

# Radyolojiye Giriş

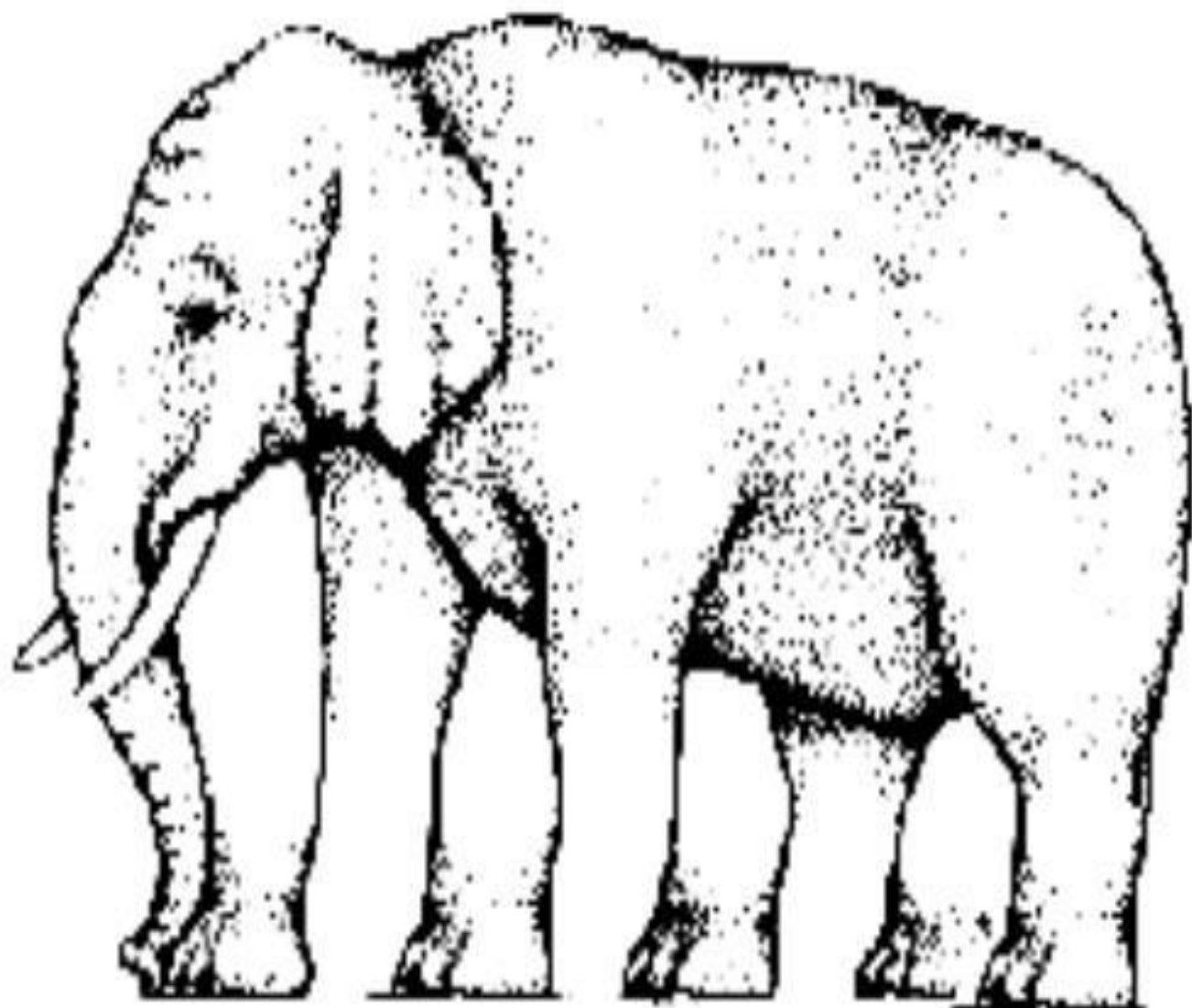
Prof. Dr. Ali BUMİN

2 Hafta	Genel radyoloji
1 Hafta	Radyobiyoloji
1 Hafta	Radyografik pozisyonlar
1 Hafta	Kontrast maddeler
1 Hafta	Merkezi Sinir Sisteminin Radyografik Değerlendirilmesi
2 Hafta	Sindirim Sistemi
2 Hafta	Üriner sistem
1 Hafta	Solunum sistemi
2 Hafta	Ultrasonografi
1 Hafta	Değişik konular

Her Őey nasıl oldu ?



