

# X IŞINLARININ FARKLI ALANLARDA KULLANIMI

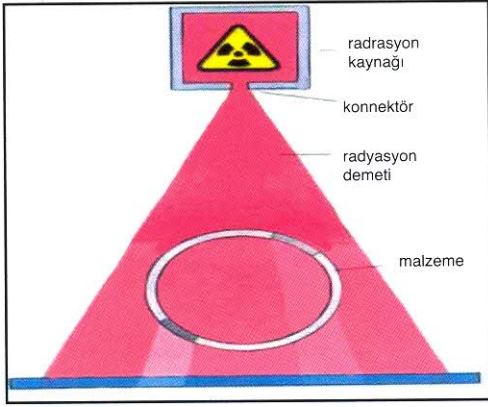


**W**ilhelm Conrad Roentgen, 1895'de laboratuvarında, camdan yapılmış ve basıncı düşürülmüş elektronik bir tüpte "katot ışınlarının soğurulması" üzerinde deneyler yaparken, tüpün iki elektrotu (katot ve anot) arasına yüksek voltaj uygulamış ve bu sırada tüpten birkaç metre uzakta bulunan "Baryum Platino Siyanür" kaplı bir levhanın parıldamakta olduğunu gözlemiş. Ancak bu parıldamanın, etraftaki herhangi bir cisimden gelebileceğini düşünerek, ışıkları söndürüp deneyi tekrarladığında, parıldama olayının da tekrarlandığını görmüş. Bunun katot ışınlarının bir eseri olup olmadığını anlamak için, tüpün üzerini siyah bir kartonla kaplayıp, deneyini tekrar etmiş ve yine aynı olayı görünce, buna katot ışınlarının sebep olamayacağını, daha değişik özelliklere sahip bir ışının özelliği olduğunu belirler. Çünkü tekrarlanan deneylerde, tüp üzerine konan siyah kağıt, karton ve tahta parçaları parıldamayı engellemiyordu. Oysa katot ışınlarının (katottan anoda doğru akan elektronların) maddeyi delip geçme özelliğinin olmadığını bilen Prof. Roentgen, bu parıldamanın, normal gün ışığından farklı özellikte olan ve bazı maddeler tarafından durdurulduğunu da deneyler sonucu ortaya koymuş ve bunun sonucunda, "baryum platino siyanür" kaplı bir kağıt ile tüp arasına elini koymuş ve tüpten akım geçirince, elinin kemiklerinin "baryum platino siyanür" kaplı kağıt üzerine yansıdığını bulmuştur. Anot voltajını arttırmakla, parıldamanın da arttığını gören Prof. Roentgen, bu parıldamaya katot ışınlarından farklı özelliklere sahip yeni bir ışının sebep olduğunu keşfettiğini anlamış ve o

Nurcan Üstündağ, \*Nuran Akyurt  
Marmara Üniversitesi  
Sağlık Hizmetleri Meslek  
Yüksekokulu, Radyoloji Bölümü  
Haydarpaşa Kampüsü  
İstanbul  
\*nakyurt@hotmail.com



anda henüz özellikleri bilinmeyen bu ışınlar matematiğe "bilinmeyen" anlamına gelen "X-IŞINLARI" adını vermiştir<sup>(1)</sup>.



Bu ışınlar günümüzde; tıp, elektrik üretimi, hayvancılık, tarım, yerbilimleri, biyolojik arıtma, gıda muhafazası, arkeoloji, kriminoloji gibi birçok alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca çekirdek bölünmesi olayının nükleer silahların yapımında da kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin, 1945'de iki adet atom bombası Japonya'nın Hiroşima ve Nagasaki şehirlerine atılmıştır. Bu bombaların savaşın daha çabuk sona ermesini sağladığı söylene de bu olay nükleer enerjinin talihsiz bir uygulamasıdır. Radyasyonun zararlı sonuçları göz önüne alındığında, net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemelidir<sup>(2)</sup>.

Radyasyonu insanların yararına kullanma çabaları ve zararlarını en az seviyeye çekebilme isteği; doğal olan radyoaktif maddelerin izotoplarını keşfe yöneltmiş ve keşfedilen izotoplar insanların hizmetine sunulmuştur. Bu izotopların yaydığı radyasyonların kullanılmasıyla, tıpta, tarımda, sanayide ve değişik tip araştırmalarda faydalı sonuçlar elde edilmiştir<sup>(3)</sup>.

