

İçtiğimiz ve Kullandığımız Sulardaki
Radyoaktif Maddeler
ve
Halk Sağlığı?
(Özellikle uranyum ve radon)

Dr.Yüksel Atakan, Radyasyon Fizikçisi
Tıbbi Jeoloji Sempozyumu
Dr.Selahattin A. GÖKSEL Oturumu
13 Kasım 2015 Ankara

SULARDA HANGİ RADYOAKTİF MADDELER ÖLÇÜLÜYOR VE BUNLAR NE ANLAM TAŞIYOR?

TOPLAM ALFA AKTİVİTESİ: SUDA BULUNAN TÜM RADYOİZOTOPLARDAN ALFA IŞINLARI SALANLARIN ÖLÇÜ ALETİNDE OLUŞTURDUĞU TOPLAM AKTİVİTE DEĞERİ (Bq)

TOPLAM BETA AKTİVİTESİ: SUDA BULUNAN TÜM RADYOİZOTOPLARDAN BETA IŞINLARI SALANLARIN ÖLÇÜ ALETİNDE OLUŞTURDUĞU TOPLAM AKTİVİTE DEĞERİ (Bq)

BU ÖLÇÜMLER SUDA HANGİ İZOTOPLARIN BULUNDUĞUNU İNCELİKLİ OLARAK VERMEDİĞİNDEN GÖSTERGE NİTELİĞİNDEDİR (Ancak değer yüksekse nüklid analizlerine geçiliyor).

DAHA İYİSİ SUDA BULUNAN HERBİR RADYOİZOTOPUN MİKTARINI (RADYOAKTİVİTESİNİ) ÖLÇMEKTİR, TRİTYUM, URANYUM VE RADON ÖLÇÜMÜ GİBİ).

Üst sınır değerler (Gösterge Değerleri)

Türkiye’de 'İnsani Tüketim Amaçlı 25730 sayılı yönetmelikte' yer alan maddeler için sınır değerler ‘parametreler adı altında’ veriliyor.

RESMİ GAZETENİN 07.03.2013 GÜNLÜ 28580 nolu SAYISIDA BU YÖNETMELİKTE BAZI DEĞİŞİKLİKLER YAPILDI. ANCAK RADYOAKTİVİTEYLE İLGİLİ BİR DEĞİŞİKLİK YOK.

BU SUNUMUMUZDA ÖNCE İÇME SULARINDAKİ TOPLAM ALFA VE BETA SONRA DA URANYUM VE RADON AKTİVİTELERİYLE İLGİLİ TÜRKİYE VE ALMANYADAKİ DURUMU AÇIKLAMAYA ÇALIŞACAĞIZ

RADYOAKTİVİTE VE DOZ GÖSTERGE (SINIR) DEĞERLERİ (25730 sayılı yönetmelik)

Parametre	Parametrik değer	Birim	
Tritiyum	100	Bq/L	
Toplam gösterge dozu	0,10	mSv/yıl	
Alfa yayınlayıcılar	0.1	Bq/L	
Beta yayınlayıcılar	1	Bq/L	

1 Becquerel (Bq):

Saniyede 1 atom çekirdeği bozunan radyoaktif madde miktarı

**YUKARIDAKİ ÇİZELGEDEKİ
İÇME SUYU YOLUYLA VÜCUTTA YILDA OLUŞABİLECEK
0,1 mSv RADYASYON DOZUNUN ANLAMİ?**

**BUNUN, 2,4 mSv'lik ORTALAMA DOĞAL RADYASYON
DOZUNUN $0,1/2,4 = \% 4$ 'ü**

**VE SİNDİRİM YOLUYLA ALINAN ORTALAMA DOĞAL
RADYASYON DOZUNUN $0,1/0,3 = \% 33$ 'ü OLDUĞUDUR.**

**Yılda 0,1 mSv değerine ulaşırsa, ortalama doğal radyasyon
dozlarının bu oranlar kadarı, içme suyundan kaynaklanmış
demektir.**

