



Nal(Tl) Detektörü için Enerji Çözünürlüğünün Elde Edilmesi

İskender AKKURT¹, Şükriye Şule ARDA*¹, Kadir GÜNOĞLU²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 32200, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, 32200, Isparta

(Alınış Tarihi: 15.09.2013, Kabul Tarihi: 30.11.2013)

Anahtar Kelimeler

Nal(Tl) detektörü
Enerji çözünürlüğü
Gamma ışını.

Özet: Radyasyon son yıllarda geniş bir kullanım alanı bulduğundan dolayı radyasyon ölçümü de önem kazanmıştır. Spektroskopik ölçümler enerjiye bağlı olarak radyasyonun ölçümü için kullanılmaktadır. Nal(Tl) detektörü özellikle yüksek verimliliğinden dolayı tercih edilen bir detektördür. Ancak bir gamma spektroskopisinde ölçüm yaparken enerji çözünürlüğü özellikle birbirine yakın piklerin ayırt edilmesinde önemlidir. Enerji çözünürlüğü detektöre gelen ışının enerjisine göre değişmekte olup bir spektroskopi ölçümünün de bilinmesi gerekli önemli parametrelerin başında gelmektedir. Bu çalışmada Nal(Tl) detektörü enerjileri için enerji çözünürlüğü ²²Na, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co ve ¹³⁷Cs kaynakları ile ölçülerek elde edilmiştir.

Determination of Energy Resolution for Nal(Tl) Detector

Keywords

Nal(Tl) detector
Energy resolution
Gamma-ray

Abstract: As radiation has been used in variety of fields, radiation detection becomes important. Spectroscopic measurements are used radiation detection in terms of energies. Nal(Tl) is used due to the its high efficiency. Besides that especially discrimination of different peak in the spectrum is important. Energy resolution which depends on energy of the incoming radiation, is one of the important parameter in radiation detection. In this study energy resolution of the Nal(Tl) detector has been obtained for ²²Na, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co and ¹³⁷Cs sources.

1. Giriş

Kararsız çekirdeklerin kararlı hale geçerken yaydıkları radyasyon madde ile etkileşerek enerjilerini kaybetmektedir. Radyasyonun bu şekilde madde ile etkileşimi radyasyonun ölçümü için temel olarak alınıp detektör malzemesi belirlenmektedir. Radyasyonun varlığı duyu organları ile mümkün olmadığından algılanması ve ölçümleri radyasyona hassas detektörler ile yapılır. Radyasyonun türünü enerjisini ve belli bir madde tarafından soğurulan enerjisini ölçmek için yapılan tüm işlemler dedeksiyon olarak tanımlanır.

Radyasyonun madde ile etkileşirken enerjileri azalır, geçtikleri tüm ortamlara enerji transfer ederler. Bu çalışmada Nal(Tl) detektörü enerjileri için enerji çözünürlüğü ²²Na, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co ve ¹³⁷Cs kaynakları ile ölçülerek elde edilmiştir.

2. Gamma spektroskopisi

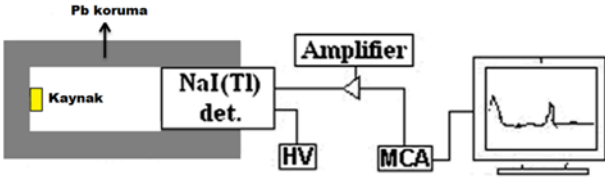
Bir örnekteki atom, molekül veya iyonların, bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında absorplanan veya yayılan elektromagnetik ışımının ölçülmesi ve yorumlanması olarak tanımlanabilecek spektroskopi amaç ve kullanılan yöntemlere göre değişik isimlerle bilinmektedir. Çekirdekte gelen gamma ışınlarının kullanıldığı analitik bir yöntem gamma spektroskopisi olarak tanımlanabilir. Gama ışın spektrumu, ışınları yayan radyoaktif çekirdeğin tanımladığında elementlerin kantitatif tayininde kullanılır. Gama ışınlarının ölçümünde popüler bir yöntem olarak kristal sintilatörler kullanılmaktadır. Genel anlamda sintilatörler, yüksek enerjili yüklü parçacıklar ona çarptığında düşük enerjili (görülebilir dalga boylarında) fotonlar yayınlayan kristallerdir. Kristalin ürettiği düşük enerjili fotonlar ise daha sonra fotoçoğaltıcı tüpler tarafından toplanır. Bir