- Wilhelm Conrad Röntgen , 8 Kasım 1895'de X-ışınları keşfetti
- Çalıştığı odada bir katod tüpü vardı, çalışırken odada bulunan fosforesans ekranda bir ışık parıltısı gördü
- Katod tüpü ile fosforesans ekran arasına nesnelere koyduğunda bunların görüntüsünü gördü. Daha sonra kendi elini koyduğunda parmak kemiklerini gördü
- Tüp ile fosforesans ekran arasına platin ve kurşun olduğu zaman ışınların geçemediğini farketti
- Eşinin (Anna Bertha) elinin ilk röntgen filmini 15 dakikadan uzun sürede çekti
- Daha sonra elde ettiği bulguları yayınlayarak; 1901 yılında X ışınının keşfini yaptığı için Nobel Fizik Ödülünü aldı



# Radyoloji tıp bilimine nasıl geçti?

- İlk zamanlarda gerçek radyolog yoktu, bazı doktorlar bireysel olarak plakalar üzerinde elde edilen görüntüleri hastanın klinik şikayetleri, otopsi ya da cerrahi bulgular ile karşılaştırmaktaydı.
- Zamanla radyoloji uzmanlığı doğdu ve doktorlar direkt filmler üzerinde değerlendirme yaparak hastalıkların tanısını koymaya başladılar
- Daha sonraki yıllarda Dünya da ve bizde Veteriner Radyologlar da yetişmiştir



# Radyoloji nedir?

- Eskiden radyoloji denince sadece tanı amaçlı röntgen kullanımı ile x ışınlarının sağaltım amaçlı kullanımı anlaşılmaktaydı

- Günümüz de ise Bilgisayarlı tomografi, Manyetik rezonans, Nükleer tıp, Ultrasonografi gibi tanısal görüntüleme yöntemlerinin diğer kullanım alanları ortaya çıkmıştır

Bundan dolayı **RADYOLOJİ DENDİĞİ ZAMAN** bütün bu tanı tekniklerinin tümü anlaşılmalıdır



# Öyleyse neden tanısal görüntüleme bu kadar önemli?

- Hastalıkların büyük çoğunluğu değişik klinik yansıma ile kendini belli eder
- Bütün bunların sonunda bir hastalık değerlendirilirken anemnez, klinik muayene, fiziksel muayene bulguları ve diğer sayısız tanı yöntemleri yanında **RADYOLOJİK MUAYENE** önemli bir **YARDIMCI TANI** yöntemidir
- Bazen de **Radyolojik Görüntüleme**; önemli bir tanı aracı olarak diğer tanı yöntemlerinin önüne de geçebilir ve tek başına bir hastalığın tanısında yeterli olabilir.

Bu derste,  
farklı görüntüleme yöntemlerinin hastalara ve bize  
nasıl yardımcı olabileceğini  
öğreneceğiz

# RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

X ışınının keşfinden sonra, röntgen filminin de bulunmasıyla radyoloji; tıbbın ve özellikle cerrahinin tamamlayıcı bir parçası olmuştur.

Sonraki yıllarda birçok radyolojik görüntüleme yöntemi ortaya konmuştur. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, görüntüleme yöntemlerine de aktarılarak; uzun yıllardan beri kullanılmakta olan ve klasik yöntemlerin yanı sıra günümüzde giderek yaygınlaşan modern yöntemler geliştirilmiştir.

# Görüntüleme Yöntemleri

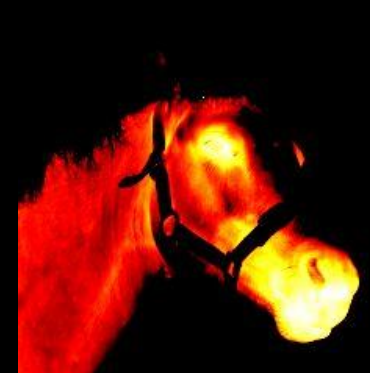
- Radyografi
- Radyoskopi

Alışılmış  
Yöntemler

- Sintigrafi
- Bilgisayarlı tomografi (BT)
- Manyetik Rezonans Görüntüleme(MR)

Modern  
Yöntemler

- Ultrasonografi
- Termografi



# Radyolojik Görüntüleme Yöntemleri

Günümüzde kullanılan başlıca görüntüleme yöntemleri;

- ❖ Röntgen
- ❖ Bilgisayarlı Tomografi
- ❖ Manyetik Rezonans Görüntüleme
- ❖ Ultrasonografi
- ❖ Radyonükleid Görüntüleme

olmak üzere 5 ana başlık altında incelenebilir.

