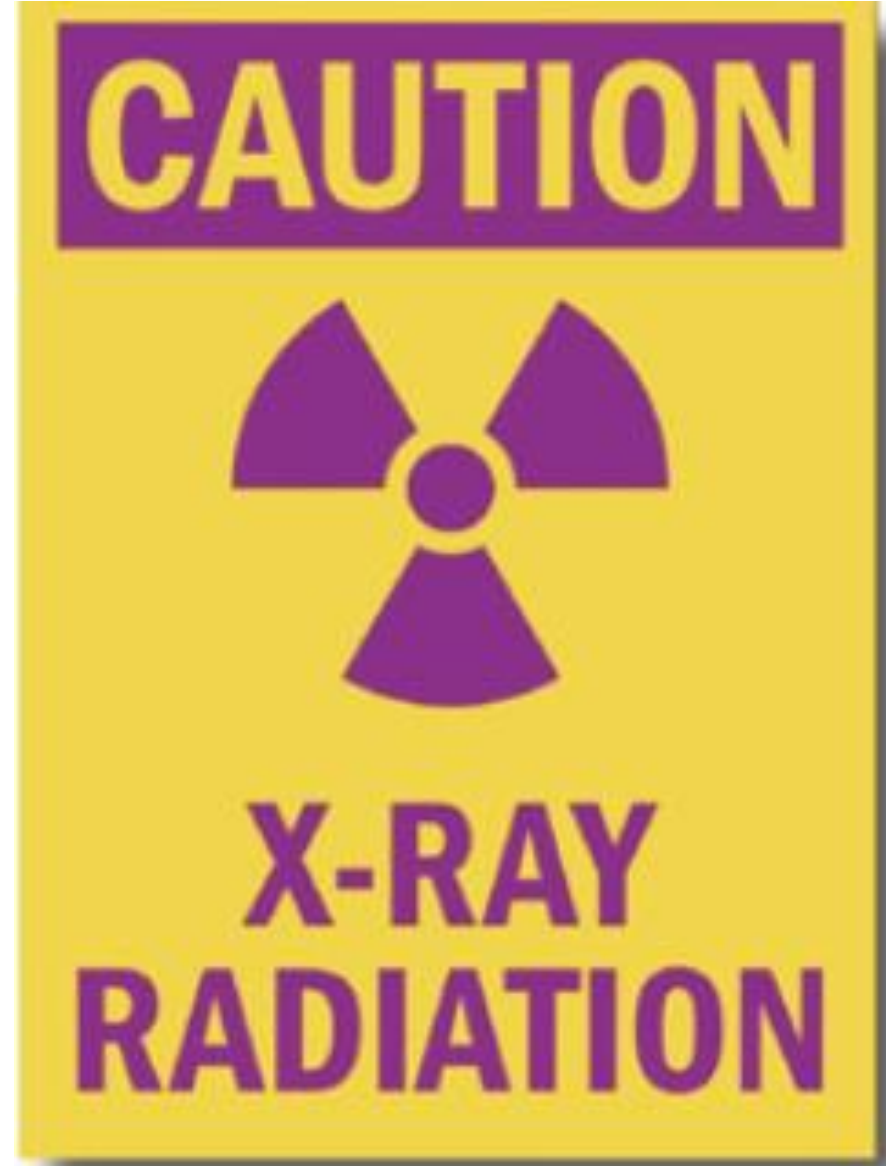
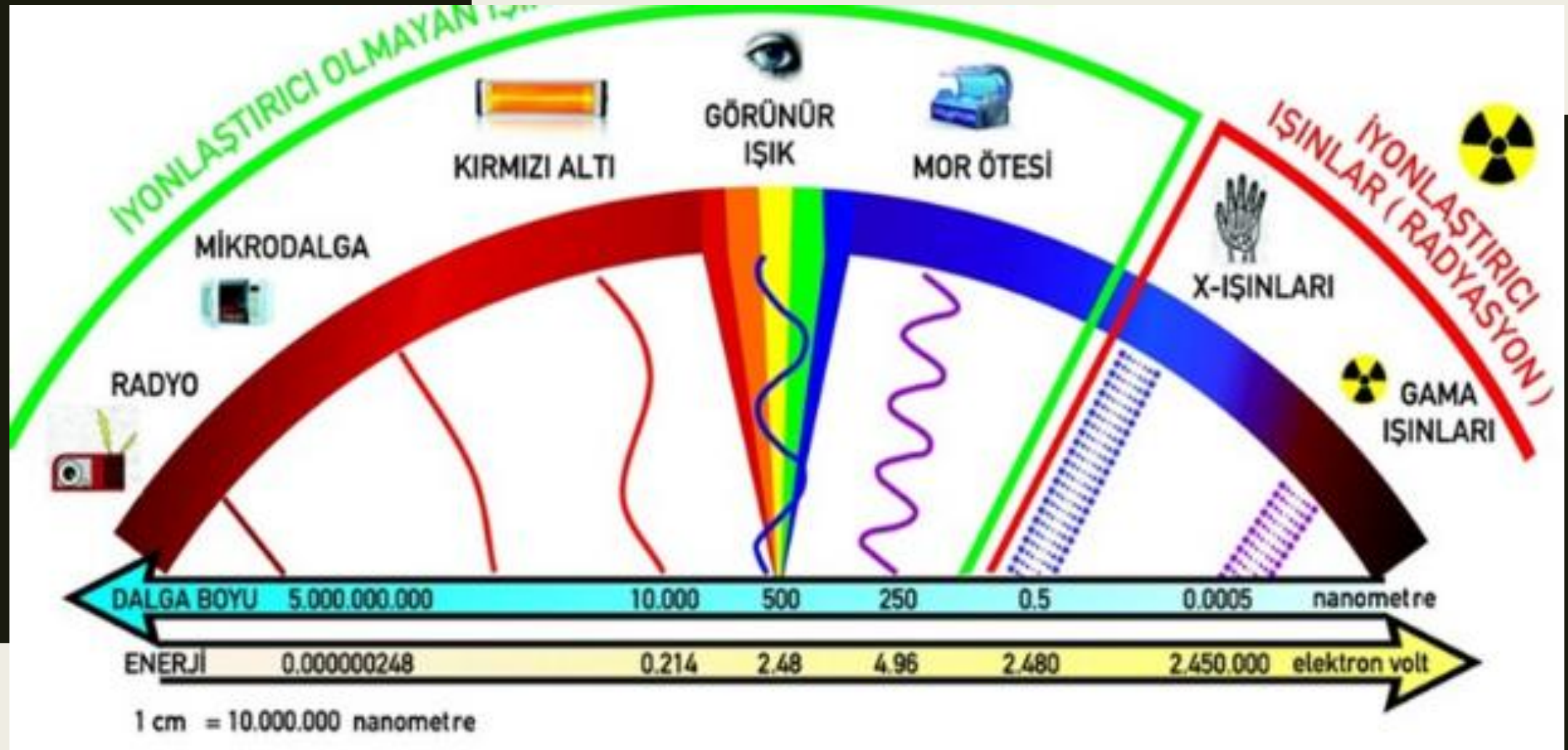


RADYOBİYOLOJİ

Prof. Dr. Ali BUMİN







RADYOBİYOLOJİ

Radyobiyooloji, iyonizan ışınların canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen ve bu etkilerin yol açacağı sonuçları inceleyen bilim dalıdır.