* İlgili yazar: sule.arda@hotmail.com

sintilyasyon dedektör kristaline gelen gama ışınları, kristal tarafından birçok görünür ışık fotonuna dönüştürülür. Bu dönüşüm, fotoelektrik soğurum, Compton saçılması ve çift üretim yolları ile meydana gelir. Bu üç yöntem de yüksek enerjili elektron pozitron çiftleri yaratırlar bu parçacıklar da sintilatör ile etkileşir. Şekil 1 birçok değişik çalışmanın yapıldığı gamma spektroskopi sisteminin şematik olarak göstermektedir (Akkurt 2010, Akkurt 2012, Mavi 2012). Radyasyon ölçümünde kullanılan detektör malzemesi özellikle spektral bir ölçüm için çok önemlidir. Çünkü elde edilecek piklerin yakınlığı esnasında bu piklerin ayırte edilmesi detektörün enerji çözünürlüğü olarak bilinir. Çözünürlüğü yüksek bir detektörle daha fazla ve net elemental analiz mümkün olabilirken zayıf çözünürlükte pikler birbirine girmiş olacağından ayırmak mümkün olmayacaktır. Şekil 2 iyi ve zayıf çözünürlüğü şematize etmektedir. Bir detektörün çözünürlüğü denklem 1 de de görüleceği gibi Yarı Yükseklikteki Tam Kalınlık (YYTK) değerinin istenilen enerjiye bölümü şeklindedir.

$$R = \frac{YYTK}{E_0} \quad (1)$$

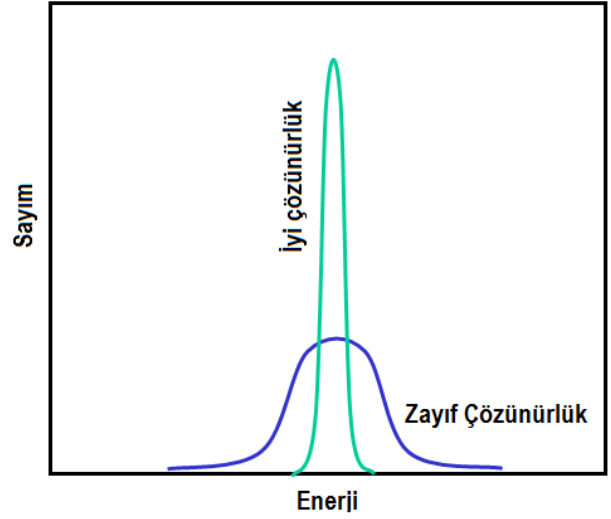
Şekil 3 te bu denklemin ne anlama geldiği şematik olarak gösterilmiştir.



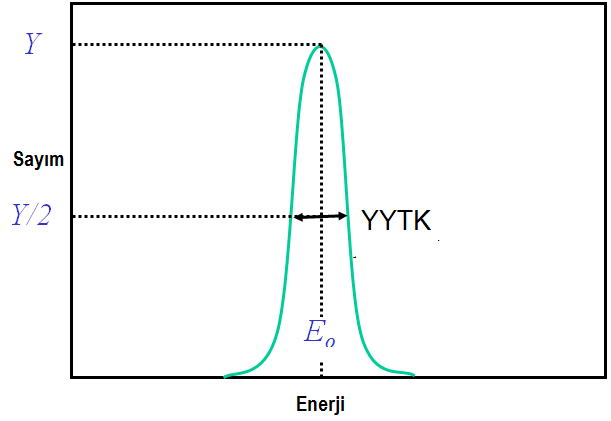
Şekil 1. Gamma spektroskopi sistemi ve aparatları

Tablo 1. Çalışmada kullanılan radyasyon kaynaklarının aktivite, yarı-ömür ve enerjileri (Firestone et al. 2004)

Çekirdek	Aktivite	Yarı-Ömür (gün)	Enerji (keV)
²² Na	0.706	950.8	511 1274
⁵⁴ Mn	0.348	312.3	834.83
¹³⁷ Cs	0.970	11020.0	661.66
⁶⁰ Co	0.843	1925.5	1173.2 1332.4



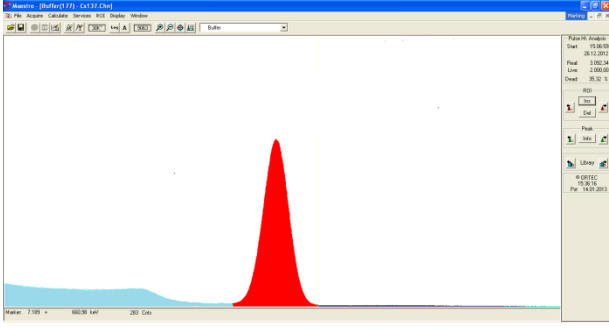
Şekil 2. İyi ve zayıf çözünürlüğün şematik gösterilmesi.