Günümüzde bilgisayar teknolojisinin geliştirilmesiyle röntgen'in dijital röntgen gibi alt grubu da bulunmaktadır.

Farklı fiziksel prensiplere dayanan bu yöntemlerde kullanılan enerji ve görüntü alıcı sistemleri de farklı olup, görüntüyü zenginleştirmek için de farklı kontrast maddeler kullanılmaktadır.

Bu yöntemler farklı fiziksel prensiplere dayanır

❖ Emisyon (Yayma)

❖ Transmisyon (Geçme)

❖ Refleksiyon (Yansıma)

## Emisyon (yayma)

Bu görüntülemelerde, enerji kaynağı vücuttadır. Görüntüyü oluşturmak için vücuttan salınan enerjinin alınması ve işlenmesi gerekir.

- Vücutta sinyal veren enerjiyi oluşturabilmek için ya radyonükleid görüntülemelerde olduğu gibi birtakım radyonükleid maddelerin değişik yollarla doku ve organlara ulaştırılması gerekmektedir.
- Manyetik rezonans görüntülemelerde (MRG) olduğu gibi radyofrekansla dokuların uyarılması gerekir

## Transmisyon (geçme)

Bu prensibe dayanan görüntüleme yöntemlerinde kullanılan enerjinin, organizmayı geçerek karşı taraftaki alıcıya ulaşması gerekir. Burada enerji kaynağı ve alıcı farklıdır. Röntgen ve bilgisayarlı tomografi yöntemlerinde bu prensip geçerlidir.

## Refleksiyon (yansıma)

Bu prensipte; enerji kaynağı ve alıcı aynı taraftadır. Üretilen enerji organizmaya gönderildikten sonra, yansıyan enerji toplanarak görüntü oluşturulur. Ultrasonografi, bu prensibe göre çalışır.



# Tanı amaçlı Radyoloji - Radyografi

- Burada x ışınları kullanılarak görüntü elde edilir. Röntgen tüpünden elde edilen x ışınları hastadan geçerek röntgen filmine ulaşarak görüntü oluşur. Bu işleme **RADYOGRAFİ** denir.

- Radyografi ile, üzerine görüntü kaydedilen filme ise "**radyoogram**" veya "**röntgenogram**" denir. Tanısal radyolojide kullanılan özel olarak yapılmış filmlere "**radyografi filmi**" denir

- Radyografi ile incelenen yapının; yeri, boyutu, şekli ve yoğunluğu değerlendirilebilir

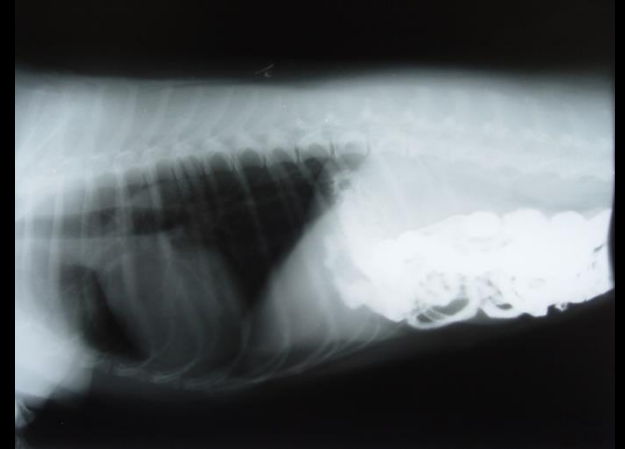
Elde edilen sabit görüntüler; röntgen filmi, kaset ya da dijital ortamda gösterilebilir

Hareketli çalışmalar ise floroskopi ile yapılabilir. Burada elde edilen görüntüler gerçek zamanlı olarak görülebilir

- **Radyografi**; üç boyutlu cisimlerin, yoğunluk ve şekillerine göre oluşan **iki boyutlu** bir görüntüdür

Organizmada ekstremitelerde gibi kemik ihtiva eden kısımlar, radyografik olarak kolayca görüntülenebildiği halde (düz radyografi), abdominal boşlukta bulunan ve benzer yoğunluktaki yumuşak dokulardan oluşan; özefagus, mide, barsaklar, karaciğer, böbrek gibi organlar film üzerinde yeterli kontrast oluşturmadığı için direkt olarak incelenmeleri yetersiz kalır.

Bu nedenle bu gibi organlarda kontrast madde ile yapay dansite oluşturularak çevredeki benzer yapıdaki organlardan farklı görülmeleri sağlanır (kontrast radyografi).



