

RADYASYONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ

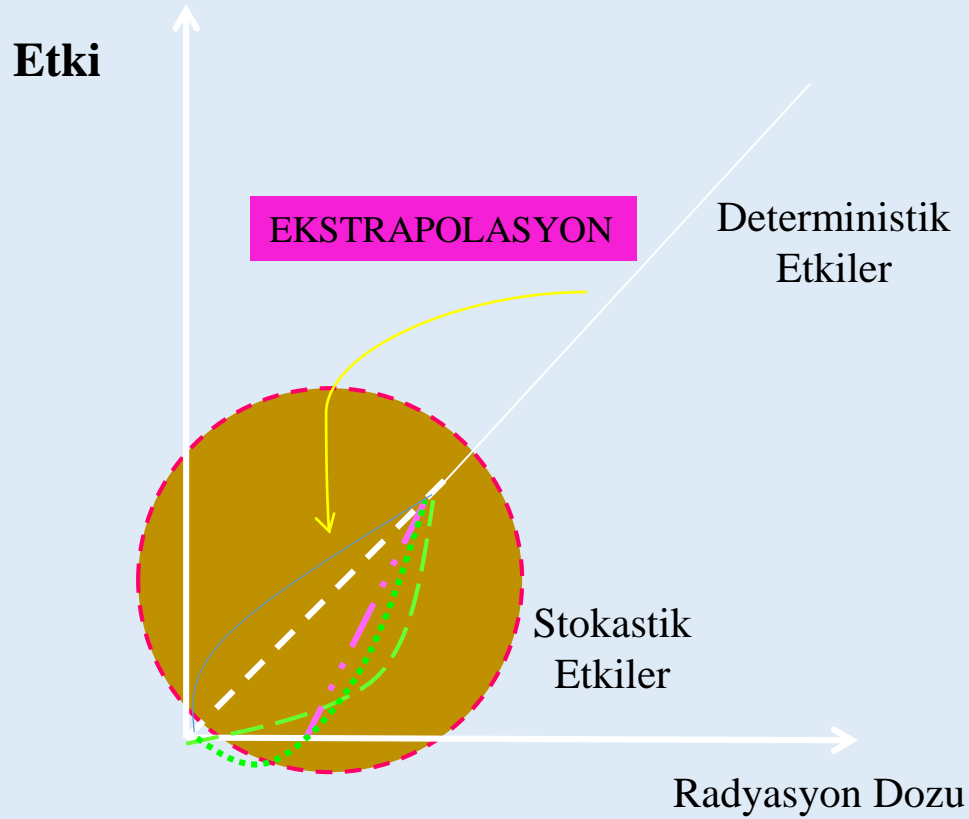
Prof. Dr. Turan Olğar

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Fizik Mühendisliği

RADYASYONUN ETKİLERİ

Stokastik Etkileri : Kanser



Gözlenen hiçbir etkinin olmadığı değer < 100 mSv

DÜŞÜK SEVİYEDE RADYASYONUN ETKİLERİ

STOKASTİK ETKİLER

Kanser oluşumu olasılıkla ifade edilir (%5 / Sv)

- Kulucka devri uzundur. Lösemi 0-10 yıl solid tümörler 10-30 yıl sonra ortaya çıkar
- Kanserın gözlenme ihtimali dozla doğrusal orantılı olarak artacak
- Eşik değeri yok
- Olasılık topluluk için tanımlanır, kişisel ışınlamalar için kullanılmamalıdır

KANSER RİSKLERİ

Hayat sürecinde radyasyon dışındaki nedenlerle kanser teşhisi
konulma riski:

% 40

Hayat sürecinde radyasyon dışındaki nedenlerle ölümlerle
sonuçlanan kanser riski:

% 20 - 25

Hayat sürecinde radyasyona bağlı ölümcül kanser riski:

% 1-3

% 4.4 - 7.2 / 1Sv

Lösemi : % 0.6- 1.0 / 1 Sv

RADYOEPİDEMİYOLOJİK BİLGİLERİN SONUÇLARI

Işınlanmış Japon toplumu, radyoterapi hastaları, radyasyon kazaları...

