

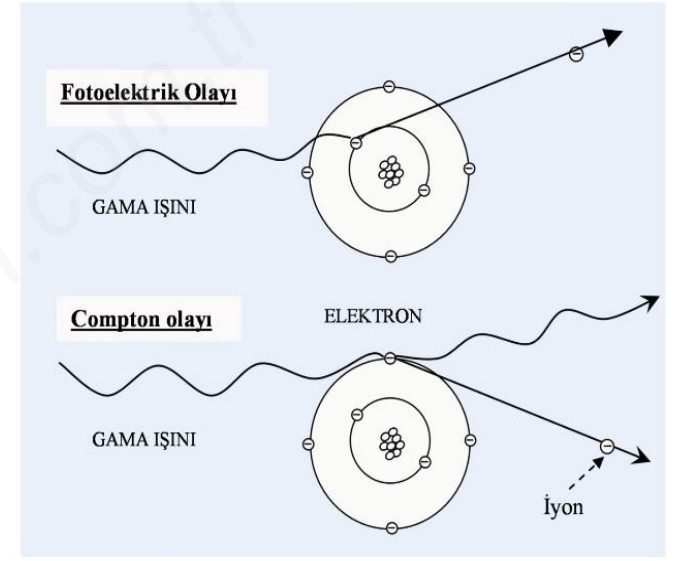
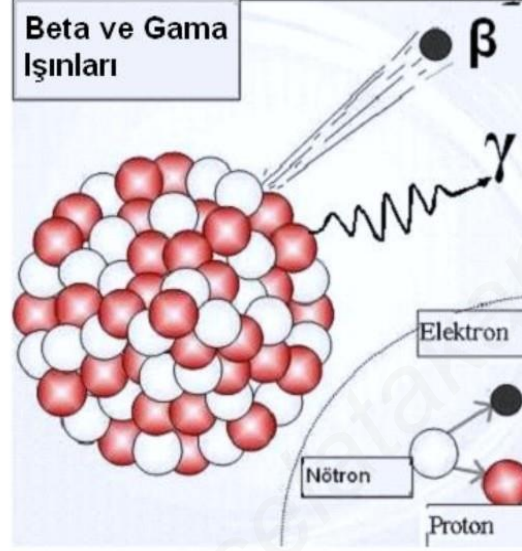
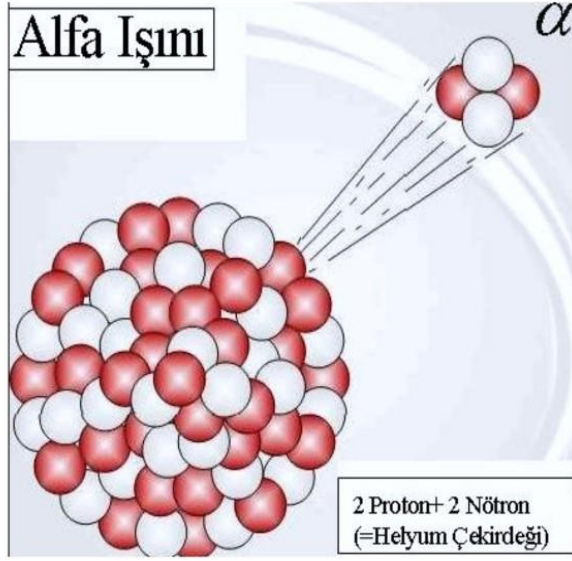
Yerkabuğundaki ve Sulardaki Doğal Radyoaktif Maddeler ve İnsana Etkileri

Dr. Yüksel ATAKAN – Radyasyon Fizikçisi- Almanya

**Tıbbi Jeoloji Sempozyumu
Dr.Selahattin A. GÖKSEL Oturumu
13 Kasım 2015 Ankara**

RADYASYON VE RADYOAKTİF MADDELER KONULARINA YABANCI OLANLAR İÇİN KISA BİLGİLER

RADYOAKTİF MADDE , RADYASYON, RADYOAKTİVİTE



İYON ÇİFTİ OLUŞMASI

Becquerel: Radyoaktivite birimi: 1 Bq: Saniyede 1 adet bozunma gösteren radyoaktif madde miktarı.

Sadece Bq miktarı, bir radyoaktif maddenin insana etkisini yani vücutta oluşturacağı radyasyon dozunu belirleyebilmek için bir ölçü değil. Radyoaktif maddenin cinsi (yaydığı radyasyonların cinsleri ve enerjileri de bilinmeli ki radyasyon dozu belirlenebilsin)

RADYOAKTİF MADDELER İNSANA NASIL ETKİLİ OLUYORLAR?

YAYINLADIKLARI ALFA, BETA VE GAMA IŞINLARI YOLUYLA:

- a) VÜCUDU DOĞRUDAN DIŞTAN IŞINLAMAYLA**
- b) RADYOAKTİF MADDLERE VÜCUDA SOLUNUM YA DA SİNDİRİM YOLUYLA GİREREK İÇTEN IŞINLAMAYLA**

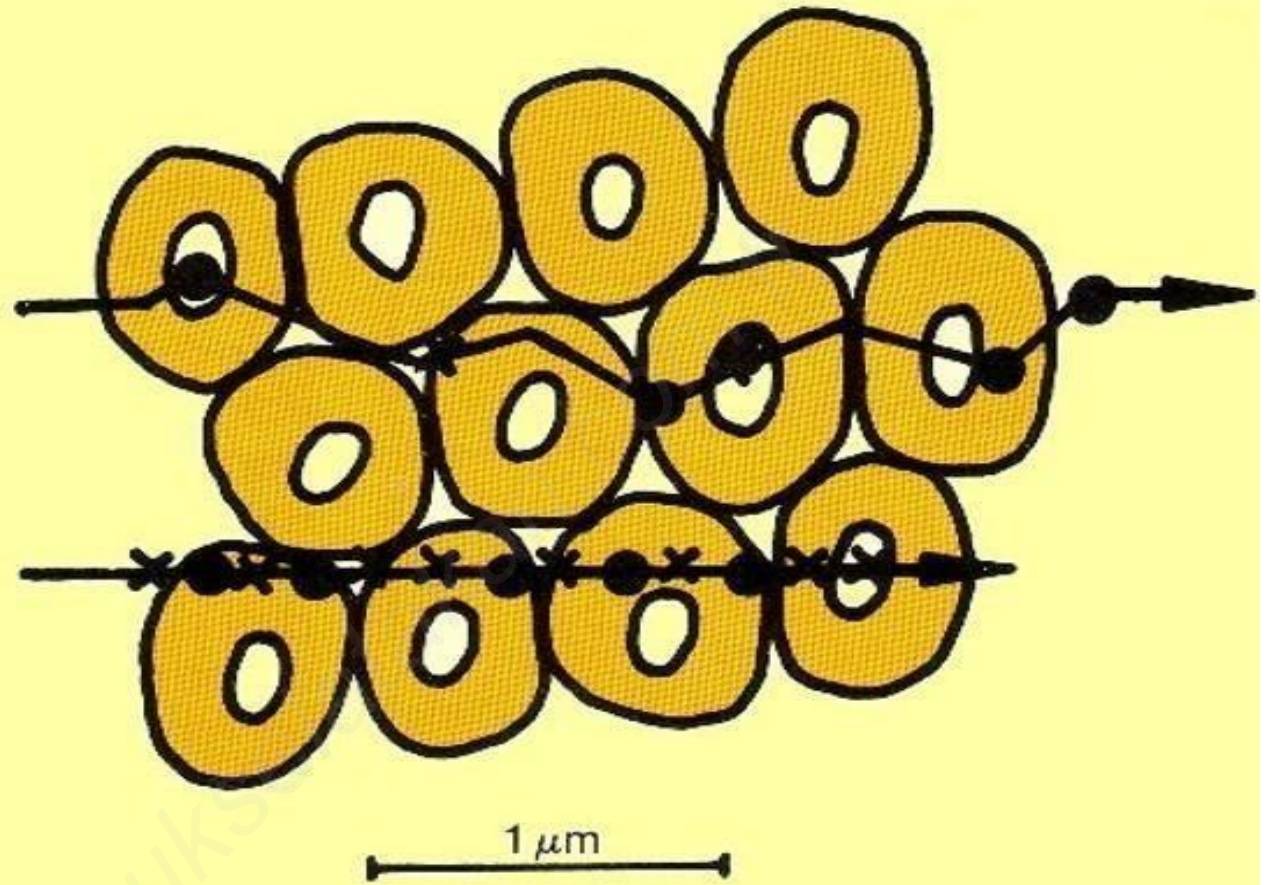
VÜCUTTA OLUŞTURDUKLARI RADYASYON DOZLARI YOLUYLA (VÜCUDA AKTARDIKLARI ENERJİLERİYLE):

