

## Hafif Betonların 511 ve 1275 keV' deki Radyasyon Zayıflatma Katsayılarının Araştırılması

İskender AKKURT\*<sup>1</sup>, Kadir GÜNOĞLU<sup>2</sup>, Celalettin BAŞYİĞİT<sup>3</sup>, Ayşe AKKAŞ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü / ISPARTA

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu / ISPARTA

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü / ISPARTA

<sup>4</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü / ISPARTA

Alınış Tarihi: 27.09.2012, Kabul Tarihi: 15.11.2012

**Özet:** Beton içerisinde kullanılan agregaların özellikleri betonların yoğunluğunu değiştiren faktörlerden birisidir. Bu nedenle betonlar hafif beton, normal beton ve ağır beton olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Bu çalışmada hafif beton sınıfına giren bazı betonların radyasyon zayıflatma katsayısı ölçülmüştür. Ölçümler, NaI (TI) dedektörü ve Çok Kanallı Analizör (MCA) içeren gama spektrometre sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde 511 ve 1275 keV enerjili gama ışınları yayan <sup>22</sup>Na radyoaktif kaynağı kullanılmıştır. Elde edilen soğurma katsayısı sonuçları kullanılarak yarı tabaka kalınlığı (YTK) hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hafif beton, radyasyon soğurma katsayısı, gama spektrometresi

## Investigation of Radiation Attenuation Coefficients of Light Concretes at 511 and 1275 keV

**Abstract:** One of the factors that changes the density of concrete is aggregate used in the concrete. For this reason, concretes are divided into three classes as lightweight concrete, normal concrete and heavy concrete. In this study, radiation attenuation coefficients of some concrete classified as lightweight concrete have been measured. Measurements were carried out by gamma spectrometry containing NaI (TI) detector and Multichannel Analyzer (MCA). In measurements, <sup>22</sup>Na radioactive source, emitted 511 and 1275 keV gamma energies, were used. Half value layer was calculated by using attenuation coefficients.

**Keywords:** Lightweight concrete, radiation absorption coefficient, gamma spectrometry

### Giriş

Hafif beton, etüv kuruşu durumdaki birim hacim ağırlığı (yoğunluğu), 0,8 g/cm<sup>3</sup> ten büyük, 2,0 g/cm<sup>3</sup> ten küçük olan beton olarak tanımlanmaktadır. Hafif beton, yapımında kullanılan agreganın bir kısmı veya tamamı farklı tip ve özelliklere sahip hafif agregaların kullanılmasıyla üretilir (TS EN 206-1, 2002).

Yaşam ve iş mekânlarında normal beton yerine hafif beton kullanımı, ısı yalıtımına yönelik enerji kullanımında önemli avantajlar sağlamanın yanı sıra ses izolasyonu açısından da daha olumlu sonuçlar vermektedir. Hafif beton toplam statik yükünün azaltılmasına olanak vermekte dolayısıyla daha güvenilir ve ekonomik yapıların projelendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Tüm bu avantajları nedeniyle, günümüzde kimyasal ve mineral katkı maddeleri de kullanılarak, doğal veya yapay agregalarla yüksek performanslı hafif beton üretimine yönelik araştırmalar giderek artmaya başlamıştır (Davraz, 2004).

Yeryüzünün oluşumundan günümüze kadar gelen çeşitli miktarlarda doğal olarak bulunan uzun yarı ömürlü radyoaktif maddeler ve bunların bozunma ürünleri tarafından dünya sürekli bir ışınlanmaya maruz kalmaktadır. Güneşten gelen kozmik ışınlar da bu ışınlanmanın kaynaklarından biridir. Bunların yanı sıra teknolojinin gelişimi ile radyasyon tıp, enerji, endüstri

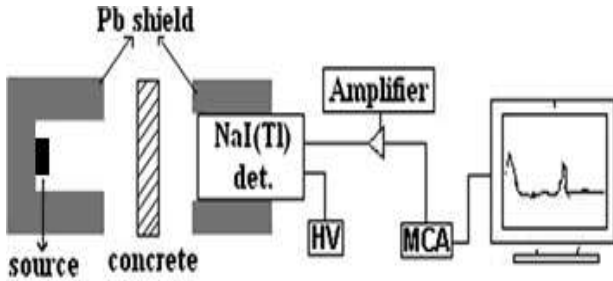
gibi alanlarda sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle radyasyonla ilgili çalışmalar artmaktadır. Özellikle radyasyonun canlılar için zararlı olmasından dolayı radyasyondan korunma yöntemleri önem kazanmıştır. Bu yöntemler mesafe, zaman ve zırhlama. Bu yöntemler içerisinde en önemlisi olan zırhlama radyasyondan korunacak sistemle radyasyon kaynağı arasına engel (soğurucu) konulmasına dayanmaktadır. Malzemelerin radyasyon zırhlama özelliği doğrusal zayıflatma katsayısı  $\mu$  (cm<sup>-1</sup>) cinsinden verilmiştir. Bu, birim yol uzunluğu başına bir malzeme ile radyasyonun etkileşme olasılığı olarak tanımlanır (Woods, 1982). Bu nedenle araştırmacılar birçok malzemenin radyasyon soğurma özelliklerinin incelemiştirler. Akkurt vd. (2010a, b, 2012a, b) ve Akkurt ve Günoğlu (2012) farklı agregalı betonların radyasyon zırhlama özelliklerini incelemiştirler. Bazı ülkelerde bina inşaatlarında kullanılan yapı malzemelerinin gama ışını zırhlama katsayılarını araştırılmıştır. (Medhat, 2009; Akkurt, 2004; Kharita, 2008, Singh, 2004).

