



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0243

ENGINEERING SCIENCES

Received: May 2011
Accepted: October 2011
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Kadir Gunoglu
Betul Mavi
İskender Akkurt
Suleyman Demirel University
kadirgnoglu@gmail.com
betul@sdu.edu.tr
iskender@fef.sdu.edu.tr
Isparta-Turkey

BAZI MERMER ÖRNEKLERİNDE DOĞAL RADYOAKTİVİTE

ÖZET

Mermerler önemli malzemelerdir ve bina inşaatlarında yaygın olarak kullanılırlar. İnşaların zamanlarının çoğunu bina içinde geçirdikleri düşünüldüğünde mermerdeki ^{226}Ra aktivitesi ölçümleri önemlidir. Bu sebepten Muğla'daki bazı mermer numuneleri toplanmıştır ve NaI(Tl) gama ışın spektroskopisi kullanılarak bu mermerlerin doğal radyoaktiviteleri ölçülmüştür. Gama spektroskopisi uranyum (^{238}U), toryum (^{232}Th), potasyum (^{40}K) aktivitelerini belirlemek için kullanılmıştır. ^{232}Th ve ^{238}U aktivite konsantrasyonlarının bozunum gama ışınları ölçümü ile elde edilmiştir. ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K 'ın konsantrasyonlarını belirlemek için sırasıyla 1760 keV (^{214}Bi), 2610 keV (^{208}Tl) ve 1460 keV (^{214}Bi) enerjili gama ışın geçişleri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Doğal Radyoaktivite, Gama Işını, Gama Işın Spektroskopisi, Muğla

NATURAL RADIOACTIVITY IN SOME MARBLE SAMPLES

ABSTRACT

Marbles is an important materials and can be used widely in building construction. When it is considered that human being can spent their most of time in a building, the measurements of ^{226}Ra activity in marble becomes important. Thus some marbles samples have been collected from Muğla and their natural radioactivity have been measured using a NaI(Tl) gamma-ray spectrometer. Gamma spectrometer was used to determine the activities of uranium (^{238}U), thorium (^{232}Th), potassium (^{40}K). The activity concentrations of ^{232}Th and ^{238}U were obtained by measuring their decay gamma rays. The gamma ray transitions of energies 1760 keV (^{214}Bi), 2610 keV (^{208}Tl) ve 1460 keV (^{214}Bi), were used to determine the concentration of the ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K respectively.

Keywords: Marble, Natural Radioactivity, Gamma Ray, Gamma Ray Spectrometry, Muğla

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yerkabuğunu oluşturan maddeler değişik oranlarda radyoaktif elementler içerebilirler. Dünyamız bu radyoaktif elementlerden dolayı radyasyonu maruz kalmaktadır. İnsanların bu radyasyondan etkilenmesi yaşadıkları bölgeye ve o bölgenin doğal yapısındaki radyoaktif elementlerin konsantrasyonuna bağlıdır. İnsanlar yaşamlarının büyük bir kısmını kapalı mekanlarda yani bina içlerinde geçirmektedirler. Binalarda kullanılan ve birçoğu yer altı kaynaklı olan yapı malzemelerinin içerisinde bulunan radyoaktif elementlerden dolayı insanlar bina içlerinde de bir miktar radyasyona maruz kalmaktadır. Bu amaçla dünyanın birçok yerinde bu alanda çalışmalar yapılmaktadır.

B. Mavi ve ekibi tarafından 2010 yılında Isparta-Türkiye’de kullanılan yapı malzemeleri üzerine yapılan çalışmada NaI(TI) gama spektroskopisi kullanılmıştır. Aktivite konsantrasyonları ^{226}Ra için 17,91 Bq/kg ile 58,88 Bq/kg aralığında, ^{232}Th için 6,77 Bq/kg ile 19,49 Bq/kg aralığında ve ^{40}K için 65,72 Bq/kg ile 248,76 Bq/kg aralığında değişmektedir [1].