## Radyografinin endikasyonları;

- Spesifik bir oluşumun tanımlanması
- Bir hastalığın yayılışının değerlendirilmesi
- İlerleyen bir lezyonun ya da iyileşmenin takip edilmesi
- Bir patolojik oluşumun değerlendirilmesi

sayılabilir

# Ultrasonografi

- Bu tanı tekniğinde ultrasonografi cihazı üzerinde bulunan probdan çıkan ses dalgalarının hastaya iletilmesiyle ve hastadan yansıyan ses dalgalarının tekrar probdan alınması ile görüntü oluşur
- Yumuşak dokular, abdominal yapılar ve ayrıca kalbin değerlendirilmesi yapılmaktadır

- Ultrasonografi ile incelenen yapıların; boyut, şekil, ekojenite (parlak noktalar ve koyu noktalar) ve konumunu değerlendirilir

- İç yapılar değerlendirilebilir

- Ultrasonografi sırasındaki görüntüler hareketlidir, ultrasonografik dalgalar hava ya da kemiğe nüfuz edemez

- Ultrasonografik muayenede hekimin deneyimi ve anatomi bilgisi çok önemlidir

# Bilgisayarlı Tomografi (BT)

- Görüntü elde etmek için x ışınları kullanılır. Transmisyon (Geçme) fiziksel özelliğe sahiptir.
- Çoklu dedektörler kullanılarak, canlı vücudunun kesitler şeklinde görüntüleri elde edilir. Tarama zamanları çok kısadır
- İncelenen yapıların; boyut, şekil, yoğunluk, yerini gösterir ve bu tanı tekniğinde süperpozisyon şekillenmez
- Görüntülere bilgisayar manipülasyonu gereklidir

# Nükleer Tıp (Sintigrafi)

- Görüntü elde etmek için hastadan yayılan gama ışınları kullanılır
- Hastaya radyoaktif izotop maddeler IV, oral, rektal vb yolla verilerek görüntü elde edilir
- Kullanılan radyofarmasötik maddeler vücutta metabolize olması sonunda radyasyon gama ışınları şeklinde dışarı verilir
- İzotoplar kemik ve karaciğer gibi belirli bir bölgede yer alan belirli bir ajana bağlanmıştır
- Anormal fonksiyon, metabolik aktivite veya anormal miktar alımını algılar
- Sintigrafi anatomik bilgi açısından zayıf bir yöntemdir



# Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

- Yalnızca radyofrekans dalgaları kullanılır, iyonizan radyasyon kullanılmaz
- Canlı vücudunda bulunan hidrojen atomları, radyofrekans dalgaları ile uyarılması sonunda görüntü oluşur
- Kesit görüntüler elde edilir (BT'de olduğu gibi)
- Yumuşak dokuları görüntülemek için en ideal tanı yöntemidir. Özellikle merkezi sinir sistemi için en iyi olanıdır

# Radyoterapi

- Neoplastik ve bazı iyi huylu tümörlerin sağaltımlarında ve şekillenen smptomların hafifletilmesi amacıyla radyasyon kullanılır
- Genellikle Kobalt ve lineer hızlandırıcılar kullanılır
- Özel eğitim gereklidir

# X ışınlarının oluşumu

- X ışınları, hızla hareket eden elektron akımının hedefteki materyalin atomları ile etkileşimi sonucu oluşur. elektronlar hedefle etkileşime girdiğinde, aniden yavaşlar ve kinetik enerjilerinin % 1 x ışınına dönüşür (% 99 ısı olarak kaybedilir)

- X-ışını üretimi için gerekli üç eleman vardır.