Bu çalışmada, farklı agregalar kullanılarak üretilen hafif beton sınıfına giren iki farklı betonun radyasyon zırhlama özelliklerinin belirlenmesi için lineer zayıflatma katsayısı ölçülmüştür.

## Materyal Metot

Çalışmada, hafif beton sınıfına giren iki farklı beton üretilmiştir. Betonların üretiminde Isparta Göltaş çimento fabrikasından temin edilen Portland CEM I 42,5R tipi çimento kullanılmıştır. Agregası olarak Isparta Gölçük bölgesinde çıkarılan pomza kullanılmıştır. Üretilen betonlar hafif beton ve yarı hafif beton olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Hafif betonda agrega olarak sadece pomza kullanılırken yarı hafif betonda hem pomza hem de kum kullanılmıştır.

Üretilen betonların doğrusal zayıflatma katsayısı  $^{22}\text{Na}$  radyoaktif kaynağından elde edilen 511 ve 1275 keV gama enerjileri için ölçülmüştür. Ölçümler NaI(Tl) detektörü ve 16k kanallı Çok Kanallı Analizör içeren gama spektrometresi ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen spektrumların analizi MAESTRO-32 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Sistemin şematik görünümü Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Gama spektroskopi sisteminin şematik görünümü

Alınan ölçümler sonucunda zayıflama katsayıları Beer-Lambert denklemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu denklem aşağıdaki gibidir:

$$I = I_0 \exp(-\mu x) \quad (1)$$

Burada  $x$  betonun kalınlığını,  $I_0$  kaynak ve detektör arasında beton yokken kaydedilen pik alanını ve  $I$  kaynak ve detektör arasında beton varken kaydedilen pik alanını göstermektedir. Pik alanları değerleri MAESTRO-32 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

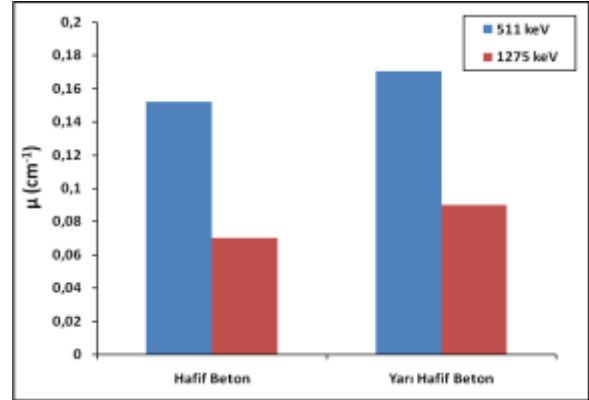
Gama ışını zırlama etkinliği Yarı Tabaka Kalınlığı (YTK) veya onuncu tabaka kalınlığı ile tanımlanır. Yarı Tabaka Kalınlığı gama radyasyonunu yarıya düşürmek için gerekli olan soğurucu kalınlığıdır. Yarı tabaka kalınlığı deneysel olarak elde edilen soğurma katsayısı kullanılarak Denklem 2 kullanılarak hesaplanır.

$$YTK = \frac{\ln 2}{\mu} \quad (2)$$

## Bulgular

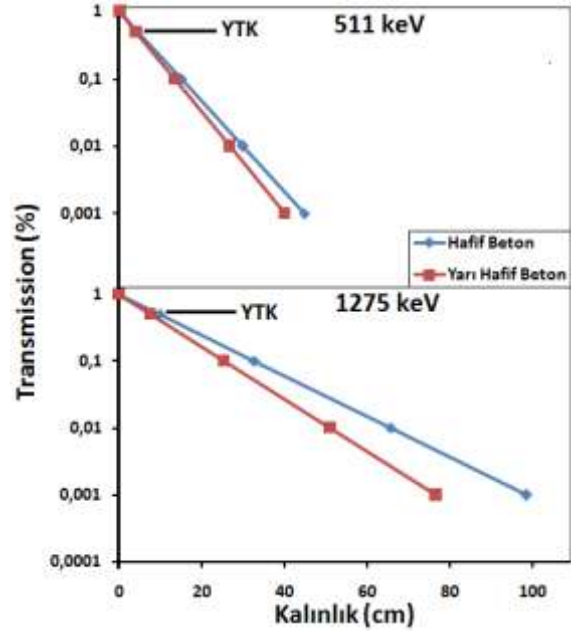
Farklı agregalar kullanılarak hafif beton sınıfına giren hafif ve yarı hafif betonlar için deneysel olarak ölçülen doğrusal zayıflatma katsayısı sonuçları Şekil 2' de