RADYASYON DOZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Radyasyon Dozu (yılda miliSievert)	Açıklamalar (Ne, nerede, ne için geçerli?)
0,01	Nükleer bir santral çevresinde yaşayan bir kişinin santralin normal çalışması durumunda yılda aldığı en çok radyasyon dozu (ortalama doğal radyasyon dozunun binde dördü kadar: 0,01mSv/2,5mSv)
0,01 - 0,03	Bir göğüs (akciğer) filimi çektiğinde alınacak radyasyon dozu (ortalama doğal radyasyon dozunun en çok binde 12'si kadar)
0,1	İstanbul'dan Japonya'ya uçak yolculuğunda kozmik ışıklardan bir kişinin alacağı ortalama radyasyon dozu
2-3	Bir kişinin doğal kaynaklardan yılda aldığı ortalama radyasyon dozu

Öte yandan, yukarıdaki yönetmelikte, yabancı maddelerden bazılarının suda birarada bulunması durumunda izlenecek yolun ne olması gerektiği ise açıklanmıyor.

Örneğin suda hem arsenik ve hem de radyoaktif maddeler varsa, bunların derişimleri üst sınır değerlere çok yakın olmakla birlikte bunlar aşılmıyorlarsa, bu su, 'temiz, içilebilir, zararsız' bir su mudur?

Aslında sudaki tek bir yabancı maddeden başkası bulunmasa bile bunun sınır değerin bir miktar azı 'zararsız!', bir miktar çoğu 'zararlıdır!' yaklaşımı doğru değil. Nedeni, yönlendirici üst sınır değerler, bir kişinin yaşamı boyunca (ortalama 70 yıl alınıyor) bu derişimdeki sudan günde 2 litre içtiği varsayılarak, ilgili maddenin bu uzun sürede vücutta oluşturacağı dozun riskine göre, hesaplanıyor

Halbuki ilgili kişinin yaşamı boyunca aynı derişimdeki sudan her gün 2 litre içmeyebileceği, ayrıca başka yerlerde de bulunup başka derişimli sulardan da içebileceği gerçeğinin yanı sıra, aynı suyun derişiminin de bu uzun sürede değişim göstereceği açık.

Bu nedenlerle üst sınırların, yönlendirici (gösterge) değerler olarak göz önüne alınması ve ölçümler, bunlara yakın ya da bunları geçen değerler gösterdiğinde daha ayrıntılı analizlerle sudaki başka maddelerin de ölçülmesi ve gerekiyorsa ilgili önlemlerin alınması izlenecek doğru yoldur.

Sağlığı olumsuz etkileyebilen birkaç yabancı maddenin suda bir arada bulunması, bunların derişiminin oldukça çok ve fakat sınır değerlerin aşılmaması durumunda 'Oransal Toplamlar Bağıntısının' Türkiye'de de yönetmeliklere alınarak uygulanması önerilir.

Oransal toplamalar bağıntısı

Herhangi bir maddenin (kimyasal ya da radyoaktif) sudaki derişimi, örneğin litrede mikrogram olarak ($\mu\text{g/L}$) C_j ve o madde için sınır değeri G_j ($\mu\text{g/L}$) ise:

$\sum C_i / G_i \leq 1$ ya da açık olarak yazılırsa:

$(C_1 / G_1) + (C_2 / G_2) + (C_3 / G_3) + \dots \leq 1$ bağıntısı korunmalı.

İÇME SULARI İÇİN DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO) DEĞERLERİ:

Türkiye
Ortalama Değerleri
(TAEK)

Toplam Alfa Aktivitesi için :	0,5 Bq/litre ...	0,06 Bq/litre
Toplam Beta Aktivitesi için:	1 Bq/litre...	0,1 Bq/litre
Tritiyum Aktivitesi için	: 100 Bq/litre ..	2,35 Bq/litre

sınır değerlerinin altında kalınmasını öneriyor.

**(TAEK, içme suları yoluyla Türkiye genelinde alınan dozun
yılda 0,1 mSv'in altında kalmasını hesaplıyor)**

Yönetmelik, ilgili üst sınırlar aşıldığında daha incelikli tek tek izotop analizleri ve gerektiğinde ilgili önlemler konusunda izlenmesi zorunlu olacak herhangi bir yol, yöntem içermiyor.