1) Elektron kaynağı

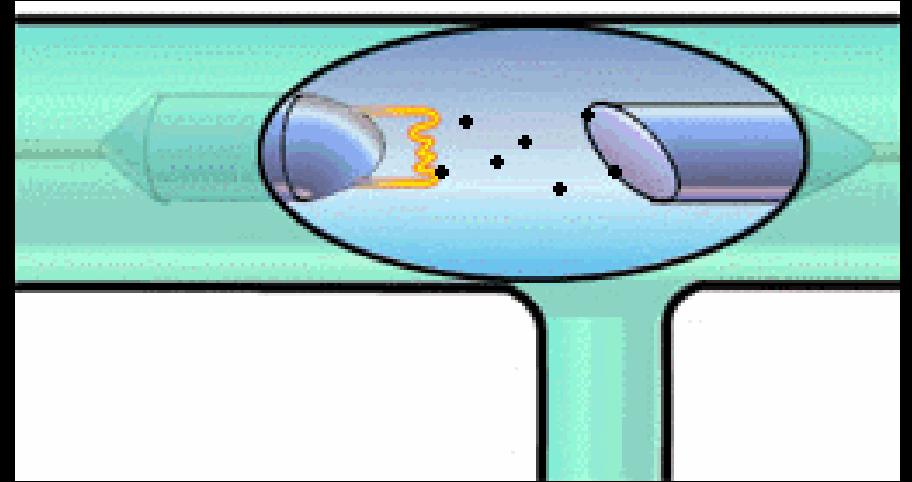
2) Elektronların çarpacağı bir hedef

3) Elektronları hızlandıracak bir yol

## X ışını nedir?

X ışınları, organizmanın gözle görülemeyen kısımlarının incelenmesi amacıyla röntgen tüpünden elde edilen elektromanyetik radyasyonun bir şeklidir. Yani X ışınları Elektromanyetik dalga özelliği taşır.

Röntgen tüpünde katottan anota doğru olan elektron akışına TÛP AKIMI veya KATOT IŞINI denir.



## X IŞINLARININ ÖZELLİKLERİ

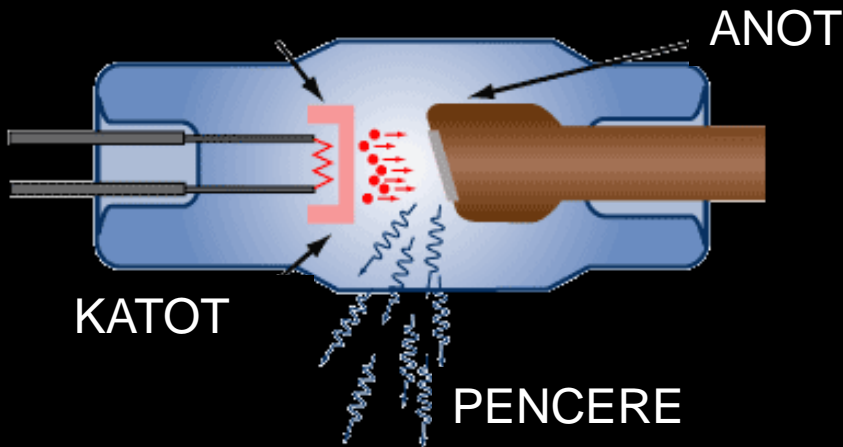
Çok kısa dalga boyuna sahip X-ışınları ve radyoaktif maddelerden salınan GAMA IŞINLARI, farklı kaynaklardan elde edilmelerine rağmen özellikleri aynıdır.

- X ışınları gözle görülmezler
- X ışınları konik olarak tüpün penceresinden çıkarlar
- X ışınları heterojen yapıdadır enerji ve dalga boyu değişir
- X ışınları manyetik alanda sapmazlar
- X ışınları ışık hızına sahiptir
- X ışınlarının şiddeti, ışın kaynağından uzaklaştıkça azalır
- Penetrasyon özelliğine sahiptirler
- Absorbsiyon özelliğine sahiptirler
- İyonizasyon özelliği vardır
- Fotografik özelliği vardır
- Kimyasal özelliği vardır
- Biyolojik özelliği vardır ve biyolojik hasara neden olurlar
- Floresans özelliği vardır
- Sekonder ışınlara neden olma özelliği vardır

# RÖNTGEN CİHAZI ve BÖLÜMLERİ

# 1. Röntgen Tüpü

- Röntgen tüpleri yüksek ısıya dayanıklı camdan yapılmış vakumlu tüplerdir
- X ışınlarının üretildiği yerdir. Röntgen tüpü içindeki katot negatif elektrodu, anot ise pozitif elektrodu oluşturmaktadır. Bu iki elektrot arasında 1-3 cm mesafe vardır
- Anotda oluşan x ışınları **PENCERE** adı verilen 5 cm<sup>2</sup> lik inceltilmiş bir aralıktan dışarı çıkar





# Katot

- Katot elektron kaynağıdır yani elektronlar burada üretilir
- Katot elemanı (filament) bir ampulde ki filamana benzer sarmal yapıda tungsten telden oluşur. Tungsten kullanılmasının nedeni ince, güçlü bir tel haline getirilebilmesi, yüksek erime noktasına (3370 C) sahip olması ve buharlaşma eğiliminin az olmasıdır
- Katoda yüksek gerilim uygulanınca yaklaşık 2000 °C de Toryum ilave edilmiş Tungsten filament ısınmaya başlar ve tungsten atomlarından elektronlar dış yörüngeden serbest kalır ve flaman etrafında birikerek bir elektron bulutu oluşur. Bu olaya “Termo-iyonik salınım” denir. Böylece elektronlar anoda doğru yönlenir



