

Görünmeyeni Gösteren **X-ışınları...**



Eğer bir terslik olur da bir gün kolunuzu kırarsanız, yakınlarınızın yapacağı ilk iş, sizi doktora götürmek, doktorunuzun yapacağı ilk iş de, kolunuzun röntgen filmini çektiirmek olur. Bu film çekilirken kolunuza X-ışınları verilir. Bu ışınlar sayesinde kolunuzun içindeki kemiğin görüntüsü filme aktarılır. Doktorunuz, bu filme bakarak, kırık bölgeyi saptar ve ne yapması gerektiğine karar verir. Peki, bu X-ışınları nedir? Nasıl elde edilir? Nerelerde kullanılır?

Tarihte pek çok buluş gibi, X-ışınları da rastlantısal olarak bulundu. 8 Aralık 1895 gecesi idi. Alman fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen, her zamanki gibi laboratuvarında çalışıyordu. Havası kısmen boşaltılmış bir cam tüpten elektrik akımının geçişini incelemek amacıyla deney yapıyordu. Tüpten elektrik akımı geçirmeye başladığı sırada tüpün yakınındaki floresan ekranın parladığını gördü. Bu, normalde şaşılacak bir şey değildi. Floresan, elektromanyetik bir ışınım maruz kaldığında, zaten parlardı. Oysa onun masasındaki ekranın üzeri kalın, siyah bir kartonla örtülüydü. Elini tüpün önüne tuttu ve floresan ekranın üzerinde o ana kadar kimsenin görmediği bir görüntü oluştu. Elindeki kemiklerinin hepsini tek tek görebiliyordu. Elinin içinden geçen ve gözle göremediği ışınlar bunu sağlamıştı. Bu ışınların, o güne değin bilinmeyen bir ışınım olduğunu düşünen Röntgen, niteliklerini tam anlayamadığı için bunlara "X-ışınları" adını verdi. Röntgen'in bulgularına göre, bu ışınlar, yansıma ve kırılma gibi ışığa özgü özellikler göstermiyordu. Bu

durum, X-ışınlarının görünür ışıkla bir ilgisi olmadığını gösteriyordu.

Çekilen ilk film, Röntgen'in eşinin eline ait. Bu filmde, eldeki yüzük de görünüyor.



Röntgen, odasına günlerce kapanarak buluşu üzerinde çalışmaya başladı. Bu süre içinde kimseyle görüşmedi. Tüple ekran arasına birçok nesne yerleştirdi. Işınları kalın kitaplara, tahtaya, sakıza, kurşuna ve farklı metallere gönderdi. Metallerin oluşturduğu görüntüler, kitap ve tahta gibi maddelerin görüntülerinden daha netti. Aynı şekilde kemiklerimizdeki doku yoğunluğu da deri ve kaslarınkinden fazlaydı. Bu durum, kemik dokusunun deri ve kas dokusundan daha belirgin olarak görülebilmesini sağlıyordu. Uzun süreli çalışmalar sonucunda Röntgen, eşinin el kemiklerini fotoğraflamayı başardı. Artık, bulduğu ışınların gücünü gösteren ilk kanıt elde edilmişti.

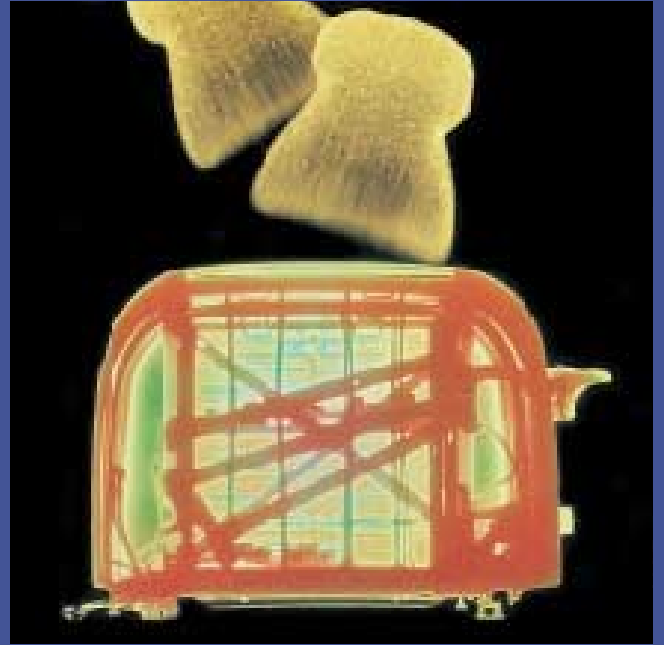
Görünmeyeni görünebilen yapan bu buluş dünyada büyük bir heyecan yarattı. Artık herkes başının ya da elinin röntgen filmini çekirtmek istiyordu. Hatta bazı ayakkabı mağazaları bile bu