### X Işınlarının Kullanıldığı Yerler

Radyasyonu, insanların yararına kullanma çabaları ve zararlarını en az seviyeye indirebilme isteği; doğal olan radyoaktif maddelerin izotoplarını keşfe yöneltmiş ve keşfedilen izotoplar insanların hizmetine sunulmuştur. Bu izotopların

yaydığı radyasyonların kullanılmasıyla, tıpta, tarımda, sanayide ve değişik tip araştırmalarda faydalı sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca yine doğada mevcut olan uranyum, toryum gibi radyoaktif maddeler de doğal olan radyasyon kaynaklarını oluşturmakla beraber radyasyonun ne olduğu düşüncesi de 18. yüzyılın ikinci yarısından itibaren bilimsel platforma taşınarak incelemenin odağına oturmuştur<sup>(3)</sup>.



Radyoaktif ışınların zararları yanında, yararları ve kullanım alanları da mevcuttur. Bu ışınları, atomları parçalamak suretiyle bir elementi diğer bir elemente çevirmede, atom pili (reaktör) yapımında, atom bombası yapımında, fosforişil kadran yapımında, minerallerin ve tarihsel kalıntıların yaşını ölçmede, tıp da teşhis ve tedavi amacıyla kullanıldı bazı alanlar olarak vermek mümkündür.

Radyoaktif izotoplar ile radyoaktif olmayan izotopların kimyasal özellikleri aynıdır. Bundan dolayı radyoaktif izotoplar izleyici olarak kimya araştırmalarında yaygın bir şekilde kullanılırlar. Ayrıca, bir kimyasal tepkimenin mekanizması ya da bir bileşiğin yapısı çoğu zaman deneylerde radyoaktif izleyiciler kullanılarak aydınlatılır.

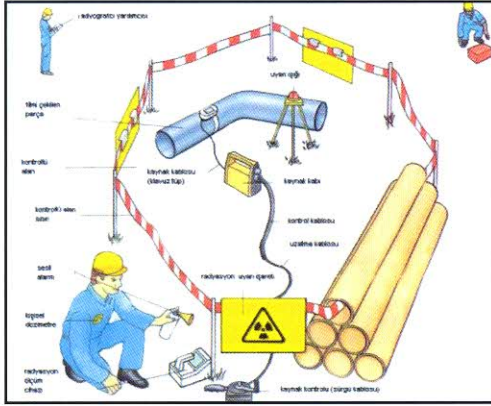
### Sağlık Alanında X Işınlarının Kullanımı

Radyoaktifliğin ışınım etkilerinden yararlanan uygulamaların başında ışın (Curie) tedavisi gelir. Bu yöntem kanser vb. habis tümörlerin yok edilmesinde kullanılır. Bu tedavi için en çok kullanılan radyoaktif izotop bir gama yayımlayıcısı olan



Co60 izotopudur. Radyoaktif izotoplar hastalıkların teşhisinde; Örneğin, günümüzde yaygın olarak kullanılan pozitron ışın tomografisi (SPECT) özellikle beyindeki bazı hastalıkların teşhisinde kullanılır. Radyoaktif ışınlar yardımıyla film veya duyarlı plaka üzerinde görüntü elde etme yöntemi radyografi olarak adlandırılmakta olup bu yöntem tıpta röntgen çekimi olarak bilinir.

Röntgen çekiminde de elektronik cihazların ürettiği x ışınları kullanılır.



### Tarımda X Işınlarının Kullanımı

Tarımda amaçlara ulaşabilmek için yararlanılan radyonüklidlerin kullanımına ilişkin başlıkları şöyle sıralayabiliriz:

**Üretim (Gübreleme ve sulama):** Tarımsal kimyasalların kontrolü, haşere kontrolü, tohum mutasyonu, yiyeceklerin korunması.

**Sulama:** Radyonüklidlerle yapılan çalışmalar sonucunda az su isteyen bitki türleri geliştirilebilmektedir. Ancak aynı zamanda da sulamanın düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır. Sulama zamanları ve miktarının düzenlenmesiyle önemli tasarruflar sağlanabilmektedir. Bunun için toprağın nem düzeyinin sürekli izlenmesi gerekmektedir. Bu iş için geliştirilmiş olan nötron çubuklarıyla toprağın su gereksinimi gerçekçi olarak belirlenmektedir.

**Yeni bitki türleri:** Bütün biyolojik moleküllerde olduğu gibi bitkilerde de zaman zaman doğal mutasyonlar oluşur. Tohumların ışınlanması mutasyon hızını çok fazla artırır ve böy-

lece yeni bitki türleri oluşur. Işınlama ile hasil edilen mutasyonların büyük çoğunluğu zararlıdır. Nadiren milyonda bir ihtimalle faydalı mutasyon meydana gelebilir. Milyonlarca tohum X veya gama ışınlarıyla ışınlanırsa, tesadüf olarak birkaç tanesi iyi özellikler kazanabilir. Bunlar iyi ürün veren, kolay büyüyen bir tür olabilir. Tohumda meydana gelen mutasyon soya geçer yani mutasyona uğramış bir bitkinin tohumlarından üretilen yeni bitkide istenilen karakterleri taşıyacaktır. Bu yolla birçok yeni tür hububat üretilebilir ve geliştirilen yeni hububat özellikle gelişmemiş ülkelerin tarımı için son derece önemlidir.