(1) Kanser riski organlara göre değişiklik göstermektedir.

(2) Işınlanmanın erken yaşta olması, ilerleyen yaşlarda kanser olma riskini arttırmaktadır.

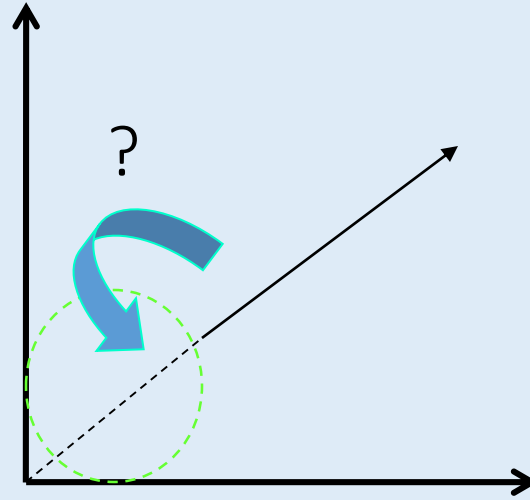
(3) Risk, kadınlarda erkeklere göre daha fazladır.

(4) Tüm kanserler birlikte değerlendirildiğinde risk, katı organlar için radyasyon dozunun bir değerinden sonra (bu değer tartışmalıdır) doğrusal artmaktadır.

(5) LSS grubunun üç nesilden beri süren sağlık taramaları, radyasyonun genetik etkilerine yönelik bir kanıt vermemiştir.

(6) Radyasyona bağlı olarak kanser dışı hastalıklar ortaya çıkabilmektedir.

EPİDEMİYOLOJİK BİLGİLERDE Kİ HATA KAYNAKLARI



- Doz ve Doz Hızı (DDREF)

- Radyasyonun tipi

- Dozimetrik teknik, ışınlanmanın geometrisi

- Risk hesaplamalarının farklı popülasyonlarda kullanılması

- Epidemiyolojik bilgilerin niteliği

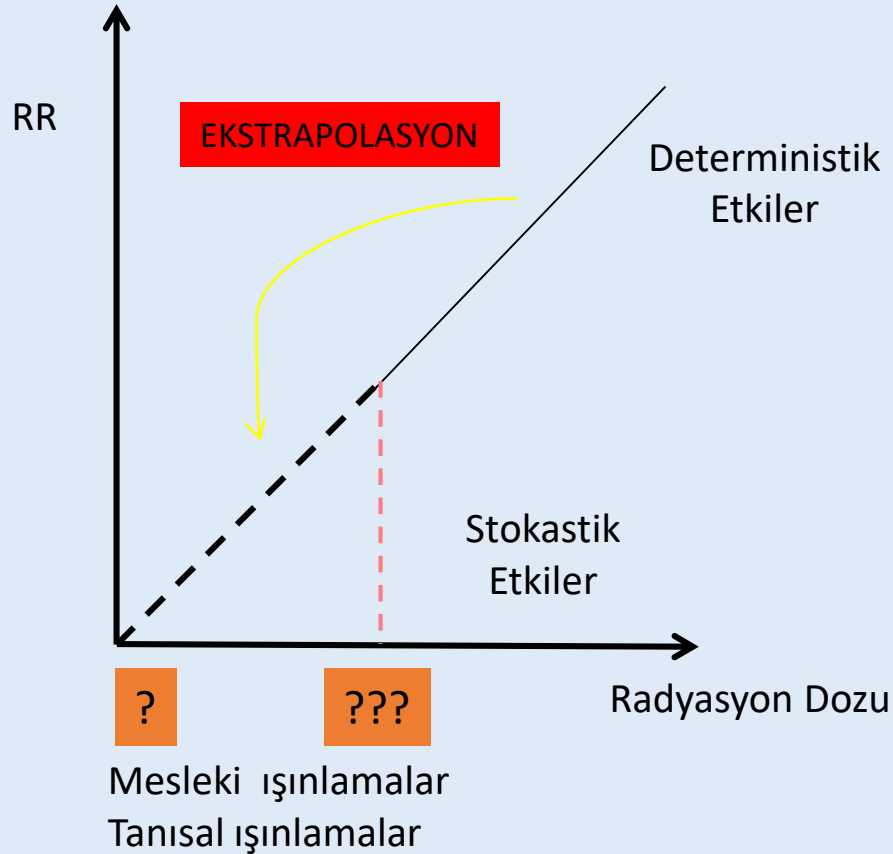
(Kontrol ve ışınlanan popülasyonların sayısı, Radyasyon duyarlılığı, yaşam tarzı, yaş ve cinsiyet dağılımları, latent süre, diğer kanserojen nedenler)