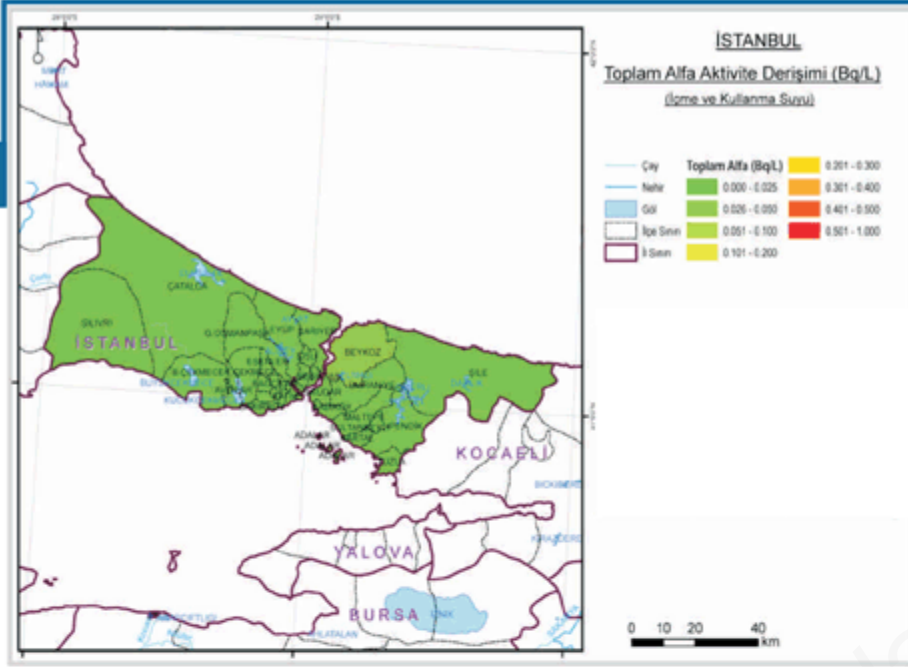
TAEK'nın, web sayfalarında Türkiye haritası üzerinde, nüfusu yüzbin olan kentten 15 milyonluk İstanbula kadar, her kentin içme sularındaki radyoaktivite

değerleri aşağıdaki gibi gösteriliyor.

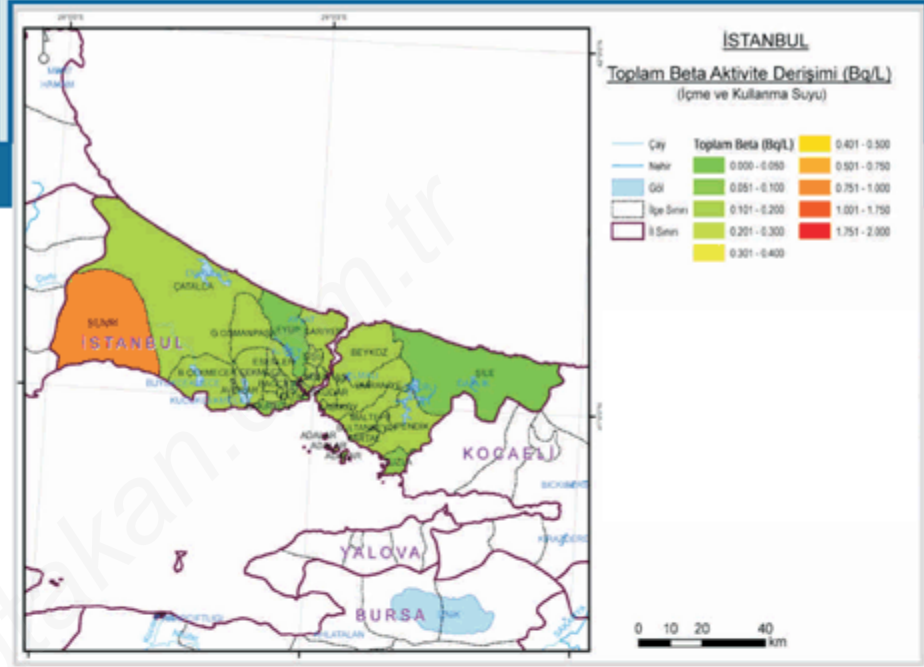
TAEK ile Çevre Bakanlığı arasındaki protokol sonucu TAEK' e toprak ve su örnekleri illerden, ilçelerden yollanıyor (Toplam 1877 su örneği incelenmiş)

