere ait olacaktır. Dedektörle yapılan kontrollerde bulaşma olmadığı tespit edilirse kurşun hurda olarak değerlendirilebilir.

ALARA RGD

RADYOTERAPİ KAYNAKLARI



En yüksek düzeyde tehlike oluşturacak radyasyon kaynaklarıdır. Asla müdahale edilmemelidir. Bu kaynaklarla meydana gelen dünyada sayılı kazalar arasında yer alan İkitelli kazasından kazalar kısmında bahsedilmiştir.



ALARA RGD

ASKERİ EKİPMANLAR



Ekipmanların içeriğindeki radyasyon kaynakları çeşitlilik gösterebilir, dedektör ile dikkatlice kontrol edilmelidir.



ALARA RGD

7. Hurdalarda Meydana Gelen Radyasyon Kazaları

7. HURDALARDA MEYDANA GELEN RADYASYON KAZALARI

1. İKİTELLİ RADYASYON KAZASI

Aralık 1998 ve Ocak 1999'da İstanbul İkitelli'de, Kobalt-60 radyoterapi kaynaklarının taşınmasında kullanılan iki kabın hurda metal olarak satılması sonucunda ciddi bir radyolojik kaza meydana gelmiştir.

Bu iki kabı satın alan kişiler kapları açıp zırhlı konteynerleri parçalayarak kendileriyle birlikte bir kaç kişiyi, farkında olmadan en az bir zırhsız Kobalt-60 kaynağından yayılan radyasyona maruz bırakmıştır.



ALARA RGD

7. HURDALARDA MEYDANA GELEN RADYASYON KAZALARI

1. İKİTELLİ RADYASYON KAZASI

Konteynerleri parçalayan kişilerde akut radyasyon sendromu görülmüştür. Mağdurları muayene eden doktorun, bu kişilerin radyasyona maruz kalmış olabileceği yolundaki şüphelerini bildirmesi üzerine olay, ilgili ulusal yetkililerin dikkatini çekmiştir. Ulusal yetkililer, anlık radyasyona maruz kalmış olması muhtemel diğer bireyleri tespit etmiş ve (yedisi çocuk) toplam 18 kişi hastaneye kaldırılmıştır.



ALARA RGD

1. İKİTELLİ RADYASYON KAZASI

On yetişkinde akut radyasyon sendromu olduğuna dair klinik belirtiler görülmüştür. Daha ağır etkilenen kişiler 45 gün boyunca hastanede kalmıştır. Bunun yanı sıra, bir kişide, sağ elin iki parmağında radyasyon kaynaklı yaralar görülmüştür.



ALARA RGD

1. İKİTELLİ RADYASYON KAZASI

Nükleer santrali olmayan Türkiye, İstanbul İkitelli’de 1999’da meydana gelen olayla “dünyanın en önemli 20 radyoaktif kazası” listesine girdi. Olayda 13 kişilik Ilgaz Ailesi, “hurda” diye atılan maddelerdeki radyasyona maruz kalmış, Hüseyin Ilgaz hayatını kaybetmişti. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu’nun da, AİHM aşamasında tüm aileye tazminat ödediği ortaya çıktı.

GAZETE HABERTÜRK / ŞÜKRAN ÖZÇAKMAK

İkitelli’de hurdacılık yaparak hayatını kazanan 13 kişilik Ilgaz Ailesi’nin hayatı, Ocak 1999’da hurda diye satın aldıkları konteynerin içinden radyoaktif madde çıkmasıyla karardı. Murat Ilgaz’ın parmakları eridi, Hüseyin Ilgaz, 2004 yılında kansere yakalandı ve iki yıl önce 57 yaşında hayatını kaybetti. Radyasyona maruz kalan ailenin erkekleri, ancak tüp bebek yoluyla çocuk sahibi olabildi. Olay tarihinde 6 aylık bir kızı olan Naki Ilgaz ise artık çocuk sahibi olamıyor. Kadınlar ise erken menopoza girdi.