İlk yıllarda röntgen filmi çekirmek çok zor bir işti. El filmi için 15 dakikaya gereksinim vardı. Röntgen filminin çekimi, hastanın arkasından tutulan ışıkla gerçekleşebiliyordu. Tüm bir vücut röntgeni ilk kez 1907 tarihinde çekildi. Bu röntgen filmini çekiren bayan, takılarını çıkarmadığı için yüzük, bilezik, kolye ve topuklu ayakkabıları filmde çok net bir şekilde görünüyor.

yöntemi kullanıyorlardı. Eğer müşteri, satın alacağı ayakkabının ayak yapısına uygun olup olmadığını bilmek isterse ışıklı kutunun arasına ayağını koyuyor ve parmakları için yeterli yer olup olmadığına bakıyordu. O zamanlarda bu buluş kimileri için ticari bir kazanç kaynağı olmuştu.

En büyük heyecan tıp alanında yaşandı. Röntgen'in araştırmalarından çok kısa bir süre sonra bilimadamları, dişlerin ve kırılan kolların röntgen filmlerini çektiler. Daha sonra New York'ta av sırasında yanlışlıkla elinden kurşunla yaralanan bir kişinin elinin röntgen filmi çekildi. Doktorlar, bu film sayesinde, kurşunun filmdeki görüntüsünün siyah bir nokta olduğunu anlamış oldular. Bu şekilde vücuda giren diğer yabancı cisimleri zaman içinde tanımlamaya başladılar. Özellikle de I. Dünya Savaşı sırasında yaralanmalarda tanı koyma amacıyla röntgen filmi sıklıkla kullanıldı. Daha sonra geliştirilen yöntemlerle hastaya özel karışımli sıvılar içirilerek, sindirim sistemindeki tıkanıklıklar ve tümörler saptanmaya başlandı. Bu sıvıların bulunduğu bölümlerle, tümörlerin ya da



Tost ekmeği kızdıktan sonra yukarıya çıkarken, tost makinesinin içi kıpkırmızı olur. Röntgen filmleri siyah-beyaz renktedir. Fakat bazı bölümlerin daha net görünmesini ve birbirinden ayırdedilmesini sağlayabilmek için bilgisayarlarda renklendirilebilir.

tıkanıklıkların olduğu bölümler farklı koyulukta görüldüğünden tanı koymak kolay oluyordu.

O zamanlar röntgen filmi çekirmek biraz zordu. Hastalar, filmlerin doğru çekilebilmesi için 15-20 dakika, bazen de daha fazla süre belirli bir konumda durmak zorundaydılar. Oysa günümüzde bu süre saniyelere indirgenmiş durumda. Modern kliniklerdeyse görüntüler anında bilgisayara aktarılıyor. 1970'li yıllardan beri kullanılan "bilgisayarlı tomografi" aygıtları, X-ışınlarının vücuda tek bir açı yerine farklı açılardan girmesini sağlıyor. Böylece vücudumuz kesitler halinde görüntülenebiliyor. Bu, daha ayrıntılı bilgi sağlayan bir yöntem.



Ayak, ayakkabının içinde rahatsa, paten kullanmak daha kolay olur. Yüksek topuklu bir ayakkabının içindeki kemiklerin çok fazla sıkışıp büküldüğünü görebilirsiniz. Bu tür ayakkabıların uzun süre giyilmesi sağlık sorunlarına yol açabilir.

X-ışınları Nasıl Oluşur?

