

## FARKLI ÇİMENTOLARLA ÜRETİLEN ÇİMENTO PASTALARININ RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLERİ

İskender Akkurt\*, Kadir Günoğlu, Celalettin Başyigit, Şemsettin Kılınçarslan, Ayşe Akkaş

### ÖZET

Çimento inşaatlarda kullanılan en yaygın yapı malzemelerinden birisidir. Ayrıca, çimento beton üretiminde bağlayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, farklı çimento türleriyle üretilen çimento pastalarının radyasyon soğurma katsayısı ( $\mu \text{ cm}^{-1}$ ) ölçülmüştür. Ölçümler NaI(Tl) dedektörü ve Çok Kanallı Analizör (ÇKA) içeren gama spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Çimento pastalarının üretiminde CEM IV/B(P) 32,5N ve CEM I 42,5R tipi çimento ve CEN referans kumu kullanılmıştır. Çimento pastaları için elde edilen deneysel sonuçlar XCOM programıyla hesaplanan değerler ile karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çimento pastası, radyasyon, gama spektrometresi, XCOM

## RADIATION SHIELDING PROPERTIES OF CEMENT PASTES PRODUCED WITH DIFFERENT CEMENTS

### ABSTRACT

Cement used in construction is one of the most common building materials. In addition, it used in the production of concrete as binder. In this study, radiation absorption coefficient ( $\mu \text{ cm}^{-1}$ ) was measured for cement pastes produced different types of cement. Measurements were carried out by gamma spectrometry containing NaI (Tl) detector and Multichannel Analyzer (MCA). In the production of cement pastes CEM IV / B (P) 32,5 N, CEM I 42,5 R type cement and CEN reference sand were used. Experimental results obtained for the cement pastes were compared with the calculated values by XCom program.

**Keywords:** Cement paste, radiation, gamma spectrometry, Xcom

### 1. Giriş

Çimento, esas olarak, doğal kalker taşları ve kil karışımının yüksek sıcaklıkta ısıtıldıktan sonra öğütülmesi ile elde edilen hidrolik bir bağlayıcı malzeme olarak tanımlanır. Hidrolik bağlayıcı maddeler, su ile reaksiyonu sonucu sert bir kütle oluşturduktan sonra su içerisinde dağılmayan, sertliğini ve mukavemetini muhafaza eden veya artıran bağlayıcı maddelerdir (TS EN 197-1, 2011).

\* Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Isparta. E-posta: [iskenderakkurt@sdu.edu.tr](mailto:iskenderakkurt@sdu.edu.tr).

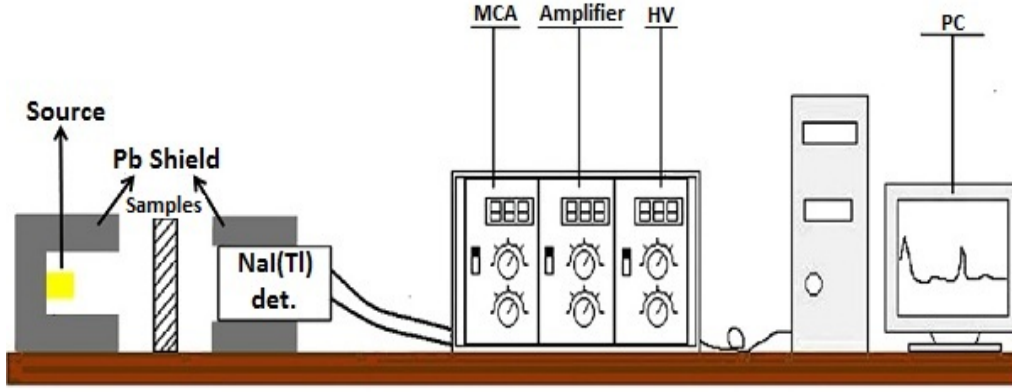
En önemli beton bileşeni olan çimento yüksek bağlayıcı özelliğe sahip, kolay ulaşılabilir, dayanıklı ve bilinen en ekonomik yapı malzemesi olmasından dolayı tercih edilmektedir. Kullanım alanına bağlı olarak doğru tipte çimento seçimi ve uygun üretim şartları ile üretilen beton yapılar katı, sağlam, eğilmez olması nedeniyle güvenli, korozyona ve dış etkilere karşı dayanıklı olmasının yanı sıra uzun ömürlüdür. Portland çimentosu ve diğer çimento tipleri diye ayrılabilen, farklı üretimde çimentolar bulunmaktadır. Portland çimentosu, kalker ve kil karışımı hammaddelerin pisirilmeleri ile ortaya çıkan ve “klinker” olarak adlandırılan malzemenin çok az miktarda alçı taşı ile birlikte öğütülmesi sonunda elde edilen bir ürün olup, su ile birleştirildiğinde hidrolik bağlayıcılık özelliği kazanmaktadır (Erdogan, 2003).