ALARA RGD

1. İKİTELLİ RADYASYON KAZASI

16 yaşında olan Abdullah Ilgaz, amcası Hüseyin'i 2009 yılında kaybettikten sonra babası İlyas Ilgaz'ın İstanbul'u terk ettiğini ve bir köye yerleşerek hayvancılık yaptığını, ancak sıkıntılarının hiç bitmediğini anlattı. O dönemde aileden 5 kişinin yatarak tedavi gördüğünü söyleyen Abdullah Ilgaz, "Hurdayı eve getirip parçaladığımız dönemde 5 kişinin durumu ağırdı. Haseki Hastanesi tarafından kontrol altına alındık" diye konuştu. Babasını kaybeden Kenan Ilgaz ise şimdi tekstil işiyle uğraşiyor. Olay tarihinde 18 yaşında olduğunu söyleyen Kenan Ilgaz, "Babam Hüseyin Ilgaz'ı, 2009 yılı başında kaybettik. 2004'te kanser olmuştu. Çok acı çekti, aldığı maaş ve tazminatı tedavi masrafı olarak harcadı. Kişi başı 20, 80, 100 bin TL gibi rakamlarla tazminat aldık" dedi.

KAZALAR

	Derecesi
1986 Çernobil	7
1957 Rusya	6
1958 Kanada	5
1979 ABD	5
1957 İngiltere	5
2005 Brezilya	5
1980 Fransa	4
2006 Belçika	4
TÜRKİYE	
1999 İkitelli	3
2005 Arjantin	2
1981 Japonya	2

ALARA RGD

2. BREZİLYA GOİANİA RADYASYON KAZASI

3 Eylül 1987'de terkedilmiş bir hastaneden kullanım dışı kalan Sezyum Klorid (Cs-137) kaynağı (1375 Ci) çalınır ve bilgisizlik nedeniyle çevreye dağılır.

- 249 kişi tozdan kontamine olmuş,
- 49 kişi 0.1 – 6.3 Sv aralığında doza maruz kalmış,
- 28 kişide ciddi yanıklar görülmüş,
- Kazada 4 kişi ölmüştür.



ALARA RGD

2. BREZİLYA GOİANIA RADYASYON KAZASI

Kazada 112.000 kişide radyasyon taraması yapılmıştır.



ALARA RGD

2. BREZİLYA GOİANIA RADYASYON KAZASI

- 85 evde ciddi biçimde Cs-137 bulaşması tespit edildi
- 200 kişi tahliye edildi
- 7 ev boşaltıldı
- 12,000'den fazla 25 kiloluk varillerde Cs-137 ile bulaşmış atık ortaya çıktı



ALARA RGD

3. HİNDİSTAN MAYAPURİ KAZASI

Kaza Hindista'nın Mayapuri şehrinde 2010 yılında yaklaşık 10 Ci Co-60 kaynak içeren kullanım dışı kalmış bir kan ışınlama cihazının hurdaya satılması ve hurdada kaynakların zırhtan çıkartılması ile gerçekleşmiştir.

Kazada,

- 1 kişi ölmüş,
- 8 kişi yaralanmıştır.



ALARA RGD

NOTLAR

8. ALARM DURUMU

1. AŞAMA: GELEN HURDADA RADYASYON KAYNAĞI ŞÜPHESİ

1. Şüphelenilen hurdanın üzerinde **radasyon işareti** ya da **radioaktif maddelerin taşınmasında kullanılan etiketler** olabilir.



ALARA RGD

8. ALARM DURUMU

1. AŞAMA: GELEN HURDADA RADYASYON KAYNAĞI ŞÜPHESİ

2. Şüpheli hurda tahmin edilenden daha ağır olabilir.