**Haşaratla mücadelede:** Radyasyonla haşaratla mücadelede de çok başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Radyasyonla steril hale getirilen erkek sinekler tekrar ortama salındığında üretken dişi sineklerle çiftleşmesi sonunda dölleme olmayacak yani yeni nesil oluşmayacaktır. Kısırlaştırılmış erkek sineklerin tekrar salınmasıyla sinek nüfusunun toplam olarak yok edilmesi mümkün olmaktadır. Bu teknik Körfez Ülkelerindeki burğu kurtlarına karşı başarılı bir mücadele verilmektedir. Kısırlaştırmanın haşarat ilaçlarıyla mukayese edildiğinde çok fazla üstünlüleri olduğu görülmüştür. Özellikle çevreye zararlı ilaçlar saçılması, sadece istenilen haşarat yok edilmesi ve fakir ülkelerin pahalı ilaçlara para vermesi son derece önemli sonuçlardır.

**Gıdaların sterilizasyonu:** Nükleer radyasyonların diğer bir kullanım alanını oluşturur. Işınlama sonunda elde edilmiş gıdaların insan sağlığına bir zararı olduğu tespit edilmemiştir. Bu teknik meyveler içinde uygundur. Çünkü meyveler genelde tropikal ülkelerde yetiştirilip gemilerle kuzey ülkelere nakledilir. Bu meyveler paketlenildikten sonra gama ışınlarıyla sterilize edilebilir. Radyasyonla sterilizasyon zararsız ve kimyasal sterilizasyona göre pek çok avantajları bulunmaktadır. Sütün



radyasyon ile sterilizasyonunda tat değişikliğine sebebiyet verdiği için ultraviyole (UV) ışıkla sterilize edilir. Radyasyonla sterilizasyonda gıdalardaki vitaminlerin bazılarının bozulduğuna dair söylentiler varsa da bu henüz ispatlanamamıştır<sup>(4)</sup>.



### Hayvancılıkta X Işınlarnın Kullanımı

Radyoizotoplar hayvancılıkta temel olarak, hayvanların beslenmesindeki en iyi yöntemi saptamak, üremelerindeki dengeyi belirleyebilmek ve bazı hastalık yapıcı etkenleri ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır.

Çiftlik hayvanları birçok ülkede, önemli yaşamsal ve ekonomik faktör niteliğindedir. Parazitlerin bu konuda büyük zararlar oluşturduğu bilinir. Araştırmalar ışınlama yoluyla üretilen aşılarnın bu parazitlerin zararsız hale getirilebileceğini ortaya koymuştur. Co60 ve x ışını kullanılarak parazitlerin hastalık yapabilme yeteneklerini ortadan kaldırılmasında güvenli ve ucuz maliyetli olması nedeniyle yaygınca tercih edilir.

### Hidrojeoloji Alanında X Işınlarnın Kullanımı

Günümüzde yeraltı ve yüzey sularının miktar, içerik ve davranışlarına ilişkin pek çok bilgiyi sağlamak mümkün hale gelmiştir. Nükleer teknikleri kullanarak yanıtları bulunabilen başlıca sorunlar şöyle sıralanabilir:

Yeraltı sularının; kökeni, yaşı, dağılımı, su kalitesi, oluşum ve yenilenme mekanizması, akiferler arasındaki bağlantılar, akiferlerin litolojisi, gözeneklilik ve geçirgenlik özellikleri.

Yüzey sularında; göllerin ve rezervuarların dinamiği, barajlardaki kaçaklar, nehirlerin boşalım ölçümleri, yataklardaki taşınımlar, sedimentasyon hızı.

İzotopik yöntemlerle kıraç veya yarı kıraç alanlarda yeraltı sularının yaşı belirlenerek endüstriyel gelişim bölgeleri saptanmaktadır. Suların kirlenmesi, kimyasal anlamda ölçülebilmekte ancak kirlenmenin nedeni genellikle izotopik yöntemlerle saptanmaktadır.

### Jeoloji, Jeofizik, Jeokimya ve Yaşlandırılmada X Işınlarnın Kullanımı

Doğal radyoaktif mineraller jeolojide önemlidir. 45 çeşit doğal radyoaktif izotopu bulunan 19 farklı element mevcuttur. Uranyum, Toryum ve Potasyum bu 19 elementin arasında en sık bulunanlardır. Hazırlanmış bir oyuğa yerleştirilen nükleer ölçüm aygıtlarıyla kayanın yoğunluğunu, gözenekliliğini ve kimyasal elementlerini saptamak mümkün olabilmektedir. Nötronların gücü absorpsyonu ile hidrojen içeren bir tabaka veya petrol olup olmadığı anlaşılmakta, yeraltı suyunun tabakadan geçip geçmediği ve Cl varlığı belirlenmektedir. Çok ince olsalar bile kumtaşı ve kireçtaşı gibi litolojilerin kalınlıkları belirlenebilir.

