Nükleer Kazalar ve Radyasyon Güvenliği

Dr. Gökhan Özyiğit
Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi
Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

İÇERİK

- Tanımlar
  - Radyasyon
  - Radyasyon türleri
  - İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon
  - Radyoaktivite
- Radyasyonun biyolojik etkileri
- Nükleer reaktörler
- Nükleer kazalar
- Radyasyon güvenliği
- Nükleer kazalarda acil durum yönetimi
- Sonuç

İÇERİK

- **Tanımlar**
  - **Radyasyon**
  - **Radyasyon türleri**
  - **İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon**
  - **Radyoaktivite**
- Radyasyonun biyolojik etkileri
- Nükleer reaktörler
- Nükleer kazalar
- Radyasyon güvenliği
- Nükleer kazalarda radyasyon güvenliği
- Sonuç

Radyasyon Nedir?

Radyasyon enerjinin bir ortamda parçacık veya elektromanyetik dalgalar halinde ilerlemesidir.

ENERJİ

Radyasyon Türleri

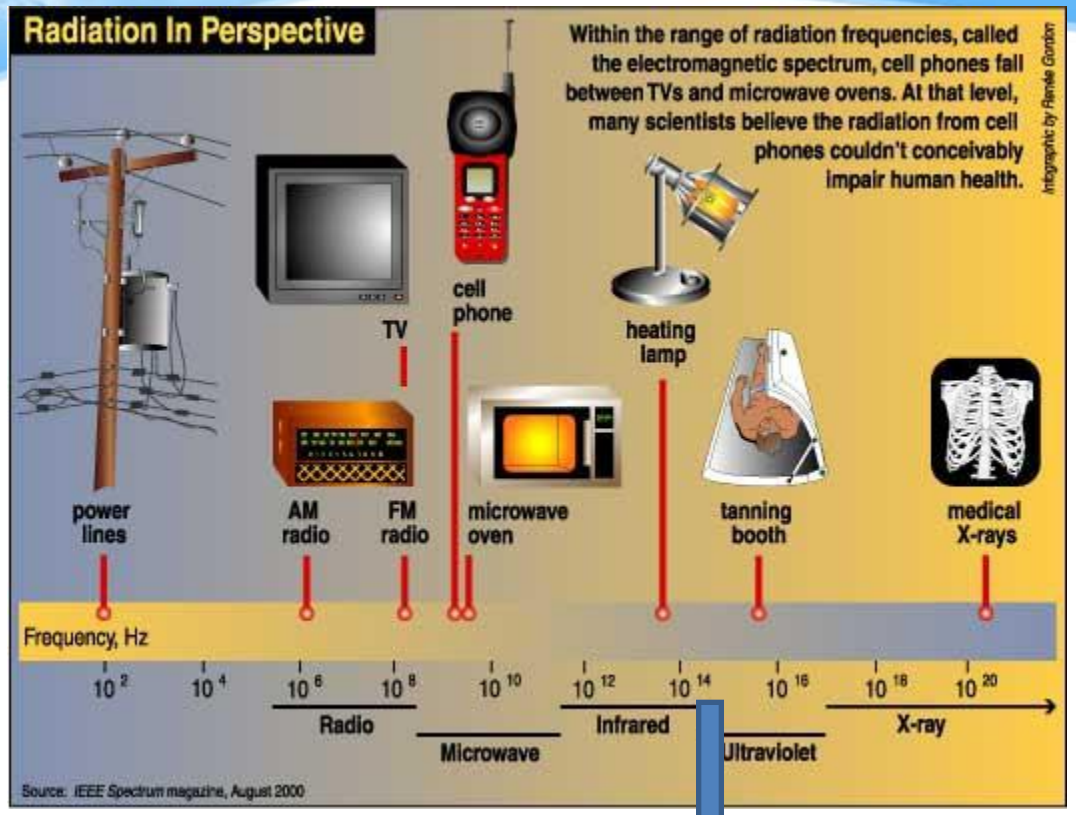
- Elektromanyetik radyasyon
  - Radyo, TV, Radar, Mikrodalga, Cep Telefonları, Işık, Kızılötesi ışınlar, mor ötesi ışınlar, X-ışınları, Gamma Işınları
- Parçacık radyasyon
  - Alfa parçacıkları, beta parçacıkları, proton, nötron, ağır yüklü parçacıklar

İyonlaştırıcı (İyonizan) Radyasyon

- Atomdan elektron koparark yapısının bozulmasına sebep olan radyasyon türleri.
    - Parçacık radyasyon; TÜMÜ
    - EM radyasyon; Sadece X ve Gamma ışınları

2007 ISO Radyoaktivite tehlike işareti
Sezyum-137: 300 yıla yakın biyolojik ömür
Radyum-226: 1622 yıla yakın yarı ömür.

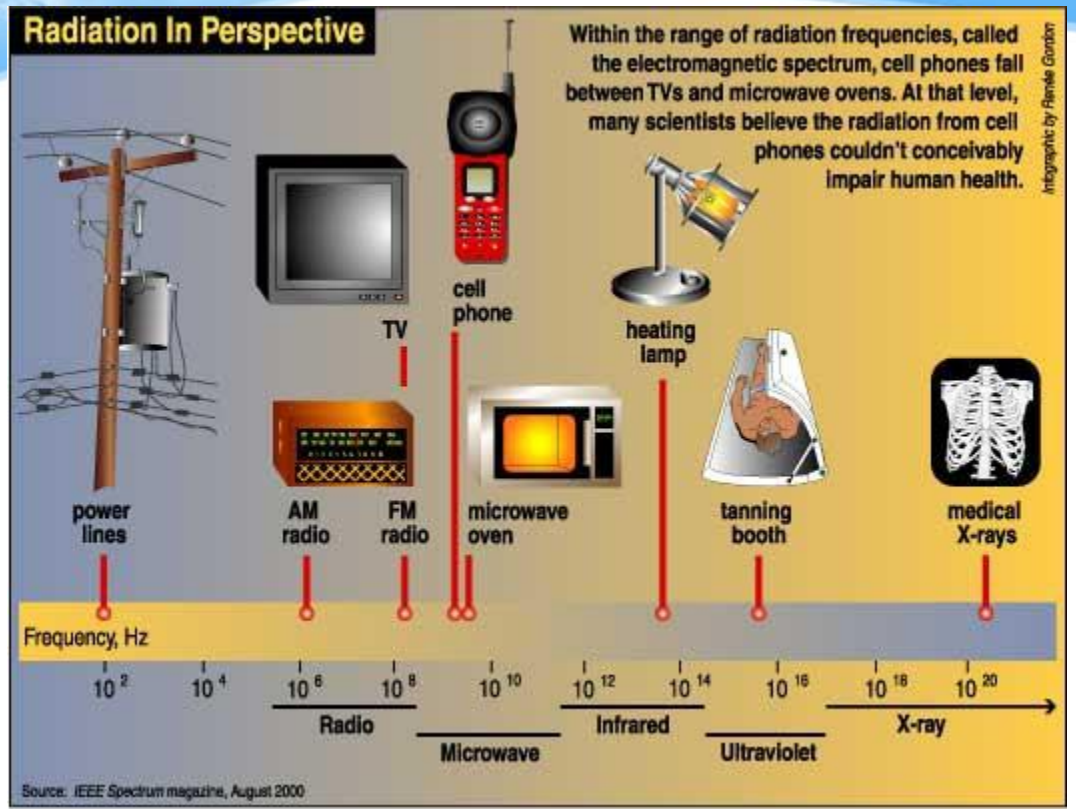
Elektromanyetik Radyasyon



- Elektriksel yük yoktur.
- Kütleleri yok.
- Işık hızı ile hareket eder.
- En küçük birim foton.

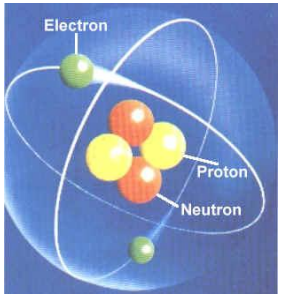
Görünen Işık

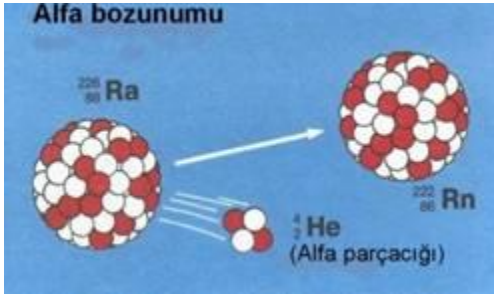
Elektromanyetik Radyasyon

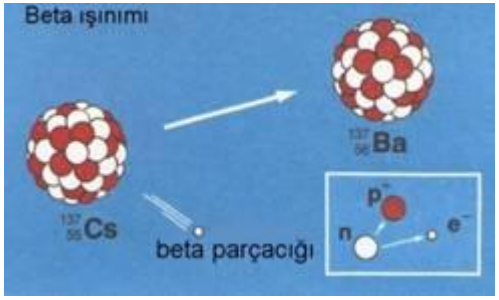


- Elektriksel yük yoktur.
- Kütleleri yok.
- Işık hızı ile hareket eder.
- En küçük birim foton.

Parçacık Radyasyon



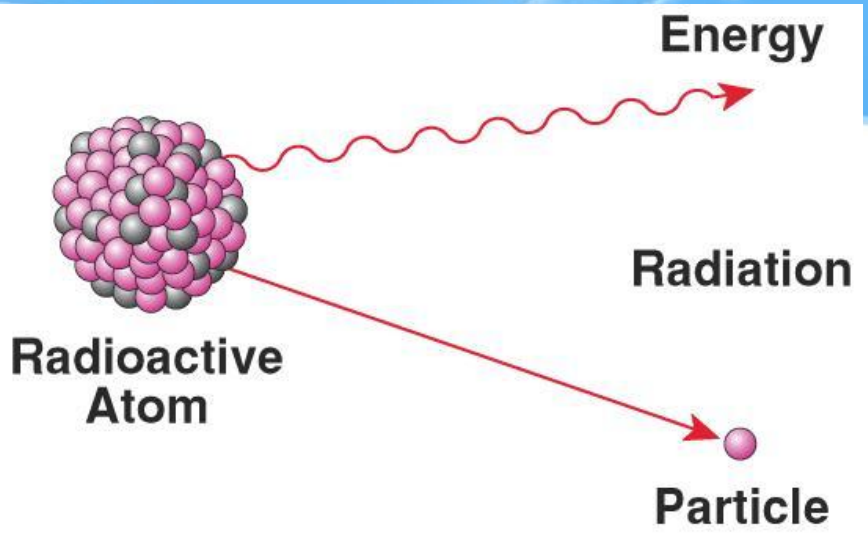




- Elektriksel yük olabilir.
- Kütleleri var.
- Subatomik parçacıklar yeterli enerji kazandıklarında tümü iyonizan.

Radyoaktivite

- Bazı atomların çekirdekleri doğal veya yapay olarak stabil olmadıkları için, fazla enerjilerini ***iyonizan radyasyon*** şeklinde yayarak stabil hale gelmeye çalışırlar.



- Radyoaktif elementler (Doğal, yapay):
  - Radyonüklit
    - Nükleer reaktörlerin yakıt çubukları,
    - Fizyon sonucu oluşan ürünler (Radyoaktif iyot-131, radyoaktif sezyum-137 gibi).
    - Tıpta da tanısal veya tedavi amaçlı
      - » Kobalt-60 eksternal radyoterapide,
      - » İridyum-192 brakiterapide,
      - » İyot-131 tiroid kanserlerinde

Contamination

- Bq/M²
- Bq/liter

- **Becquerel (Bq)**
- *Curie (Ci)*

Air ionization

- **Gray/hr**
- *Rem (R)*

Absorbed Dose

- **Sievert (Sv)**
- *Rem*

Radiation weighting factor

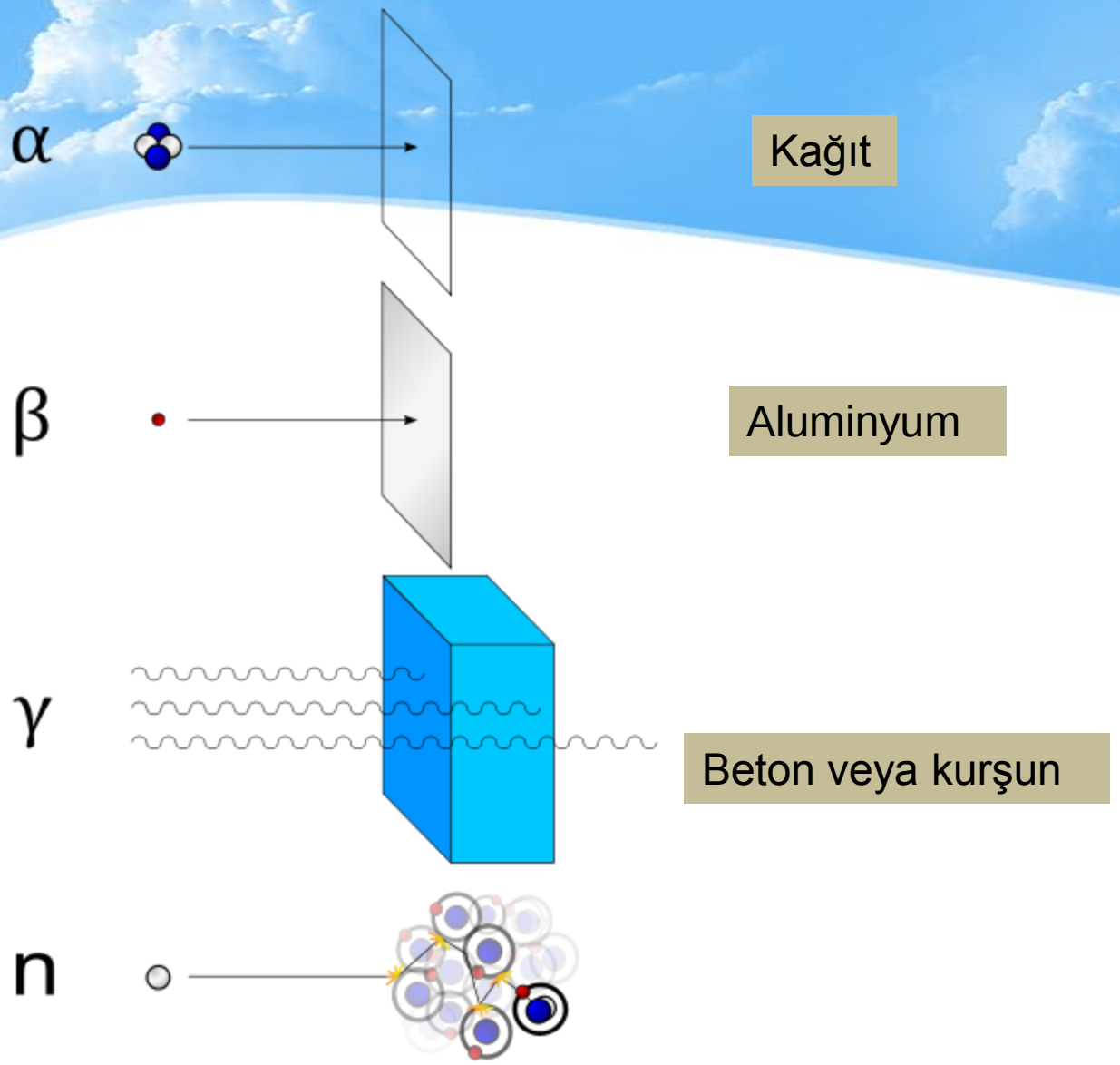
Equivalent Dose

- **Gray (Gy)**
- *Rad*

Radyasyondan Koru(ya)maz!