- Serbest kalan elektron sayısı filamente uygulanan akım miktarına bağlıdır. Akımın şiddeti mA (miliamper) ile ayarlanır.

mA yüksek ise

- akım şiddeti
- filament ısınması
- üretilen elektron sayısı artar

- Katotta negatif yüklenmiş içbükey başlıkla filament çervelemiştir, buna odaklayıcı başlık denir. Bu odaklayıcı başlık sayesinde elektronlar dar bir şekilde yol almaya zorlanır. Negatif yüklenmiş elektronlar birbirlerini iterek saçılma eğilimindedirler

- Odaklayıcı başlık akımı darlatarak anotta bulunan foküse çarpmasını sağlar. Fokus ne kadar küçük olursa radyografik detay o kadar fazla olur. Farklı fokuslarla çalışabilmek için modern tüplerde çoğu kez farklı boyutta iki fokus bulunur.

Küçük fokus=0.1-1mm kalınlığında→Küçük dozlarda,  
Büyük fokus=1-2.5mm kalınlıkta→Yüksek dozlarda seçilir

# Anot

- Katot'un karşısında, üzerinde x ışını oluşturacak elektronların çarptığı hedef bölgesidir
- Katottan gelen elektronların anot üzerine düştüğü noktaya **Foküs** denir. Isıya dayanıklı Bakır levha ortasına gömülü Tungsten'den yapılmıştır

Anot; sabit ve döner anot olmak üzere iki şekilde yapılır.

**Sabit anot:** Sabit anotlarda bakırdan oluşan bölgeye yerleştirilmiş tungsten hedef bulunur. Elektronların küçük bir alana bombardımanı sonucunda ısı oluşur ve bu ısı bakır tarafından uzaklaştırılır. Aşırı ısınma problem nedeniyle röntgen cihazlarında mA potansiyeli sınırlanmıştır. İlk geliştirilen tüplerde kullanılan, günümüzde dış röntgeni ve portatif cihazlar gibi yüksek doz gerektirmeyen aygıtlarda kullanılır.

**Döner Anot:** Bu cihazlarda anot; disk şeklinde olup ve Tungsten'den yapılmıştır. Tungsten hedef disk şeklinde çapı 5-20 cm (7,5 cm) arasında dönen, ince bir bant olarak yapılmıştır. Elektron demeti hedefe çarptığında diskin hızlı dönmesi nedeniyle hiçbir yer sürekli bombardımana maruz kalmaz. Isıyı dağıtma özellikleri nedeniyle mA potansiyelleri daha yüksektir

- Genel amaçlı cihazlarda kısa sürede yüksek enerjide ışın üreten döner anot kullanılır.

- Çizgi fokus prensibi: anot yüzeyi açılıdır. Bu özellik anotun daha rahat soğumasını sağlar.

Kenarları 18-20 ° eğimlidir. Işınlama sırasında 3000-10000 devir /dk hıza ulaşır. Katot'tan gelen elektronlar sürekli farklı yüzey ile temas ettiğinden fazla ısınma önlenir, tüp ömrü uzar,yüksek mA değeri sağlanabilir.

## Haube (kurşun koruyucu)

- Camdan yapılmış röntgen tüpünün çepre çevre koruyan kurşun muhafazadır
- Personel bu şekilde radyasyon ve elektrik şokundan korunur. Kurşundan yapıldığı için X-ışınlarını geçirmez
- Tüp ile arası yağ ile doldurularak yalıtılmıştır. Bu şekilde tüpün soğumasına da yardımcı olur.
- Tüpte oluşan X-ışınlarının çıkması için bir pencere bırakılmıştır. Burada ki 1-2 mm kalınlığındaki alüminyum filtre, istenmeyen ışınların hastaya ulaşmasını önler