İ. Akkurt ve ekibi 2010 yılında yapmış oldukları çalışmada Afyon-Türkiye yöresinde çıkarılan bazı mermer numunelerinin doğal radyoaktivitesi NaI(TI) gama spektroskopisi sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Aktivite konsantrasyonları ^{238}U için 38,883 Bq/kg ile 195,726 Bq/kg aralığında, ^{232}Th için 32,165 Bq/kg ile 47,814 Bq/kg aralığında ve ^{40}K için 106,264 Bq/kg ile 351,755 Bq/kg aralığında bulunmuştur [2].

O. Baykara ve ekibi tarafından 2007 yılında Elazığ- Türkiye’ de 14 farklı mermer numunesi ile yapılan çalışmada NaI(TI) gama spektroskopisi kullanılmıştır. Aktivite konsantrasyonları ^{232}Th için 5.63 ± 0.60 Bq/kg ile 46.43 ± 1.74 Bq/kg aralığında, ^{238}U için 12.33 ± 0.80 Bq/kg ile 114.16 ± 2.45 Bq/kg aralığında ve ^{40}K için 435.97 ± 22.53 Bq/kg ile 2381.40 ± 53.75 Bq/kg aralığında bulunmuştur [3].

J. Yeboah ve ekibi tarafından 2001 yılında Gana’da Büyük Accra Bölgesindeki toprak ve kayalar üzerine yapılan çalışmada ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları gama spektrometresi kullanılarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinde aktivite konsantrasyonları ^{40}K için 91,1- 1395,9 Bq/kg aralığında; ^{238}U için 2,4- 62,7 Bq/kg aralığında ve ^{232}Th için 3,2- 145,7 Bq/kg aralığında bulunurken kaya örneklerinde aktivite konsantrasyonları ^{40}K için 9,0- 1510,1 Bq/kg aralığında, ^{238}U için 0,7- 40,0 Bq/kg aralığında ve ^{232}Th için 0,5- 117,5 Bq/kg aralığında bulunmuştur [4].

S. Pavlidou ve ekibi tarafından 1999 yılında 16 farklı granite ile yaptıkları çalışmada aktivite konsantrasyonları ^{238}U için 19 ± 4 ile 174 ± 7 Bq/kg aralığında, ^{226}Ra için 1.6 ± 0.3 ile 170 ± 1 Bq/kg aralığında, ^{232}Th için 30 ± 1 ile 354 ± 3 Bq/kg aralığında ve ^{40}K için 49 ± 4 ile 1592 ± 39 Bq/kg aralığında bulunmuştur [5].

Yeryüzünü oluşturan kayaç türlerinden metamorfik kayaçlar sınıfına giren mermerler birçok binada yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple mermerlerin doğal radyoaktivitesinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada piyasada çok talep gören Muğla mermerlerinin doğa radyoaktiviteleri belirlenmiştir. Bu amaçla ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K ’ın aktiviteleri ölçülmüştür.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada Türkiye ihracatında büyük bir yere sahip olan mermerlerin doğal radyoaktivite yönünden incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca günlük hayatımızı geçirdiğimiz ev, ofis gibi kapalı alanlarda farklı şekillerde kullanılan mermerlerin sağlık açısından risk teşkil edip etmediğinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu sebeplerden

dolayı mermerlerin içeriğindeki radyonüklidler belirlenmesi hedeflenmiştir. Bunun için yaygın olarak kullanılan gama spektroskopisi sisteminden faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlar dünyaca belirlenmiş standartlarla karşılaştırılmıştır.

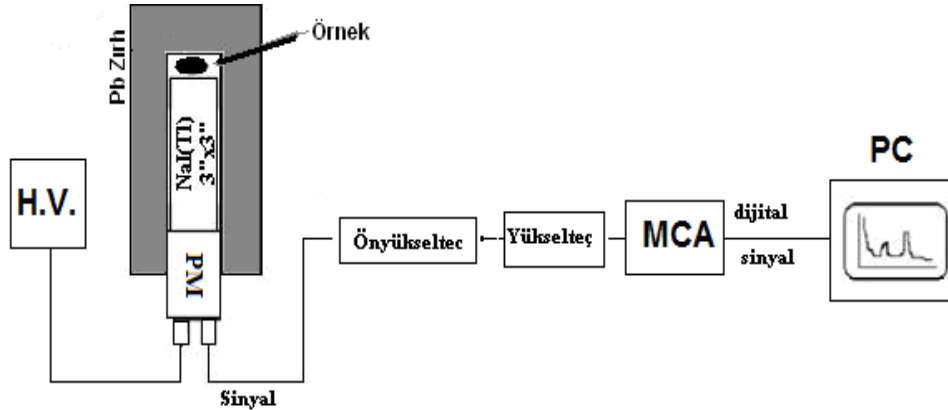
3. DENEYSEL YÖNTEMLER (EXPERIMENTAL METHODS)