•

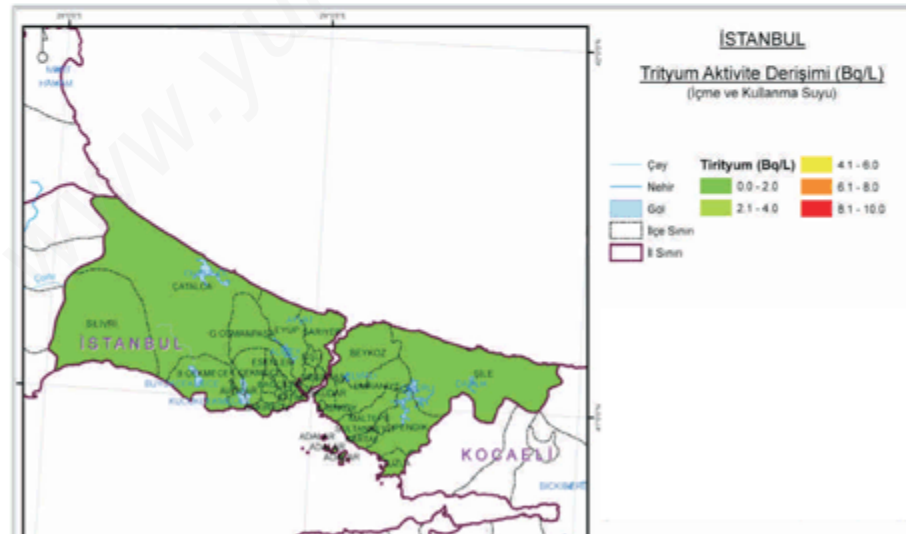
Ancak belirli zaman aralıklarında özellikle radyoaktivitesi yüksek olan bölgelerdeki kaynak sularında, radyoaktivite değişimlerini içerecek sistematik ölçümlere ve değerlendirmelere TAEK web sayfasında rastlanmıyor.



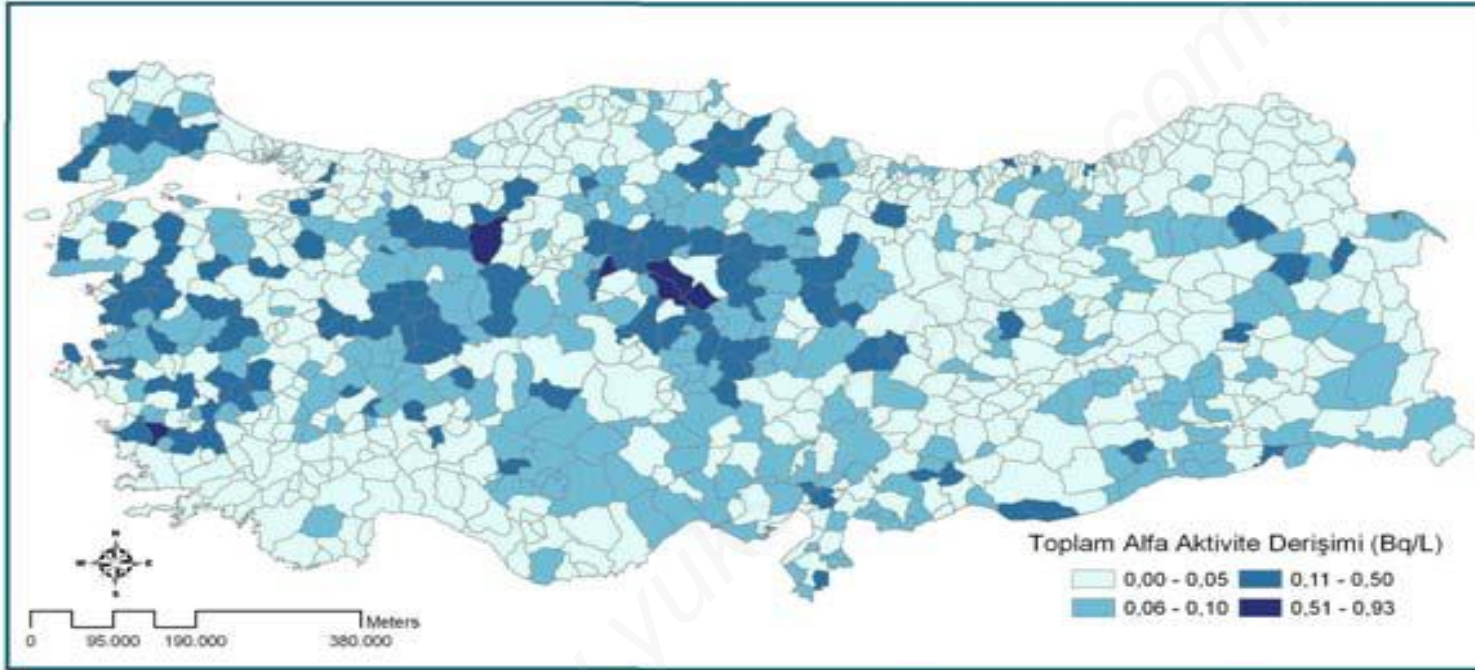
Ek 34.5. İstanbul İli İçme ve Kullanma Suyunda
Toplam Alfa Aktivite Derişimi