X-ışınları, temel olarak görünür ışık ışınları gibidir. Bunların her ikisi de, foton denilen parçacıklar tarafından taşınan elektromanyetik enerji biçimleridir. Aralarındaki fark, fotonların enerjisinden kaynaklanır. Buna, ışınların dalga boyu da denir. Gözlerimiz, görünür ışığın belirli dalga boylarına duyarlıdır. Ancak, dalga boyu daha kısa olan yüksek enerjili X-ışınlarına ve dalga boyu daha uzun olan düşük enerjili radyo dalgalarına duyarlı değildir. Görünebilir ışık fotonları ve X-ışını fotonları, atomlardaki elektron hareketiyle oluşur. Bir atomun çekirdeğinin çevresindeki elektronlar, farklı enerji düzeylerinde bulunurlar. Elektrikle uyarılan bir atomun en dış enerji düzeyinde bulunan elektronu, bir üst düzeye atlar. Ancak, elektronun üzerindeki uyarı ortadan kalktığında, elektron yeniden eski düzeye iner. Bir elektron, daha düşük bir enerji düzeyine geçtiğinde, bir miktar enerji, foton olarak açığa çıkar. Bir foton, başka bir atomla çarpıştığında, atom bir elektronunu daha yüksek enerji düzeyine fırlatarak fotonun enerjisini emebilir. Ancak, bunun olması için, fotonun enerji düzeyi, elektronun her iki konumundaki enerji farkına eşit olmalıdır. Böyle olmazsa foton, elektronları farklı enerji durumlarına geçiremez. Vücudumuzu oluşturan atomlar, görünür ışık fotonlarını emer. Çünkü, fotonun enerji düzeyi, elektron konumları arasındaki farklı enerji düzeylerini karşılar. Radyo dalgaları, daha büyük atomlardaki elektronların hareketini sağlayabilecek enerjiye sahip değildir. Bu nedenle, her şeyin içinden geçer gider.



X-ışınları da çoğu şeyin içinden geçer; ama farkı, enerjisinin çok yüksek olmasıdır. Bunlar, bir atomdan bir elektronu koparabilirler. X-ışını fotonlarının enerjisinin bir kısmı, elektronu atomdan koparmak, kalanı da elektronu boşluğa fırlatmak üzere kullanılır. Görece ağır atomlar, X-ışını fotonlarını bu şekilde soğurmaya daha yatkındır. Çünkü, ağır atomların enerji düzeyleri arasındaki fark daha büyüktür. Elektronların bulunduğu enerji düzeyleri arasındaki farkın küçük olduğu hafif atomlar, X-ışını fotonlarını daha az soğururlar. Vücudumuzdaki deri, kas gibi yumuşak dokular da hafif atomlardan oluşur. Bu nedenle X-ışını fotonlarını kolaylıkla soğuramazlar. Kemiklerimizin yapısındaki kalsiyum atomları daha ağırdır. Bu nedenle bunlar, X-ışını fotonlarını daha iyi soğururlar.

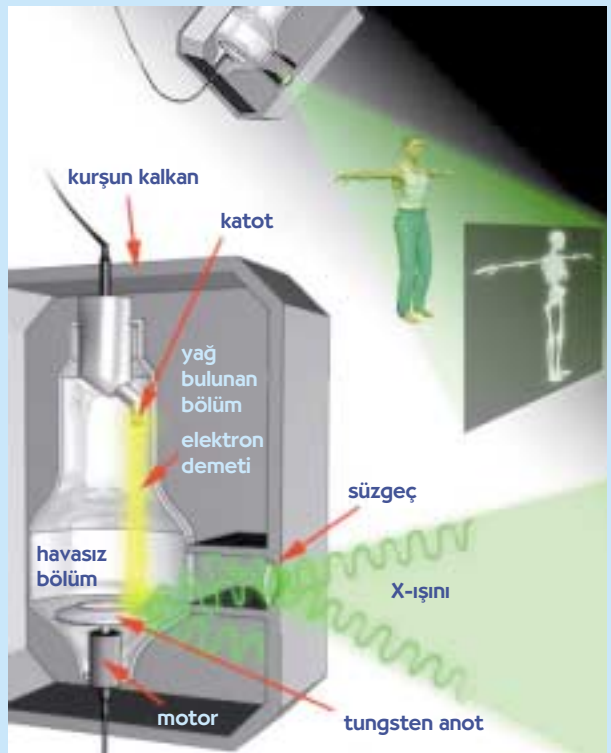
Röntgen denince aklımıza çoğunlukla tıpla ilgili konular gelir. Oysa teknoloji birçok alanda bu kullanılır. Havaalanlarında, büyük alışveriş merkezlerinin girişlerinde bulunan bilgisayarlı röntgen aygıtları, çantaların içeri tarayarak



Amerikan futbol oyuncuları, özel giysileriyle iri yapıyı görünürler. Aslında onların da herkes gibi bir kemik yapısı vardır.

