

ENDÜSTRİDE RADYOİZOTOPLAR

Salih DİNÇER

ÖZET

Bu makalede radyoaktif parçalanma, radyoizotoplar ve bunların endüstride kullanım alanları hakkında kısa bir özetleme yapılmıştır.

ABSTRACT

In this paper there is a brief discussions of radioactive decay processes, the nature some of the nuclear radiations and a few measurement techniques used in industry.

İzotop, aynı elementin farklı nötron içeren atomlarına denir. İzotoplar arasında kararlıları bulunduğu gibi kararsız olanları da vardır. Kararsız olanlar zamanla değişikliğe uğrayarak kararlı hale dönüşürler. Bu değişiklik esnasında enerji açığa çıkar. Genellikle bu enerji yayınlanan bir parçacık ve ona bağlı kinetik enerji veya foton halindedir. Kararsız olan izotoplara Radyoizotop ve bunların değişikliğe uğramalarına da radyoaktif parçalanma veya bozunma denir. Radyoizotopların radyoaktif parçalanmaları esnasında aldıkları α , β , nötron gibi enerjik parçacıklarla gama fotonlarına nükleer radyasyon denir.

Bir radyoizotopun radyoaktif parçalanması,

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

bağintısına uyar. Burada $N(t)$, t anındaki; N_0 da başlangıçtaki parçalanmaya hazır aktif çekirdek sayısı ve λ parçalanma sabitidir. Radyoizotopun yarılanma ömrü veya yarı ömrü

$$N(t) = N_0/2$$

olması için geçen zamandır. Bu da;

$$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$$

ile belirlidir. Radyoizotopun aktivitesi ise birim zamandaki parçalanma sayısı olup,

* Doç. Dr.; Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bursa

$$A = \lambda N(t)$$

veya

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

dir. Aktivite birimi curie'dir. 1 curie = 3.7×10^{10} parça/s dir. (bir parça/saniye bir becgureldir).

Tabiatta bulunan uzun yarı ömürlü uranyum, toryum, radyum gibi radyoizotoplara ek olarak bugün nükleer reaktörlerde ve hızlandırıcılarda çok çeşitli radyoizotoplar üretilmektedir. Bunlardan α aktivitesi fazla olanlar Tablo-1'de görülmektedir. Bilindiği gibi α parçacıkları çekirdek parçalanması ile ortaya çıkan helyum çekirdekleridir. Hava içerisindeki menzilleri 4-5 cm. dir. Kalınlıkları ince de olsa sıvı ve katılardan geçemezler. Bu nedenle gaz ortamların karakteristiklerinin incelenmesinde kullanılır.

Tablo: 1

Radyoizotop	Yarılanma Ömrü	Radyasyon ve Enerjisi
Po ²¹⁰	138 gün	α ; 5,30 MeV
Pu ²³⁹	24300 yıl	" ; 5,15 "
		" ; 5,13 "
		" ; 5,10 "
Am ²⁴¹	458 yıl	" ; 5,48 "
		" ; 5,44 "
		" ; 5,38 "

β aktivitesi fazla olan radyoizotopların bazıları ise Tablo-2'de gösterilmiştir. β parçacıkları çekirdekteki dönüşümler sonunda çıkan elektronlardır. Sıvı ve katılar içindeki menzilleri birkaç mm mertebesindedir. Bu nedenle yüzeysel veya kalınlığı mm mertebesinde olan ortamların karakteristiklerinin tayininde kullanılır.

Tablo: 2

Radyoizotop	Yarılanma Ömrü	Radyasyon ve Enerjisi
Sr ⁹⁰ -Y ⁹⁰	28 yıl	β ; 0,545 MeV
TL ²⁰⁴	3.6 yıl	" ; 2,26 "
		" ; 0,764 "
Pr ¹⁴⁷	2.6	" ; 0,255 "
Kr ⁸⁵	10,3 yıl	" ; 0,672 "
		" ; 0,159 "

γ fotonu salan radyoizotoplardan bazıları Tablo-3'de görülmektedir. γ ışınları uyarılmış çekirdeğin enerji seviyesinin daha alt seviyeye düşmesi esnasında saldığı fotonlar olup, enerjisine göre sıvı ve katı ortamlarda santimetrelerce derinliğe girebilirler. Bu nedenle incelenecek numunenin kalınlığı arttığında γ ışınları kullanılır.

Tablo: 3

Radyoizotop	Yarılanma Ömrü	Radyasyon ve Enerjisi
Co ⁶⁰	5,3 yıl	γ ; 1,33 MeV " ; 1,27 "
Cs ¹³⁷	30 yıl	" ; 0,66 MeV
Ra ²²⁶	1620 yıl	" ; 0,187 " den 2,43 "e kadar değişik

Tablo-4 de izotopik nötron kaynakları görülmektedir. Nötronlar yüksüz parçacıklar olup madde içine daha fazla girebilmektedirler. Nötronları yavaşlatan ortamlar hidrojeni bol olan su, ağır su ve parafin gibi ortamlardır.