Bu nükleer uygulamaların dışında; çevre bilimlerinde ve enerji üretiminde nükleer uygulamaları gözlemlemek mümkündür<sup>(5)</sup>.

### Endüstri Alanında X Işınlarnın Kullanımı

Radyasyon ve radyoizotop uygulamalarının endüstrideki katkı ve yararları gelişmiş ülkelerde çok iyi bilinmektedir. Modern endüstride radyasyon ve radyo izotopların kullanımı, proses geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, ölçüm, otomasyon ve kalite kontrol için büyük önem taşımaktadır. Radyoaktif maddenin çok küçük bir miktarı kolayca saptanarak ölçülebildiği için bazı endüstri alanlarında büyük yararlar sağlamaktadır. Bunlar; kömür, petrol gaz ve petrokimya, çimento, cam, inşaat malzemeleri, maden filizi işlenmesi, kağıt



demir ve çelik, demir dışı metaller, otomotiv olarak sayılabilir.

Radyonüklidlerin endüstri alanındaki büyük önemi yeni aygıtların geliştirilmesini sağlamıştır. Bu aygıtlarla yapılan çalışmalar bazı çok özel nitelikler içermektedir. Çünkü: (1) Radyasyon madden geçebilmektedir. Ölçülecek materyale doğrudan temas olmadan ölçüm yapılabilir. (2) Hareketli materyalde hareket halinde iken ölçüm yapılabilir. (3) Radyonüklid kaynağın kararlılığı mükemmeldir ve çok az bakım gerektirmektedir. (4) Maliyet/yararlılık oranı diğer yöntemlere göre çok iyidir. (5) Gama ışının absorpsiyon'una dayanan yoğunluk ölçümleri sıvı ve katı ortamlarda otomatik yoğunluk ölçümü gerektiren her alanda kullanılmaktadır. Yağ endüstrisi, mineral prosesi ve sigara endüstrisinde bu yöntemde yararlanılmaktadır.

X ışının floresan analizi adı verilen ve her elementin kendine özgü karakteristik x ışının analiz ederek metal kompozisyonunu belirleyen teknik, maden cevheri ve metal kaplama endüstrisinde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Radyonüklidlerin kullanıldığı bir başka önemli alanda beton köprülerdir. Bu köprülerde direnci sağlayan dayanıklılık kabloları köprünün alt kısmına yerleştirilir. Eğer bunlar doğrusal biçimde olmazsa stres uygulandığı zaman köprüde önemli hasarlar oluşabilir. Kablolar yerleştirilmeden önce kabloları taşıyacak tüplerin içerisine radyonüklid kaynaklar konarak tüplerin tam pozisyonu ve doğrusallıktan sapma olup olmadığı saptanabilir.

Cam ve beton üretiminde kullanılan kumun nem düzeyi hem cam teknolojisinde hem de beton kullanılan her alanda, özellikle de baraj yapımında çok önemlidir. Nötronların yardımıyla kumdaki, nem kolaylıkla saptanmaktadır. X veya gama ışını kullanılarak

yapılan radyografi kalite kontrol uygulamaları çok kullanılan ve bilinen bir yöntemdir. En çok kullanıldığı alanlar kaynak ve dökümler, jet motorları gibi monte edilmiş makinelerdir. Örneğin petrol veya doğal gaz gibi boru hatlarındaki kaynak kontrolü gama-radyografi yöntemi ile yapılmaktadır. Gama kaynağı borunun merkezine konmakta ve borunun dışına film yerleştirilerek görüntü alınmaktadır. Yeni uygulamalarda film yerine dijital sistemler geliştirilmiştir<sup>(6)</sup>.

#### Kaynaklar

- (1) Kumaş, A., 1996. Radyoloji. Tamer Matbaacılık, Ankara, 83-84.
- (2) Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 1999. ÇNAEM Bilgiler Haberler, Ağustos, İstanbul.
- (3) Seçilmiş, I., 2000. Radyasyon Hakkında Bilmek İstediklerimiz. Türkiye Sağlık İşçileri Sendikası, Ankara.
- (4) Yülek G. G., "Nükleer Enerji ve Çevre", SEK Yayınları.
- (5) "Radyoaktivite ile Yüzyıl 1986-1996", Gülhane Askeri Tıp Akademisi Basımevi, Etlik Ankara, 1998.
- (6) www.taek.gov.tr/yayinlar/yayinlar/ ends\_rdgafi/nrpb.html - 40k