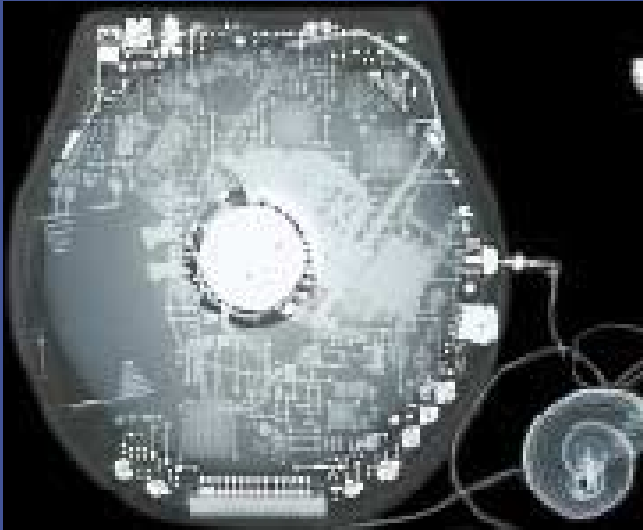
Röntgen Aygıtı Nasıl Çalışır?

X-ışınlarına kontrolsüz olarak maruz kalmak sağlık açısından tehlikeli olduğundan, röntgen aygıtları kurşun bir kalkanla kaplıdır. Kurşun, X-ışınlarının dört bir yana saçılmasını önler. X-ışınları, kurşun kalkanın üzerinde bulunan küçük bir pencereden kontrollü olarak dışarı verilir. Ayrıca, ışın demeti röntgeni çekilecek kişiye ulaşana kadar bir dizi süzgeçten geçirilir. Röntgeni çekilen kişinin arkasındaki bir kamera, bu kişinin vücudundan geçen ışınların görüntüsünü kaydeder. Röntgen aygıtı, normal ışınlar yerine X-ışınlarıyla çalışan bir kameradır. X-ışınlarıyla çalıştığından, vücudumuzun iç kısmını fotoğraflar. Röntgen aygıtının iç kısmında havası alınmış bir cam tüp bulunur. Bu cam tübün içinde bir anot ve katot yer alır. Röntgen aygıtının içindeki katot, ısınilabilir bir teldir. Aygıt çalıştırıldığında, bu telden akım geçer ve tel ısınır. Isı etkisi, telin yüzeyinden elektronların ayrılmasını sağlar. Anot, tungsten denilen bir maddeden yapılmıştır. Yassı bir disk biçimindedir. Anot, harekete geçen elektronları çeker. Katot ve anot arasındaki voltaj farkı çok yüksektir. Bu nedenle, tüpün içindeki elektronlar hızla uçuşur. Hızlanan bir elektron, tungsten atomuyla çarpıştığında, atomun düşük enerji düzeyindeki elektronlarından biri serbest kalır. Atomun yapısında bulunan ve enerji düzeyi daha yüksek olan bir başka elektron, aniden daha düşük bir enerji düzeyine düşer. Bu sırada elektron, fazla enerjisini foton biçiminde açığa çıkarır. Bu, büyük bir düşüş olduğundan, fotonun enerji düzeyi çok yüksektir. İşte, bu foton, X-ışınıdır. Bu olaylar sırasında çok miktarda ısı açığa çıkar. Aygıtın içinde bulunan yağ banyosu ve motor, yüksek ısının etkisini azaltma işlevini yerine getirirler.



görüntüler. Fabrikalarda üretilen metal malzemelerin kalite kontrolleri de röntgen aygıtlarıyla yapılır. Bu şekilde çok küçük yarıklar bile gözükür. X-ışınları, sanat alanında da kullanılır. Örneğin, bazı resimlerin sahte olup olmadığı X-ışınlarıyla saptanır.