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. Bu nedenle araştırmacılar radyasyonun zırhlamasına yönelik farklı malzemeler üreterek bu malzemelerin radyasyon soğurma özelliklerinin incelemiştir. Akkurt vd. (2010a, b, 2012) farklı agregalı betonların radyasyon zırhlama özelliklerini incelemiştir. Bazı ülkelerde bina inşaatlarında kullanılan yapı malzemelerinin gama ışını zırhlama katsayılarını araştırılmıştır. (Medhat, 2009; Akkurt, 2004; Kharite, 2008).

Bu çalışmada, farklı türdeki çimentolar ile üretilen çimento pastalarının radyasyon zırhlama özelliklerinin belirlenmesi için lineer zayıflatma katsayısı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları hesaplanan teorik sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal Metot

Çalışmada Portland CEM IV/B(P) 32,5N, Portland CEM I 42,5R tipi çimento ve CEN referans kumu kullanılarak çimento pastaları üretilmiştir. Çimentolar As Çimento fabrikasından temin edilmiştir. Üretilen çimento pastalarının doğrusal zayıflatma katsayısı  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{60}\text{Co}$  radyoaktif kaynaklarından elde edilen 662, 1173 ve 1332 keV gama enerjileri için ölçülmüştür. Ölçümler NaI(Tl) detektörü ve 16k kanallı Çok Kanallı Analizör içeren gama spektrometresi ile gerçekleştirilmiştir. Elde spektrumların analizi MAESTRO-32 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Sistemin şematik görünümü şekil 1'deki gibidir.



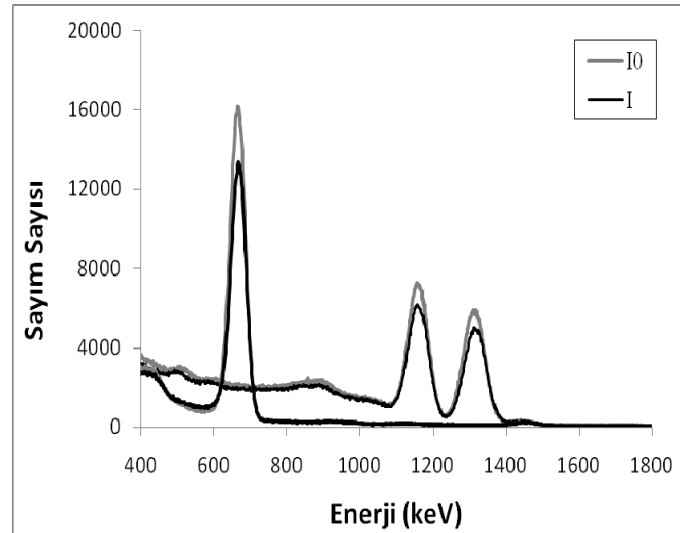
Şekil 1. Gama spektroskopi sisteminin şematik görünümü

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

$$\mu = \frac{1}{x} \ln \frac{I_0}{I} \quad (1)$$

burada  $x$  yüksek fırın cürufllu 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.

Ölçümler sonucunda kaynak ve detektör arasında çimento pastası varken ve yokken elde edilen gama ışını spektrumları Şekil 2’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.  $^{137}\text{Cs}$  ve  $^{60}\text{Co}$  radyoaktif kaynakları için soğurucu varken ve yokken elde edilen spektrumlar

Ölçülen doğrusal zayıflatma katsayıları XCOM koduyla hesaplanan kütleli soğurma katsayısı ( $\mu/\rho$ ) vasıtasıyla elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. XCOM kodu bilgisayar üzerinde çalışan bir veri tabanıdır. XCOM kodu kütleli soğurma katsayısını hesaplamakta

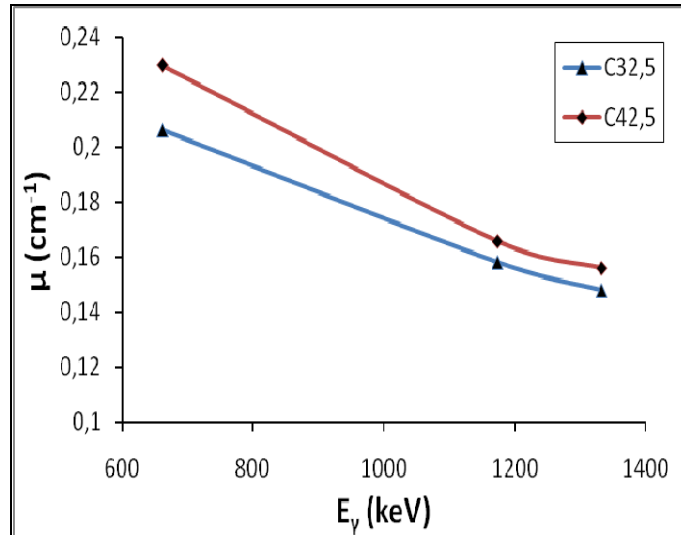
koherent ve inkoherent saçılmalar, fotoelektrik soğurma ve çift oluşumu için önceden var olan veri tabanlarını kullanır (Berger, 1987). Bu kodda girdi numunenin kimyasal içeriği ve çıktı kütleli soğurma katsayısıdır. Alçı numunelerinin kimyasal içerikleri Tablo 1’ de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çimentoların kimyasal içerikleri