β - parçacığı

α - parçacığı

✕ = İyonizasyon

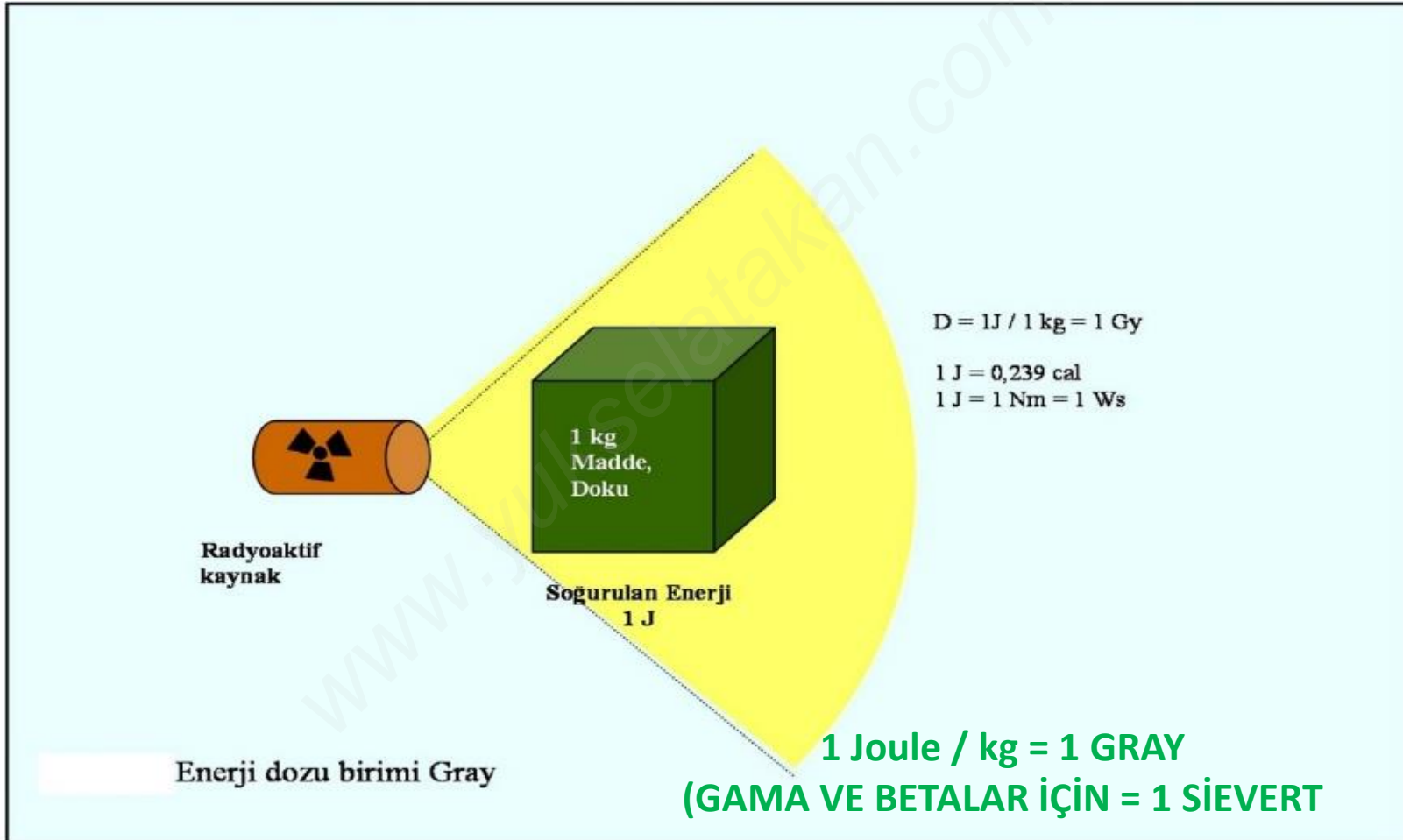
● = Diğer etkileşimler



Beta ve alfaların hücrelerle etkileşmesi. Şekilde, Alfa ve Beta'ların, dokudaki izleri kabaca gösterilmiştir. Betalar bir hücreyle sadece **bir adet** etkileşirlerken, aynı enerjideki Alfaların etkileşmesi **bin adet** dolayındadır.

RADYASYON DOZU NASIL OLUŞUYOR?

RADYASYON DOZU KAVRAMI?



1 Joule pratikte çok küçük bir enerji: 100g çikolata paketini 1m yukarı kaldırmak için gereken enerji miktarı. Atom düzeyinde ise çok büyük bir enerji.

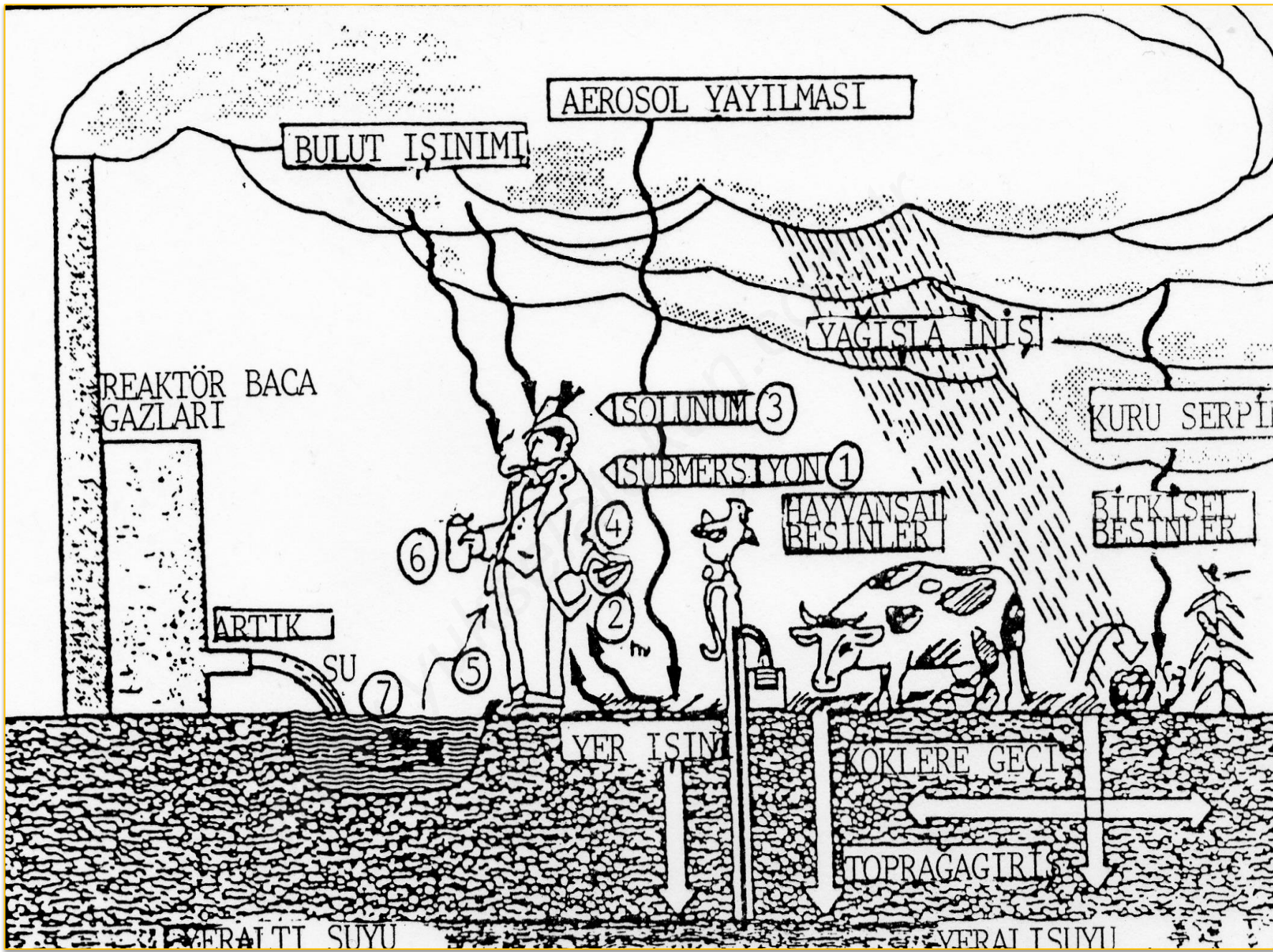
RADYASYON DOZU :