Metalden tahtaya kadar bütün maddelerde inceleme yapmaya olanak sağlayan X-ışınları, bir süre önce fosil incelemelerinde de kullanılmaya başlandı. Araştırmacılar, bu şekilde taşın içindeki iskeleti zarar vermeden inceleyerek, kemikler üzerinde ölçüm yapabiliyorlar. Bu yöntem uygulanırken, taşın içinde bulunan iskelete farklı açılardan çok miktarda ışın gönderiliyor. Bunun sonucunda taşın ve içindeki iskeletin, ışınları soğurma farkı saptanıyor. Böylece iskelet tanımlanıyor.



Elektronik aygıtların kalite kontrolü, üretim açısından önemli bir zorunluluktur. Bu hassas aygıtların incelikle kontrol edilmeleri ve hatalarının giderilmesi gerekir. CD çalar benzeri elektronik aygıtların üretimi sırasında oluşan küçük hataların belirlenmesi ve bunların ortadan kaldırılabilmesi için X-ışınları kullanılır.

X-ışınlarının bütün bu olumlu kullanımlarına karşın, bir de olumsuz yönü var. Bu ışınlar, canlılar için zarar verici olabiliyor. Vücudumuza verildiklerinde hücrelerimiz zarar görebiliyor.

X-ışınlarının ilk kullanılmaya başlandığı zamanlarda, hastalar ve doktorlar bu ışınlara uzun süre maruz kalabiliyorlardı. Ancak, bu kişilerde zamanla birtakım rahatsızlıklar ortaya çıkmaya başladı. Böylece bu uygulamada bir sorun olduğu kuşkusuz belirdi. Gerçekten de sorun X-ışınlarından kaynaklanıyordu. Çünkü, bu ışınlar hücrelerdeki DNA zincirlerini koparabiliyordu. DNA zinciri koptuğunda, hücre



Havaalanları, büyük alışveriş merkezleri gibi yerlerde güvenliğin sağlanması önemlidir. Suçluları yakalamada kullanılan aygıtlar da X-ışınlarıyla çalışır. Sözelimi, bir çantada silah olduğu bu aygıtlar sayesinde belirlenebilir. Dış görünüşü, çok sakın ve tehlikesiz izlenimi veren birinin, üzerinde sakladığı bir tabanca, bir bıçak ve omuzuna bağladığı bir uyuşturucu paketi X-ışınlarıyla görülebilir. Büyük bir kamyonun içindeki kaçak yolcular da X-ışınları sayesinde görülebilir.

ya ölüyor ya da mutasyon oluşuyordu. DNA'da ani kalıtsal değişiklik oluşumu anlamına gelen mutasyonlar sonucunda, hücrelerde kanser ortaya çıkabiliyordu. Bu nedenle, bugün doktorlar röntgen filmi çekilecek olan bölgeye az miktarda ışın gönderiyor ve vücudun sağlıklı bölümlerini, ışın geçirmediği için kurşunla kapatıyorlar. Ayrıca, kendilerini de X-ışınlarından korumaya yönelik önlemler alıyorlar.



Eğer X-ışınları gibi, her şeyin içini görebilen gözlere sahip olsaydık, yaşam daha kolaylaşırdı mıydı? Kapı çalındığında kapıyı açmadan kimin geldiğini bilmek daha mı iyi olurdu? Ya da herkesin içini görebilme yetisine sahip olmak nasıl olurdu? Bunların yanıtlarını bulabilmek için, X-ışınlarıyla çalışan özel kameralarla bir ailenin günlük yaşamı görüntülenmiş.

Wilhelm Conrad Röntgen'in bir rastlantı sonucu bulduğu X-ışınları, ona 10 Aralık 1901 tarihinde ilk Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı. Dünyayı daha "saydamlılaştıran" bu buluş, bilinmeyen birçok kapıyı açan bir anahtar oldu.

Cavidan Gelgör

Kaynaklar

"Der Zauberblick ins Innere Voll durchsaut!", GeoLino, Mart 2002
www.howstuffworks.com