Kuvars tesbih

Kaktüs


α
Kağıt
β
Aluminyum
γ
Beton veya kurşun
n

Bu kullanım Bilgi Kirliliği

İyonlaştırıcı radyasyon değil.

Enerji çok düşük.

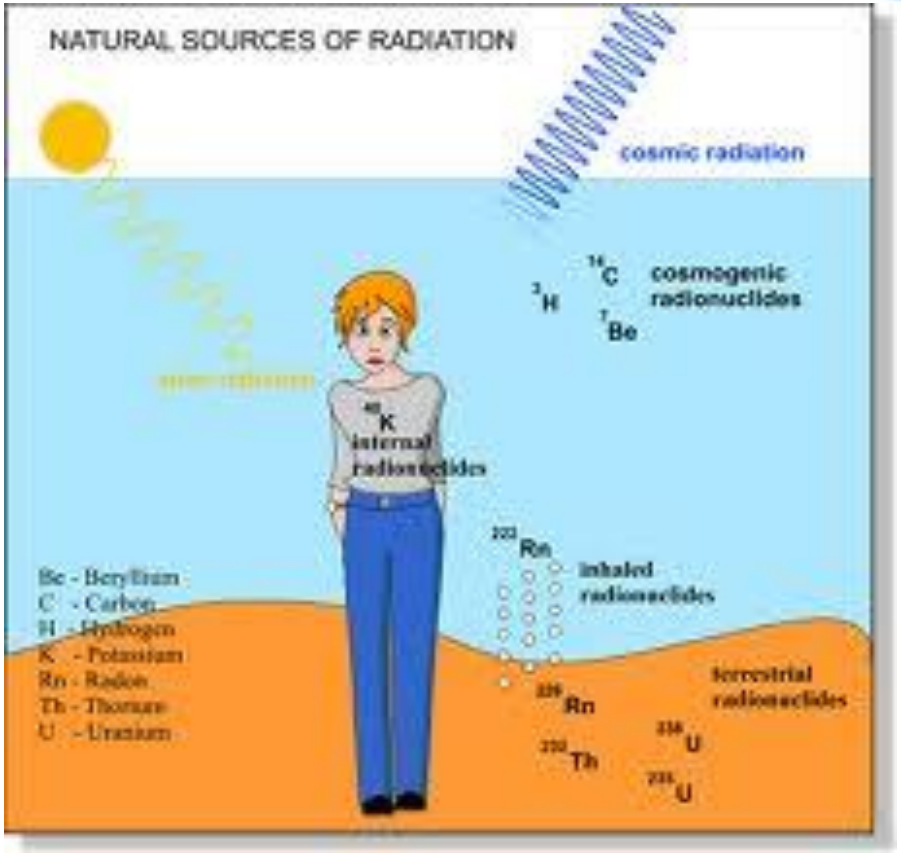
Maruziyet süresi?

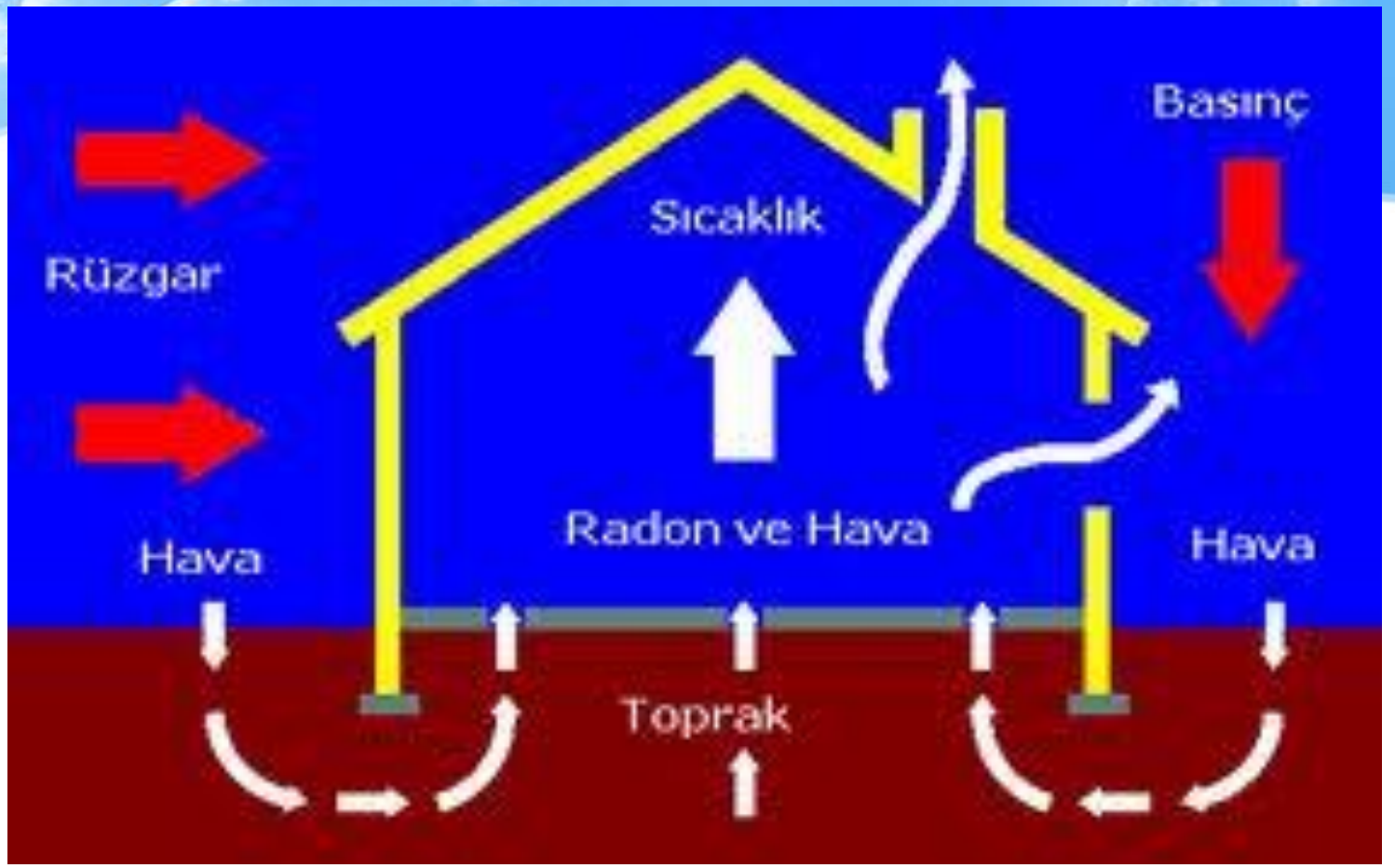
WHO Kategori B karsinojen.

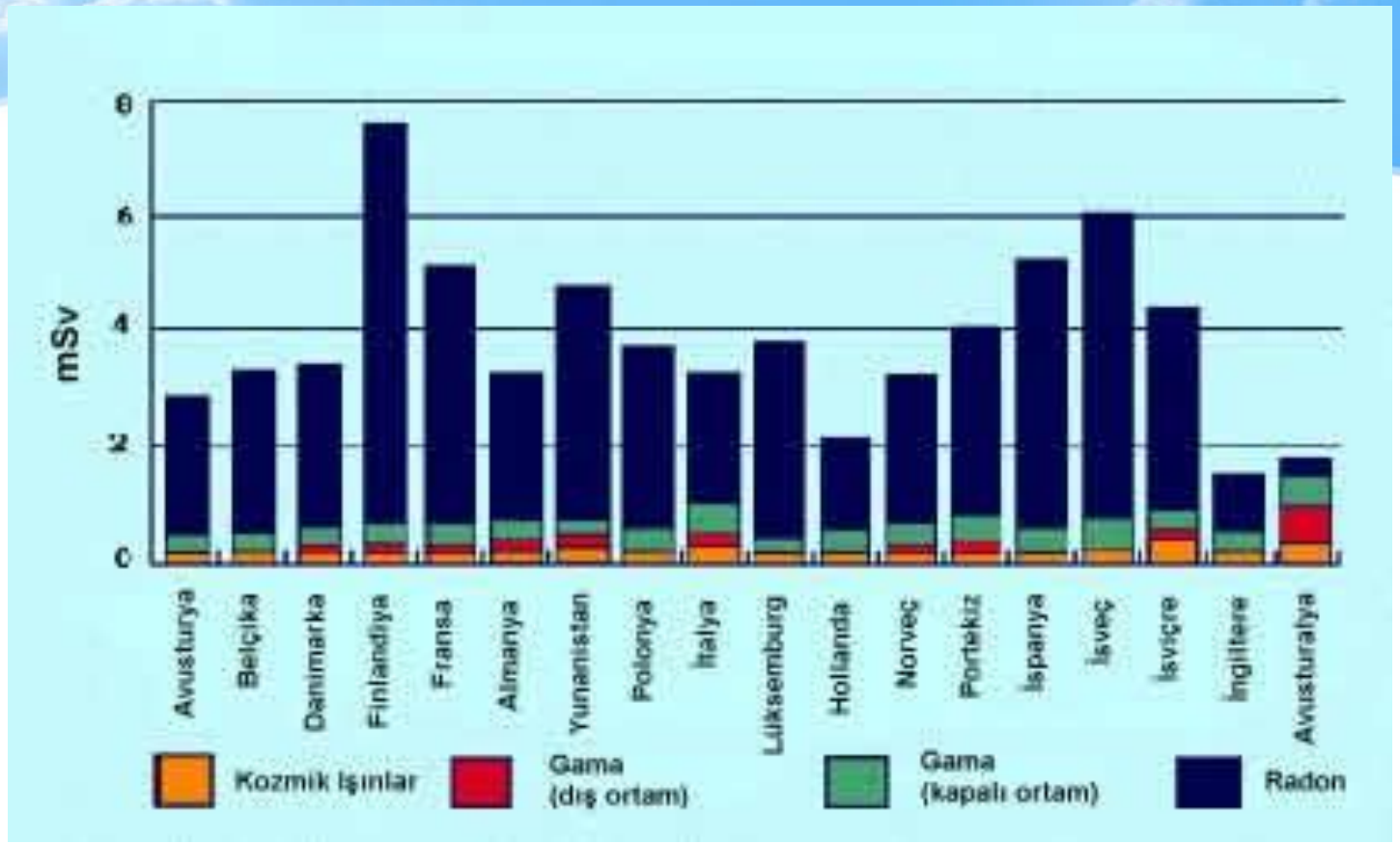
Deliller net değil.

Kesin risk katsayısı verilemiyor.

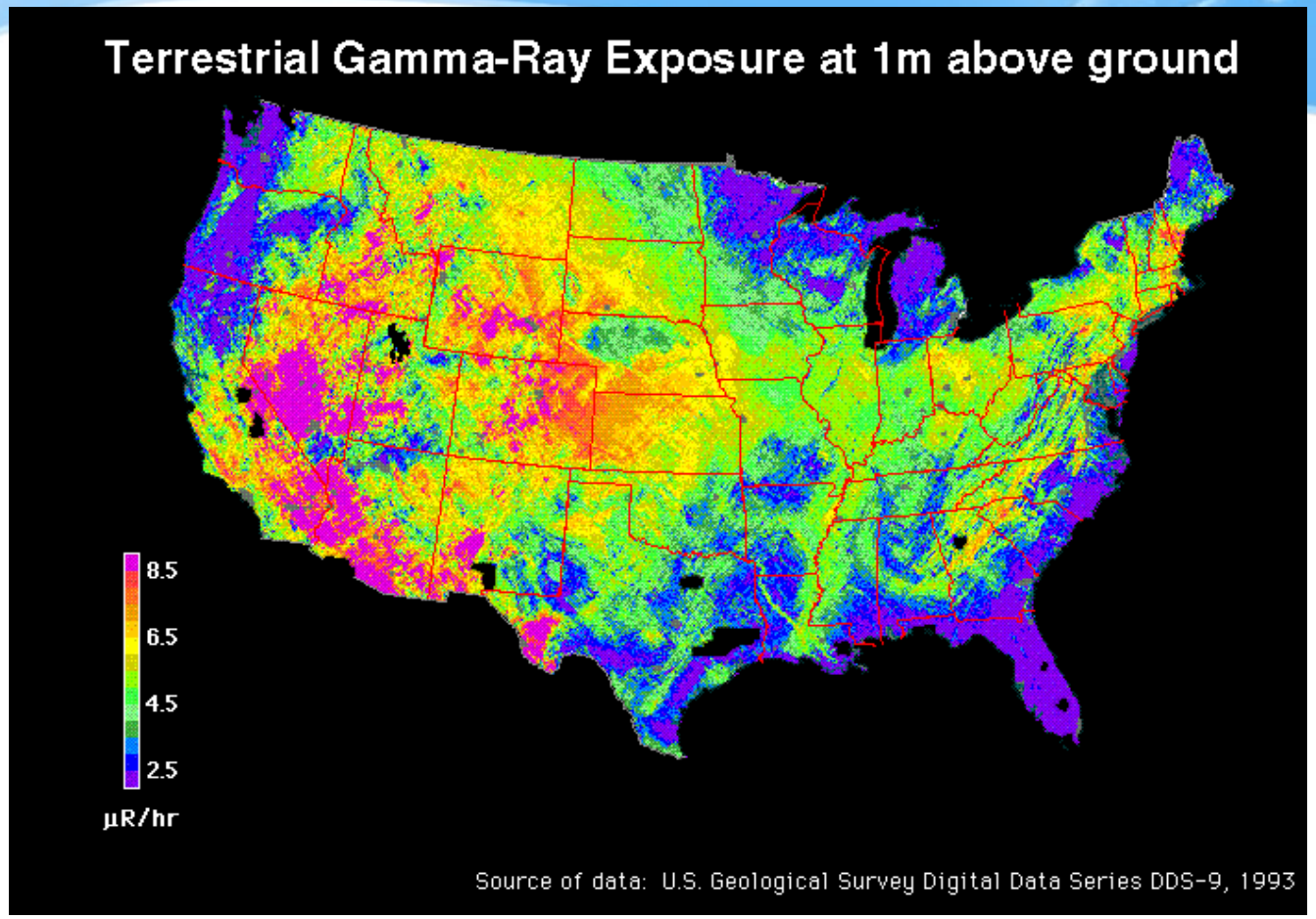
Radyasyon hayatın kaynağı: Güneş olmazsa hayat olur mu?