**RADYASYONUN MADDEYE / VÜCUDA AKTARDIĞI ENERJİ:
BİRİMİ GRAY**

**SIEVERT ise AKTARILAN ENERJİNİN BİYOLOJİK ETKİNLİĞİNİ
HESABA KATAN EŞDEĞER DOZ BİRİMİ:**

**Gama ve beta ışınları için: Kalite katsayısı 1
1 Gy=1 Sv= 1 Joule/kg; Alfalar için: 20**

RADYOAKTİF MADDELER NERELERDEN GELİYOR VE İNSAN VÜCUDUNA NASIL ULAŞIYOR?



RADYOAKTİF MADDELER VÜCUDUMUZDA DA VAR: 9000 Becquerel(Bq)

**Vücudumuza besinler ve içme suyu, içkiler yoluyla
doğadaki radyoaktif maddeler az da olsa girip
yerleşiyorlar.**

**Sigara/tütün içimiyle de Polonyum 210 ve diğer ağır
metaller de vücuda giriyor.**

**Akciğer kanserinin %50'inin Po210'dan kaynaklandığı
hesaplanıyor.**

Vücudumuzdaki radyoaktif maddelerden en önemlileri 70 kg'lık bir insan vücudunda ortalama olarak :

K 40: 4500 Bq, C 14: 3800 Bq, Rb 87: 650 Bq, Pb 210, Bi 210 ve Po 210: 60 Bq,

Rn 220+ Rn 222 bozunma ürünleri: 30+15 Bq,

H 3: 25 Bq , Be 7: 25 Bq ve başkaları.

Vücudumuzdaki bu radyoaktif maddelerden, vücudumuz az da olsa ışın saçıyor. Sevgiden sarıldıklarımızı ışınladığımızın ise farkında bile değiliz!

Vücudumuza günde 800 milyon kadar doğal kaynaklı radyasyon girip çıkmasına rağmen sağlıklı yaşıyoruz (Her saniye 10.000 kadar).

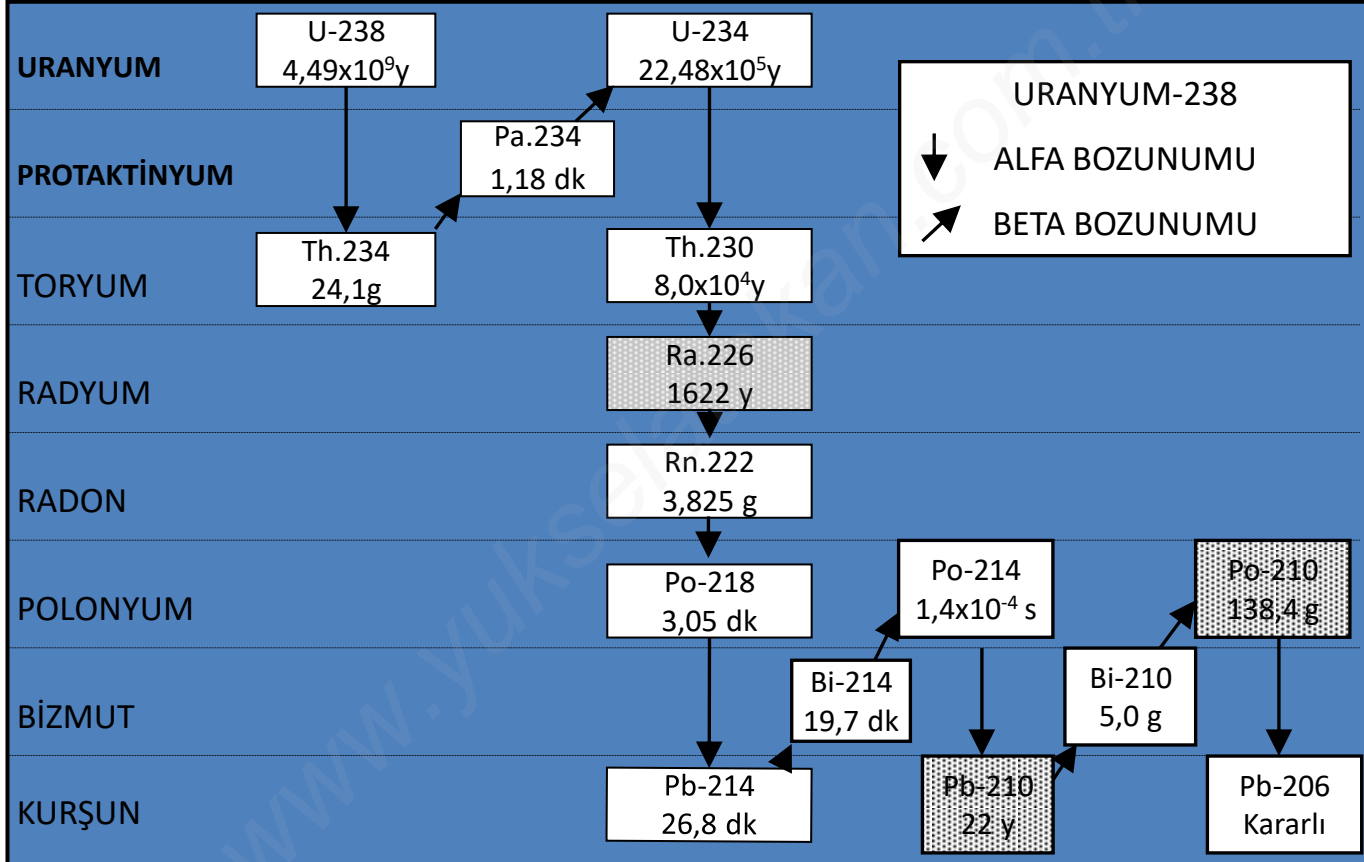
**YERKABUĞUNDAKİ RADYOAKTİF MADDELERİN EN ÖNEMLİLERİ
URANYUM VE TORYUM DİZİLERİNDE BULUNUYOR**

**BU DİZİLERDEKİ RADYOAKTİF MADDELER YARILANMA SÜRELERİNE
GÖRE (RADYOAKTİVİTELERİNİN YARIYA İNMESİ İÇİN GEÇEN SÜRE)
PARÇALANIYORLAR /BOZUNUYORLAR VE BAŞKA
RADYOİZOTOPLAR ÜRETEREK EN SONUNDA KARARLI KURŞUN
(Pb 206, Pb 208) OLUŞUYOR.**