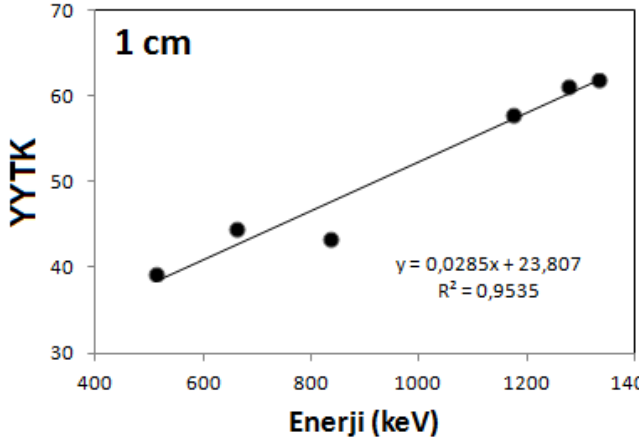
Şekil 3. Çözünürlüğün elde edilmesinin şematik olarak gösterilmesi.

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

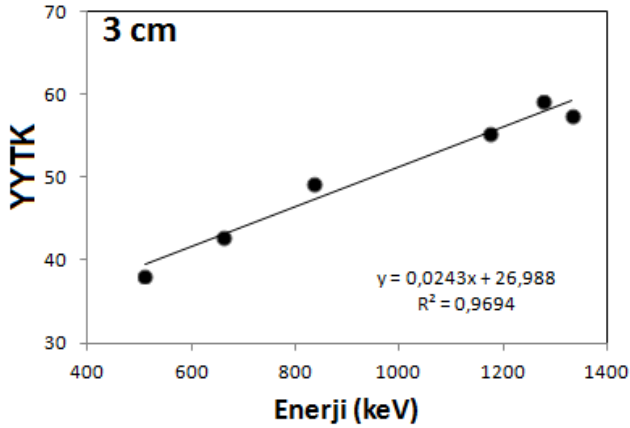
Bu çalışmada NaI(Tl) detektörü enerjileri için enerji çözünürlüğü ²²Na, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co ve ¹³⁷Cs kaynakları ile ölçülerek elde edilmiştir. Kullanılan kaynakların aktivite, yarı-ömür ve enerjileri tablo 1 de verilmiştir. Kullanılan kaynaklardan ¹³⁷Cs kaynağı için elde edilen enerji spektrumu şekil 4 verilmiştir. Şekil 5 ve şekil 6 da iki değişik detektör kaynak uzaklığı için elde edilen YYTK verilmiştir. Bu şekillerden görüldüğü gibi yüksek enerji için elde edilen YYTK değeri daha yüksektir.



Şekil 4. NaI(Tl) detektöründe ¹³⁷Cs kaynağı için Maestro yazılımı ile elde edilen spektrum.



Şekil 5. YYTK nin enerjiye bağlı değişimi (detektör kaynak uzaklığı 3 cm).



Şekil 6. YYTK nin enerjiye bağlı değişimi (detektör kaynak uzaklığı 3 cm).

Teşekkür

Bu çalışma kısmen Kalkınma Bakanlığı tarafından DPT2006K-120470 nolu proje ile kısmen de SDÜ-BAP tarafından 3312-YL2-12 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Akkurt I., H.Akyıldırım, B.Mavi, S.Kılınçarslan, C.Baasyigit 2010. Photon attenuation coefficients of concrete includes barite in different rate. Annals of Nuclear Energy 37-7:910- 914

Akkurt I., H.Akyıldırım 2012. Radiation transmission of concrete including pumice for 662, 1173 and 1332 keV gamma rays. Nuclear Engineering and Design 252:163- 166

Mavi B. Akkurt I. 2010. Natural radioactivity and radiation hazards in some building materials used in Isparta, Turkey. Radiation Pyhsics and Chemistry 79-9:933-937

Firestone R.B, Ekström L.P. Table of Radioactive Isotopes; Database Version 2.1. (<http://ie.lbl.gov/toi/index.htm>)