İyonizan ışınların madde ile etkileşimi sonucu;

- ISI
- eksitasyon
- iyonizasyon oluşur.

İyonizan Işınlar Canlıyı Organizmayı İki Şekilde Etkiler

- Doğrudan etki
- Dolaylı etki



İyonizan Işıklar Canlıyı Organizmayı Etkileyiş Şekli

a. Doğrudan etki:

Hücrede bulunan makro moleküllerde (protein, enzim, RNA, DNA) olur.

Protein ve enzimlerde oluşan etki hücre tarafından onarılabilir. Çünkü bunların benzerleri vardır ve yapısı değişen molekülün yeri, benzeri tarafından doldurulur.

DNA'da oluşan etki ise onarılamaz. Çünkü DNA gereği kadar bulunur. Etkilenme ile hücrenin yapısı değişir. DNA'da oluşan bu etkiler **genetik mutasyon ve hücre ölümüne** neden olabilir.

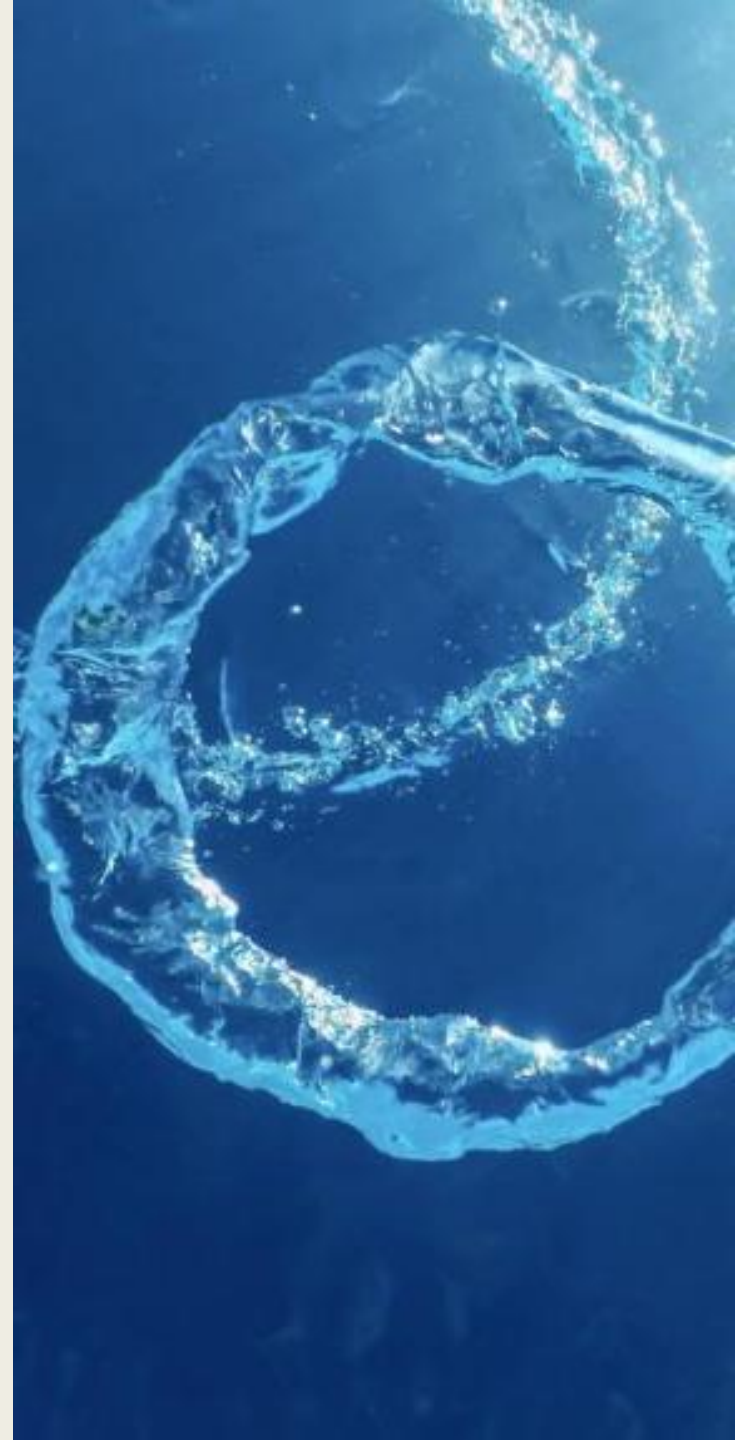


b. Dolaylı etki:

Su moleküllerinde görülen etkidir. Organizmanın %80'i sudan oluşur. Su, radyasyona maruz kaldığında, iyonize olur ve başka moleküler yapılara bölünür. Buna **suyun radyolizi** denir. Bunun sonucu **H⁺ ve OH⁻** gruplarının yanı sıra bu köklerin birleşmesiyle H₂O₂'de oluşur. Hidrojen peroksit şiddetli oksidan bir maddedir, hücre metabolizmasını bozabilir.

İyonizasyon sırasında çok kısa süre içerisinde gelişen birtakım fiziksel olaylarla ışınlar ile madde arasında bir enerji alışverişi olur. Bunu takiben çok kısa bir sürede kimyasal olaylar gelişir. Bundan bir süre sonra da **hücre ya da organizmada fonksiyonel ya da morfolojik değişiklikler** oluşur.

İyonizan ışınların insanlar üzerindeki en büyük tehlikesi, genetik etkileridir. İnsanlarda mutasyon oranını iki katına çıkaran iyonizan ışın dozunun yüksek olmadığı bilinmektedir.



X-ışınları, canlı hücreler tarafından emildiğinde canlı organizmada nasıl değişiklikler şekillenir?

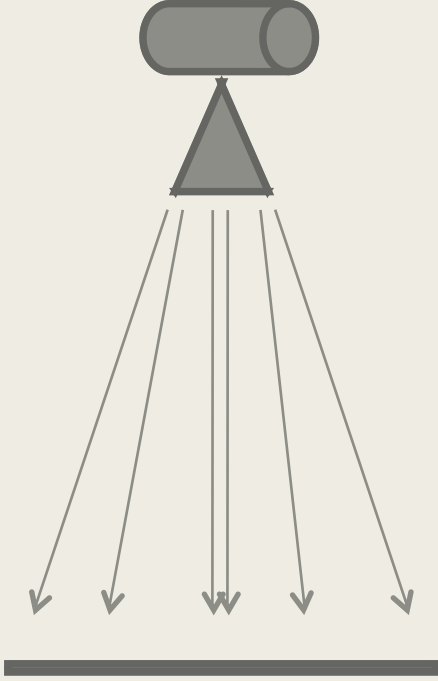
A. **Somatik Etki:** X ışınları, **yangı, hücre büyümesinin yavaşlaması, nekroz ve doku ölümüne** neden olur. Bu etkiler genellikle ışınlamadan hemen sonra oluşur.

Özellikle, kan yapan organlar, gonadlar ve derinin germinatif tabakası gibi hızlı büyüme yeteneğindeki dokular buna daha duyarlıdır. Aynı nedenle embriyo ve kötü huylu tümörler de x ışınlarına duyarlıdır, RADYOTERAPİ.