Ek 34.6. İstanbul İli İçme ve Kullanma Suyunda
Toplam Beta Aktivite Derişimi



TAEK 2013



Şekil 6. İçme ve kullanma sularında toplam alfa aktivite derişimi ilçe ortalamaları

TAEK 2013

İçme sularındaki uranyum ve sağlığa etkisi?

Uranyum da kurşun, civa ve plütonyum gibi ağırmetal olduğundan bunlar ve bileşikleri son derece zehirli olup vücuda normalin üstündeki miktarlarda girdiklerinde özellikle böbrek ve karaciğerde bir süre kalıp hasara neden olabiliyorlar.

Uranyumun özgül radyoaktivitesi düşük olduğundan kimyasal zehirliliği, radyoaktifliğinden önce geliyor.

Uranyum topraktan hava ve suya, bunlardan doğrudan doğruya da bitki ve hayvanlar yoluyla insana ulaşıyor.

Uranyumun toprakta bulunma miktarı genel olarak altın, gümüş ve civadan daha çok.

Özellikle granitte uranyum daha çok bulunduğundan, bu ortamdaki yeraltı sularının uranyum derişimi de fazla oluyor.

İçme Sularındaki Uranyum İçin Gösterge Değerleri ?
Almanya Senatosu 2010 yılında yetişkinler için içme sularındaki uranyumun litrede 10 μg 'ın altında kalması gerektiğini belirledi. Bebekler için: 2 μg /litre

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) : 15 μg /litre
Besinlerle doğal uranyum günde 1-4 mg arası vücuda giriyor.

TDI: Vücuda girecek günlük tolerans değeri: 0,6mg/kg
vücut ağırlığı: 70 kg için 42 mg uranyumun altında kalınmalı.

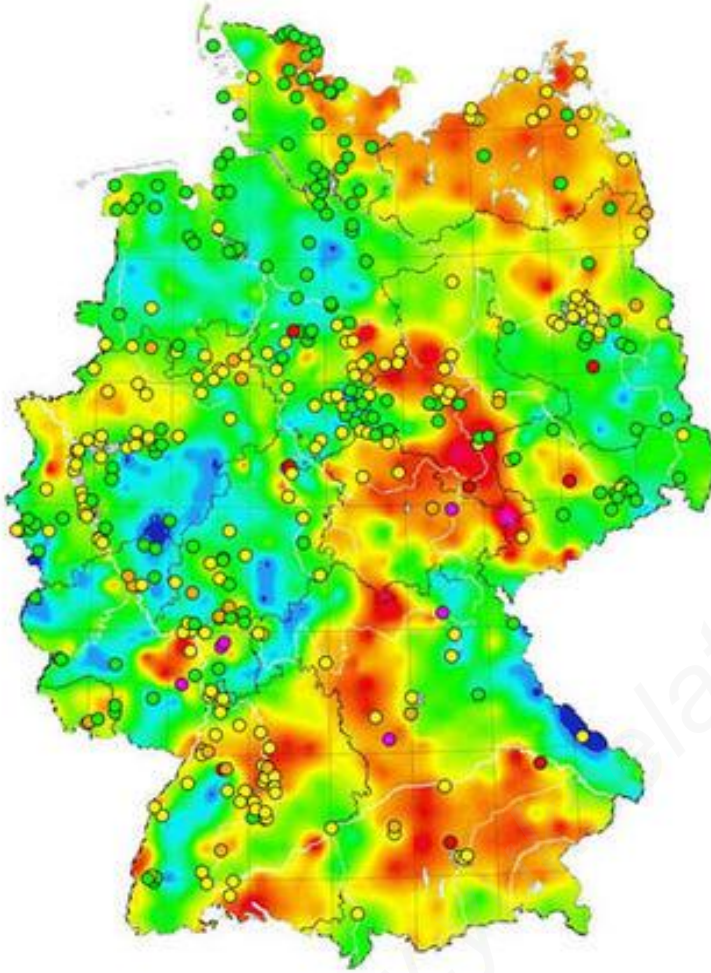
WHO: içme sularındaki uranyum derişimi genellikle 1 mg/litre'nin çok altında ölçölüyor. 700 mg/litre derişimi olan kuyu suları da olabiliyor.