# Filtreler

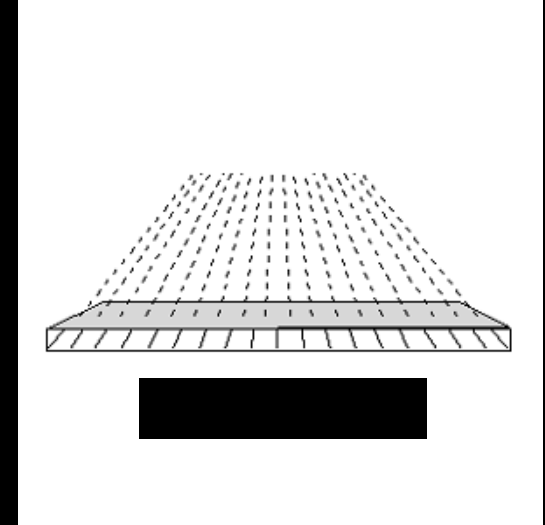
- Radyasyon güvenliği için kullanılır
- Filtreler görüntü oluşumuna katılmayan düşük enerjili x ışınlarını tutar
- Bu düşük enerjili ışınlar hasta tarafından tutulur ve dozun yükselmesini sağlar
- Alüminyumdan yapılmıştır

# Röntgen Aygıtının Yardımcı Kısımları

Primer ve sekonder ışınların sınırlandırılması ve bu şekilde kaliteli radyogram elde edilmesini sağlayan parçalardır.

A- Primer Işınların Sınırlandırılması

B- Sekonder Işınların Sınırlandırılması



## A-Primer Işıkların Sınırlandırılması:

Röntgen tûpünden çıkan primer ışıkların sınırlandırılmasına **KOLLİMASYON** denir. Böylece Işın demetinin boyut ve büyüklüğünü kontrol edilir. Radyasyon güvenliğini artırarak personelin korunmasını ve görüntü kalitesinin artmasını sağlar

### **Diyafram**

Tûpün penceresine takılan, ortasında X-ışınlarının geçebileceği açıklık bulunan kurşun levha'dan oluşur.

### **Konus ve silindirler**

Diyaframın modifiye edilmiş şekilleri olup kurşundan yapılmış koni veya silindir şeklinde tûpün penceresine takılan, X-ışınlarını bir bölgeye yönlendiren düzenektir.

### **Işık-ışın Diyaframı**

Primer ışıkları en etkili şekilde sınırlayan, tûpün penceresine takılan , içte bulunan ışık kaynağının rehberliğinde X-ışınlarının düşeceği alanı sınırlayan eş zamanlı hareket edebilen kurşun plakalardan oluşur



## B- Sekonder Işınlarnn Sınırlandırılması

### Bucky Düzenegi ve Gridler

-Saılan sekonder ışınların film üzerine etkisini en aza indirgemek için kullanılan gereçlerdir

- Grid kelime olarak IZGARA anlamına gelir. Radyo-opak ve radyolusent bölmeleri olan ızgara şeklindedir

- 1913 yılında Dr. G. Bucky tarafından geliştirilmiş olan bucky düzenegi röntgen masasının altına monte edilerek özellikle kafatası, abdomen, kalça grafileri gibi kalın bölgelerin grafisinde ortaya çıkan sekonder ışınların filme ulaşması ve netliğin bozulması önlenir

- Bu amaçla ayrıca **GRİDLİ KASETLER** geliştirilmiştir. Kurşun çubuklar kaset içine; X-ışınlarına dik ve aralarında boşluk olacak şekilde yerleştirilmiştir. Hastadan geçen X-ışınları kaset içindeki filme ulaşmadan önce bu sistemden geçer
- Radyolusent olan ara bölmeler alüminyum, bakalit veya plastikten yapılmıştır
- Sabit grid sisteminin 2,5 cm<sup>2</sup> sinde 60-120 kurşun çubuk bulunur. Bu çubuklar primer ışınların %15'ini , sekonder ışınların ise %88'ini tutar
- Hareketli gridlerde çubuk sayısı daha azdır. Ayrıca film üzerinde grid çizgileri izlenmez

Grid sistemi ; içine konulan kasetin boyutlarına uygun, 2-4 mm kalınlığında levha'dan ibarettir. Bu amaçla özel yapılmış **GRİDLİ KASETLER** bulunmaktadır. Gridler; genel olarak 11cm'den kalın olan bölgelerin grafisinde detayın daha net görülmesini sağlar

Gridler; sabit ve hareketli olmak üzere iki çeşittir

## Sabit Gridler

Işınlama sırasında hareket etmez, film üzerinde kurşun çubukların gölgesi izlenir. Bunlar üç çeşittir

### *A-Linear (düz) Grid:*

Linear gridlerde kurşun çubuklar foküslenmeden dizildiği için filmin kenar bölgesinde daha fazla primer ışın tutulacağı için kenarlarda görüntü kalitesi düşüktür