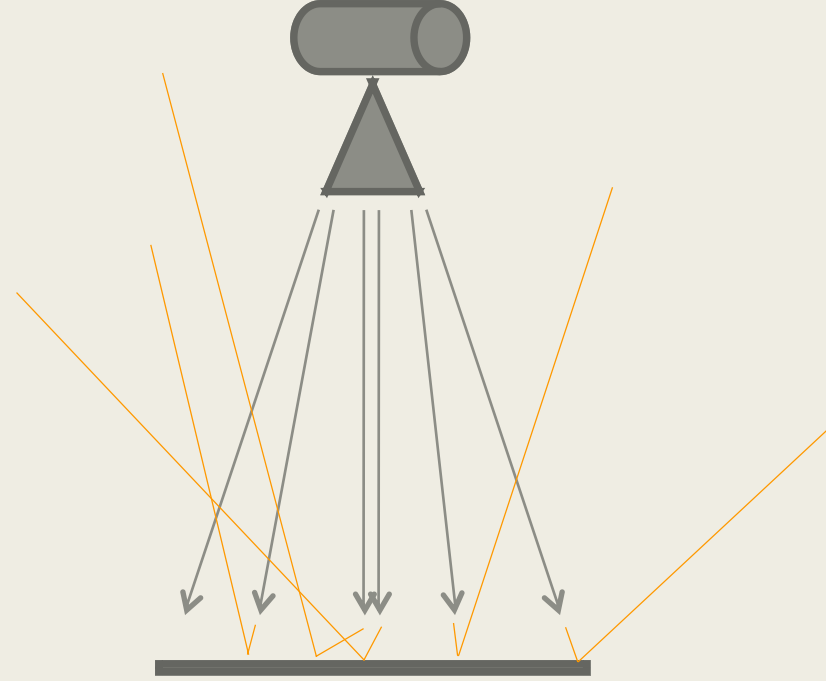
B. **Karsinojenik Etki:** X-ışınları ile ışınlanmış dokularda bilinmektedir ki; sonraki yıllarda kanserojen değişikliklerin oranı yüksektir, fakat benign dönemin gelişmesi yıllar sürebilir.

C. **Genetik Etki:** Gonadların x ışınları ile ışınlanması, gonadlarda somatik ve uzun dönem genetik etkiye neden olur. Sonradan mutasyon oranında artış olur ve sonraki jenerasyonlarda herediter anomaliler oluşabilir.

Bu etkiler, büyük dozda ışınlanan radyasyon ile olduğu gibi, uzun sürede tekrarlayan küçük dozların alınmasıyla da olabilir