Tablo: 4

Radyoizotop	Yarılanma Ömrü	Radyasyon ve Verimi
Po ²¹⁰ - Be	0,379 yıl	α^{n1} , $3,0 \times 10^6$ n/Ci
Pu ²³⁹ - Be	$2,44 \times 10^4$ yıl	" , $1,6 \times 10^6$ "
Ra ²¹⁶ - Be	1620 yıl	" , $1,7 \times 10^6$ "
Am ²⁴¹ - Be	458 yıl	" , $2,7 \times 10^6$ "
Sb ¹²⁴ - Be	0,64 yıl	" , $1,0 \times 10^6$ "

Radyoizotoplardan çıkan radyoaktiviteyi ölçmek için kullanılan dedektör tiplerinden bazıları da Tablo-5'de gösterilmiştir.

Tablo: 5

Dedektör	Kararlılık	Enerji Bağımlılığı
Geiger-Mueller (α, β, γ)	Çok iyi	yok
İyonizasyon odası (α, β, γ, n)	iyi	"
NaI (TL) kristalli sintilasyon dedektörü (γ)	Zayıf	var
Orantılı sayaçlar (α, β, γ, n)	"	"
Yarı iletken dedektörler (α, β, γ)	iyi	"

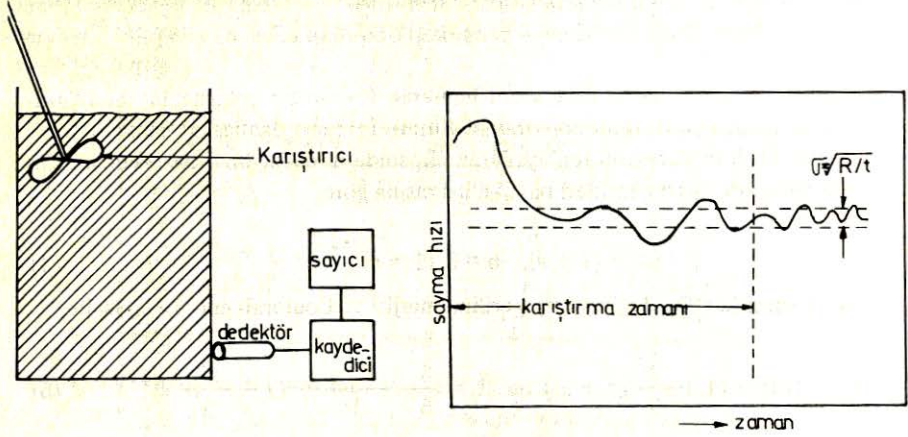
Yukarıda kısaca özetlediğimiz radyoizotoplar ile radyasyon dedektörleri ve bunlara bağlı elektronik sistemler tıpta, tarımda olduğu gibi endüstride de çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Endüstriyel bir kuruluşta hammaddenin mamul madde olana kadar geçirmekte olduğu işlemlerin kontrolü ve analizinde alışlagelmiş yöntemlerin yetersiz olduğu yerlerde radyoizotoplar önemli rol oynamaktadır. Endüstride radyoizotop uygulamaları: Radyoizotop izleme, radyoizotop kullanan ölçerler ve radyografi adı altında toplanabilirler. Bütün bu uygulamalarda uygun bir radyoizotop, dedektör ve bağlı elektronik ünitelerden ibaret düzenekler kullanılmaktadır.

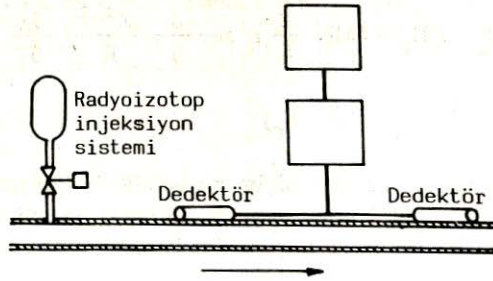
Radyoizotop izleme yöntemi ile yapılan uygulamalara:

- Bir işlem anında maddenin oyalanma süresinin ölçülmesi,
- Akış hızı ölçmeleri,
- Kaçak ve sızıntı kontrolleri,
- Pistonların veya silindir gömleklerinin aşınma hızlarının ölçülmesi,
- Petrol borularında aynı borudan farklı ürünlerin ard arda akıtılması,

gibi örnekler gösterilebilir. Şekil-1'de karışım homojenliği için geçen sürenin ölçülmesine ait düzenek görülmektedir.