DÜŞÜK SEVİYEDE RADYASYON

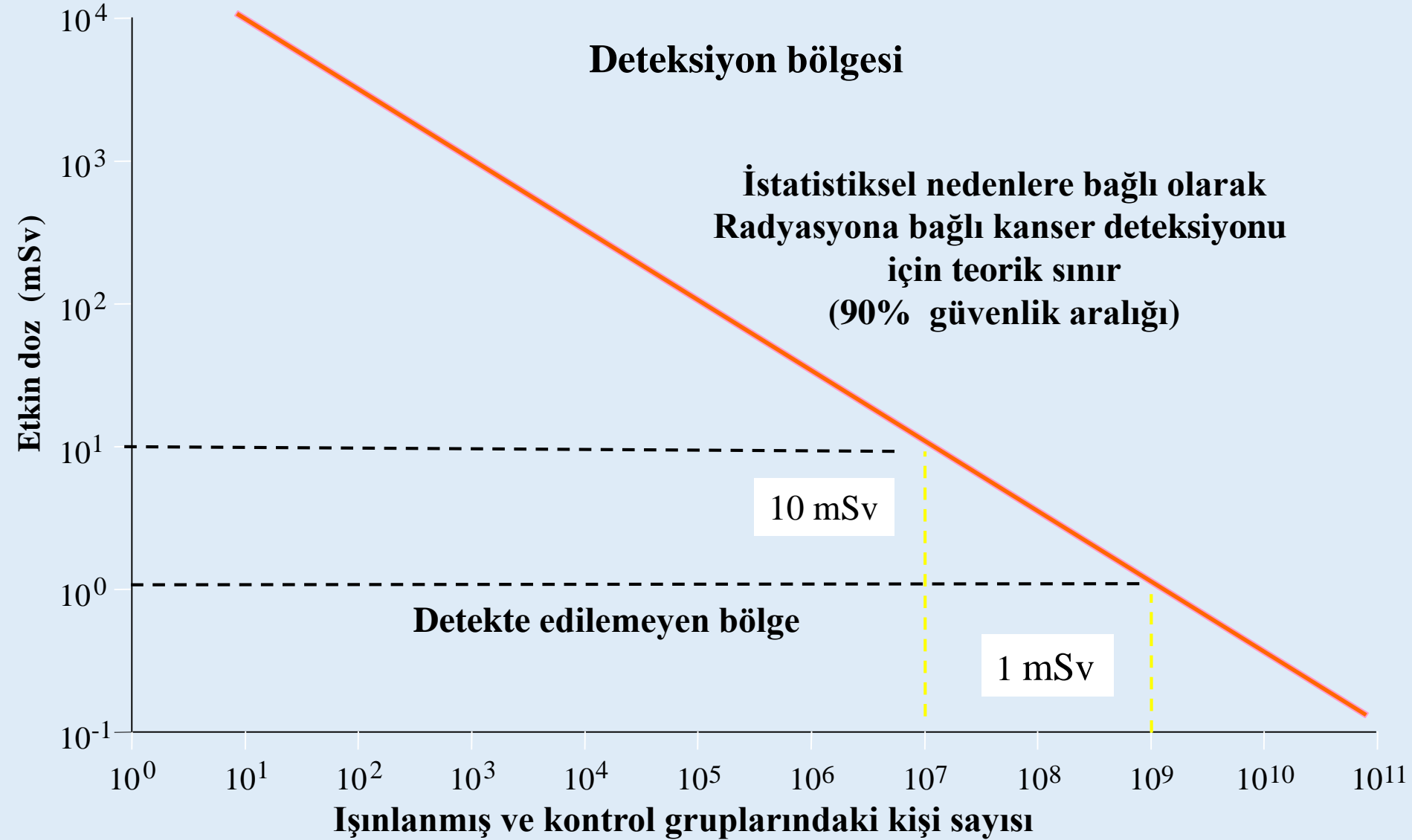
NE KADAR DÜŞÜK !!