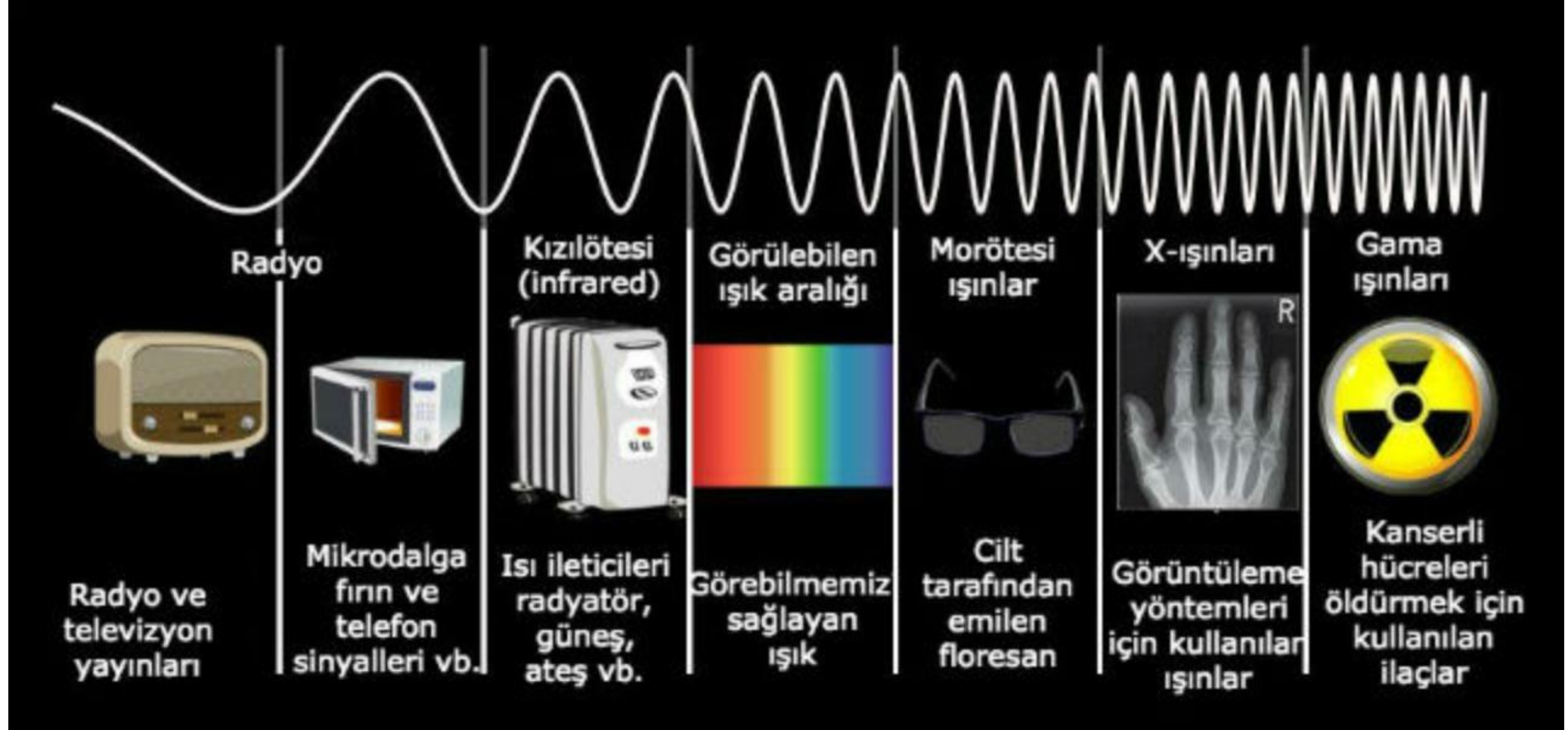


Primer Radyasyon



Sekonder Radyasyon

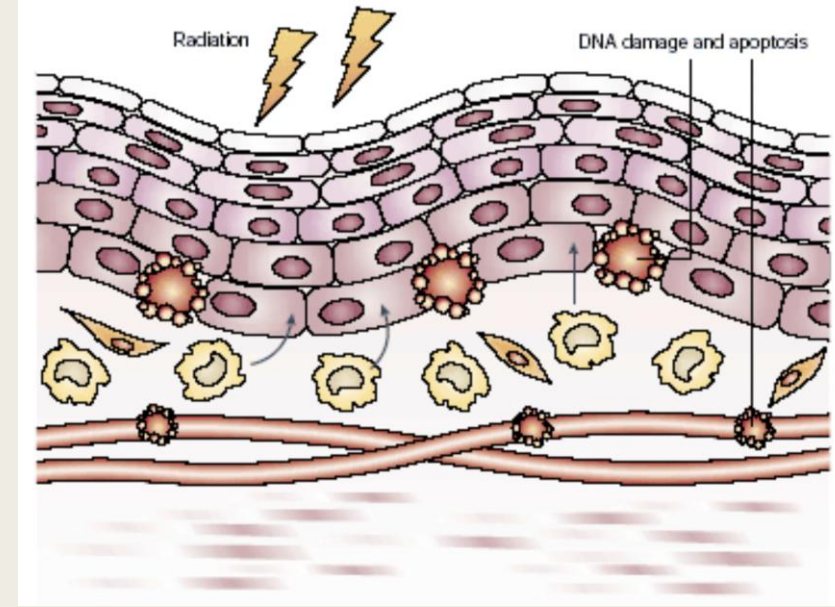
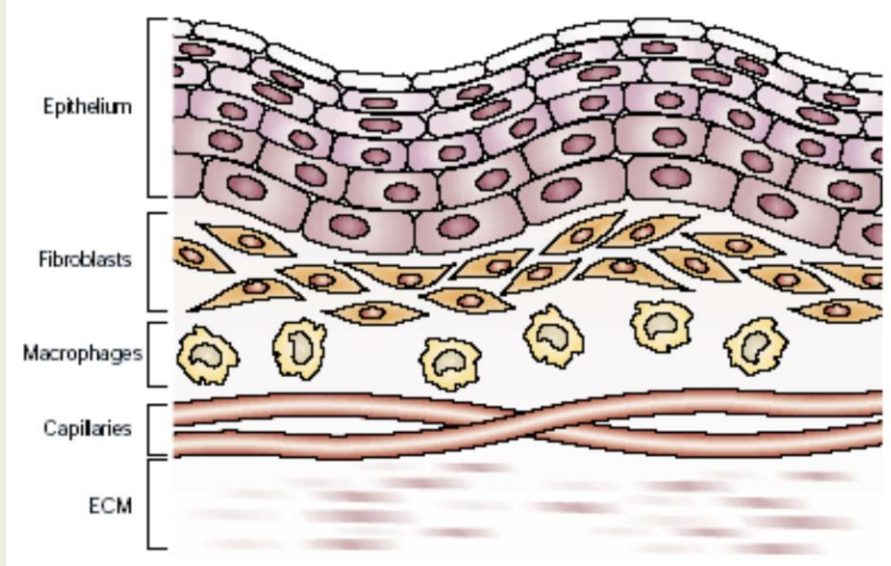
X-ışınlarının kaynağı



Radyasyonun Organizma Üzerindeki Zararlı Etkileri



1. Radyasyonun Cinsi
2. Radyasyondan Etkilenme Süresi
3. Organizmanın Duyarlılığı
4. Maruz Kalınan Radyasyon Miktarı
5. Organizmayı Etkileyiş Şekli



Radyasyonun Hücre ve Dokular Üzerine Etkileri

Radyasyon, organizma üzerindeki zararlı etkisini

- hücre
- doku
- organ
- sistem veya tüm vücut üzerinde gösterir

Radyasyonun Hücre Üzerine Etkisi:

Hücreler, radyasyona karşı farklı duyarlılığa sahiptir. Genel olarak **hızlı bölünme ve çoğalma yeteneğine sahip hücreler radyasyona daha duyarlıdır.**

1. Hücre zarının etkilenmesi sonucu; normalde yarı geçirgen olan hücre zarında fonksiyon bozukluğu sonucu ozmoz ve aktif transport işlemleri yapılamaz.

2. Sitoplazmanın etkilenmesi ile organik temel bileşikler olan **karbonhidratlar, proteinler ve lipitler** üzerindeki **kimyasal değişikliğin** yanı sıra **ribozom, lizozom ve mitokondrium** gibi **intrazitoplazmik organellerin yıkımlanması** sonucu protein, nükleik asit, lipit ve birçok enzimin sentez ve parçalanma işlevlerinde aksamalar olur.

3. Hücre çekirdeğinin etkilenmesi ile hücrede en büyük etkilenme oluşur. Etkilenme gebelik sırasında oluşursa, DNA molekülleri zarar göreceği için yavruda birtakım anomaliler şekillenir.

Radyasyonun Genital Sistem Üzerine Etkisi:

Genital sistem radyasyona oldukça duyarlıdır. Dişilerde ovum'un üretildiği ovaryumlar, erkeklerde sperm'in üretildiği testisler etkilenecek olursa infertilite meydana gelir.

İnsanlarda **gebelikte 18 - 48. günler** arası radyasyona en duyarlı devredir. Bu dönemde zigot ölümü veya yavruda mutasyonlar oluşabilir.

Emriyo ve fötüs dönemindeki duyarlılık, ergenlik çağına kadar giderek azalır, yaşlılık döneminde tekrar başlar. Yaşlı ve hasta olanlar, genç ve sağlıklı olanlara göre radyasyondan daha çok etkilenir.

Salgı bezlerinin etkilenmesi sonucu dişilerde genital siklusu düzenleyen; östrojen, progesteron, FSH ve LH hormon düzeyleri değiştiği için siklus düzeni bozulur.

Radyasyonun Kan ve Kan Yapıcı Sistem Üzerine Etkisi:

Radyasyondan lökosit, eritrosit ve trombositler ile kemik iliğinin etkilenmesi sonucu çok önemli değişimler oluşur.

Lökositler; mikroorganizmalara karşı savunmada aktif rol oynarlar. Bu grupta en duyarlı hücreler lökositler olup etkilenmeleri sonucu antikor yapımı aksar ve vücudun bağışıklık sistemi bozulur. Radyasyon nedeniyle lökosit sayısı azalır (**Lökopeni**).

Eritrositler; radyasyona en dayanıklı kan hücreleridir. Özellikle üretim yerlerinin etkilenmesi sonucu sayılarının azalması (**eritropeni**), dokulara daha az oksijen taşınmasına ve CO₂'in dokularda birikmesine yol açar.

Trombositler; kanın pıhtılaşmasını sağlar. Salgıladıkları Trombokinaz enzimi, kandaki protrombin ve kalsiyum ile birleşerek trombin oluşur. Radyasyondan etkilenme sonucu trombositlerin yıkımlanması ile, pıhtılaşmada gecikme şekillenir. Buna bağlı olarak dişeti, burun ve barsaklarda hemoraji oluşur

Radyasyonun kan üzerindeki en önemli etkisi kan kanseri (**Lösemi**) dir.

Radyasyonun Salgı Bezleri Üzerine Etkisi:

Gl. parotis, gl. submandibularis ve gl. sublingualis'in radyasyon sonucu bu bezlerin salgısının azalması ve buna bağlı olarak ağız kuruluğu ve yutkunma güçlüğü ortaya çıkar.