Basınç
Sıcaklık
Rüzgar
Hava
Radon ve Hava
Hava
Toprak


mSv
0
4
Avusturya
Belçika
Danimarka
Finlandiya
Fransa
Almanya
Yunanistan
Polonya
İtalya
Lüksemburg
Hollanda
Norveç
Portekiz
İspanya
İsveç
İsviçre
İngiltere
Avusturalya
Kozmik Işınlar
Gama (dış ortam)
Gama (kapalı ortam)
Radon

Radyasyondan kaçış yok!

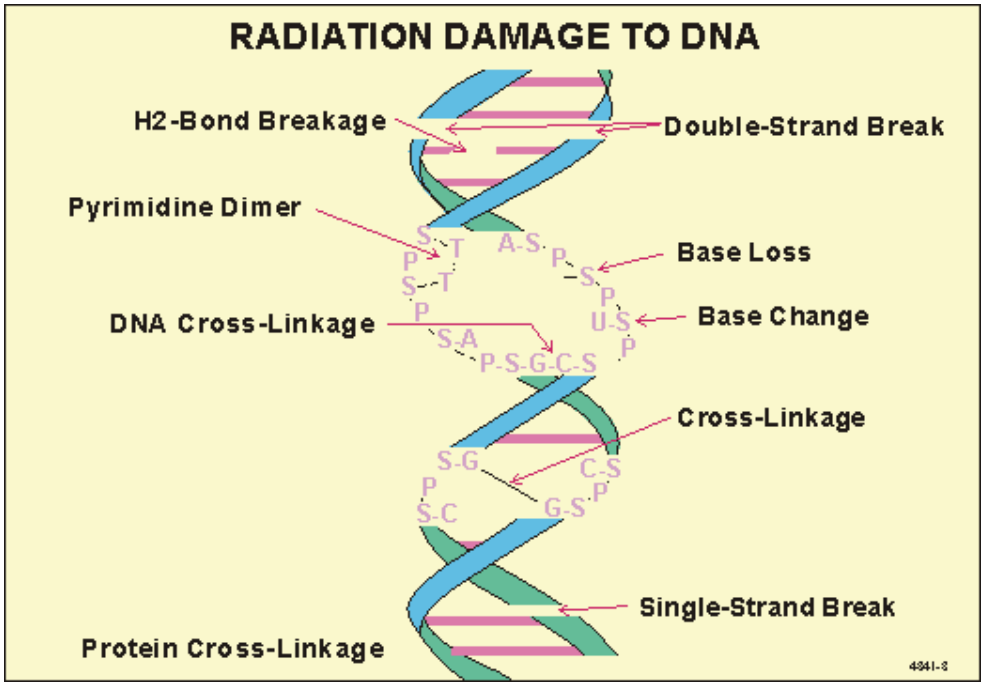


İÇERİK

- Tanımlar
  - Radyasyon
  - Radyasyon türleri
  - İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon
  - Radyoaktivite
- **Radyasyonun biyolojik etkileri**
- Nükleer reaktörler
- Nükleer kazalar
- Radyasyon güvenliği
- Nükleer kazalarda radyasyon güvenliği
- Sonuç

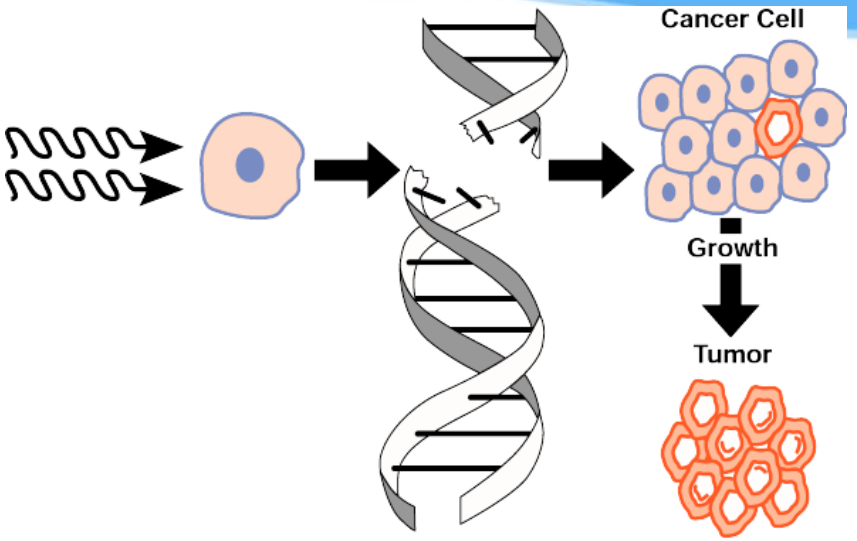
Radyasyonun Biyolojik Etkileri

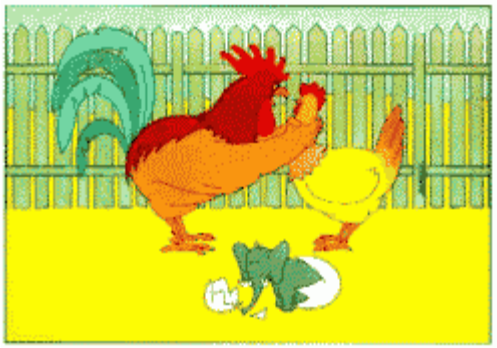
- **Deterministik etkiler:**
  - Doz-eşiği mevcut
  - Doz ile şiddeti artar
  - Erken veya geç dönemde gözlenir.
  - Yüksek dozlarda: ÖLÜM
    - Radyasyon hastalığı veya Akut Radyasyon Sendromları
    - Düşük dozlarda: kalıcı veya geçici organ hasarı ve fonksiyon kaybı



Radyasyonun Biyolojik Etkileri

- **Stokastik Etkiler**
  - Doz-eşik yok
  - Her dozda gözlenebilir.
  - Doz arttıkça insidans artar.
  - Geç etkilerdir.
  - Karsinojenik etki ve mutajenik etki.





İyonlaştırıcı Radyasyon ve Kanser

- Halkın her yıl almasına izin verilen doz düzeyi 1 mSv'dir.
  - 1 Sv (1000 mSv) → 5×10^{-2} fatal kanser

1 mSv =Kanserden ölme olasılığının 100000'de 5 olduğu varsayılmaktadır.

Radyasyon-Genetik etkileri

- Bu konuda veriler deneysel çalışmalara ve Atom bombası sonrası sağkalanların izlem verilerine dayanır.
  - Yeni ,değişik mutasyonlara yol açmaz, spontan mutasyon sayısını arttırır
- Mutasyon görülme sıklığı doza bağımlıdır.
  - 1 Gy mutasyon sıklığını iki misli artıran doz olarak kabul edilir.

наук, професор В. Коновалов – незалежний
ється вивченням біологічних мутацій після
знайшов безліч нових бактерій та
ин і тварин.
„Dipygus" – каліцтво порося – неповне розділе
одно яйцевих близнюків. Місце народ
Житомирської області. З колекції проф. В.
1987 р.
Президиум Украинского
совета Химического Общества
награждает Почетной грамот
Института химии высо
АН УССР, за актив
дации последс
и проявлен

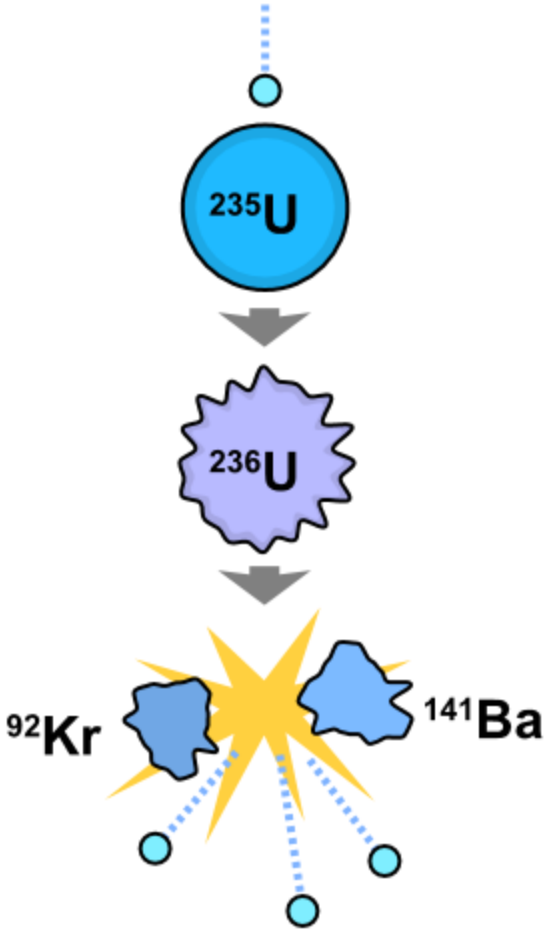
İÇERİK

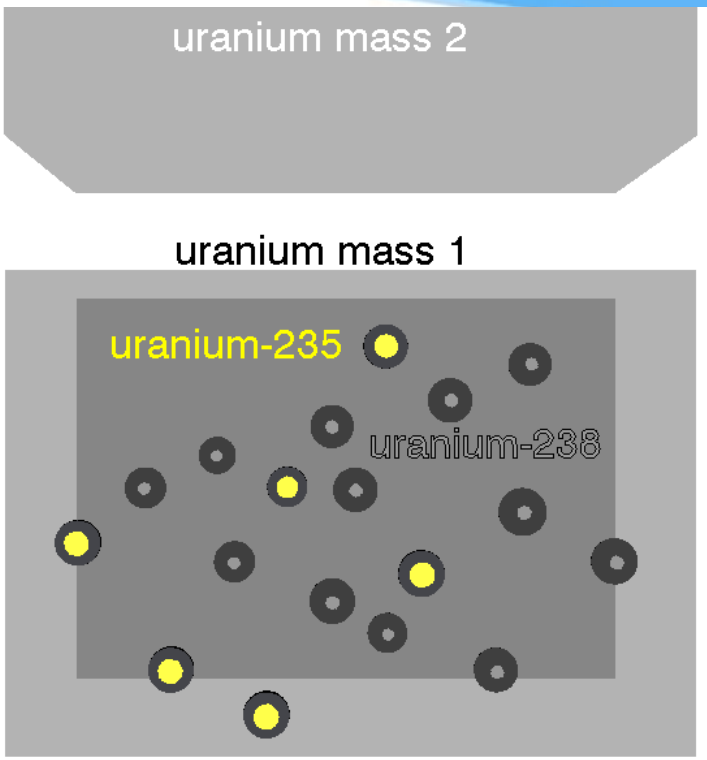
- Tanımlar
  - Radyasyon
  - Radyasyon türleri
  - İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon
  - Radyoaktivite
- Radyasyonun biyolojik etkileri
- **Nükleer reaktörler**
- Nükleer kazalar
- Radyasyon güvenliği
- Nükleer kazalarda radyasyon güvenliği
- Sonuç

Nükleer Reaktörler

- Nükleer yakıt çubuklarının fizyon reaksiyonları sonucu ortaya çıkan enerji kullanılarak elektrik enerjisi üretilir.
- Su kaynaklarına yakın yapılır (deniz, göl gibi)