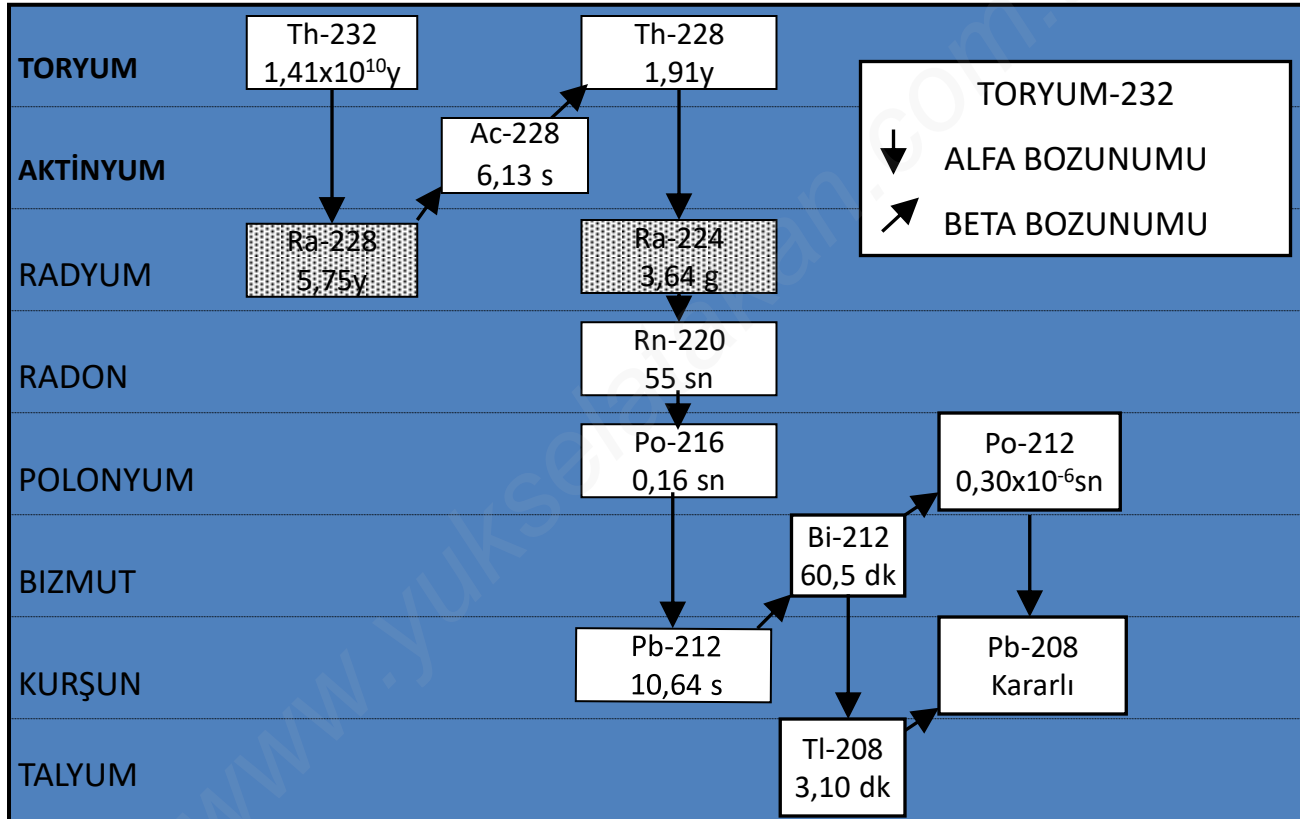
Çizelge E 5.1: Primordial radyoizotoplar (= yerkabuğunun oluşumundan beri bulunanlar)

Radyoizotop	Simge	Yarılma Süresi	Doğada bulunma oranı
Uranyum 235	^{235}U	$7,04 \times 10^8 \text{ y}$	0,72% (Toplam doğal uranyumun)
Uranyum 238	^{238}U	$4,47 \times 10^9 \text{ y}$	99,27% (Toplam doğal uranyumun); Toplam doğal uranyum (genellikle kayalarda): 0,5 - 4,7 ppm
Toryum 232	^{232}Th	$1,41 \times 10^{10} \text{ y}$	1,6 - 20 ppm genellikle kayalarda, ortalama olarak: 10,7 ppm (= 11 g / 10 ton)
Radyum 226	^{226}Ra	1600 y	Kireçtaşı:16 Bq/kg ; kayalarda:48 Bq/kg
Radon 222	^{222}Rn	3,82 gü	Asal Gaz; ABD'de açık havada yıllık ortalama derişimi : 0,6 Bq/m ³ - 28 Bq/m ³)
Potasyum 40	^{40}K	$1,28 \times 10^9 \text{ y}$	Toprakta : 37-1100 Bq/kg (Yerkabuğunun %2'i potasyum, bunun da %0,01 K-40)

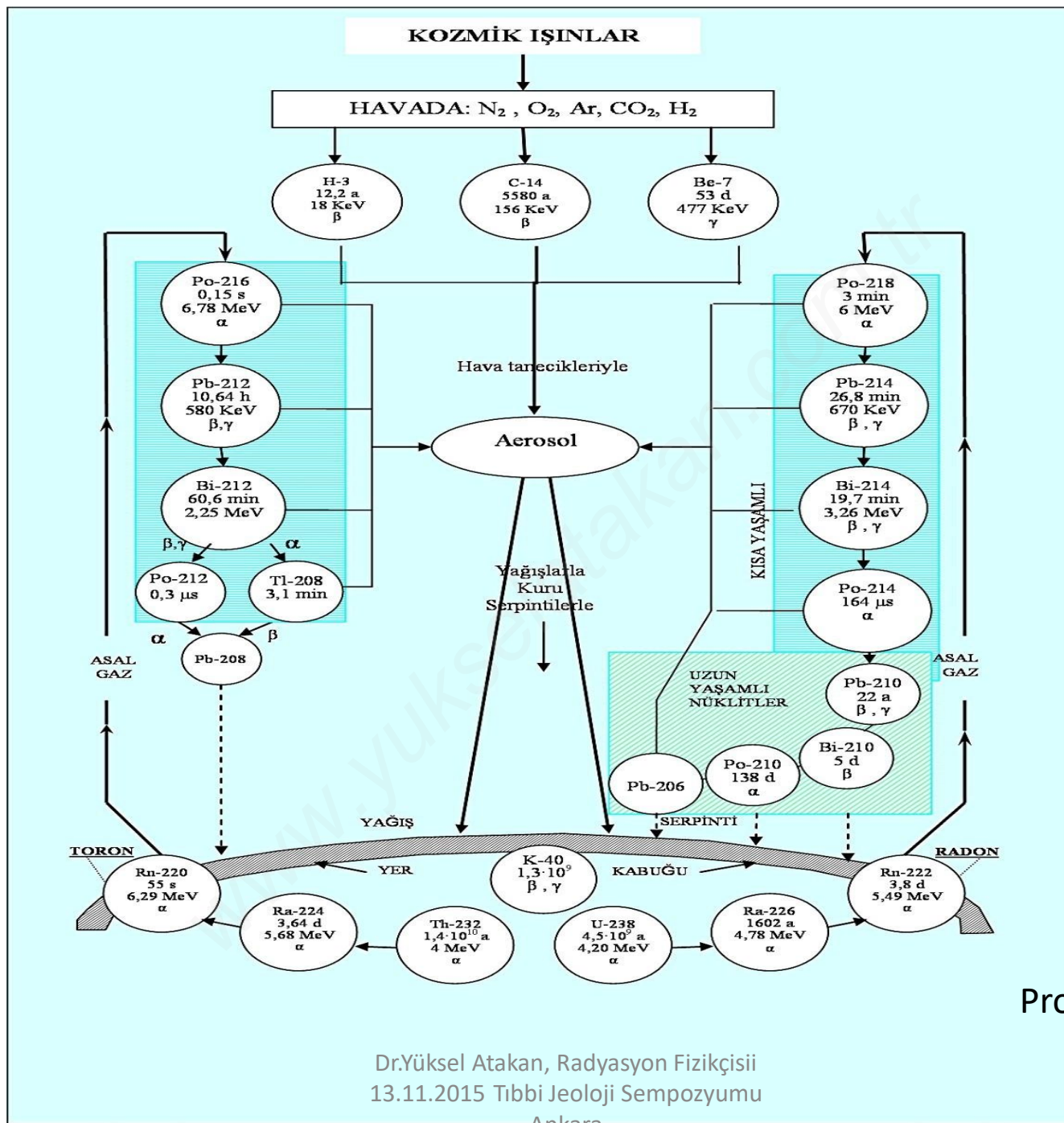
URANYUM DİZİSİ



TORYUM Dizisi



DOĞAL RADYOAKTİF MADDELER NEREDEN KAYNAKLANIYOR?