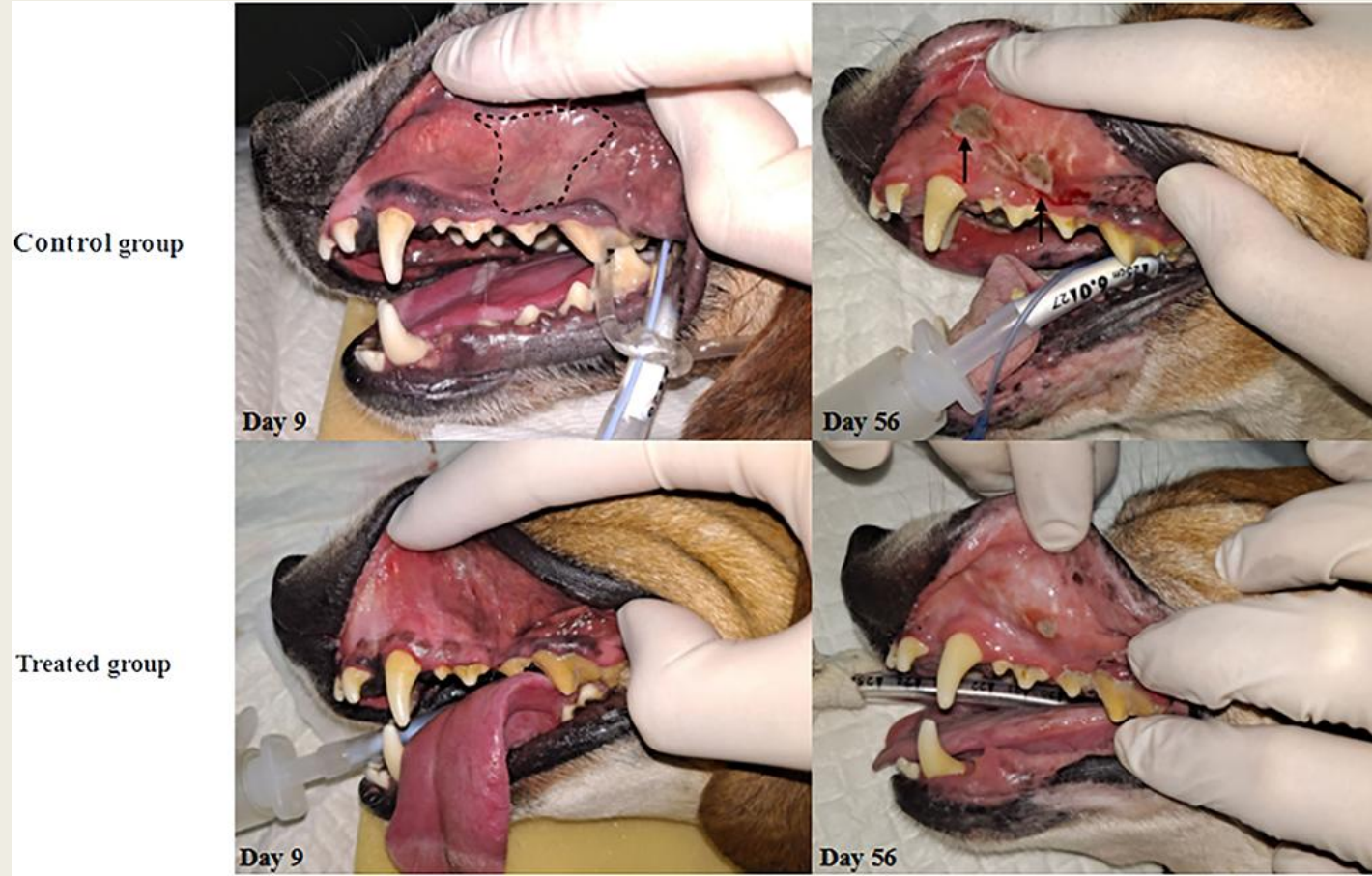
Böbrek üstü ve hipofiz bezleri daha az etkilenir. Tiroit bezi fonksiyonunda artış ya da azalma görülebilir.

Karaciğer ve pankreas; özellikle fonksiyonlarının arttığı sırada radyasyondan çok etkilenir. Pankreasın etkilenmesi ile tripsin, amilaz ve lipaz enzimlerinin azalmasına ve bunun sonucu protein ve yağ metabolizmasının bozulmasına neden olur. Pankreasın insülin salgısının azalması, şeker metabolizmasının bozulmasına ve kan şekeri olan glikoz'un yakılamaması sonucu Diabetes Mellitus şekillenir.

Midenin fundus'u radyasyona daha duyarlıdır ve bunun sonucunda pepsin ve HCl salgısındaki azalmaya bağlı olarak sindirime ait problemler ortaya çıkabilir.

Laktasyon döneminde meme oldukça duyarlıdır. Etkilenme sonucu süt azalır.





Radyasyon sonrasında ağız mukozasında meydana gelen değişiklikler. RIOM (radyasyona bağlı oral mukozit) başlangıcı 9. günde oral mukozada eritem ve psödomembran (beyazımsı renk değişikliği) varlığı şeklinde gözlenmiştir. Özellikle, psödomembran sadece kontrol grubunda 9. günde gözlenmiştir (kesikli çizgi). Ülserasyon fazı başladıktan sonra, kontrol grubu kanama ve ağız boşluğu mukozasında ödemli değişikliklerle (düz ok) hastalığın hızlı ilerlemesini gösterirken, tedavi edilen grupta 56. günde sadece küçük ülserasyon görülmüştür.

Ön taraf. Vet. Sci., 12 Ağustos 2022Sec. Karşılaştırmalı ve Klinik Tıp Cilt 9 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.839467>

Beagle cinsi köpeklerde radyasyona bağlı oral mukozit klinik değerlendirmesi

Radyasyonun Diğer Etkileri:

Radyasyon sonucu; sindirim, boşaltım, genital sistem epitelleri, kornea ve tiroid epitelinin etkilenmesi ile çeşitli derecelerde yıkımlanmalar oluşur.

Bunun sonucunda;

- Barsaklarda absorpsiyon bozukluğu
- Gözde; keratitis, ulkus, katarakt, retina bozukluğu ve körlük
- Böbreklerde fonksiyon bozukluğuna neden olur
- Derinin etkilenmesi ile; eritem, ülser, pigmentasyon ve ileri olgularda deri kanseri gelişebilir

Organizmanın Radyasyona Gösterdiği Belirtiler

Radyasyonun biyolojik etkilerinin oluşması için gereken dozun **bir alt sınırı** yoktur.

Alınan küçük dozlarda bile birtakım bozukluklar oluşabilir. Bu nedenle çalışan **personelin korunmasına** özen gösterilmelidir

Tanısal radyolojide alınan dozların küçük olması nedeniyle oluşan etki, nükleer silah ya da reaktör kazalarında görülen etkilerden farklı olur

A. Radyasyonun Erken (Akut) Belirtileri

B. Radyasyonun Geç (Kronik) Belirtileri

A. Radyasyonun Erken (Akut) Belirtileri:

Atom bombası, nükleer reaktör kazaları ve deneyler sırasında yüksek dozda radyasyonun bir defada alınması sonrası oluşan etkilerdir.

Alınan dozun miktarına göre mitoz aktivitede azalma, kromozom duplikasyonu, lökopeni ve immun sistem inhibisyonu görülür.

Yüksek dozda radyasyonun alınmasından hemen ya da belirli bir süre sonra (günler, haftalar olabilir) görülen ölüm olayına “radyasyon sendromu” denir. Alınan doza bağlı olarak değişen 3 ayrı sendrom tanımlanmıştır

	Alınan doz (rad)	Yaşam süresi (gün)
1. Hematolojik ölüm	200-1000	10-60
2. Gastrointestinal ölüm	1000-5000	3-10
3. Merkezi sinir s.ölümü	>5000	<3

B. Radyasyonun Geç (Kronik) Belirtileri:

Aynı dozlarda ancak uzun sürede radyasyon alınması sonucu görülen etkilerdir.

1. Deri: Deride; eritem, ülser, pigmentasyon ve geç dönemde deri kanseri görülür.

2. Göz: Gözlerde alınan doza bağlı olmak üzere; başta katarakt olmak üzere, ulkus kornea, glaukom ve retina hastalıkları görülür.