Nükleer Fizyon

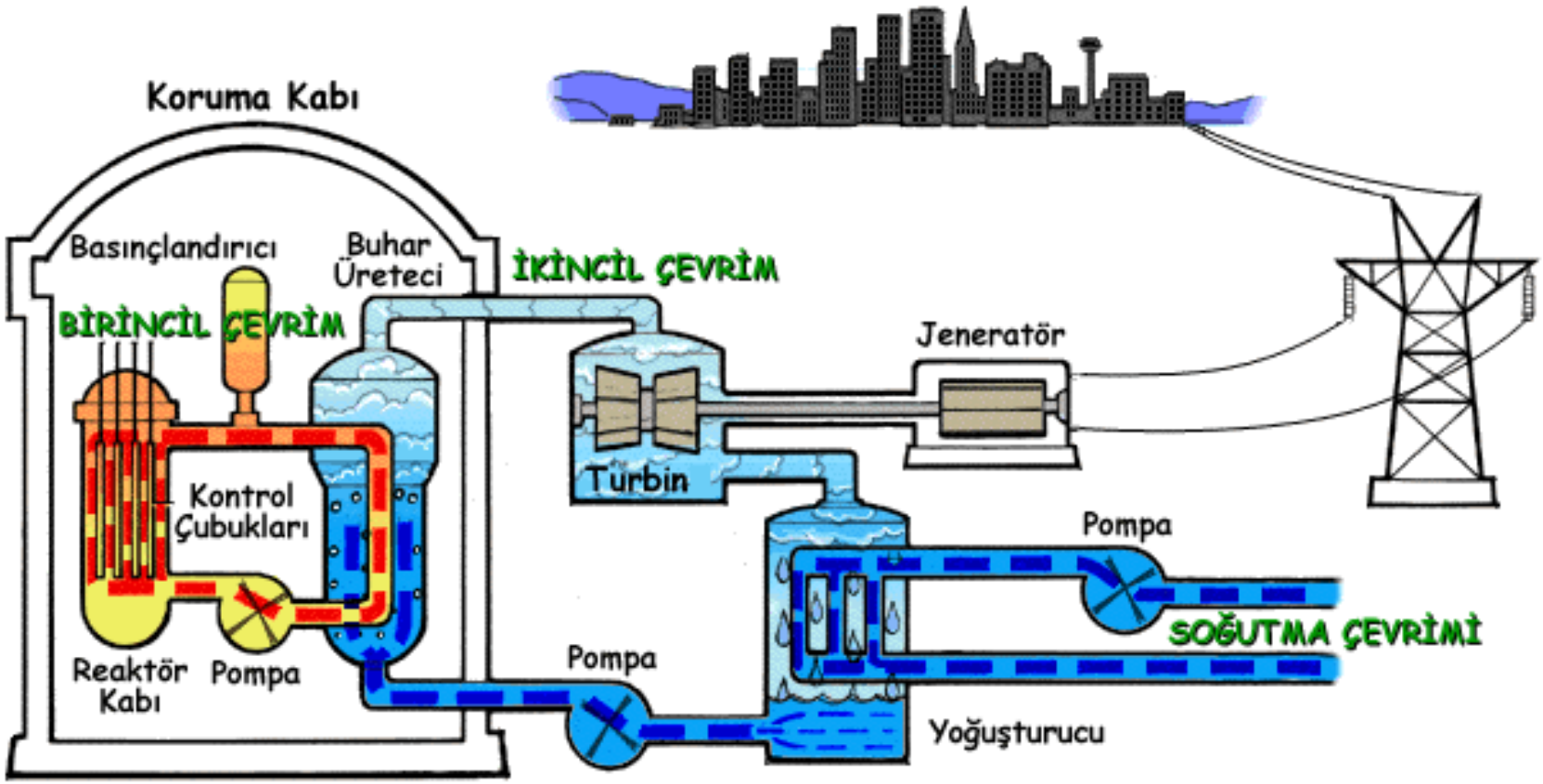




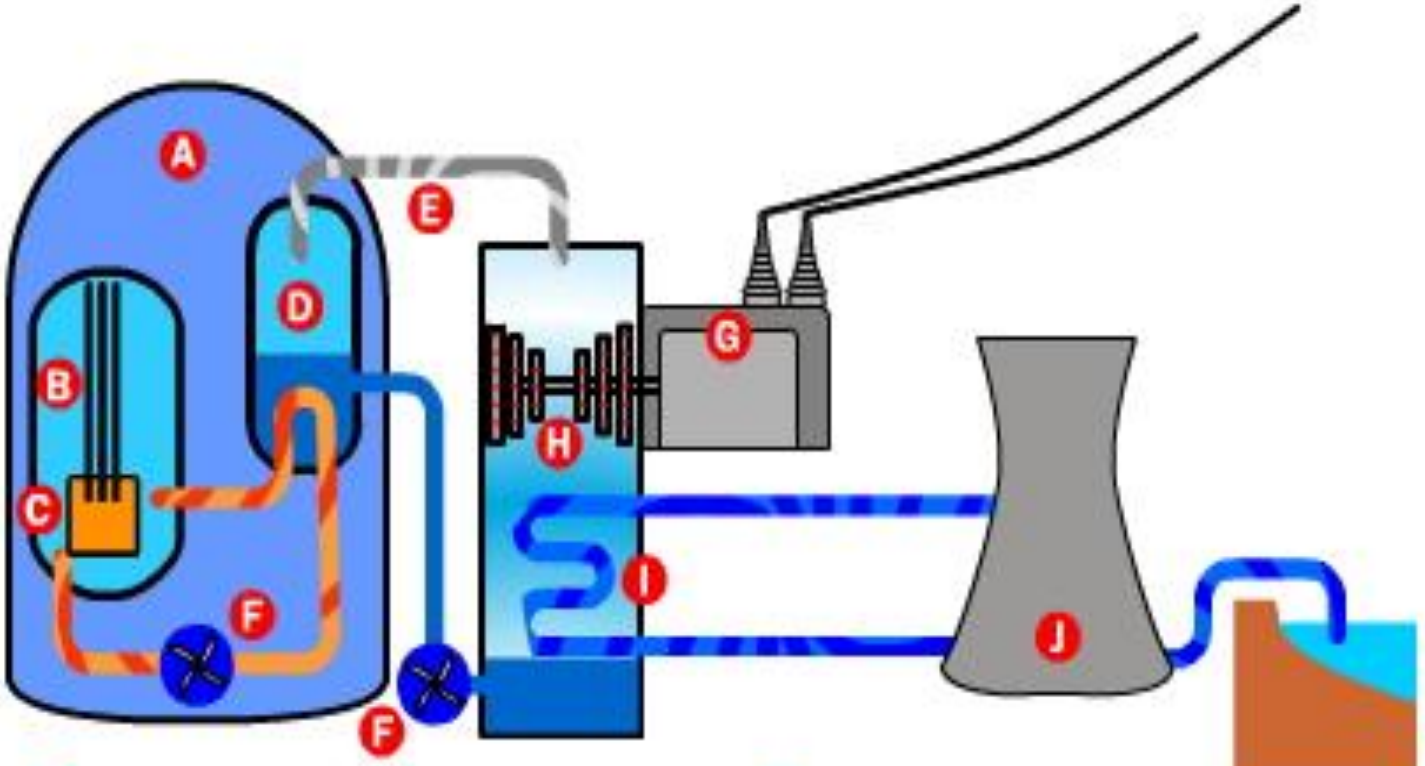
Neden Nükleer Enerji?

- 1 gr U-235 deki tüm çekirdekler fisyona uğradığı zaman;
  - **$1.96*10^{10}$ Cal** Enerji
- 1 gr kömürde ise **5000** Cal
- Enerji olarak; 1 gr U-235 = 4 ton kömür

Nükleer Reaktörler: Çalışma Prensibi

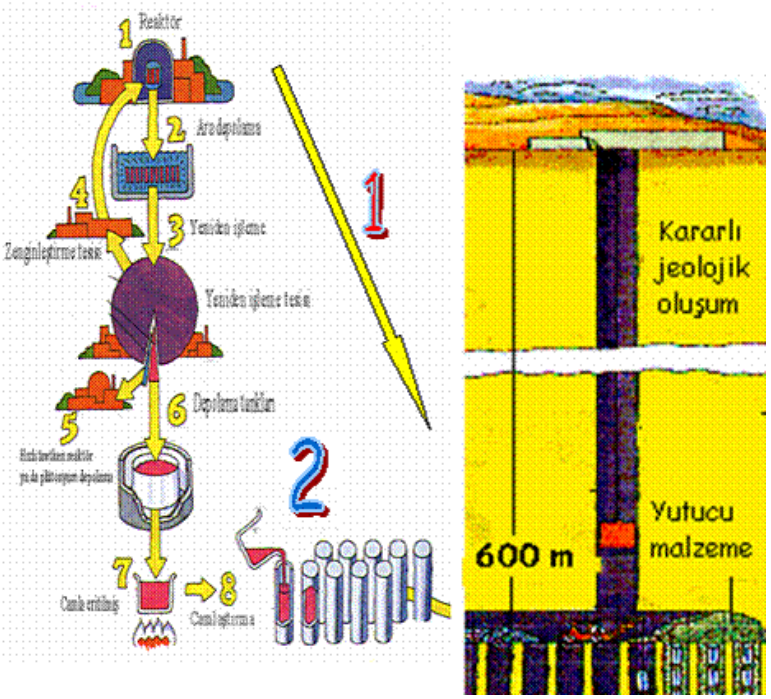


www.taek.gov.tr

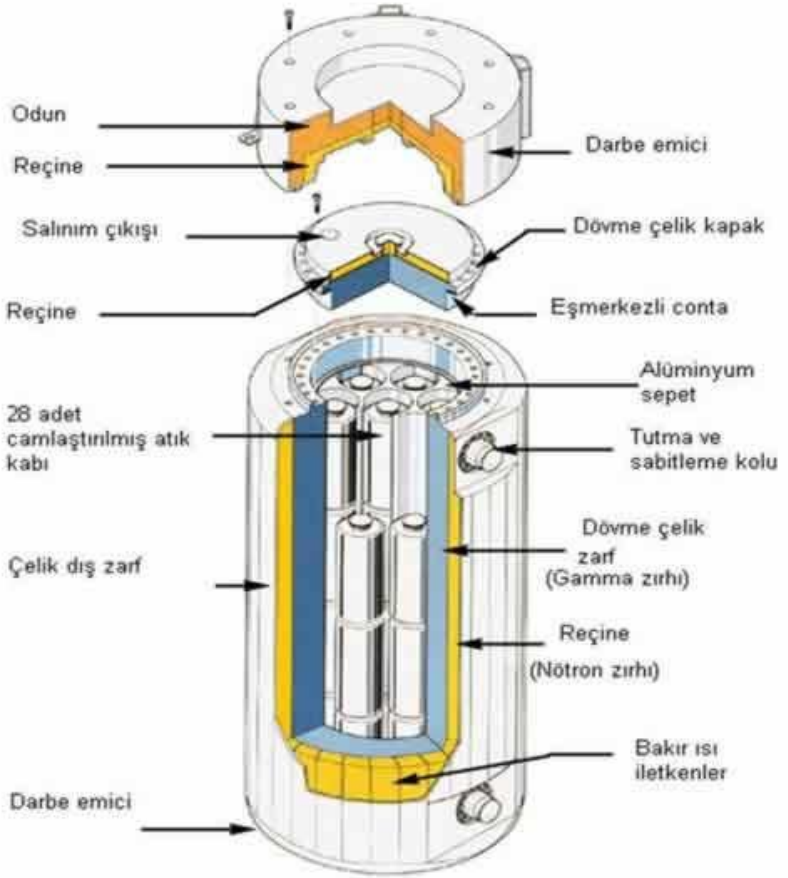


- A Hazne Yapısı
- B Kontrol Çubukları
- C Reaktör
- D Buhar Jeneratörü
- E Buhar Akış Borusu
- F Pompa
- G Jeneratör
- H Türbin
- I Soğutma Suyu Yopunlaştırıcısı
- J Soğutma Kulesi

Nükleer Atıklar



Nükleer Atıklar



Çevremizdeki Reaktörler

Radyasyon Erken Uyarı Sistem Ağı (RESA)

www.taek.gov.tr

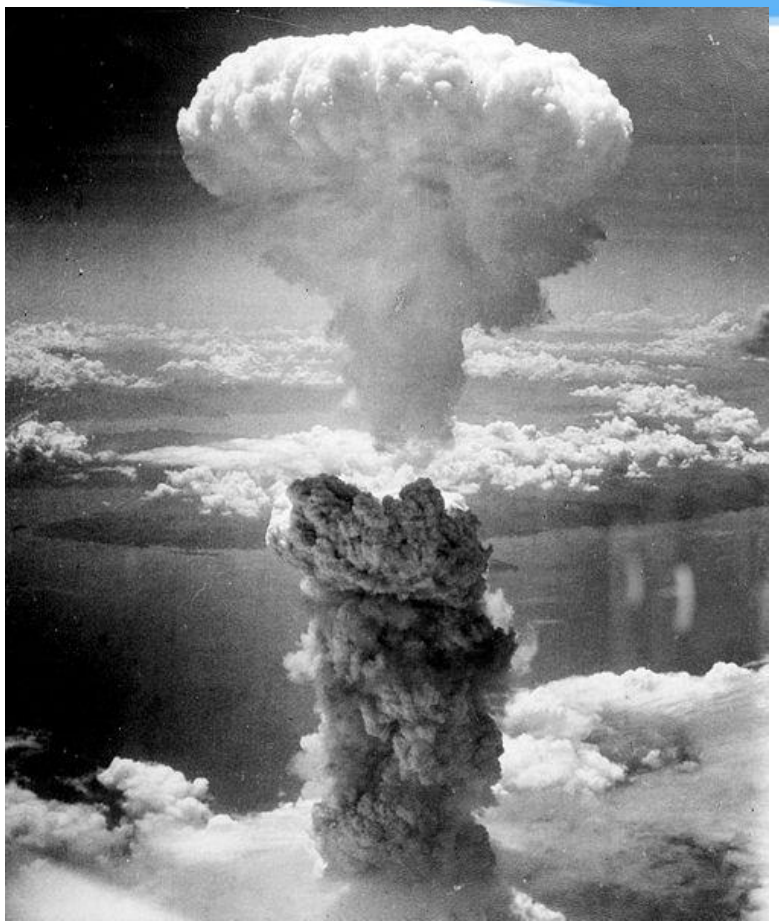
İÇERİK

- Tanımlar
  - Radyasyon
  - Radyasyon türleri
  - İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon
  - Radyoaktivite
- Radyasyonun biyolojik etkileri
- Nükleer reaktörler
- **Nükleer kazalar**
- Radyasyon güvenliği
- Nükleer kazalarda radyasyon güvenliği
- Sonuç