SINIRLARI NEDİR ?

RİSK NE KADAR YÜKSEK !!



RADYOEPİDEMİYOLOJİ DE DETEKSİYON SINIRLARI



LNT (the linear no-threshold theory) ile İLGİLİ TARTIŞMALAR!

- Deneysel biyoloji araştırmaları
- Hücresel ve moleküler biyoloji araştırmaları

- Düşük seviyede ki radyasyonun insanın bağışıklık sistemini arttırması
- Düşük şiddetteki radyasyonun aşı etkisi ! (Adaptive response)
- Hasar görmüş hücrelerin kendilerini yok etme hızının artması (Apoptosis İşlemi)
- DNA hasarının önemli nedeni olan ROS hücrelerinin temizliği (Scavenging işlemi)
- Hücre –döngü- zamanını uzatması
- Hücresel yanıt yanında doku ya da tüm organ yanıtının önemli olması (Bystander Etki)

DÜŞÜK ŞİDDETE RADYASYONUN ETKİSİ

SONUÇ



LNT

GENEL YAKLAŞIM

Kanser riski : $5 \times 10^{-2} / \text{Sv}$

100 mSv altında riskler saptanamayacak kadar düşük

KANSER RİSKLERİNİN SAPTANMASI

Tüm vücut için ölümcül kanser riski

Tüm vücudun homojen ışınlanması

Etkin doz: $E = \sum_T w_T \cdot H_T.$

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T.R}.$$

Belirli bir organ için ölümcül kanser riskinin saptanması

Işınlanan organdaki soğurulan dozun hesaplanması

TANISAL GÖRÜNTÜLEMEDE RADYASYONUN ETKİLERİ KANSER RİSKLERİ

Etkin doz

Ölümcül Kanser riski : 5×10^{-2} Sv

1 Sivert radyasyon dozuna maruz kalan 100 kişiden 5 kişinin
Ölümcül kanser riski vardır

Tanısal incelemelerde radyasyon dozları :

Akciğer grafisi : 0.000002 Sv 1 – 2 / 1 000 000

Beyin Tomografisi 0.01 Sv 1 / 2000

Genetik Etkiler

Atom bombasından etkilenenlerin çocukları (70 000 kişi) üzerinde yapılan araştırmalarda hiç bir doğuş anomalisine, kansere, kromozom bozukluklarına ve mutasyona bağlı kan protein değişikliklerine rastlanmamıştır.

RADYASYON RİSKLERİNİ NASIL AÇIKLAYALIM ?

ÖNERİ !

Radyasyona bağlı ölüm risklerinin
Doğal nedenlere bağlı kanser riskleri ile birlikte
1 / 1 000 000 olarak verilmesi

Tek film göğüs incelemesi (0.05 mSv)	2.5
Beyin BT incelemesi (2 mSv)	100
Pelvis Tomografisi (10 mSv)	500
Girişimsel İnceleme (50 mSv)	2500
Doğal Background (3mSv)	50
Diğer nedenler	400 000

Radyasyondan Korunma Prensipleri

Kararlılık (Justification)

- Yarar riskden fazla olmalıdır

Optimizasyon

- Sosyal ve ekonomik faktörler dikkate alınarak dozlar mümkün olan en düşük seviyelerde tutulmalıdır (*As Low As Reasonably Achievable* (ALARA principle),

Limitler

- Doz limitleri aşılmamalıdır

Radyasyondan Korunma Prensipleri

Kararlılık (Justification)

- Medikal uygulamalarda kişiye yeterli yararı olmayan radyasyon ışınlamalarından sakınılmalıdır.
- Çalışanlar, halk ve hastalar gereksiz yere ışınlanmaları önlenmelidir.