İkitelli kazasında, kazaya sebep olan konteynerin ağırlığı içerdiği zırhlama malzemesinden dolayı 1 tonun üzerindeydi

ALARA RGD

1. AŞAMA: GELEN HURDADA RADYASYON KAYNAĞI ŞÜPHESİ

3. Karşılaştığınız hurda daha önce hiç görmediğiniz türde bir metal parça olabilir.



Yukarıda farklı boyları görülen bir kalem uzunluğundaki endüstriyel radyografi kaynağı ile ülkemizde gerçekleşen kazada (ihmalde), kaynağı bulan ve cebine koyan kamyon şoförünün vücudunda ciddi yaralar oluşmuştur.

2. AŞAMA: ÖLÇÜM



Herhangi bir şüpheli durumda dedektörünüzü şüpheli hurdadan mümkün olan en uzak mesafede açınız. Dedektör açıldıktan hemen sonra ortamdaki radyasyon seviyesini ölçmeye başlayacaktır. Dedektörün doz hızı alarm seviyesi fabrika ayarları olarak 1 $\mu\text{Sv/h}$ değerine ayarlanmıştır.

Dedektörü dikkatlice takip ederek şüpheli hurdaya doğru yavaş yavaş yaklaşınız. Radyasyon kaynağının cinsine, büyüklüğüne (aktivitesine) ve zırlama miktarına göre dedektörünüzü farklı mesafelerde 1 $\mu\text{Sv/h}$ değerine ulaşarak alarm vermeye başlayabilir. Radyasyon kaynağı iyi zırlanmış ya da düşük aktiviteli ise alarm değerini (1 $\mu\text{Sv/h}$) hurda yüzeyinde de görmeniz mümkündür.

Bu durumu bir ışık kaynağının farklı mesafeleri farklı miktarda aydınlatması olarak düşünebilirsiniz.

3. AŞAMA: ALARM SONRASI YAPILACAKLAR

- Dedektörünüz herhangi bir mesafede ya da paket yüzeyinde alarm değerini (1uSv/h) aşar ve alarm vermeye başlarsa, bulunduğunuz noktadan daha ileriye gitmeyin.
- Başkalarının da bu noktadan daha ileriye gitmelerini önlemek için gerekli önlemleri alın.
- Hemen telefonla TAEK'i arayıp durum hakkında bilgi verin.

TAEK telefon numarası: 444 8235 - (444 TAEK)

Konuyla ilgili TAEK yetkililerine bilgi vermenin sizi zor duruma sokmayacağını aksine **bilgilendirme yapmamanın suç olduğunu** unutmayınız.

Herhangi bir şüpheli alarm durumunda ya da TAEK ile olan koordinasyonda **ALARA RGD**'yi arayarak ücretsiz destek alabilirsiniz.