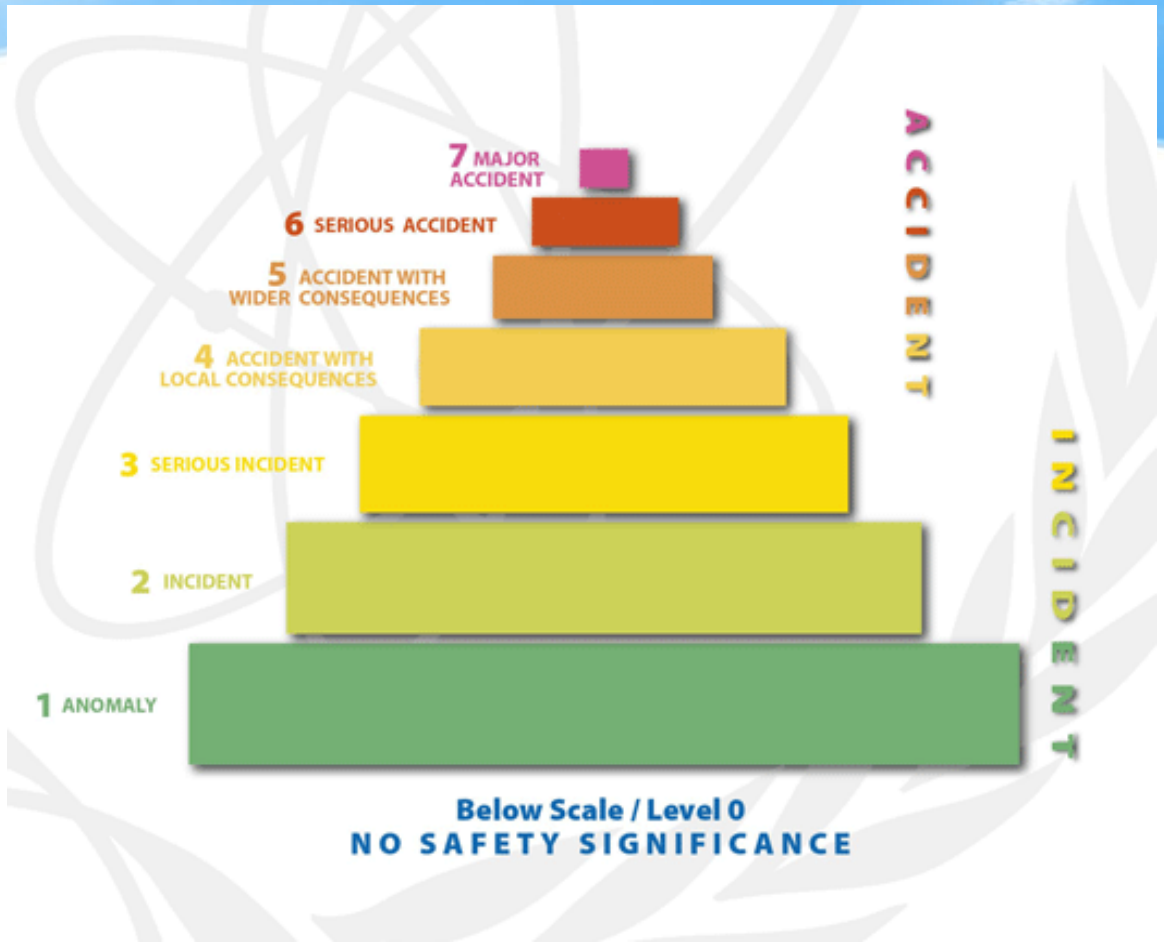
Radyasyon Kazaları 1944-2001

- Dünya Genelinde 1944-2001 arası;
  - 420 radyasyon kazası bildirilmiş
  - 3000 kişi yüksek doz almış
  - 133 ölüm olayı gerçekleşmiş

- Atom Bombası (1945)
  - Hiroşima
  - Nagazaki
- Nükleer kaza değil!



INES
The International Nuclear and Radiological Event Scale



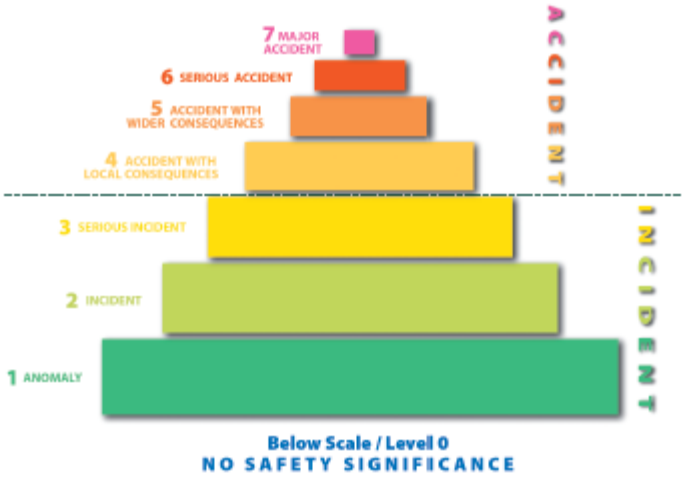
http://www-ns.iaea.org/tech-areas/emergency/ines.asp

INES

The International Nuclear and Radiological Event Scale

User's Manual

2008 Edition



Co-sponsored by the IAEA and OECD/NEA

IAEA

AEN NEA

IAEA
International Atomic Energy Agency

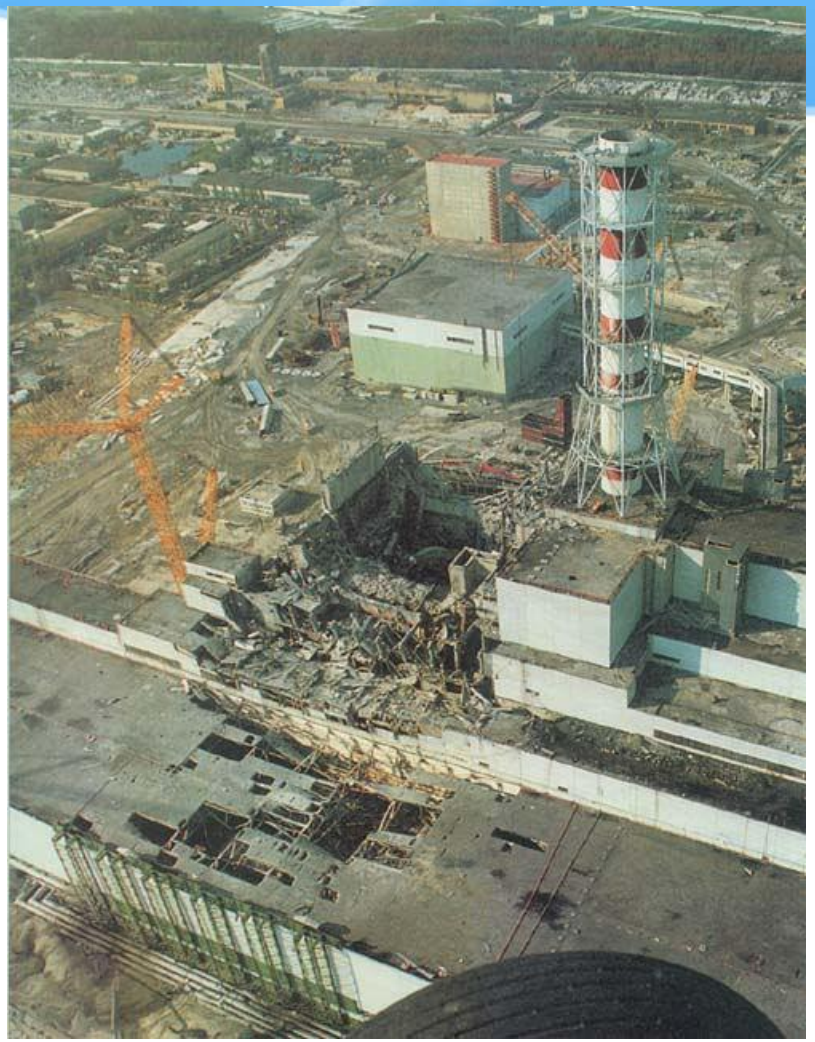
http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/INES-2009_web.pdf

Description and INES Level	People and the environment
Major accident Level 7	- Major release of radioactive material with widespread health and environmental effects requiring implementation of planned and extended countermeasures.
Serious accident Level 6	- Significant release of radioactive material likely to require implementation of planned countermeasures.
Accident with wider consequences Level 5	- Limited release of radioactive material likely to require implementation of some planned countermeasures. - Several deaths from radiation.
Accident with local consequences Level 4	- Minor release of radioactive material unlikely to result in implementation of planned countermeasures other than local food controls. - At least one death from radiation.
Serious incident Level 3	- Exposure in excess of ten times the statutory annual limit for workers. - Non-lethal deterministic health effect (e.g. burns) from radiation.
Incident Level 2	- Exposure of a member of the public in excess of 10mSv. - Exposure of a worker in excess of the statutory annual limits.
Anomaly Level 1	