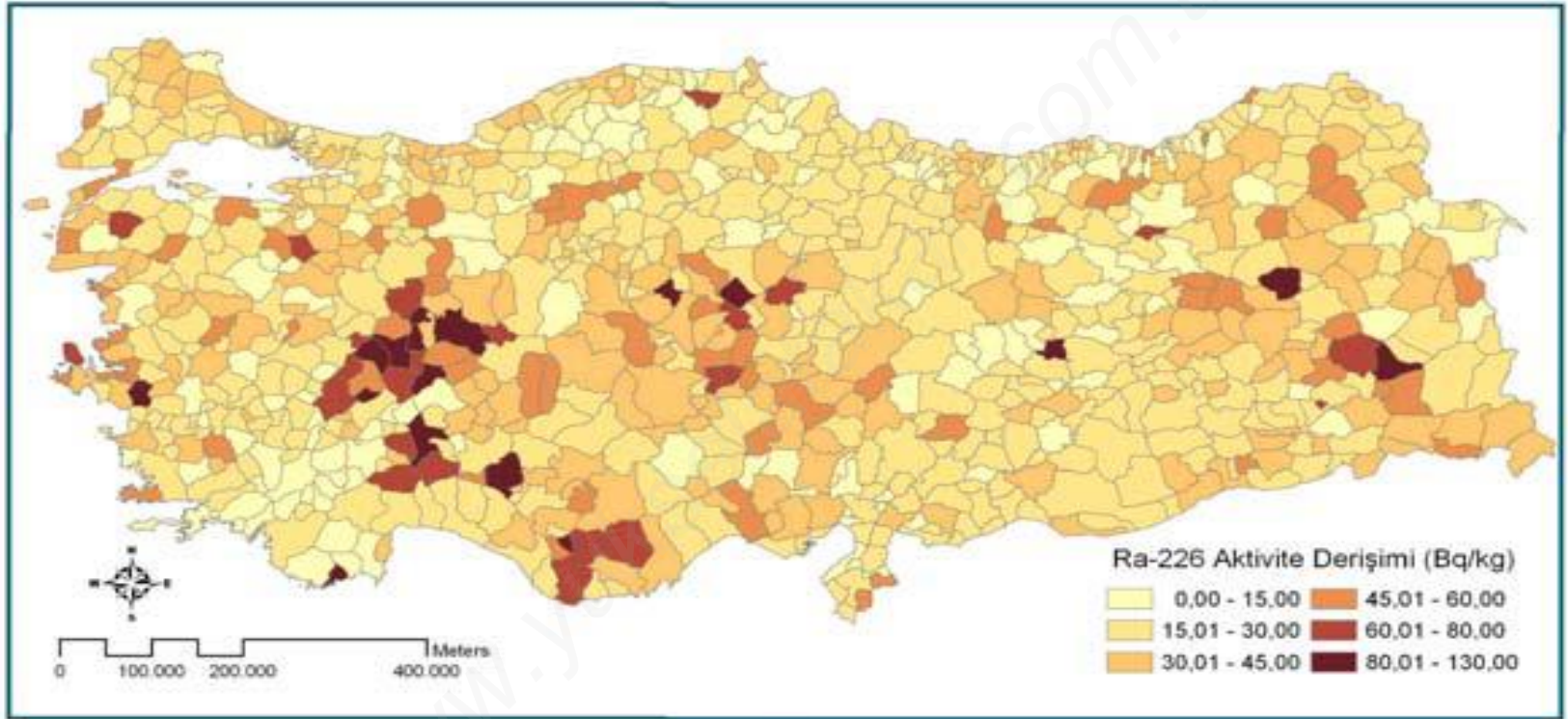
Uranyum, normal bir toprağın her kilogramında ortalama olarak 3 miligram var
(3mg/kg = 3 mg /10⁶ mg
3 ppm (= milyonda üç).

Bu, 10 tonluk bir kamyon toprağa, bir yemek kaşığı dolusu (30 gram) kadar uranyumun homojen olarak karıştırılmış olması demek oluyor.

Dünya uranyum üretimi 2010 yılında 40.000 ton kadar olup 2/3'si Avustralya ve Kanada'da çıkarılıyor.

Çizelge : 10 cm kalınlığıdaki 1 km²’lik topraktaki ortalama radyoaktivite

Nüklit (Atom çekirdeği)	Ortalama radyoaktivite / kg	Nüklit kütlesi	Radyoaktivite x 10 ⁹ Bq
Uranyum	25 Bq/kg	286 kg	4,0
Toryum	40 Bq/kg	1527 kg	6,8
Potasyum 40	400 Bq/kg	260 kg	65,1
Radyum	48 Bq/kg	0,22 g	8,2
Radon	10 kBq/m ³ toprak	1,43 µg	0,96
Toplam:			>85 Milyar Bq



şekil 2. Yüzey toprağında Ra-226 aktivite derişimi ilçe ortalamaları

TAEK web sayfasından (2013)