Radyoloji personeli, yeterince korunduğunda deri ve göz bulguları görülmez.

3. Kan yapıcı sistem: Radyasyonun uzun süre alınması sonucu; kan tablosunda değişiklikler görülür. En erken bulgu, lenfosit artışı, granulosit ve trombositlerin azalmasıdır. Lökositlerde artış veya azalma olabilir. Eritrosit sayısında değişiklik önemli olup geç ortaya çıkar.

4. Yaşam süresinin kısalması

Yeterli koruyucu önlemlerin alınmaması nedeniyle, uzun süre radyasyona maruz kalan kişilerin yaşam süresinin kısaldığı bilinmektedir.

5. Kanser riskinin artması

Hiroşima ve Nagazaki'ye atom bombası atıldıktan sonra ve kurtulan kişilerde normal insanlara göre kan kanseri (lösemi) nin 10 kat arttığı belirlenmiştir. 1948-1963 yılları arasında yapılan bir araştırmada, radyoloji çalışanlarında löseminin, normal insanlara göre 4 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

Radyasyondan Korunma (Radyoproteksiyon)

Röntgen ışınları, doğal ya da yapay radyoaktivitenin keşfinden sonra iyonize ışınların faydalarının yanı sıra canlı organizma üzerine zararlı etkileri de gündeme gelmiştir.

Radyoproteksiyon genel olarak radyasyondan korunma anlamına geliyorsa da bu deyim tıpta özellikle **iyonizan ışıklardan** korunma anlamında kullanılmaktadır.

Önceleri, iyonizan ışıklara maruz kalanlar denildiğinde; sadece radyologlar, yardımcıları, tanı ve sağaltımın yapıldığı hastalar, doğal radyoaktif elementlerin elde edilmesinde çalışanlar akla geliyordu. Bu dar kapsamlı tanım, iyonizan ışınların zararları ve bunlardan korunmada yeterince gerekli önlemlerin ihmal edilmesine yol açmıştır.

Diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi bizde de iyonizan ışıklarla çalışan herkesin özel dozimetre taşımasının zorunludur.

Bu şekilde belli süre içinde alınan ışın miktarı belirlenerek çalışanların kontrol altında tutulması sağlanır.

DOZİMETRELER

Radyasyon algılama ve ölçme araçlarıdır. İyonizan ışınların miktarının ölçülmesinde kullanılmak üzere çeşitli dozimetreler yapılmıştır. Bu amaçla değişik yapı ve biçimde çeşitli algılama ve ölçme aygıtları geliştirilmiştir.

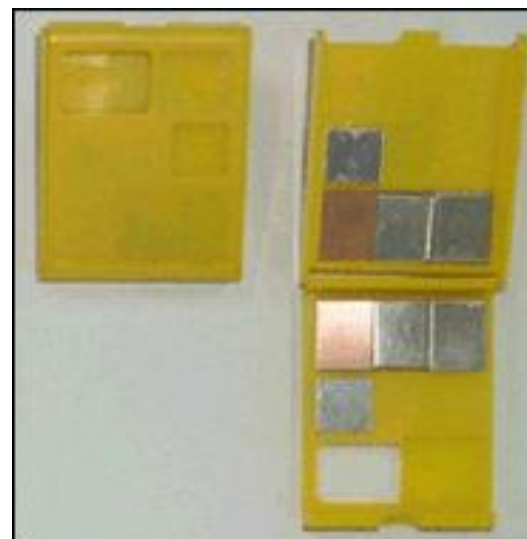
Bunlar; gazlı, sıvılı, katı ve diğer dozimetreler olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır.

Bu dozimetrelerdeki değerleri ölçüp değerlendiren merkezler vardır. Kullanıcıların taktıkları bu dozimetrelerde belirlenen değerler, atom enstitülerinde saptanan minimal ve maksimal değerlerle karşılaştırılarak hüküm verilir



Film Dozimetreler (Katı dozimetre):

- Ucuzluğu ve kullanım kolaylığı nedeniyle en yaygın olarak kullanılan dozimetrelerdir.
- Radyasyonun ölçülmesinde kullanılan en eski sistem olup, fotoğrafik bir ölçüm yöntemidir.
- Diğer yöntemlerden daha ucuz olduğu gibi, **filmin radyasyona karşı duyarlılığı, canlı dokunun duyarlılığına** yakındır.
- Film dozimetrelerde, plastik kılıf içerisine yerleştirilmiş film bulunur.
- Filmin üzerinde, değişik absorpsiyon yeteneğine sahip maddeler bulunur. Bu maddelerden geçen ışınlar, filme ulaşırlar. Banyo sonrasında filmde oluşan kararmanın derecesi **dansitometrik yöntemlerle** ölçülerek çalışan personelin aldığı doz belirlenir.
- Bu dozimetrelerde kullanılan filmler genellikle 3x4 cm ebadında olup, ışıktan korunmuştur
- Dozimetre kutularının ön ve arka kapaklarının iç kısımlarında 1-3 mm kalınlığında **aluminyum (beta ışınları için), bakır (X-ışınları için), Kadmiyum (gamma ışınları ve termik nötronların ölçülmesi için)** dan yapılmış filtreler mevcuttur.
- Bu sayede alınan; **x, gamma ve beta ışınlarının ölçümü yapılır**



Dozimetre Kullanımında Dikkat Edilecek Noktalar

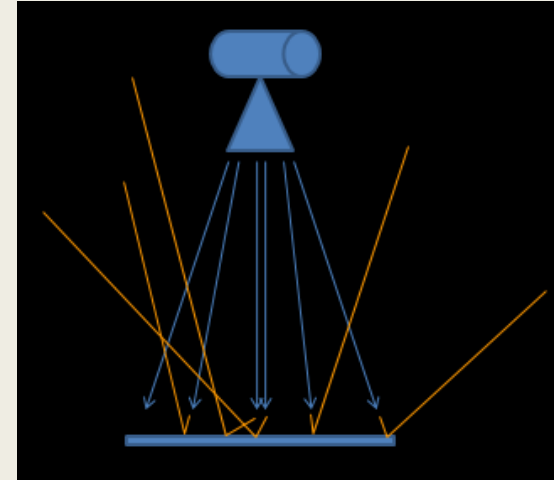
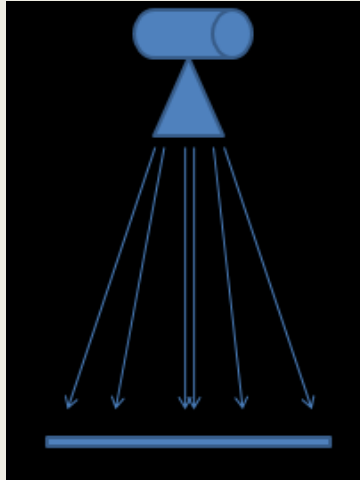
Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Sağlık Fiziği Bölümü tarafından yapılan öneriler şunlardır;

1. Üzerinde kendi adınız yazılı dozimetre'yi kullanınız, dozimetrenizi başkasının kullanmasına müsaade etmeyiniz
2. Dozimetreyi önlüğünüzün sol üst cebi üzerine takınız, üzerini kalem, pens, gözlük, bloknot vs ile kapatmayınız.
3. Kurşun önlük kullanıyorsanız, dozimetrenin kurşunlu önlüğün altında yani önlük ile vücut arasında olmasına dikkat ediniz.
4. Dozimetreyi bel, bilek veya baş bölgesinde kullanmanız halinde, bu durumu formda belirtiniz veya ayrı bir yazı ile bildiriniz.
5. Kullanılmadığı sürelerde dozimetrenizi radyasyon alanı dışında bir yerde muhafaza ediniz. Dozimetrenizi asit buharlı, nemli, ıslak, aşırı sıcak ve soğuk ortamlarda bırakmayınız.
6. Dozimetreyi ancak yeni film takmak için açınız. Film üzerine yazı yazmayınız, flaster, seloteyp, ataç, toplu iğne gibi şeyleri doğrudan film paketi üzerine uygulamayınız.
7. Görevden ayrılan personelin dozimetresini merkezimize iade ediniz.