gösterilmiştir. Bu şekilden görüldüğü gibi yarı hafif beton numunesi hafif beton numunesine göre daha yüksek bir soğurma katsayısına sahiptir. Ayrıca, şekilde görüldüğü gibi elde edilen soğurma katsayısı sonuçları artan enerjiye göre düşmüştür.



Şekil 2. Doğrusal zayıflatma katsayısı ölçüm sonuçları

İletim oranı (Transmission Rate) bir malzemenin radyasyon zırlama özelliklerinin test edilmesi için önemli bir parametredir. Şekil 3'de gösterildiği gibi yarı hafif betonda gama ışınları daha kısa mesafelerde durdurulurken hafif betonda durdurmak için daha uzun bir yola ihtiyaç vardır. Yine Şekil 3'de, deneysel olarak elde edilen doğrusal zayıflatma katsayıları kullanılarak hesaplanan yarı tabaka kalınlığı gösterilmiştir. Artan gama enerjisiyle yarı tabaka kalınlığı her iki beton türü için artış göstermiştir.



Şekil 3. Transmisyon oranı ve yarı tabaka kalınlıkları

## Tartışma ve Sonuç

Hafif beton sınıfına giren iki beton örneğinin radyasyon zırlama özelliklerinin incelenmesine yönelik yapılan bu çalışma, agrega olarak pomza ve kum kullanılarak üretilen yarı hafif beton agregası olarak sadece pomzanın

kullanıldığı hafif betona göre daha yüksek soğurma katsayısı göstermiştir. Bunun yanı sıra, her iki enerji için

yarı tabaka kalınlığının hafif beton için daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

## **Kaynaklar**

- Akkurt, I., Basyigit, C., Kilincarslan, S., 2004. The Photon Attenuation Coefficients of Barite, Marble and Limra. *Annals of Nuclear Energy*, 31(5), 577-582.
- Akkurt, I., Akyıldırım, H., Mavi, B., Kilincarslan, S., Basyigit, C., 2010a. Radiation shielding of concrete containing zeolite. *Radiation Measurements*, 45, 827-830.
- Akkurt, I., Akyıldırım, H., Mavi, B., Kilincarslan, S., Basyigit, C., 2010b. Photon Attenuation Coefficients of Concrete Includes Barite in Different Rate. *Annals of Nuclear Energy*, 37, 910-914.
- Akkurt, I., Günoğlu, K., 2012. Gamma-ray Shielding Properties of Some Travertines in Turkey. *AIP Conference Proceedings*, 1476, 241-244.
- Akkurt, I., Altındag, R., Günoğlu, K., Sarıkaya, H., 2012a. Photon Attenuation Coefficients of Concrete Including Marble Aggregates. *Annals of Nuclear Energy*, 43, 56-60.
- Akkurt, I., Günoğlu, K., Mavi, B., Kilincarslan, S., Seven, A., 2012b. Radiation Absorption Properties of Different Plaster Samples. *AIP Conference Proceedings*, 1476, 249-252.
- Davraz, M., 2004. Isparta Keçiborlu Yöresi Doğal Amorf Silika Oluşumlarının Geleneksel ve Hafif Beton Endüstrilerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 244s.
- Kharita, M.H., Takeyeddin, M., Alnassar, M., Yousef, S., 2008. Development of Special Radiation Shielding Concretes Using Natural Local Materials and Evaluation of Their Shielding Characteristics. *Progress in Nuclear Energy*, 50, 33-36.
- Medhat, M.E., 2009. Gamma-ray Attenuation Coefficients of Some Building Materials Available in Egypt. *Annals Nuclear Energy*, 36(6), 849-852.
- Singh, Charanjeet, Singh, Tejbir, Kumar, Ashok, Mudahar, Gurmel S., 2004. Energy and Chemical Composition Dependence of Mass Attenuation Coefficients of Building Materials. *Annals Nuclear Energy*, 31, 1199-1205.
- TS EN 206-1, 2002. "Beton- Bolum 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Woods, J., 1982. *Computational Methods in Reactor Shielding*. Pergamon Press, New York, 441pp.