ABD'nin Çevre Koruma Örgütü (EPA: Environmental Protection Agency) sudaki doğal uranyum için sınır değeri olarak 30 µg / litre'yi öngörüyor.

EPA'nın yaptığı hesaplara göre 150.000 kişi, 30 μg / litre (0,75 Bq/litre) derişimli sudan yaşam boyu içerse, bunlardan 1-2 kişinin kansere yakalanması olasıdır.

Almanya'da her sigara içmeyen her 10.000 kişide 41 kişi kanserden ölüyor.

ALMANYA'da İÇME SULARINDA URANYUM ANALİZ SONUÇLARI



Almanya:

**383 içme suyu örneklerindeki Uranyum
derişimleri (Litrede mikrogram)**

1 Mikrogram Doğal Uranyum= 0,025 Bq

En çok 4 Mikrogram/litre =0,1 Bq/litre

Urankonzentration in 383 Trinkwasserproben
in Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$)

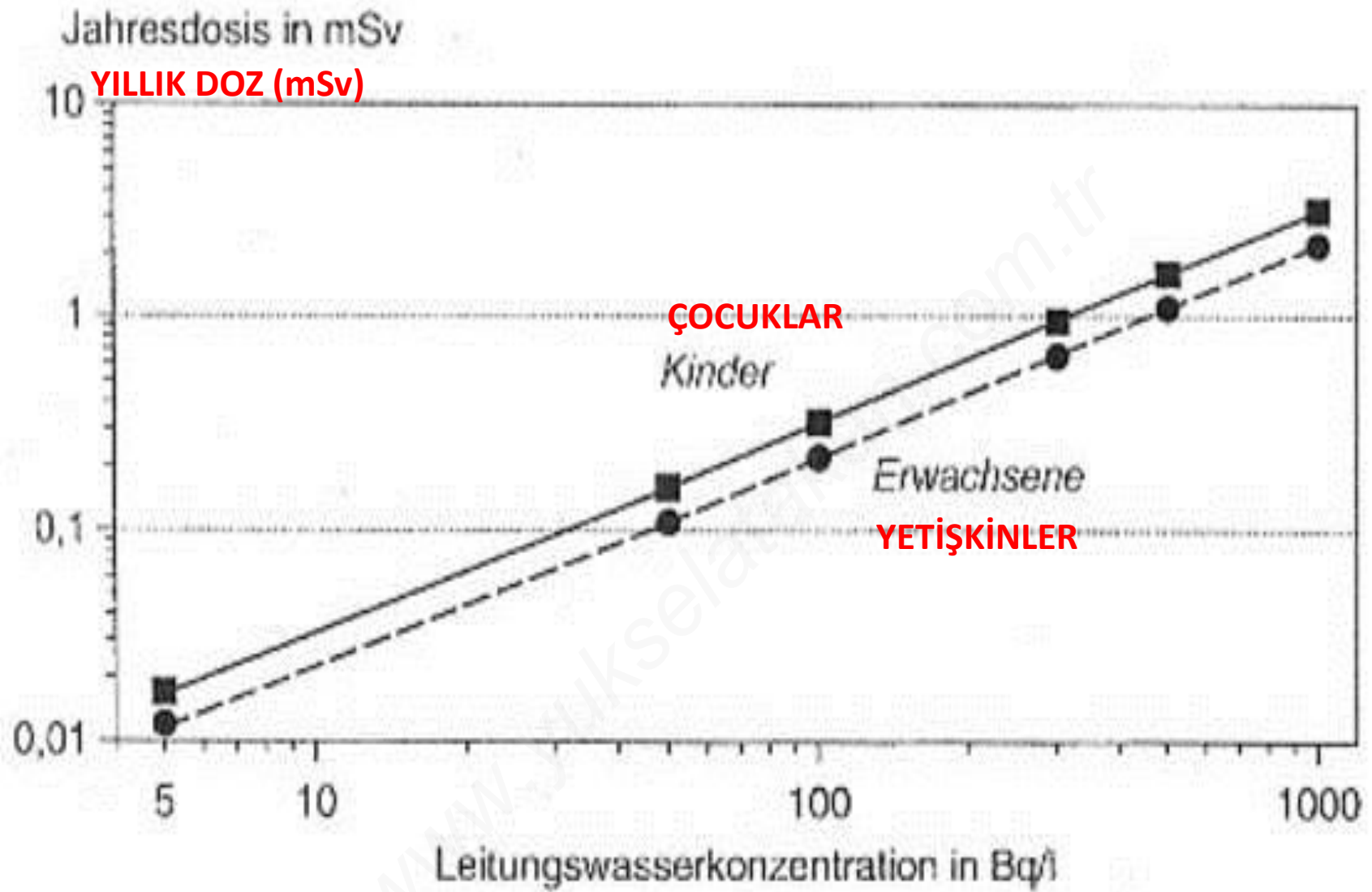
Der Farbverlauf im Hintergrund zeigt
die Uranbelastung des Oberflächenwassers
in Deutschland.