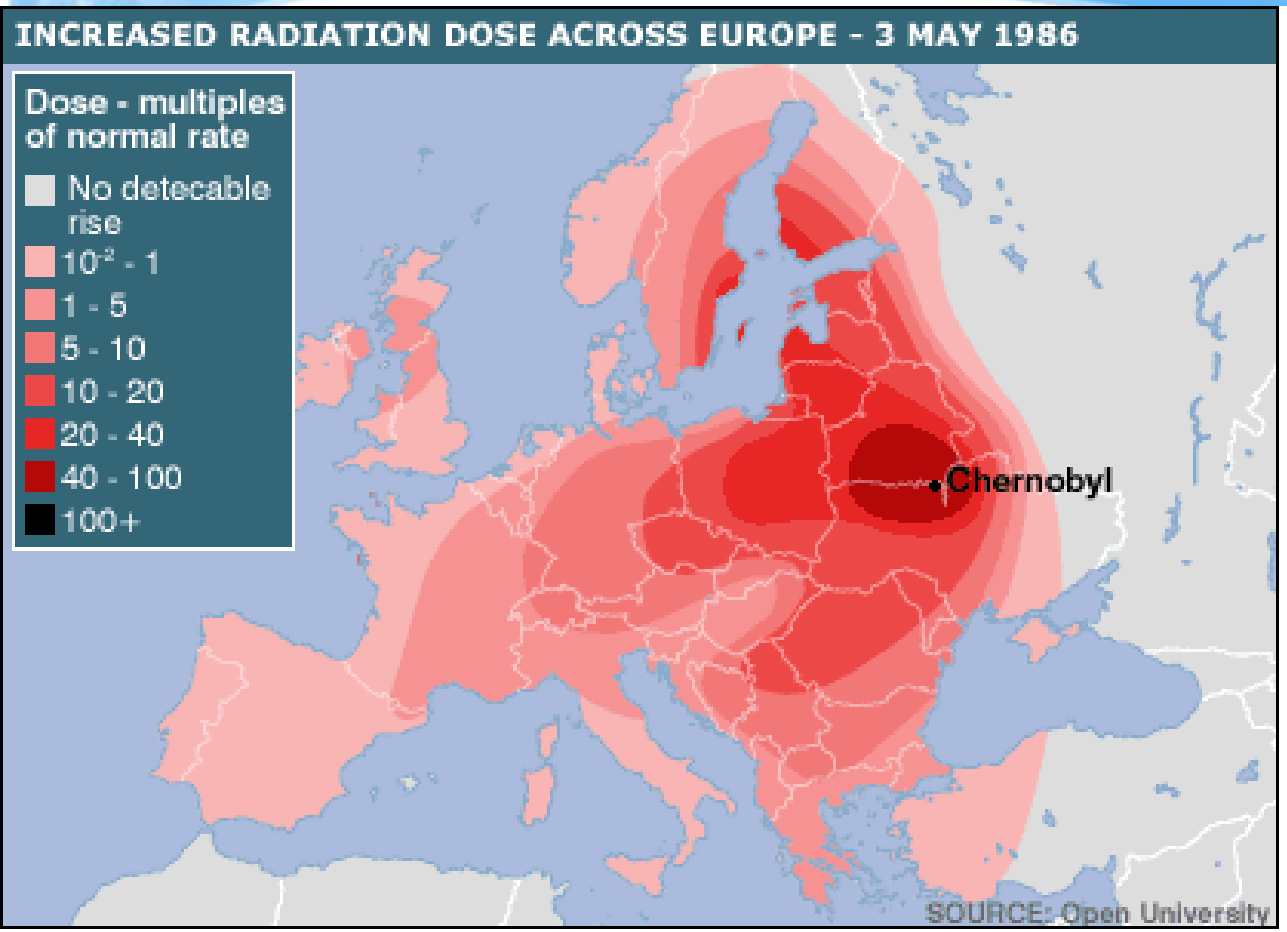
Çernobil 1986
Fukuşima 2011

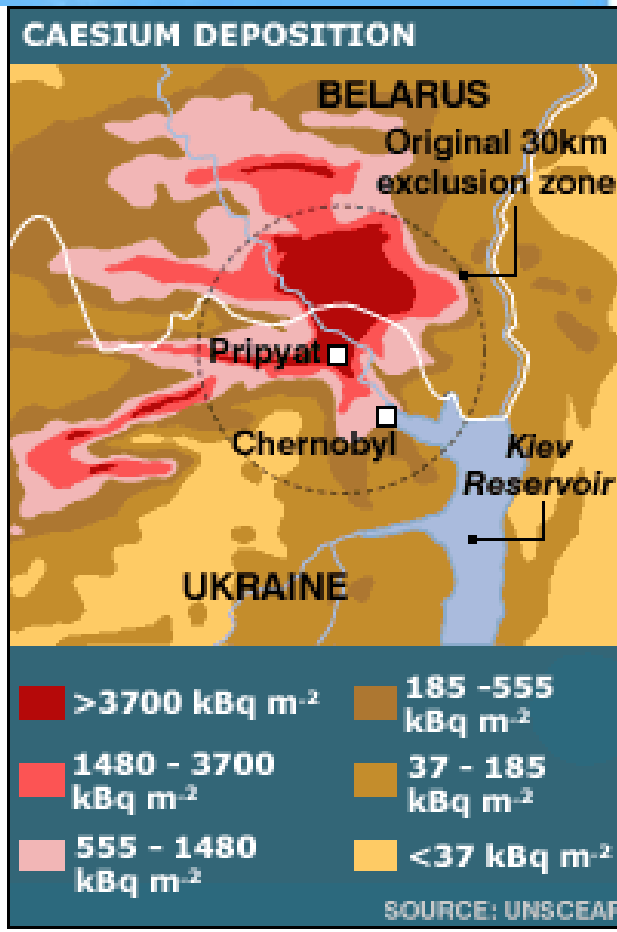
Çernobil Kazası

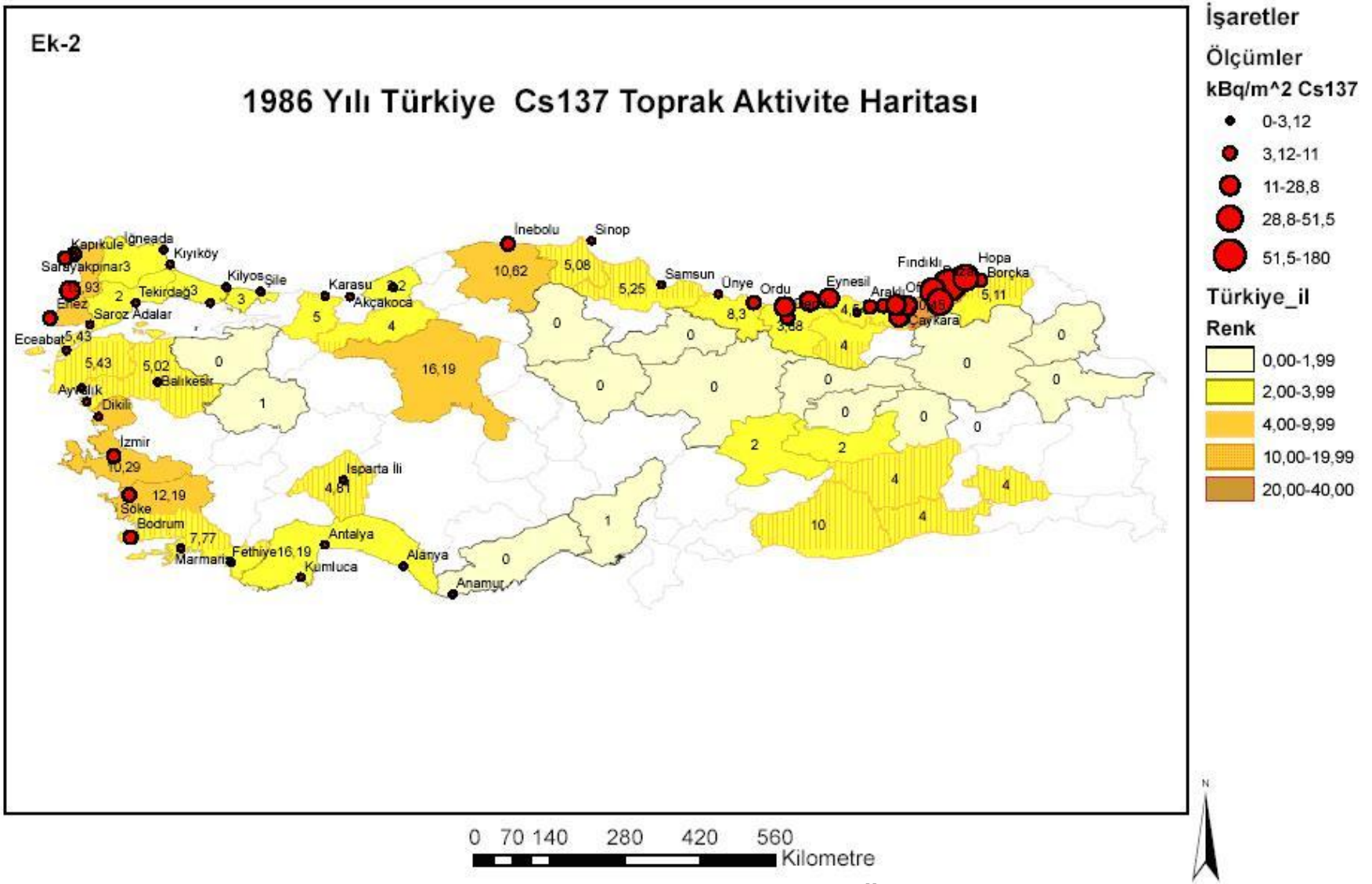
- 26 Nisan 1986
- 4 nolu reaktörde bir test sırasında oluştu.
- IAEA raporu: 31 akut radyasyon ölümü
- UNSCEAR 2008 raporu: 64 ölüm



Çernobil Sonrası Radyoaktivite



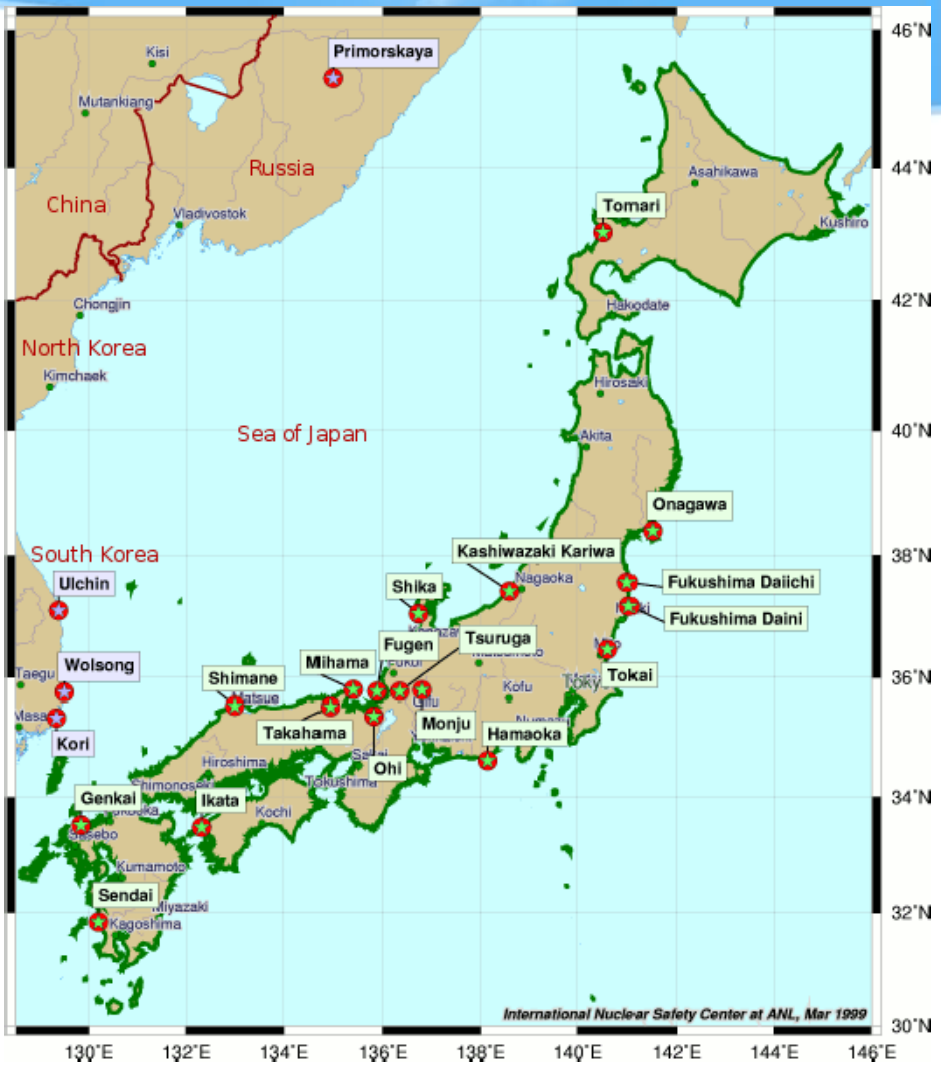




Şekil 6: Türkiye'de Sezyum Kirlilik Haritası (Ölçüm Alınmayan Yerler Beyaz Olarak Gösterilmiştir) (TAEK 5, 2006: 21)

Fukuşima Daiichi Kazası

- 11 Mart 2011
- Deprem sonrası oluşan tsunami ile reaktörleri su basmış ve elektrik sistemleri yedekleri ile beraber devre dışı kaldı.
- 1, 2 ve 3 nolu reaktörlerde soğutma sistemi devre dışı.
- Eylül 2011 itibari ile resmi olarak radyasyona bağlı ölüm bildirilmedi.

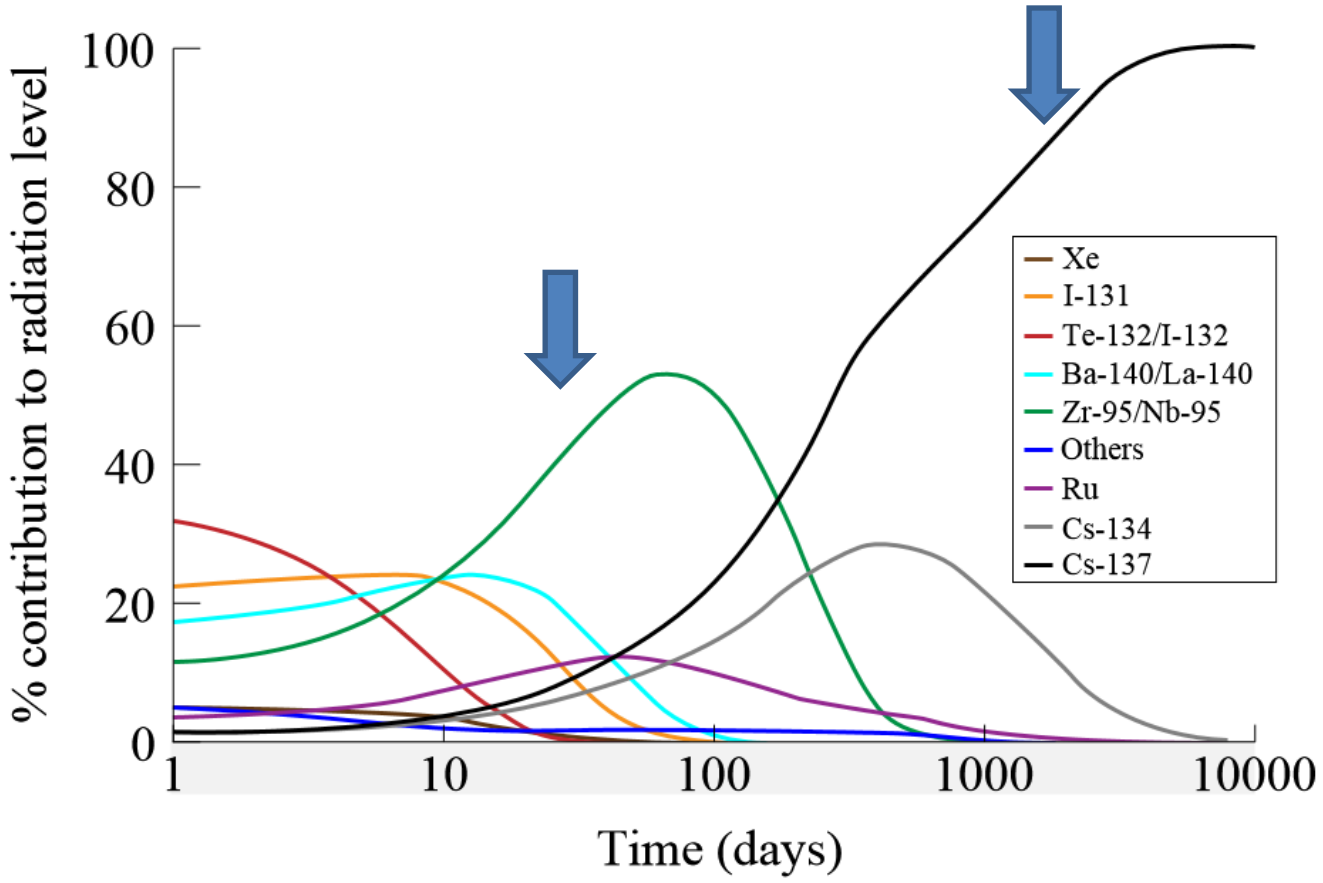


6
5
1
2
3
4

Nükleer Reaktör Kazaları

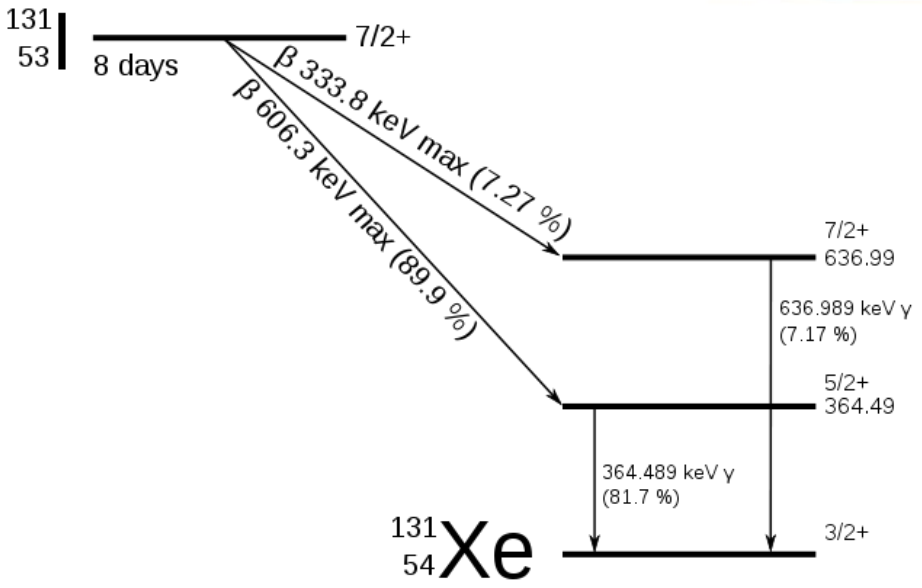
Asıl tehlike atmosfere saçılan nükleer fisyon ürünleri olan radyonüklitlerdir.