URANYUM CEVHERİNDEN BİR ÖRNEK

Dr. İhsan Akar, Radyasyon Fizikçisi
13.11.2015 Tıbbi Jeoloji Sempozyumu
Ankara

Şekil 2

Kaya ve Toprak cinsi

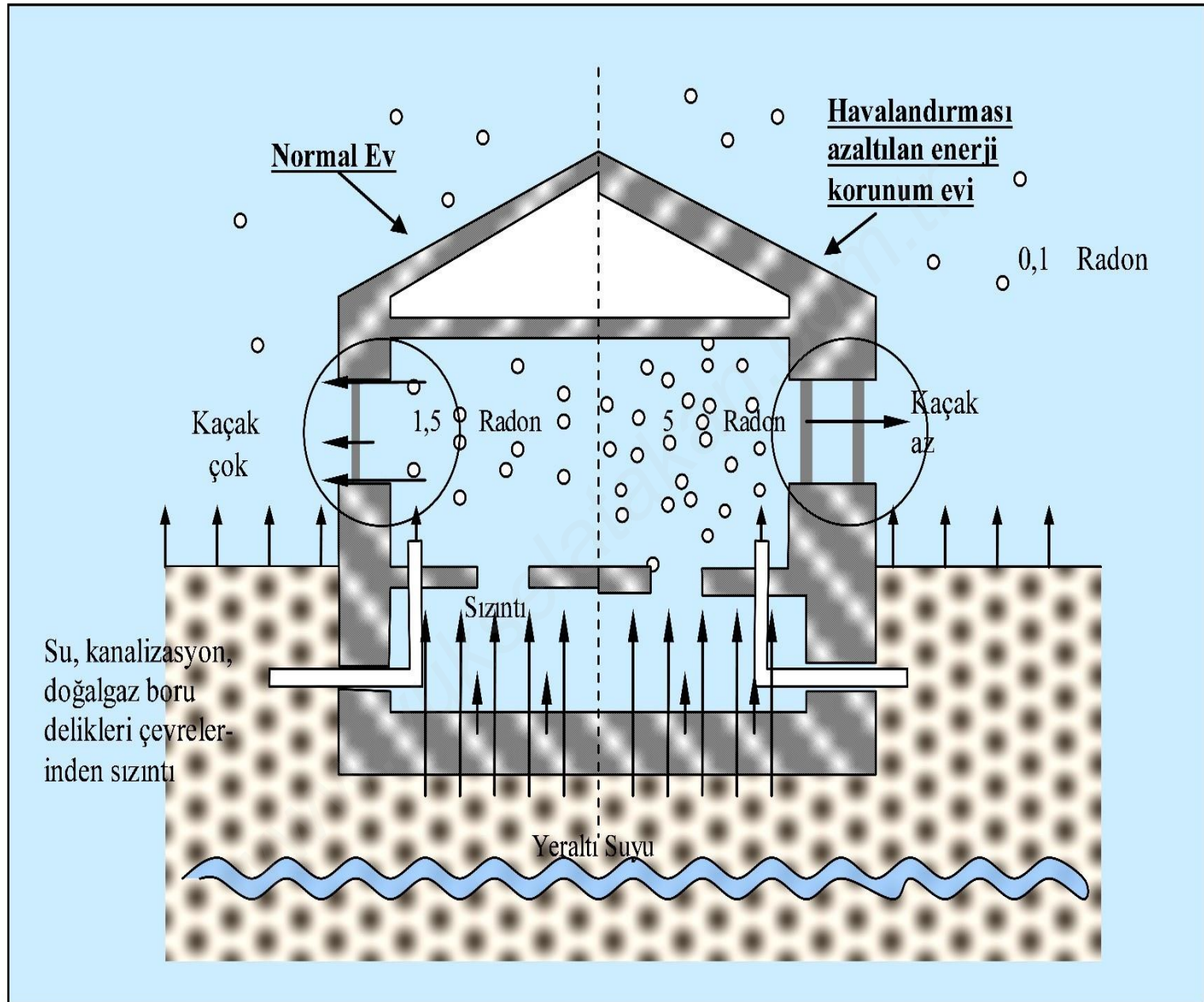
Özgül Radyoaktivite (Bq/kg) Kuru madde

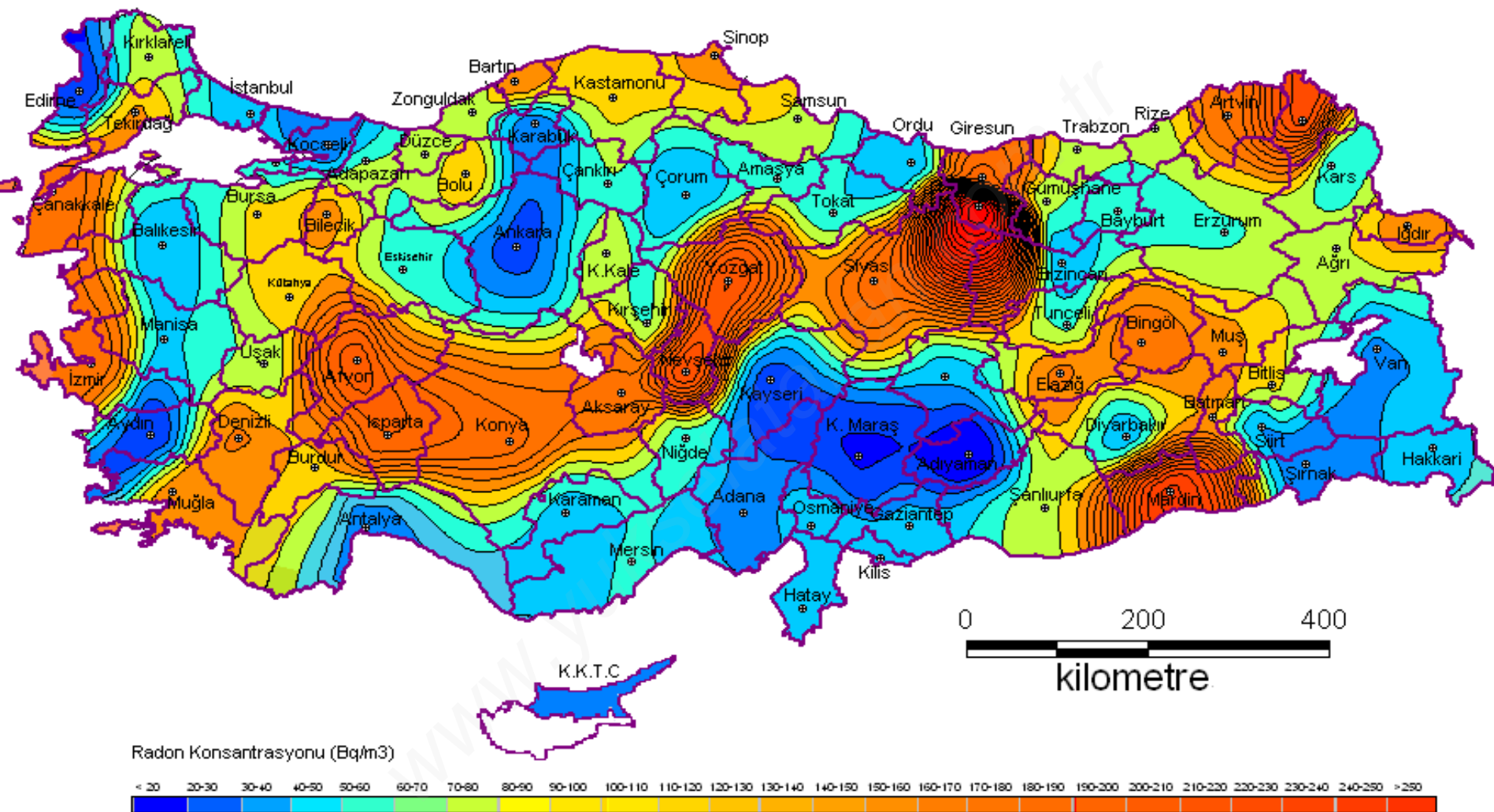
	K40	Th232	U238
Granit	1000	80	60
Bazalt	250	10	10
Kireçtaşı/Kalker	90	7	30
Kumtaşı	350	10	20
Kilyaprak taşı	700	50	40
Gri toprak	650	50	35
Kara toprak	400	40	20
Ağartma Toprağı	150	10	7
Bataklık	100	7	7