OPTİMİZASYON

Uygulamalarda net yararı maksimize etmek üzere ekonomik ve sosyal faktörler göz önüne alınarak radyasyon güvenliğini sağlamak üzere mümkün olan tüm durumlar dikkate alınmalıdır.

Kişilerin alacakları doz (Medikal olanların dışında) sınırlandırılmalıdır.



OPTİMİZASYON

ALARA: As Low As Reasonably Achievable

Uygulamaların günlük takibi ile riskin azaltılarak net yararın artışı sağlanmalıdır.

**Uygulamalarda minimum risk maksimum
Yarar sağlanmalıdır**



Optimizasyon iki seviyede gerçekleştirilebilir::

- Cihaz ve tesisin tasarım ve imalatında
- Günlük radyolojik pratik ile

Radyasyondan Korunma Prensipleri

Limitler

- Doz sınırları izin verilen limitler değildir
- Doz sınırları deterministik etkilerin önlenmesi ve stokastik etkilerin minimum seviyelerde tutulması amaçlarına yöneliktir

Referans (Rehber) Seviyeler

Referans seviyeler benzer tetkiklerin karşılaştırılmasında önemlidirler

Referans değerlerin olmaması ve dozların ölçülmemesi durumlarında FARKLILIKLAR gittikçe artacaktır

Farklılıkların en aza indirilmesi optimizasyon ile gerçekleştirilir:

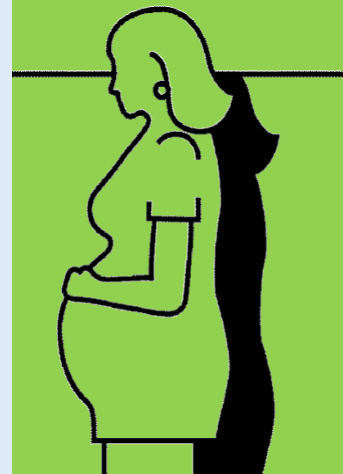
- Rutin Kalite Kontrolü
- Klinik protokollerin yeniden düzenlenmesi

Hamile Personel

Hamile bir radyasyon çalışanının abdomen yüzeyindeki radyasyon dozu 2 mSv'den fazla olmamalıdır. Bu durumda fetüs dozu 1 mSv'den fazla olmayacaktır.

Dozimetre önlüğün altında bel hizasında taşınmalıdır. Önlük kalınlığının 0.5 mm kurşun eşdeğeri olması durumunda Fetüs dozu yaklaşık olarak dozimetre değerinin %10 kadardır

Bu doz sınırlamasının sağlanması halinde çalışma şartlarında herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek yoktur



MESLEKİ VE TOPLUMUN IŞINLANMALARINDA DOZ SINIRLARI

	Meslek gereği ışınlanmalar	Toplumun ışınlanması	16-18 Yaş stajyerler	Hamile Kadın
Etkin doz:	20 mSv/yıl ¹ Bir yılda 50 mSv Beş yılda 100 mSv	1 mSv/yıl	6 mSv / yıl	
Yıllık eşdeğer doz:				
Göz lensi	20 mSv/yıl ¹ Bir yılda 50 mSv Beş yılda 100 mSv	15 mSv	20 mSv/yıl	
Cilt	500 mSv	50 mSv	150 mSv/yıl	
El ve ayaklar	500 mSv	50 mSv	150 mSv/yıl	
Fetüs dozu²				1 mSv

1: 5 Yılın ortalaması

2: Dış ışınlamalarda karın üzerinde 2 mSv (hamileliğin anlaşılmasından sonuna kadarki süre için)