Çernobil Sonrası Atmosfere Saçılan Radyonüklitler



Nükleer Kazalar: Radyoaktif Maddeler

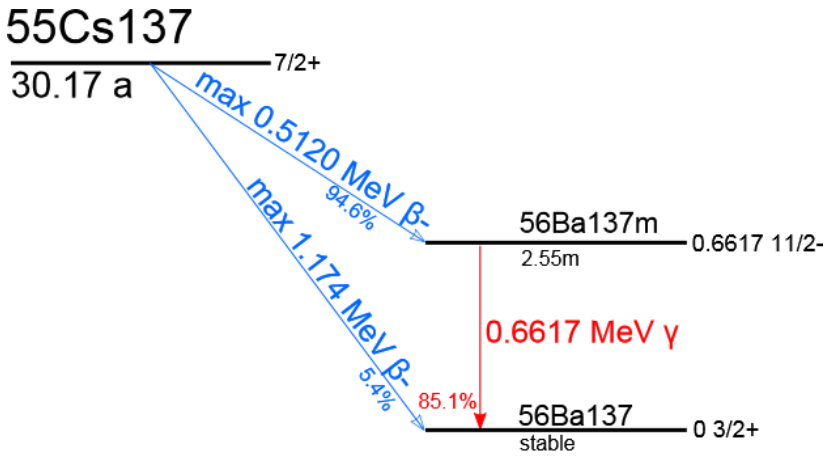
- İyot-131
  - Beta ışıması yapar.
  - 8 gün yarı-ömür
  - Tiroid dokusunda birikim yapar.
  - Tiroid kanseri ve hipotiroidizm.



Korunma: Potasyum-iyodür tabletleri

Nükleer Kazalar: Radyoaktif Maddeler

- Sezyum-137
  - Gamma ve Beta ışıması yapar.
  - 30 yıl yarı ömür
  - Tüm vücutta homojen dağılım (Kaslarda daha fazla birikim).



Korunma: Prusya Mavisi

Nükleer Kazalar: Radyoaktif Maddeler

- Stronsiyum-90
  - Beta ışıması yapar.
  - 28.8 yıl yarı ömür
  - Kemik ve kemik iliğinde birikim.
  - Sarkom ve lösemi riski.

Nükleer Kazalar: Radyoaktif Maddeler

- Plutonyum-239
  - Alfa ışıması yapar.
  - 24200 yıl yarı ömür
  - Nükleer silah yapımı (Min 4 kg)
  - Pu-239'un sadece 1 fisyonu:
    - 207.1 MeV = 3.318×10^{-11} J,
      - 19.98 TJ/mol = 83.61 TJ/kg

Alexander Litvinenko

- Eski KGB ajanı
- 2006'da İngiltere'de hayatını kaybetti.

Polonyum-210

- 80 kg bir insan için LD50=1 mikrogr Po-210
- Siyanürden 250 bin kat daha zehirli.
- **Toksisite nedeni:** Alfa ışıması

İÇERİK

- Tanımlar
  - Radyasyon
  - Radyasyon türleri
  - İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon
  - Radyoaktivite
- Radyasyonun biyolojik etkileri
- Nükleer reaktörler
- Nükleer kazalar
- **Radyasyon güvenliği-Birimler**
- Nükleer kazalarda radyasyon güvenliği
- Sonuç

Eşdeğer Doz

Düşük doz düzeylerinde radyasyonun tipine ve enerjisine göre biyolojik hasarlarını da içeren bir kavramdır..

Birimi; Sievert (Sv) = 1 Joule/kg
Radyasyon korunmasında kullanılan bir birimdir.

Eski birim rem = 0.01 Sv
1 Sv yüksek bir doz değeridir.

X ışınları, gamma ışınları ve beta ışınları için 1 Gy = 1 Sv'dir .

Radyasyon Ağırlık Faktörleri

Radyasyon	Enerji	w_R
X-ışınları, Gamma, elektron, pozitron		1
	<10 keV	5
	10–100 keV	10
Nötronlar	100 keV – 2 MeV	20
	2–20 MeV	10
	>20 MeV	5
Protonlar	>2 MeV	2
Alfa parçacıkları		20

Eş Değer Doz

Katsayı	Ön ek	Kısaltma
1	-	Sv
1/1000	milli (m)	mSv
1/1,000,000	micro (μ)	μSv

Doz Sınırları

		Radyasyon Görevlileri	Halk
Etkin doz	**Yıllık Ortalama**	20 mSv/yıl	1mSv/yıl
	Tek Yıl	50 mSv/yıl	5 mSv/yıl

Doğal radyasyon (2-3 mSv/yıl) nedeniyle ışınlanmalar ve tıbbi ışınlanmalardan alınan dozlar, doz sınırlarına ilave edilmez.

- Dünya Genelinde doğal radyasyon kaynakları nedeniyle alınan yıllık etkin doz;
  - **2.4 mSv**

- Tıp alanında çalışan radyasyon görevlilerinin aldıkları dozun yıllık ortalaması;
  - **1 - 5 mSv**
- Çernobil nedeniyle Türk Halkının aldığı kişisel doz ortalaması;
  - **0.5 mSv**

İÇERİK

- Tanımlar
  - Radyasyon
  - Radyasyon türleri
  - İyonlaştırıcı (İyonizan) radyasyon
  - Radyoaktivite
- Radyasyonun biyolojik etkileri
- Nükleer reaktörler
- Nükleer kazalar
- Radyasyon güvenliği
- **Nükleer kazalarda afet yönetimi**
- Sonuç

Nükleer Kazalarda Afet Yönetimi

1. Reaktör personeli ve ilk 20-30 km sınırında yüksek doz alanlar
2. Toplum Sağlığı

Akut Radyasyon Sendromları

- Serebrovasküler sendrom (10 Sv): İlk 24-72 saat
- Gastrointestinal sendrom (4-6 Sv): 7-10 gün
- Hematopoietik sendrom (2-4 Sv): 1-2 ay

Radyasyon Hastalığı
(Akut Radyasyon Sendromları)

Erken

	Hafif (1-2 Sv)	Orta (2-6 Sv)	Şiddetli (6-8 Sv)	Çok Şiddetli (8-10 Sv ve ötesi)
Bulantı ve Kusma	6 saat	2 saat	1 saat	10 dakika
İshal	--	8 saat	3 saat	1 saat
Başağrısı	--	24 saat	4 saat	2 saat
Ateş	--	3 saat	1 saat	1 saat

Geç

Oryantasyon kaybı	--	--	1 hafta	Hemen
Halsizlik ve güçsüzlük	4 hafta	1-4 hafta	1 hafta	Hemen
Kıl dökülmesi, kanlı kusma ve ishal, enfeksiyonlar, geç yara iyileşmesi, düşük kan basıncı	--	1-4 hafta	1 hafta	Hemen

Akut Radyasyon Sendromları: Fatalite Oranları

Faz		Doz (Sv)				
		1–2 Sv	2–6 Sv	6–8 Sv	**8–30 Sv**	**>30 Sv**
Mortalite	Tedavisiz	%0–5	%5–100	%95–100	**%100**	**%100**
	Tedavili	%0–5	%5–50	%50–100	**%100**	**%100**
	Ölüm	6–8 hafta	4–6 hafta	2–4 hafta	**2 gün–2 hafta**	**1–2 gün**

Akut Radyasyon Sendromlarında Tedavi

- Dekontaminasyon
  - Amaç: Vücuda bulaşık radyoaktif parçacıkların mekanik olarak uzaklaştırılması.
    - Kıyafetlerin ve ayakkabıların çıkarılması (%90)
    - Ilık su ve sabunla vücudu asla tahriş etmeden banyo (%10)
  - İnternal kontaminasyon engellenir (sindirim, solunum veya açık yaralar).

Hasar Görmüş Kemik İliğinin Tedavisi

- Filgrastim (Neupogen) ve pegfilgrastim (Neulasta); beyaz küreleri arttırmak ve enfeksiyonlara direnç
- Transfüzyon ve kemik iliği nakli

İnternal Kontaminasyon Tedavisi

- **Potasyum İyodür Tabletleri.**
  - Radyoaktif olmayan iyot.
  - Amaç hızlı bir şekilde tiroidi doyurarak kirlenme sonucu gelecek radyoaktif I-131'in bağlanmasını engellemek.
  - Radyoaktif iyot idrarla atılır.
- **Prusya Mavisi.**
  - Radyoaktif sezyum ve talyumu bağlar.
  - Bağlanmış radyonüklitler feçesle atılır.
- **Dietilenetriamin pentaasetik asid (DTPA).**
  - Radyoaktif plutonyumu bağlar.
  - Radyoaktif parçacıklar idrarla atılır.

Destek Tedavi

- Enfeksiyonlar
- Başağrısı
- Ateş
- Diare
- Bulantı ve kusma
- Dehidratasyon

Ölümcül Olgular

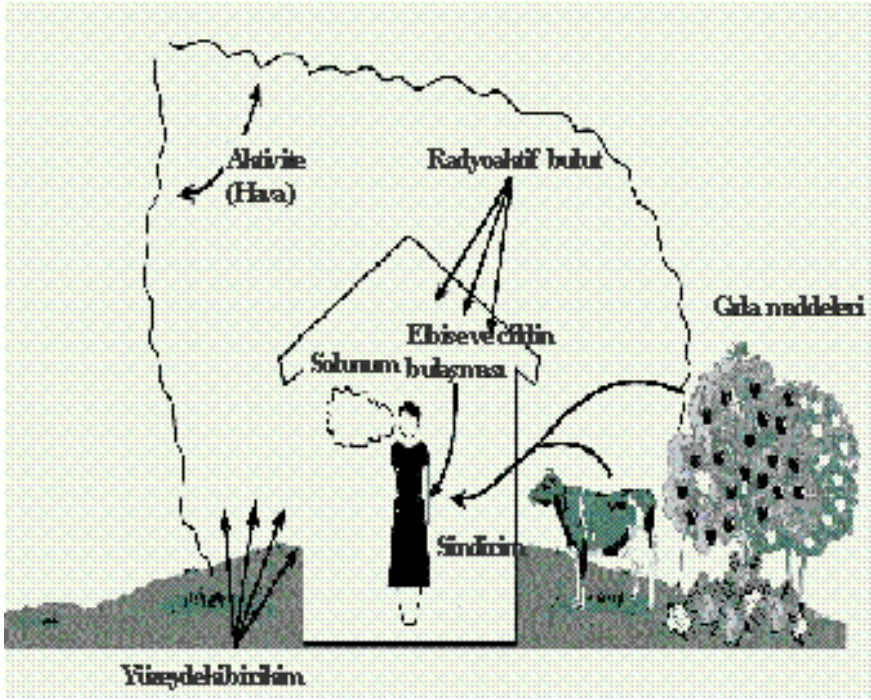
- 6 Sv ve üzeri dozlar iyileşme şansı çok düşük.
  - 8 Sv üzeri %0.
  - Ölüm 2 gün-2 hafta içerisinde
  - Ağrı, bulantı, kusma ve diare kontrolü
  - Psikolojik ve manevi destek.

Nükleer Kazalarda Afet Yönetimi

1. Reaktör personeli ve ilk 20-30 km sınırında yüksek doz alanlar
2. Toplum Sağlığı

Radyasyonun Vücuda Giriş Yolları

- Solunum yoluyla iç ışınlanma
- Buluttan dış ışınlanma
- Giysiler ve cildin bulaşması yoluyla dış ışınlanma
- Kuru serpinti veya yağış nedeni ile dış yüzeylerde oluşan birikime bağlı olarak dış ışınlanma
- Bulaşmış gıda maddeleri ve sular yoluyla vücuda girmiş olan radyoaktif maddelerden iç ışınlanma



Radyasyondan Korunmanın 3 Temel Prensibi

a) **Uzaklık:** Tahliyenin sebebi halkı mümkün olduğunca kaynaktan uzak tutmaktır.
   - Örneğin; doz hızı 1 m de 100 mR/s ise 10 m deki doz hızı 1 mR/s dir.

b) **Zaman:** Kaynak yakınında mümkün olabildiğince kısa süre kalınmalıdır.
   - Yani doz hızı 500 mR/s ise bu alanda 1 s kalınırsa 500 mR , 10 s kalınırsa 5000 mR doz alınır.

c) **Zırhlama:** Dış radyasyon tehlikelerinden korunmanın en etkin yöntemi zırhlama olup radyasyonun şiddetini azaltmak için radyasyon kaynağı ile kişi arasına uygun özelliklerde koruyucu engel konulmalıdır. Tehlike durumlarında halkın kapalı mekanlarda kalmasının sebebi budur.

Koruyucu Önlemler

- **Acil Koruyucu Önlemler:**
  - Sığınma
  - İyot tabletleri dağıtımı
  - Giriş-çıkış kontrolü
  - Tahliye
  - Kişilerde radyoaktif kirliliğin giderilmesi
- **Uzun Dönemli Koruyucu Önlemler:**
  - Su ve gıdaların kontrolü
  - Çevrede radyoaktif kirliliğin giderilmesi
  - Geçici veya sürekli yerleştirme
- **Kişisel Korunma Yöntemleri:**
  - İç radyasyon tehlikesine karşı korunma yöntemleri
  - Dış radyasyon tehlikesine karşı korunma yöntemleri

SIĞINAKLAR

- En basit ve etkili yöntem
  - Bulut geçerken doğrudan etkisini ve radyoaktif maddelerin solunumu engellenir.
  - Sığınmaya ilişkin resmi duyum alındığında;
    - Pencere, kapı ve havalandırma cihaz, boşluk ve delikleri kapatılır, yiyecek maddeleri buzdolabı gibi kapalı yerlerde korunur.
    - Sığınaklarda veya bodrum katlarında toplanılır, tehlikenin geçtiğine dair yayın organlarından resmi haber alınıncaya kadar beklenilir.
- **Sığınak Türleri:**
  - **Normal Sığınak:** Evler ve bodrum katlarıdır.
  - **Korunaklı Sığınak:** Yüksek binaların orta kısımlarındaki duvar ve pencerelerden uzak bölgelerdir.
  - **Özel Sığınak:** Kaza süresince yeterli korunmayı sağlayacak şekilde özel olarak dizayn edilmiş sığınaklardır.