Şekil: 1



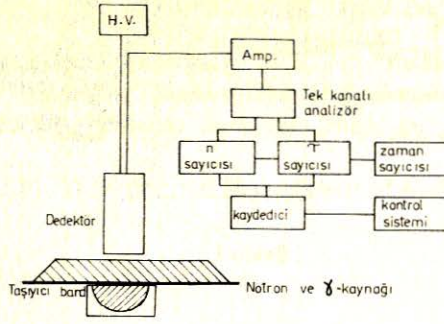
Şekil: 2

Şekil-2 de de akış hızı ölçülmesine ait bir düzenek görülmektedir.

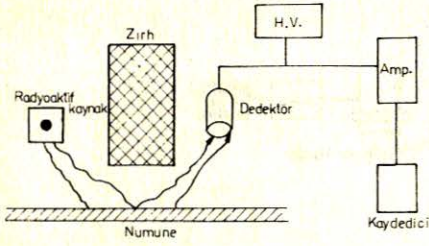
Radyoizotop kullanılan ölçerler ile:

- Kalınlık ve yoğunluk ölçmeleri,
- Kapalı kaplarda bulunan maddelerin seviye ölçme ve kontrolleri,
- Nem ölçmeleri gibi uygulamalar yapılmaktadır.

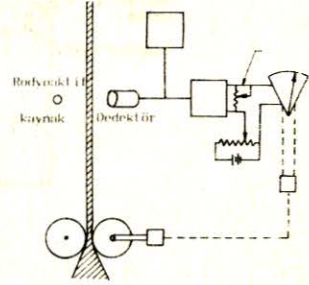
Şekil-3, 4, 5 ve 6'da kalınlık, yoğunluk ve nem ölçerlerin uygulamaları görülmektedir.



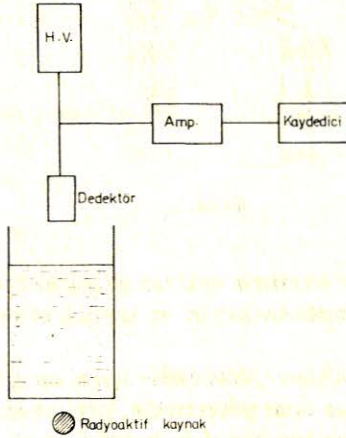
Şekil: 3



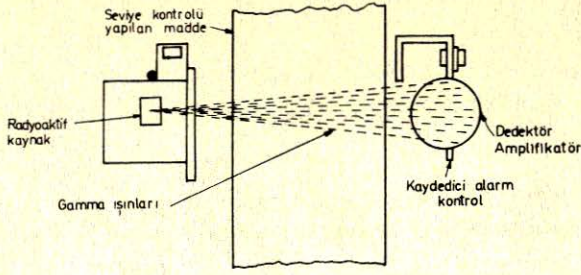
Şekil: 4



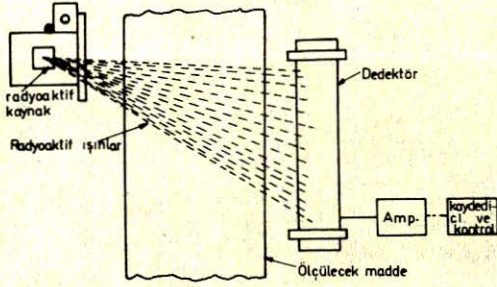
Şekil: 5



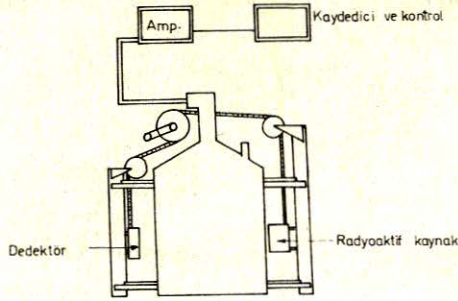
Şekil: 6



Şekil: 7



Şekil: 8



Şekil: 9

Şekil-7, 8 ve 9 da seviye ölçerlerin uygulamalarından örnekler görülmektedir. Radyografi ile döküm malzemelerinin ve kaynak eklerinin kontrolleri yapılmaktadır.

Yukarıda konu edilen nükleer yöntemlerle işlem analizleri ve kontrollerin yapılmasında maddenin bünyesine zarar gelmemekte, kısa zamanda sonuç alınabilmekte, alınan sonuçlar diğer yöntemlere göre daha incelikli ve güvenilir olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. ROBIN, P., GARDNER-RALPH, L. ELY, Jr.: "Radioisotope Measurement Application in Engineering" Reinhold Publishing Corporation, 1967.
2. WILIAM, J. PRICE: "Nuclear Radiation Detektion", Mc Graw-Hill Book Comp. 1964.
3. G.D. O KELLEY: "Detection and Measurement of Nuclear Radiation", NAS-NS-3105.