Bileşen	CEM IV / B (P) 32,5 N	CEM I 42,5 R
SiO <sub>2</sub>	31,4	20,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,75	3,71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,8	4,95
CaO	44,1	62,74
MgO	1,39	1,06
SO <sub>3</sub>	2,45	2,68
<b>Yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,9</b>	<b>3,14</b>

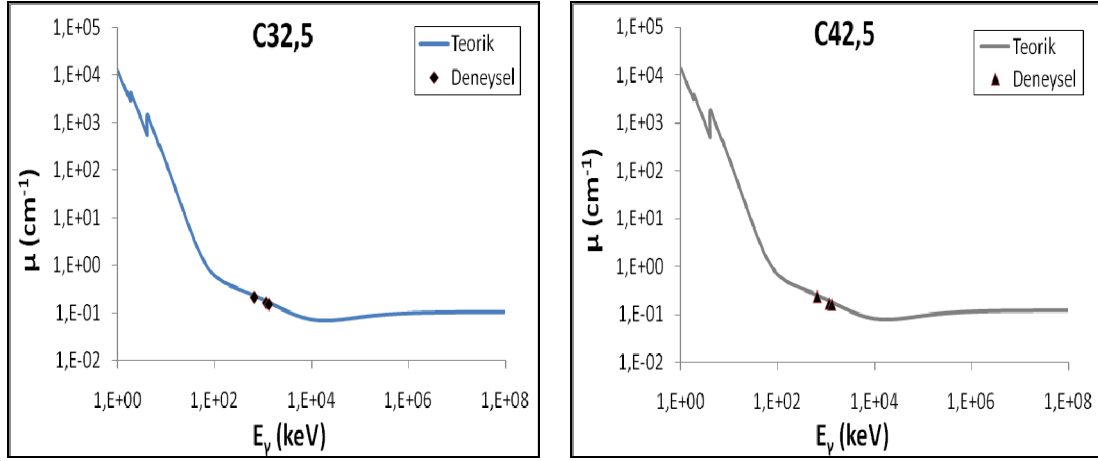
## BULGULAR

Farklı çimento türleriyle üretilmiş olan çimento pastası numuneleri için deneysel olarak elde edilen doğrusal zayıflatma katsayısı sonuçları Şekil 3’ de gösterilmiştir. Bu şekilden görüldüğü gibi Portland CEM I 42,5R tipi çimentoyla üretilen çimento pastası Portland CEM IV/B(P) 32,5N tipi çimentoyla üretilen çimento pastasına göre tüm enerjiler için daha yüksek bir soğurma katsayısına sahiptir.



**Şekil 3.** Doğrusal zayıflatma katsayısı ölçüm sonuçları

Deneysel olarak ölçülen ve XCOM koduyla hesaplanan değerler Şekil 4’ de karşılaştırılmıştır. Şekil 4’ den de görüldüğü gibi ölçüm sonuçları ile hesaplanan sonuçlar iyi bir uyum içerisindedir. Yine Şekil 4’ de doğrusal zayıflatma katsayısının materyal ile etkileşen fotonun enerjisine bağlı olduğu ve artan foton enerjisiyle düştüğü görülmüştür.



Şekil 4. Ölçülen ve hesaplanan doğrusal zayıflatma katsayılarının karşılaştırılması

## SONUÇ

Farklı çimento türlerinin radyasyon zırhlama özelliklerinin incelenmesine yönelik yapılan bu çalışma, Portland CEM I 42,5R tipi çimentonun Portland CEM IV/B(P) 32,5 N tipi çimentoya göre daha yüksek soğurma katsayısı göstermiştir. Buna göre beton üretiminde CEM I 42,5R tipi çimentonun kullanılması betonun radyasyon zırhlama özelliğini artıracığı söylenebilir.

## Kaynaklar

Akkurt, I., Basyigit, C., Kilincarslan, S., 2004. The photon attenuation coefficients of barite, Marble and Limra. *Ann. Nucl. Energy* 31(5), 577-582.

Akkurt, I., Akyıldırım, H., Mavi, B., Kılincarslan, S., Basyigit, C., 2010. Photon attenuation coefficients of concrete includes barite in different rate. *Ann. Of Nucl. En.* 37, 910–914.

Akkurt, I., Altindag, R., Günoğlu, K., Sarıkaya, H., 2012. Photon attenuation coefficients of concrete including marble aggregates. *Annals of Nuclear Energy* 43, 56–60.

Berger, M.J., Hubbell, J.H., NBSIR 87-3597, 1987. Photon cross sections on a personal computer. National Institute of Standards, Gaithersburg, MD, USA. <<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/XCOM.html>>.

ERDOGAN, T.Y., 2003, Beton, METD Yayınları, ANKARA

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. *Prog. Nucl. Energy* 50, 33-36.

Medhat, M.E., 2009. Gamma-ray attenuation coefficients of some building materials available in Egypt. *Ann. Nucl. Energy* 36 (6), 849–852.

TS, 2011, TS EN 197-1, Genel imentolar - Bileőim, zellikler ve uygunluk kriterleri