Kaynak: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 1995



Şekil 3





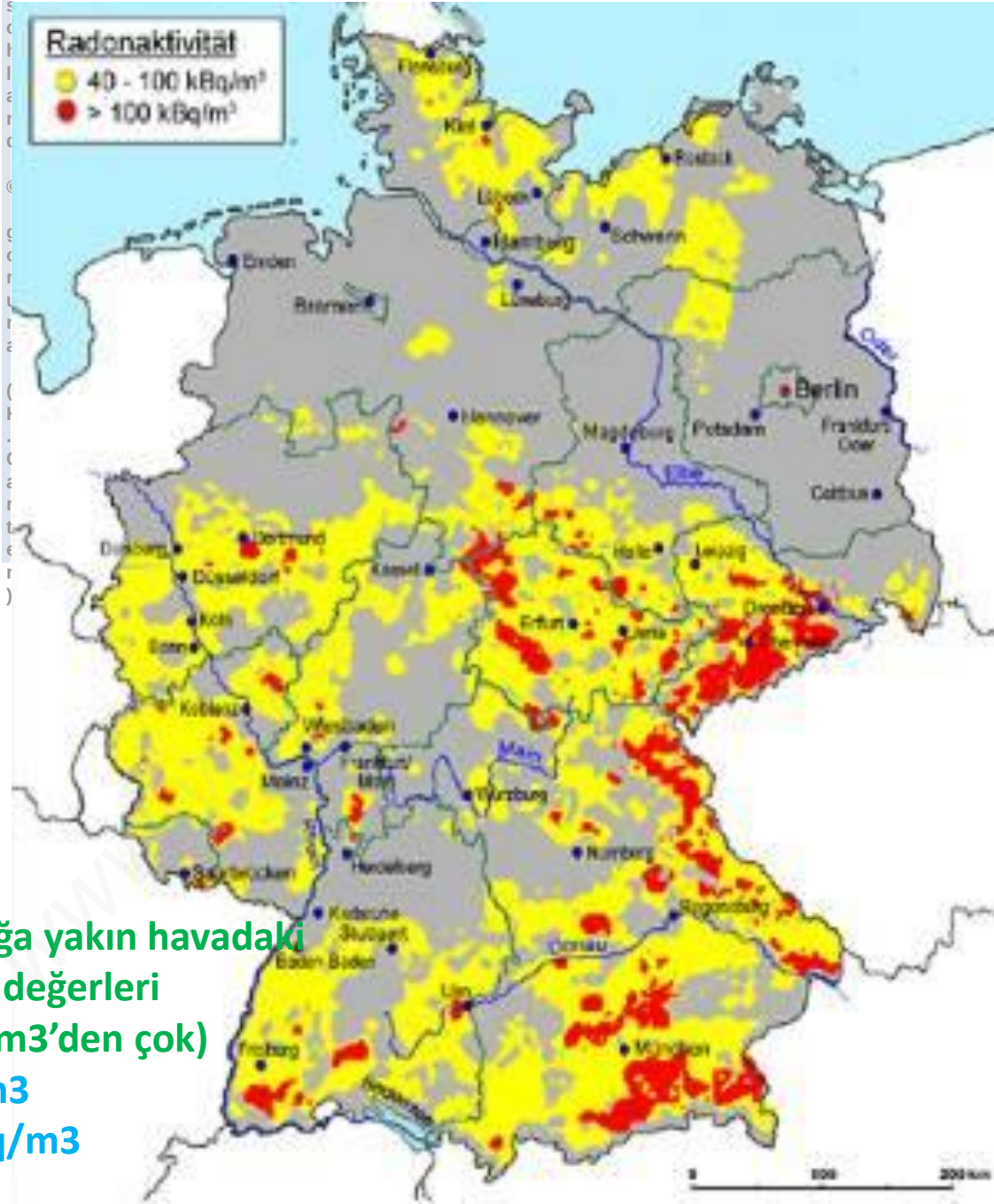
TÜRKİYE RADON HARİTASI (Nilgün Çelebi et al.TAEK)

Şekil 6

Orta Akdeniz (Antalya) radon ve sismikliği

13.11.2015 Tıbbi Jeoloji Sempozyumu

Ankara



Şekil: Almanya'da toprağa yakın havadaki
ortalama radon derişim değerleri
(kırmızılar: 100.000 Bq/m³'den çok)

Açık havada : 8-30 Bq/m³
Evlerin havasında: 50 Bq/m³

(ortalama)

Havadaki Radon'dan vücutta oluşan ortalama yıllık etkin dozlar (UNSCEAR).

	Vücutta oluşan ortalama 'etkin radon dozları'	
Havadaki radonun solunumuyla	Kapalı yerlerde yılda (%80) : 1 mSv/yıl (ortalama: 40 Bq / m ³)	Açık yerlerde yılda (%20) 0,1 mSv/y (10 Bq/ m ³)

Almanya'da havadaki radon için resmi bir sınır değeri yok. Ancak 100 Bq/m³ üzerindeki evlerde gerekli önlemlerin alınması öneriliyor. AB'de 300 Bq/m³ üst sınırın önerilmesi gündemde.

(Ayrıntılar için Radyasyon ve Sağlığımız ? kitabına bkz.)

VÜCUTTAKİ DOĞAL RADYASYON DOZU = 'TABAN DOZU'

**ÇOK KEZ SADECE YERYÜZÜNDEN KAYNAKLANAN, DIŞTAN
VÜCUDUN IŞINLANMASIYLA OLUŞTUĞU DÜŞÜNÜLÜYOR Kİ
BU DOĞRU DEĞİL**

Vücutta oluşan radyasyon dozunun yaklaşık yarısı radon'dan ve radonun bozunma ürünlerinden kaynaklanıyor.

Solunumla akciğerlere giren radon nefesle tekrar havaya atıldığından etkisi, akciğerlerde kalan ağır metallere oranla çok daha az.

Özellikle radon'dan türeyen Po 210 ve Pb 212 gibi daha bir dizi radyoizotoplar (ağır metaller) nedeniyle akciğer kanserinin % 10 kadar arttığı hesaplanıyor. 100 Bq/m³ derişimli havanın da akciğer kanserini %10 arttırdığı kestiriliyor.

Schneeberg hastalığı:

Almanya'da Sachsen'da bugün 15.000 kişilik bir yerleşim yerinde, kent merkezinin bulunduğu tepenin altındaki eski maden ocaklarının bugün girişleri kapatılan karmakarışık dehlizlerinde (geçitlerinde) biriken radon topraktan ya da çatlaklardan sızarak yukarısındaki evlere tabandan giriyor ve buralarda yaşayanları etkiliyor.

Kadınların evlerde daha uzun süre bulunmaları nedeniyle, Schneebergdeki kadınların akciğer kanserinden ölüm oranı Almanya ortalamasının epey üstünde olduğu belirleniyor. Sigara içmeyen her 10.000 kişinin 41'i kanserden ölürken, radon nedeniyle bunun 4 kişi artacağı hesaplanıyor. Karşı önlemler olarak, pencerelerin sık sık açılması vantilatörlerle havanın dağıtılması ve evlerin tabanlarının yalıtımı öneriliyor.

Schneeberg'de insanların genç yaşta akciğer hastalığından öldükleri 15.YY'dan beri biliniyor ve buna 'Schneeberg hastalığı' (dağ çarpması hastalığı) deniyordu.

19.YY'da madende bulunan bir miktar arseniğin buna neden olduğu sanılıyordu.

Ancak 20.YY başında radyoaktivitenin bulunmasından sonra 1939 Biyofizikçi Boris Rajewski bu hastalığın radon bulaşmış havadaki toz taneciklerin solunması sonucu olduğunu kanıtıyor.

1951'de ABD'li Bale, radondan çok, radondan türeyen ağır metallerin akciğer kanserinin nedeni olduğunu, radonun akciğerlerde birikmediğini açıklayarak, kanıtlıyor.

1991'de kurulan Wismut şirketi Sachsen ve Thüringen eyaletlerindeki yapılarda yenileme (restorasyon) çalışmaları yaparak bu bölgeyi tekrar yaşanır duruma getirdi.