Radyasyondan Korunmada Temel Prensipler

Radyolojik incelemelerde personel ve hasta üzerinde etkili olan 3 çeşit ışın vardır;

- a. **Primer radyasyon:** Röntgen tüpünün anotundaki tungsten atomlarındaki elektronların yer değiştirmesi sırasında elde edilen ve tüpün penceresinden çıkan düz bir hat üzerinde yayılan ışınlardır.
- b. **Sekonder radyasyon:** Primer ışınların, tüp penceresinden çıktıktan sonra katı cisimlere (organizma, kaset, masa, yer vs) çarpması sonucu oluşan, uzun dalga boylu ışınlardır. Özellikleri, x-ışınları ile aynı olmasına rağmen dokularda kolayca tutulurlar. Röntgen teknisyenleri ve kullanıcıları açısından bu ışınlara maruz kalma süresi ve sıklığı önemlidir.
- c. **Sızıntı radyasyon:** Işınlama sırasında, tüpün penceresi dışında, tüpten sızıntı şeklinde çıkan radyasyondur.



Radyasyondan korunma da temel prensip;

Gereksiz dozdan kaçınmak;

- bunun için de absorbe edilen dozu minimal düzeyde tutarak gerekli görüntüyü sağlamak,
- gereksiz tekrarlardan ve
- gereksiz kısımların ışınlanmasından kaçınılmalıdır.

Radyografi Çekimi sırasında;

- X-ışınları, incelenecek bölgeyi kapsayacak şekilde sınırlandırılmalıdır (Kollimasyon).
- Radyasyona duyarlı olan organlar (Ovaryum, Testis) korunmalıdır.
- Işın yoğunluğunun, uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğu göz önüne alınarak obje-foküs uzaklığının portatif aygıtlarda 30 cm'den, floroskopide 45 cm'den, radyografide ise 100 cm'den az olmamasına özen gösterilmelidir.
- Tüpten çıkan ışınların filtre edilmesi, röntgen masalarının ışınları az absorbe eden materyalden yapılması, sekonder ışınları tutan grid kullanılması, güçlü ranforsatörlerin kullanılması ~~ve banyo tekniğine uyulması~~ gerekir.
- Gereksiz yere floroskopi yapılmaması gerekir.

Primer ve Sekonder Işınlardan Korunma Yöntemleri

- 1. Grafi odasının düzenlenmesi
- 2. Personelin korunması
- 3. Hastaların korunması
- 4. Radyoloji ünitesinde çalışma süresinin aşılmaması
- 5. Röntgen aygıtının kullanılması sırasında bağlı önlemler



1. Grafi Odasının Düzenlenmesi

Grafi odasında duvarların, kullanılan röntgen aygıtının en yüksek dozda ürettiği ışınları geçirmeyecek kalınlıkta olması gerekir.

Bunun için duvarların 20 cm kalınlığında beton veya eşdeğer malzemeden yapılmış olması ya da 2 - 5 mm kurşun ile kaplanması gerekir.

Grafi odasının bu konuda TAEK'nun belirlediği kurallara uygun olarak düzenlenmesi gerekir.



2. Personelinin Korunması:

X-ışını ve radyoaktif maddelerle çalışan personelin aldığı radyasyonun ölçülmesine “**Personel Monitoring**” denir.

Veteriner radyografi ancak tüm önlemler alındıktan ve güvenli ortam sağlandıktan sonra yapılır. Tüm personel, röntgen tüpünün potansiyel tehlikesini bilmeli ve korunmalıdır.

Röntgen sorumlusu, yeterli güvenlik önlemlerinin alınıp alınmadığını denetlemek için şu kontrolleri yapmalıdır;

- Güvenlik için cihazı ve koruyucu giysileri kontrol etmeli
- Cihazın uygun kullanımı için uyulması gereken kuralları yazılı olarak asmalı
- Radyografi sırasında görevli personeli eğitmeli
- Radyasyonla ilgili yayınları, haberleri ve etkinlikleri takip etmelidir

- Radyografi için yardımcı personelin sağlıklı olması ve 18 yaşından büyük olması gerekir. 16-18 yaşı arasındaki gençlerin, mümkün olduğunca az yoğun ortamlarda çalışmaları sağlanmalı, 16 yaşı altındakiler ve hamile bayanların grafi odasına girmemesi sağlanmalıdır. Bu konuda uyarıcı yazılar asılmalıdır.

- Röntgen sorumlusu, çalışan tüm personelin film rozetlerini takmasını sağlamalı ve aylık ölçümlerle alınan dozları belirlemelidir.

- Genel kural olarak, hasta sahipleri grafi odasına alınmamalıdır. Ancak veteriner radyografide hayvan sahiplerinden, hastasının yanında olması, onu sakinleştirmesi veya onu tutması istenilebilir. Böyle durumlarda, röntgen sorumlusu gerekli önlemleri almalı, ilgili kişiye kurşun önlük ve eldiven giydirmeli ve gerekli direktifleri vermelidir.

Radyoloji personelinin korunmasında 3 ana prensip vardır

1

- Personelin, radyasyondan etkilenme süresini en aza indirmek

2

- Radyasyon kaynağından uzak durmak

3

- Koruyucu giysi ve bariyerler kullanmak.

ZAMAN



MESAFE



PERDELEME



1. Süre

Tanısai radyolojide alınan doz, süre ile doğru orantılıdır. Bu nedenle ışınlama süresi en düşük seviyede tutulmalıdır. Özellikle floroskopide, kısa dilimler halinde ve pedal ile ışınlama yapılmalı, inceleme süresi 5 dk'yı aşmamalıdır.

2. Uzaklık

Radyolojik inceleme sırasında personelin, x-ışını kaynağından uzakta durması gerekir. Özellikle sekonder ışınların önemli bölümünün hasta tarafından saçıldığı düşünülerek hastanın yakınında durmamalıdır.

Floroskopide, tp ve hastadan uzakta durmak alınan dozu önemli ölçüde azaltır. Ayrıca veteriner hekimlikte hastanın tutulması sırasında mutlaka kurşun koruyucular kullanılmalıdır.

3. Koruyucu Giysi ve Bariyerler

Kurşun Önlükler

- Radyoloji personelinin göğüs ve karın bölgesinin korunması amacıyla, değişik kalınlıkta kurşun ihtiva eden plastik veya kumaştan yapılmış önlük'ler kullanılır. Önlüklerin; kullanılması kolay olmalı, tüm vücudu korumalıdır. Özellikle büyük hayvan grafisinde, ayakların korunması için uzun olanlar tercih edilmelidir.