GİRİŞ - ÇIKIŞ KONTROLÜ

- Etkilenmiş bölgelere giriş ve çıkışın kontrolüdür.
- Tehlike durumunun değerlendirilmesi sonucu belirlenen yer ve süre içinde insan, hayvan, araç, malzeme ve besin maddelerinin kontrollü giriş-çıkışı sağlanır.
- Gerektiğinde karantina ve tecrit uygulanabilir.

KİŞİLERDE BULAŞMANIN GİDERİLMESİ

•Sığınma işleminden önce, mümkün olduğu oranda bulaşmış kişilerin ölçüm ve bulaşmanın giderilmesi işlemleri yapılır.

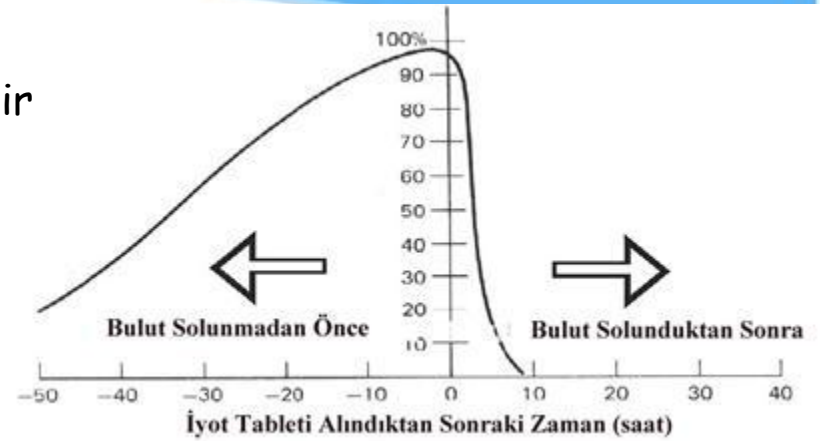
•Radyoaktif maddelerle bulaşmış kişilerin; duş altında, ılık su ve yumuşak sabunla yıkatılarak bulaşmanın giderilmesi istenir.

İç Radyasyon Tehlikelerine Karşı Korunma Yöntemleri

- İç radyasyon: Radyoaktif maddelerin solunum, sindirim, cilt üzerinde bulunan yara veya çizik yoluyla vücuda girmesi sonucu meydana gelmektedir.
  - Yardım ekipleri; maske, solunum cihazları ve koruyucu elbiseler giymeleri gerekir.
  - Halka maske, mendil, havlu, kağıt, pamuklu kumaş vb. gibi araçlarla solunum yollarını kapatarak iç kontaminasyondan korunmaları duyurulur.
  - Küçük ve büyükbaş hayvanlar kapalı alanda tutulur, açıkta bulunan yiyecek ve içeceklerin tüketilmesi önlenir.
  - Açık su kaynaklarının, meraların ve tarım arazilerinin kullanılmaması,
  - Hayvanların kuru ot ve samanla beslenmesi için gerekli tedbirler alınır.
  - Dışarıda kalan hayvanlar tespit edilip, ayrı tutulmaları, bu hayvanların en az 7 ay temiz yemle beslenmeden kesilmemesi.

İYOT TABLETLERİ

- İlk 10 saat içinde uygulanmaması durumunda hiçbir etkisi olmaz.
  - 6 saat öncesinde: %98
  - Işınlanma sırasında: %90
  - 4-6 saat sonra: %50
- Aç karnına alınmamalıdır.
- Sindirim bozuklukları gibi yan etkiler nadiren görülür.
- İyot alerjisi olan kişilere verilmemelidir.
- Hipertiroidizm şikayeti olanlar, iyot tabletleri aldıkları süre içinde de tedavilerine devam etmeli, ancak tehlike durumu sona erdiğinde, doktoruna başvurmalıdırlar.

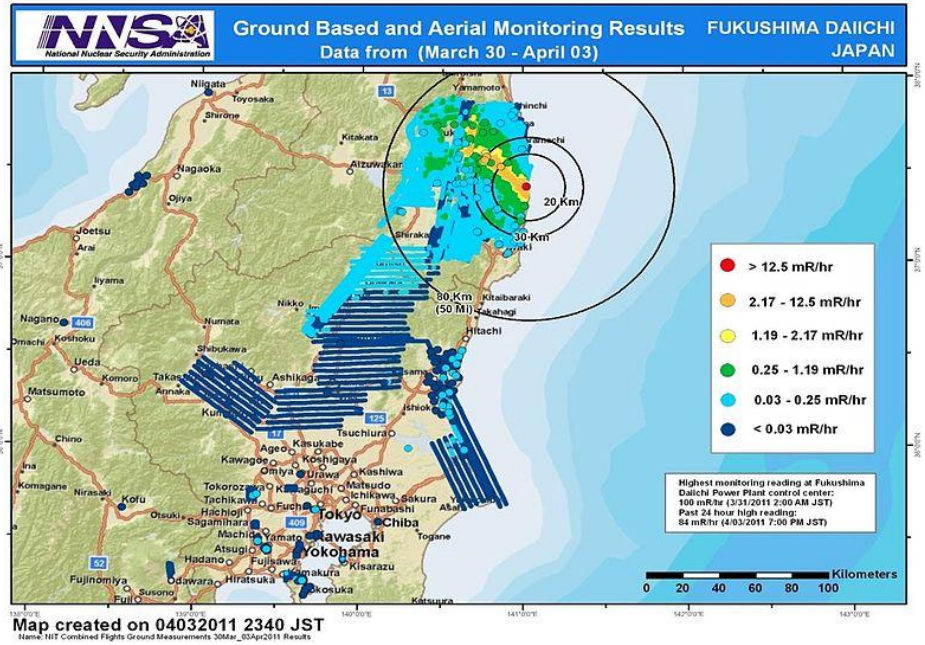


Potasyum-iyodür tabletleri yerine;

- Tentürdiyot kesinlikle olmaz.
- İyotlu tuz kesinlikle olmaz.
- Yetkililer tarafından anons edilmeden kullanılmamalıdır.

TAHLİYE

- Kalabalık nüfus bölgelerindeki halk için öngörülecek en son önlemdir.
- Paniğe meydan vermeden, iyi bir trafik ve haberleşme sağlanarak bir plan çerçevesinde gruplar halinde yapılır.
- İklim şartları, rüzgar yönü, taşıyıcı araç imkanları ve yol durumu, özel nüfus grupları (öğrenciler, hastalar, yaşlılar, mahkumlar vb.) gibi hususlar göz önünde bulundurulur.



GEÇİCİ VEYA SÜREKLİ YERLEŞTİRME

- Yapılan ölçüm sonuçları ve uzun vadeli doz değerlendirmeleri neticesinde tahliye edilen halkın geçici veya uzun süreli yerleşimleri sağlanır.

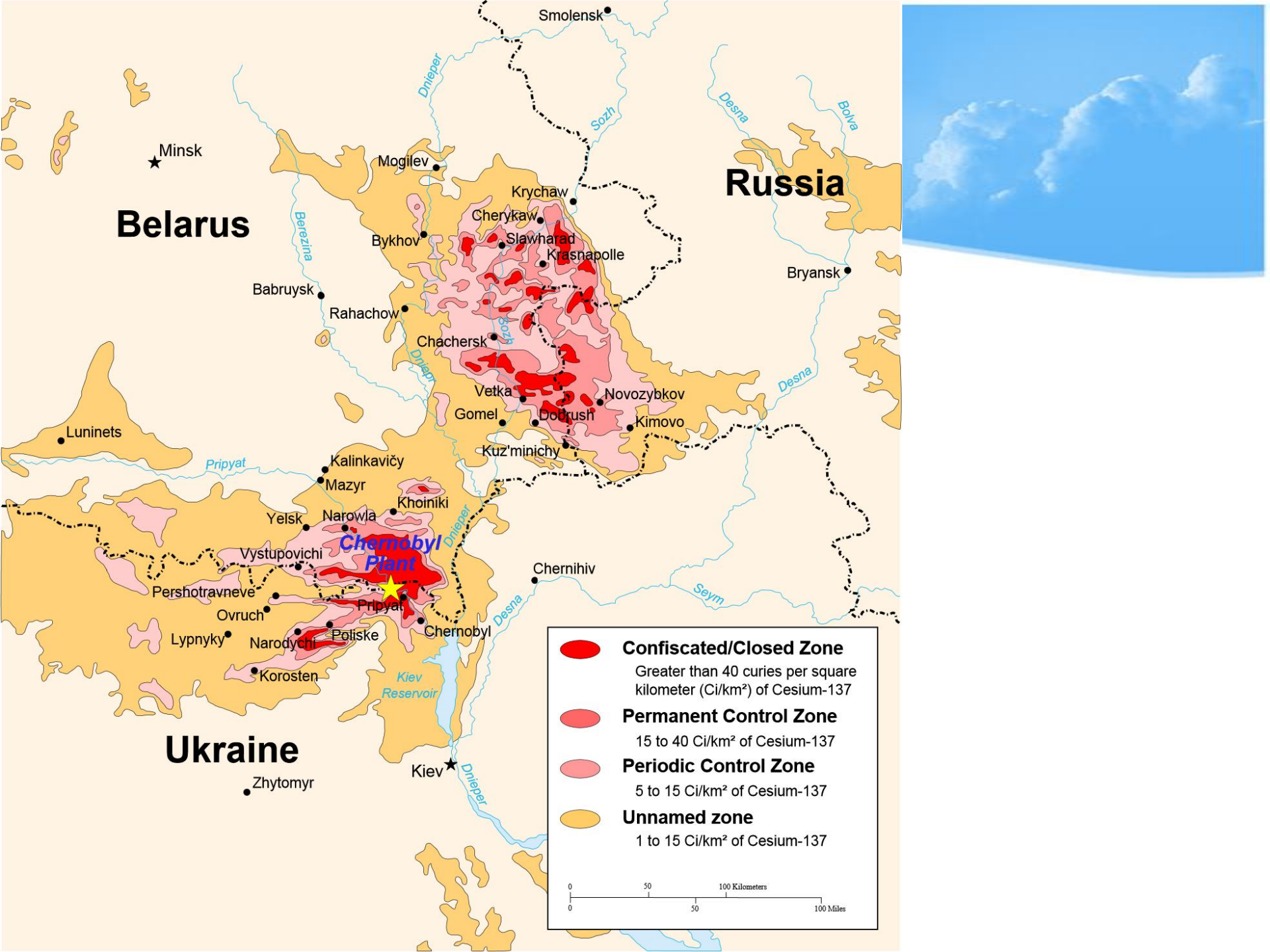
SU VE GIDALARIN KONTROLÜ

İçme suyu, bölgesel tarım ve süt ürünleri, diğer yiyecekler ve çiftlik hayvanları tüketiminde, ithalat ve ihracatta kontrol ve sınırlama getirilebilir.

ÇEVREDE BULAŞMANIN GİDERİLMESİ

- Dekontaminasyon, radyoaktif bulaşmanın giderilmesi amacıyla yapılan temizleme işlemidir.
  - Buhar veya basınçlı su püskürtme, ultrason, bol su ve deterjan kullanarak yıkama yöntemleri
  - Bulaşmış ekili alan, çayır ve bitki örtüsü biçilmesi
    - Kesilen bulaşmış ekin, çayır ve bitki örtüsüne radyoaktif artık muamelesi.
  - Yüzey toprağının kaldırılması
  - Alan üzerine kum veya toprak dökmek
  - Kaldırım, asfalt, beton yollar, bol ve gerekirse basınçlı su ile yıkanarak bulaşmanın giderilmesi sağlanır.
  - Binalarda; çatı ve örtü malzemelerinin kaldırılması
  - Duvar ve kaldırımlarda ise kum üfleme, aşındırma gibi yöntemler
  - Asfalt, çimento gibi kaplama malzemeleriyle kaplama veya kum, toprak gibi maddelerle örtme

Çernobil: Çimentolama sonrası


Smolensk
Minsk
Mogilev
Belarus
Russia
Krychaw
Cherykaw
Bykhov
Slawharad
Krasnapolle
Bryansk
Babruysk
Rahachow
Chachersk
Vetka
Novozybkov
Gomel
Dobrush
Kimovo
Kuz'minichy
Luninets
Kalinkavičy
Mazyr
Khoiniki
Yelsk
Narowla
Chernobyl Plant
Vystupovichi
Chernihiv
Pershotravneve
Pripyat
Ovruch
Chernobyl
Lypnyky
Narodychi
Poliske
Korosten
Kiev Reservoir
Ukraine
Kiev
Zhytomyr
Dnieper
Sozh
Desna
Bolva
Berezina
Pripyat
Seym
Confiscated/Closed Zone
Greater than 40 curies per square kilometer (Ci/km²) of Cesium-137
Permanent Control Zone
15 to 40 Ci/km² of Cesium-137
Periodic Control Zone
5 to 15 Ci/km² of Cesium-137
Unnamed zone
1 to 15 Ci/km² of Cesium-137
0
50
100 Kilometers
0
50
100 Miles

Uluslararası Kurumlar

Uluslararası Radyolojik Korunma Komitesi
http://www.icrp.org

UNSCEAR - Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi
http://www.unscear.org

IAEA - Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
http://www.iaea.org

EURATOM: Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu

http://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/legislation/euratom_en.htm

Ulusal Kurum

Türkiye Atom Enerji Kurumu
Ankara
Genel Bilgi: 444 TAEK (444 8235)

JAPON BALIKÇISI

Denizde bir bulutun öldürdüğü
Japon balıkçısı genç bir adamdı.
Dostlarından dinledim bu türküyü
Pasifikte sapsarı bir akşamdı.

Balık tuttuk yiyen ölür
Birden değil ağır ağır,
Etleri çürür dağılır.
Balık tuttuk yiyen ölür.

Badem gözlüm beni unut
Boynuma sarılma gülüm,
Benden sana geçer ölüm
Badem gözlüm beni unut.

Bu gemi bir kara tabut.
Badem gözlüm beni unut.
Çürük yumurtadan çürük
Benden yapacağın çocuk.
Bu gemi bir kara tabut
Bu deniz bir ölü deniz.
İnsanlar ey, nerdesiniz?
Nerdesiniz?

N.Hikmet 1956

Sabrınız için teşekkürler...
© TemplatesWise.com

KAYNAKLAR

- www.iaea.org
- www.taek.gov.tr