### *B-Çapraz Grid:*

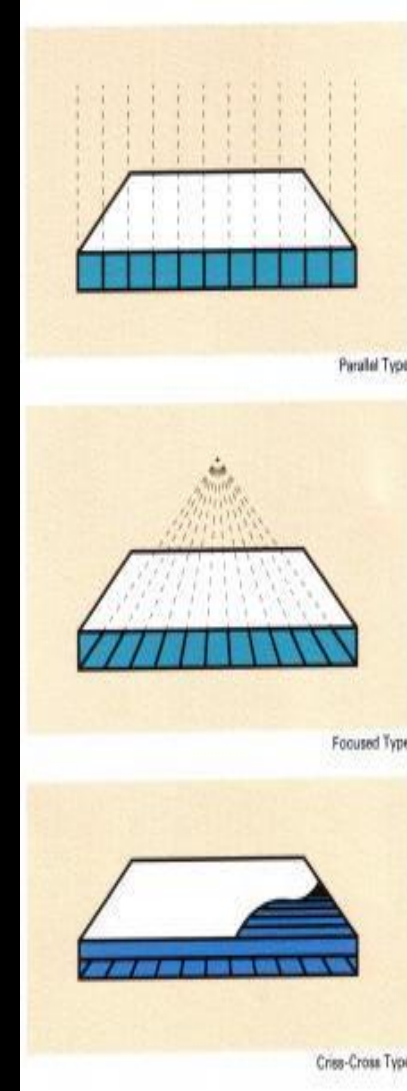
Birbiri üzerine dik olarak yerleştirilen iki linear grid sisteminden oluşur. Sekonder ışınları büyük ölçüde tutar. Kalın olduğundan magnifikasyon artar

### *C-Odaklanmış Grid:*

Kurşun çubuklar, x-ışınlarının çıkış yelpazesine uygun olarak açıldırılarak dizilmiştir

Merkezdeki çubuklar dik, yanlara doğru eğik(ışınsal)olarak dizilir.

Bu şekilde, linear gridler de görülen sakınca ortadan kalkmıştır



## B-Sekonder Işınların Sınırlandırılması:

### Hareketli Gridler

- Sabit gridlerde film üzerindeki çizgilerin giderilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Işınlama sırasında kurşun çubuklar hareket eder, bu nedenle film üzerinde gölgesi görülmez
- Hareket sırasında ses çıkarmaları nedeniyle Veteriner Hekimlikte tercih edilmezler

X ışını tüpü terk ettikten sonra 4 seçenek vardır

1. Hastaya çarpar ve emilir
2. Hastaya çarpar ve diğer yönlerde yansır
3. Hastadan geçer kasete ulaşır ve Filmde görüntü oluşturur
4. Hastadan, kastten, masadan geçer yere ulaşır

# KONTROL PANELİ

kV ve mAs nedir ve neden önemlidir?

**Kilovolt (kV) kontrolü:**

Katot ve anot arasında volt olarak potansiyel fark dır.

Bu şekilde elde edilecek X-ışınının dalga boyu yani penetrasyon özelliği belirlenir. Yani x ışınının kalitesini belirleriz. Işınlama sırasında grafisi yapılacak bölgeye göre gerekli kV seçimi yapılır

- kV kontrolünün otomatik olarak yapıldığı küçük cihazlarda düşük kV değerlerinde mA yükseltilerek başarılı grafi sağlanabilir

- kV yükseltiğinde ise düşük mA seçilme zorunluluğu vardır

Örn: 25mA 60kV  
20mA 75kV  
15mA 90kV  
10mA 105kV

## Miliamper (mA) Kontrolü

Işınlama sırasında katoda uygulanacak **akım miktarını** belirler. mA yükseltildiğinde, katot etrafında daha yoğun elektron bulutu oluşur ve ışınlama ile bu elektronlar katod'dan anoda yönelirler.

Detay gerektiren grafilerde mA yüksek tutulur. Böylece radyogram üzerinde ayrıntı incelenebilir.

mA kontrolü ancak seçilen ışınlama süresince etkili olur. Bu nedenle mA ve süre(sn) faktörleri kombine olarak **mAs** şeklinde ifade edilir. Böylece x ışınlarının kalitesi belirlenir.

$$300 \text{ mA} \times 1 \text{ sn} = 600 \text{ mA} \times 0.5 \text{ sn} = 150 \text{ mA} \times 2 \text{ sn} = \text{mAS}$$