- Grafi odasında çalışan personel, x-ışınlarından korunmak için 1mm kalınlığında kurşun önlük kullanmalıdır. Ağırlığı nedeniyle bunu kullanmaktan kaçınanlar en az 0.25 mm'lik daha hafif olanlarını tercih etmelidir. Ancak, kurşun inceldikçe, koyucu özelliğinin azaldığı bilinmelidir. Bu nedenle aygıtın gücüne göre uygun kalınlıkta kurşun önlük kullanılması daha uygundur.

- Önlükler, kullanılmadığı zaman çatlamaması için uygun bir askıda asılı tutulmalı, katlanmamalıdır.

50 kv altında	0,25 mm
50-75 kv	0,50 mm
75-100 kv	1 mm

Kurşun Eldivenler

Birden fazla aygıtın aynı anda çalıştığı grafi salonlarında ve floroskopi sırasında eller, direkt ışına maruz kalmasa bile korunmalıdır. Veteriner radyolojide kullanılmak üzere üretilmiş değişik tip, ölçü ve kalınlıkta kurşun ve kauçuk'tan yapılmış eldivenler bulunmaktadır. 100 kV'nin altındaki dozlarda kurşun kalınlığı en az 0.33 mm olmalıdır. Tam koruma sağlayan standart eldivenler, elastik olmayıp hayvanı tutmaya uygun değildir.

Kurşun önlük ve eldivenler zaman zaman kaset üzerine konularak kuvvetli dozda ışınlanmalı, güvenlik kontrolü yapılmalıdır. Film banyo edildikten sonra film üzerinde kararma oluşması çatlak olduğunu ifade eder. Bu durumda yeni önlük veya eldiven alınmalı, eskisi onarılma yoluna gidilmemelidir. Sıcak yaz günlerinde, kurşun eldivenler elleri terleteceği için pamuklu bir eldiven üzerine giyilmelidir.



nucep





Özellikle floroskopi sırasında, radyasyona duyarlı olan gözlerin de korunması gerekir. Bunun için özel olarak yapılmış gözlükler kullanılmalıdır. Bu gözlükler, floroskopiden 10 dakika önce takılarak karanlık ortama gözün adaptasyonu sağlanmalıdır.

Kurşun önlük, eldiven ve gözlük gibi önlemler alınsa bile ışınlama sırasında personelin röntgen tüpünden 1.5 m uzakta olması önerilir.

3.Hastaların Korunması:

Hastaların korunmasında uyulması gereken prensipler;

1. Ön hazırlığı gerektiren grafilerde, hazırlıksız gelen hastaların grafisi yapılmamalıdır. Böylece hem hastanın, hem de personelin gereksiz yere ışınlaması önlenir.
2. Aynı grafi odasında birden fazla hastanın aynı anda grafisi yapılmamalıdır.
3. Gebeliğin ilk 1/3'lük döneminde zorunlu olmadıkça radyografi ya da radyoskopi yapılmamalıdır. Zigot döneminde yavru ölebilir, embriyo döneminde organ anomalisi olabileceği gibi fötüs döneminde ise doğum sonrası ilk iki hafta içinde ölüm görülebilir.
4. Hastaya mutlaka yardım gerekmedikçe, sahipleri grafi odasına alınmamalıdır.
5. Zorunlu olmadıkça, hastanın bulunduğu yerde grafi yapılmamalıdır.

6. Kafatası ve genital organların radyoskopisi yapılmamalıdır.
7. Eğer varsa floroskopi ekranı yerine TV ekranı kullanılmalıdır.
8. Gençler ve yaşlılar, yetişkinlere göre ışınlardan daha fazla korunmalıdır.
9. Vücut ısısının yükseldiği ateşli hastalık döneminde ve metabolik faaliyetlerin arttığı durumlarda ışınlardan korunma daha önemlidir.
10. Laktasyon döneminde radyasyon, süt verimini azaltır veya durdurabilir.
11. Proteinlerin terkinbinde bulunan sistin, radyasyona karşı koruyucudur. Işınlanacak dokulara verilmesi halinde, vücuttaki moleküller yerine sistin iyonize olur. Bu şekilde kritik organların protein molekülleri korunabilir.

4. Çalışma Süresi:

Radyoloji ünitesinde çalışma süreleri aşılmamalıdır. Yoğun ünitelerde günlük 7 saatlik çalışma sonunda personelin ortamdan uzaklaşması sağlanmalıdır.

Dozimetre kontrolü sonucu mücade edilen dozun aşılması durumunda belirlenen süre kadar personelin ortamdan uzaklaşması temin edilmelidir.

Çalışan personel, 6 ayda bir tıbbi muayeneden geçmeli, özellikle kan tablosuna bakılmalıdır. Dengeli beslenme ve temiz hava alınan ışınların atılması ve yıkımlanan hücrelerin onarımı için gereklidir.

5. Röntgen Aygıtının Kullanımına Bağlı Önlemler:

A. Radyografi cihazları:

Hayvanların radyografide uygun pozisyonda tutulması için, en emin yol genel anestezidir.

Genel durumun kötü olduğu bazı durumlarda, hayati tehlike nedeniyle anestezi yapılamaz. Böyle hayvanların mekanik olarak tutulması zorunludur. Tutma sırasında tüm yardımcılar koruyucu önlük ve eldivenlerini giymeli, primer ışıklardan en uzak noktada durmalıdır.

B. Floroskopi cihazları:

Veteriner radyolojide önemli radyasyon tehlikesi floroskopi sırasında oluşur. Floroskopide; Çinko sülfid kristalleri içeren floresan ekrana, dokulardan geçen x ışınları gönderilerek, karanlık odada hastanın iç anatomisi ve dinamik yapısının hekim tarafından incelenmesine olanak sağlar.

Floroskopi, teknik olarak basit bir yöntem olup zaman tasarrufu sağlar, film ve banyo masrafları yoktur. Bununla beraber birtakım dezavantajları vardır. Ekrandan yansıyan ışık, düşük düzeyde olup görüntüde detay zayıftır. Görüntünün değerlendirilmesindeki zorluk nedeniyle dakikalarca ışınlama yapılır ve bu sırada radyografiye göre birkaç yüz kez fazla sekonder radyasyon personel tarafından alınır.

C. Bilgisayarlı tomografi:

Bilgisayarlı tomografide x ışınlarının kollimasyonu sağlandığı için saçılan radyasyon, floroskopiden daha azdır. BT'de hasta dozu, alınan kesitlerde yapılan ışınlama toplamına eşittir. Kesitte alınan radyasyon dozu, kesit alanı içindeki tüm dokulara yaklaşık olarak eşit oranda dağılır. BT'de en yüksek dozu deri alır.

Veteriner Radyobiyojinin başlıca araştırma konuları;

- a. Çevrede radyasyon seviyesinin artması ve et, süt, yumurta, yem bitkileri gibi çeşitli gıdaların radyoaktif maddelerle bulaşmasının insan ve hayvanlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi,
- b. İyonize ışınların, tarım, gıda ve mikrobiyoloji endüstrisinde hayvan hastalıklarının tanı ve sağaltımı için kullanma yöntemlerinin geliştirilmesi,
- c. Işınların etkisinden korunma yöntemleri ile postradyasyon rehabilitasyon yollarının araştırılması

Günümüzde radyasyonun genetik yapı üzerine etkileri ayrıntılı olarak incelenmekte olup "radyasyon genetiği" adında yeni bir bilim dalının doğmasına neden olmuştur.



**BAŞARILAR
DİLERİM..**