- < Nachweisgrenze
- 0,003–1
- 1–2
- 2–4
- >4

İçme sularındaki radonun sağlığa etkisi?
Doz ve Risk hesaplamaları,
Alınabilecek önlemler

	<u>Sudaki Radon derişimi</u> <u>Bq/litre (=kBq/ m³)</u>	
	Radon Değişim Aralığı	<u>UNSCEAR</u> ölçütleri ve kullanım yüzdeleri (parantez içinde)
Yüzeysel sularda ve Sediment kaya akiferlerde	1-50	1.....(%60)
Toprakta kazılmış 5-25 m derinliğindeki geniş (bostan) kuyularda	100-300	10.....(%30)
150 m derinliğe varan, kristalin kayalar içindeki (dar çaplı) kuyularda	100-50 000	100.....(%10)

Yapılan bilimsel çalışmalar, havaya geçen miktarın, sudakinin onbinde biri kadar olduğunu gösteriyor. Örneğin sudaki derişimi 1000 Bq/litre ise, havaya geçeni 0,1 Bq/litre ($0,1 \text{ kBq/ m}^3 = 100 \text{ Bq/m}^3$).



MUSLUK SUYUNDAKİ RADON DERİŞİMİ (Bq/Litre)
YÖNLENDİRİCİ SINIR DEĞER = 100 Bq/Litre (0,7 mSv/yıl)

(Bundesamt für Strahlenschutz/Almanya)

**İçme suları damacana ve şişelerden
sağlanıyorsa, bunlar doldurulup boşaltılırken
uçuculuğu nedeniyle, radonun damacana ve
şişe sularında pek bulunmayacağı açık.**

Radyoaktivite değerlerinin üst sınır değerlerini aştığı durumlar için, “izlenecek yol ve önlemlerin’ belirlenmesi konusunda, ilgili bakanlık yönetmeliklerinin buna göre düzenlenmesi önerilir.

**Yukarda açıklananlar çerçevesinde,
sulardaki yabancı maddelerin insana ulaşım
yollarının (baştaki şekile bkz), bunların sağlığa
etkilerinin ve alınabilecek önlemlerin:**

**Türkiye genelinde araştırılıp belirlenebilmesi,
ancak ilgili bilim dallarından araştırmacıların
katkısıyla oluşacak bir dizi 'Grup Çalışmalarıyla'
sağlanabilir.**

**BİNLERCE ÇEŞİT SUYUN İÇİLDİĞİ ÜLKEMİZDE DE
RADYOAKTİVİTE ÖLÇÜMLERİNE TAEK'in YANI
SIRA,**

**ÜNİVERSİTELERİN, SAĞLIK VE ÇEVRE
BAKANLIKLARIYLA DİĞER İLGİLİ KURUMLARIN
KATILMASI, YÖRESEL RADYOAKTİVİTE
ÖLÇÜMLERİNİN YAPILMASI VE YAYINLANMASI,
BUNLARLA İLGİLİ YASA VE YÖNETMELİKLERİN
DEĞİŞTİRİLMESİ ÖNERİLİR.**

Ayrıntılar için:
‘Radyasyon ve Sağlığımız?’ kitabına bkz:
Atakan, Y., Nobel yayınları, 2014