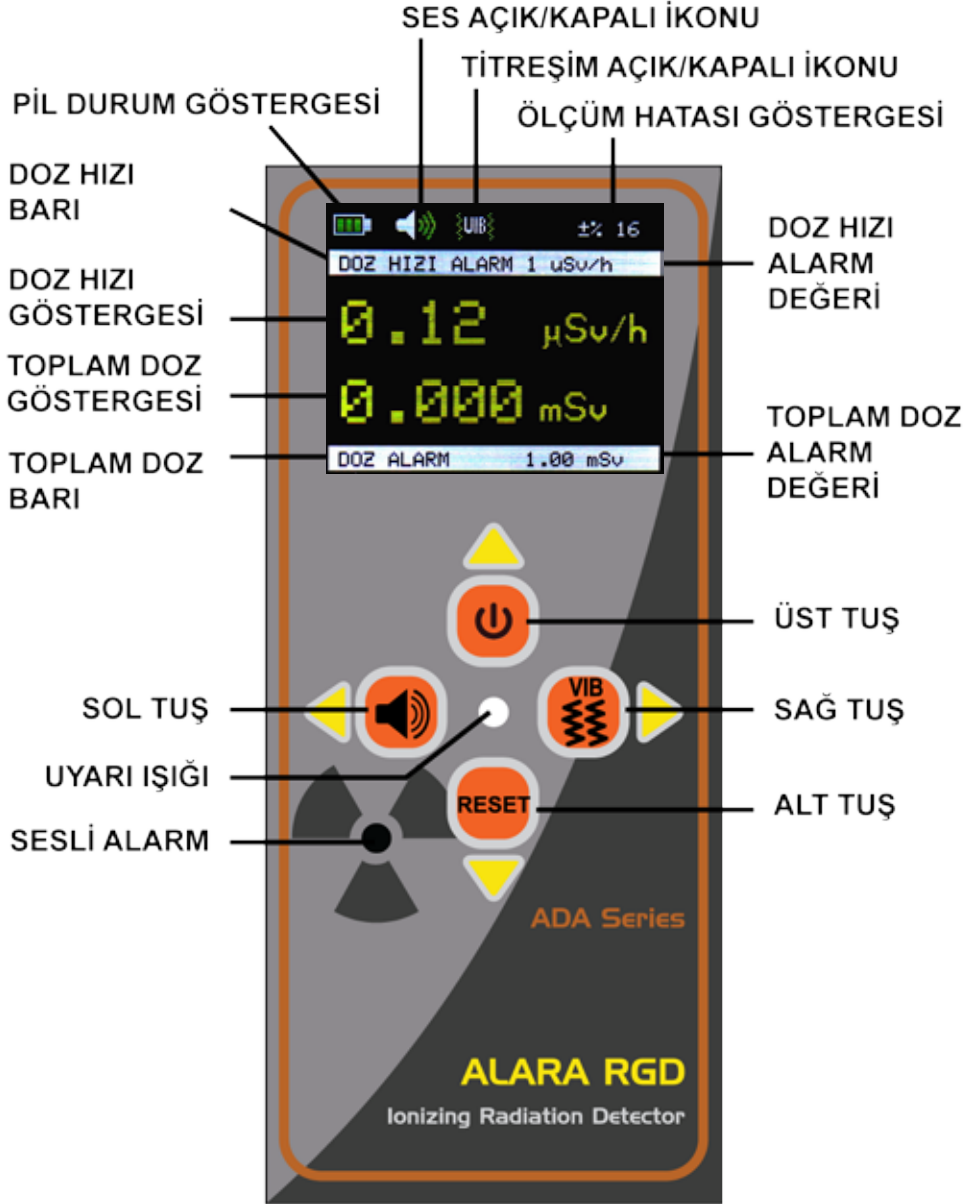
ALARA RGD

ALO TAEK: 444 82 35 (TAEK)

ALARA RGD: (0216) 482 00 36

ADA Serisi

İyonize Radyasyon Dedektörü



Ekran: Renki TFT Ekran
Pil: 2x1.5V AA Pil
Ağırlık: Kılıf ile Beraber 220 gr
Boyutlar: 84 x 154 x 30 mm
Tüp: Geiger Mülller (GM)
Sesli Alarm: 1 metrede 85 dB

Radyasyon Tipi:
Doz Hızı Aralığı:
Doz Aralığı:
En. Hassasiyeti:
Ölçüm Doğrulu:
Hassasiyet:

ADA-1
Gama, X-Ray
0-20 mSv/h
0-99 Sv
beta 150 keV, >%25
gama/X-Işını min 40keV
-
%±15
32 CPM/μSv/h

ADA-2
Gama, X-Ray, Beta, Alfa
0-2 mSv/h
0-99 Sv
beta 150 keV, >%75
gama/X-Işını min 40keV
alfa 3.6 MeV
%±10
108 CPM/μSv/h

**ALARA RGD'nin ücretsiz eğitim dokümanıdır.
PARA İLE SATILMAZ**



**Bağdat Cad. Trion Plaza 505/10
34846 Maltepe İSTANBUL
Tel: (0216) 482 00 36 Faks: (0216) 482 87 38
www.alarargd.com.tr**