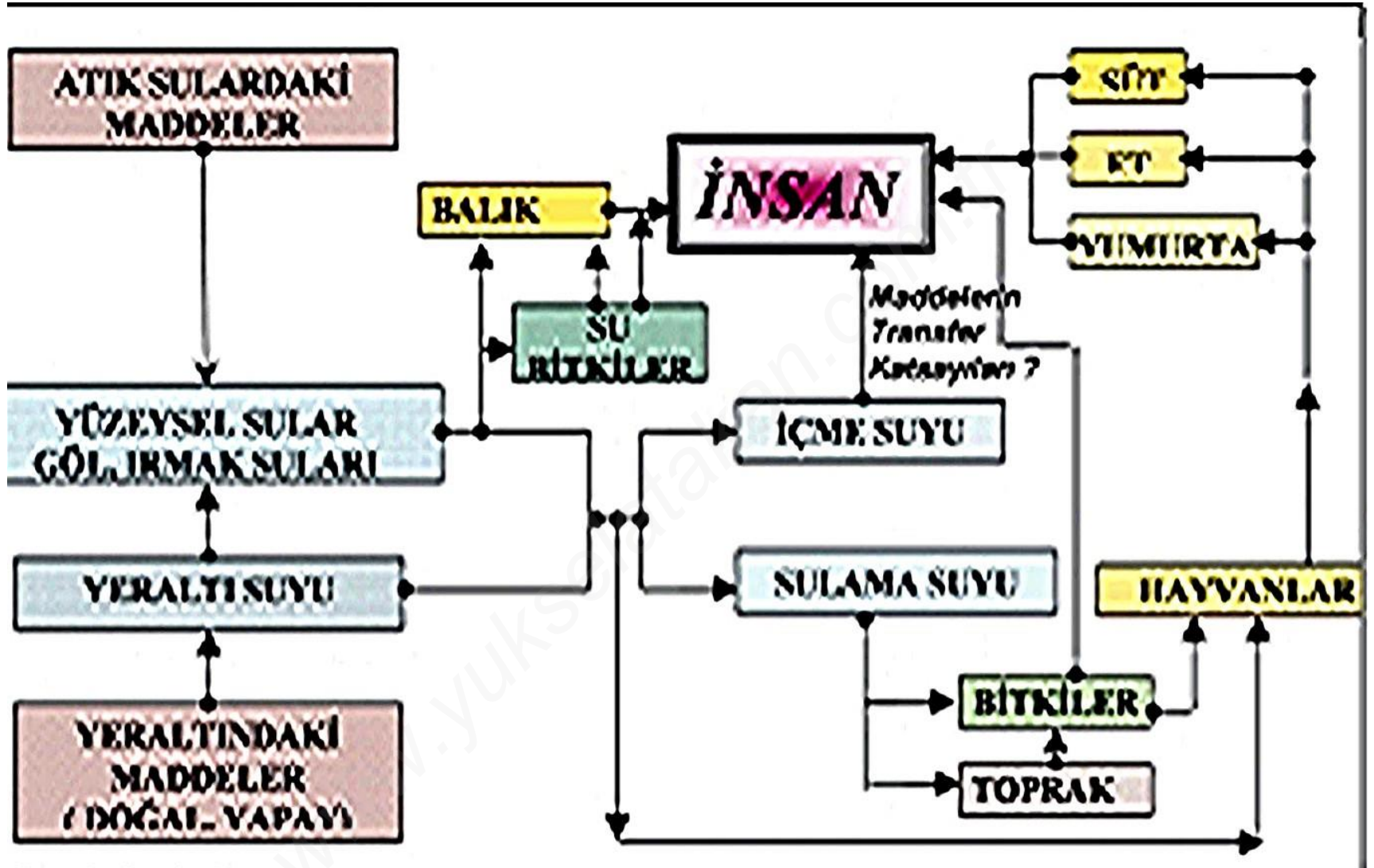
Halkımız için çıkarılacak sonuç:

Özellikle radon derişiminin yüksek olduğu bölgelerde sistematik ölçümler yapılmalı. Radon derişimi zamanla çok değıştğinden tekil ölçümler sadece gösterge niteliğinde kalıyor.

Radon derişimi yüksek olan yerleşim yerlerinde, özellikle okullar, çocuk yuvaları ve halkın yoğun bulunduğu tüneller, AVM'lerin alt katlarında ölçümler yapılarak radon derişimleri sık sık belirlenmeli 100 Bq/m³'ü geçen yerlerde gerekli önlemler alınmalı.

SULARDAKİ RADYOAKTİVİTE

**YERKABUĞUNDAKİ RADYOAKTİF MADDELER
TEMASLA SUYA VE BİTKİLERE,
BUNLARDAN DA
DOĞRUDAN YA DA HAYVANLAR ARACILIĞIYLA
(ET, SÜT, YUMURTAYLA)
İNSAN VÜCUDUNA ULAŞIYOR**



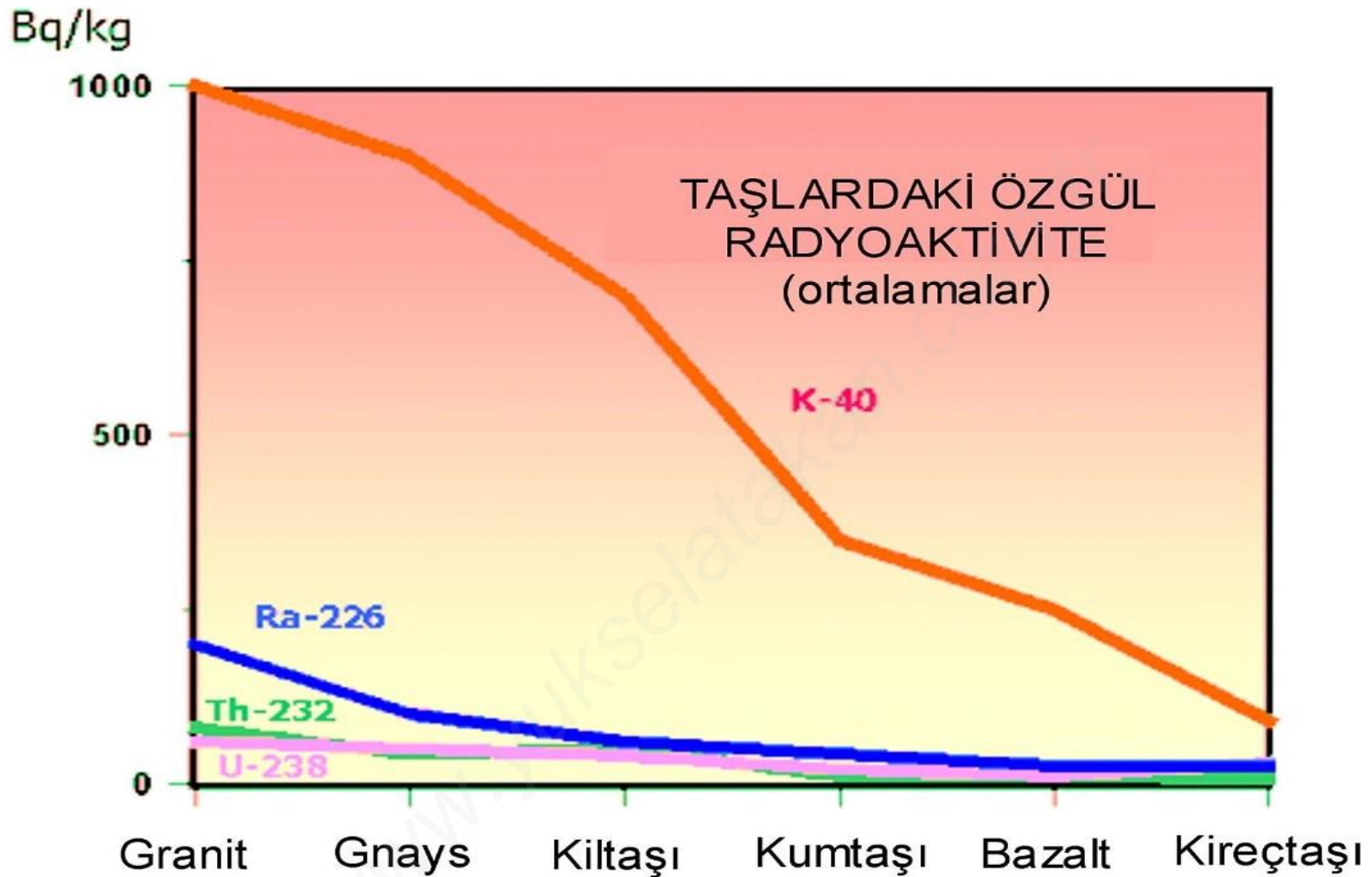
RADYASYON DOZU VE KAYAÇLARDAKİ RADYOAKTİVİTE

Dr.Yüksel Atakan, Radyasyon Fizikçisi
13.11.2015 Tıbbi Jeoloji Sempozyumu
Ankara

Gama ve Betalar için:

1 Joule/kg= 1Gray= 1 Sv

Bu doz günlük yaşamda çok küçük ama hücreler için çok büyük: binde, milyonda biri kullanılıyor (mSv, μ Sv)



11