3.1 Numunelerin Hazırlanması (Samples Preparation)

Çalışma kapsamında Muğla ilinden çıkarılan 4 farklı çeşit mermer temin edildi. Temin edilen mermer örneklerinin aktivite konsantrasyonları ölçülmeden önce bir dizi işleme tabi tutulmuştur. Mermer numuneleri öncelikle öğütülerek neminden arındırılmak üzere 100 °C'de 24 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulmuş olan numuneler silindirik kaplara konularak kapların ağzı hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Numuneler sayım öncesi ²³⁸U ve ürünleri arasındaki radyoaktif dengenin sağlanması için 30 gün süreyle beklemeye alınmıştır [6].

3.2. Aktivite Ölçümleri (Activity Measurements)

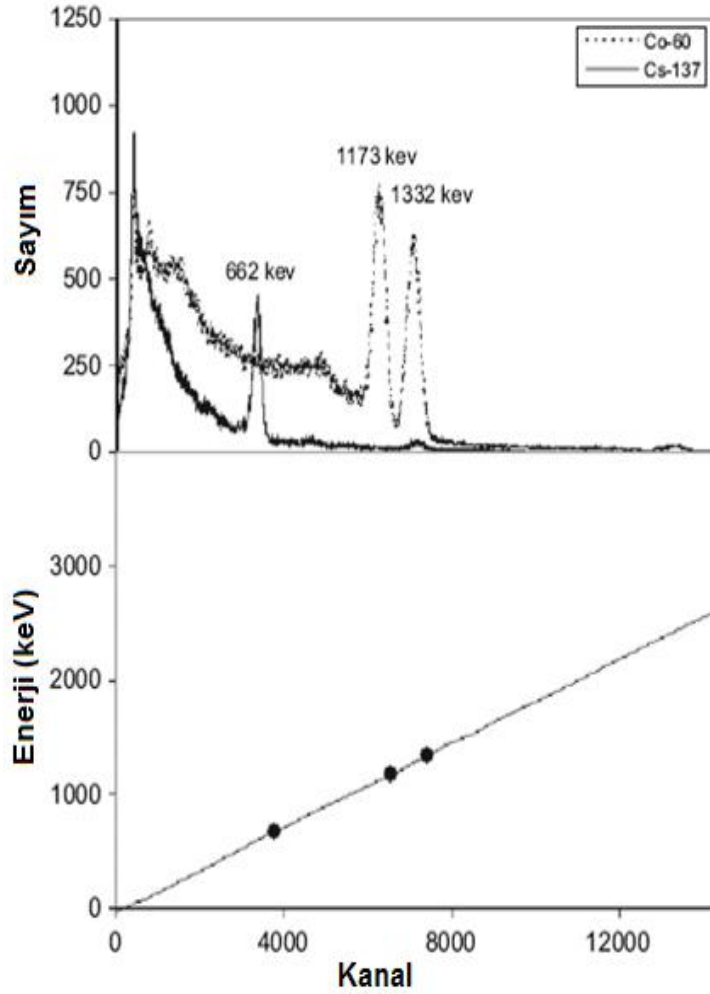
Mermer numunelerinde ²³⁸U, ²³²Th ve ⁴⁰K aktivite ölçümleri Canberra 3" X 3" NaI(Tl) dedektör, 2007 P model önyükselteç, Canberra 3102D model NIM yüksek voltaj ünitesi, Canberra 2022 model NIM yükselteç ve NaI(Tl) dedektörden gelen sinyalleri bilgisayar ortamında değerlendirebilmek için kullanılan çok kanallı analizörden oluşan gama spektrometre sistemi kullanılarak yapılmıştır. Bu sistem şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Gama spektroskopisi sistemi elektronik üniteleri
(Figure 1. Electronic units of gamma spectroscopy system)

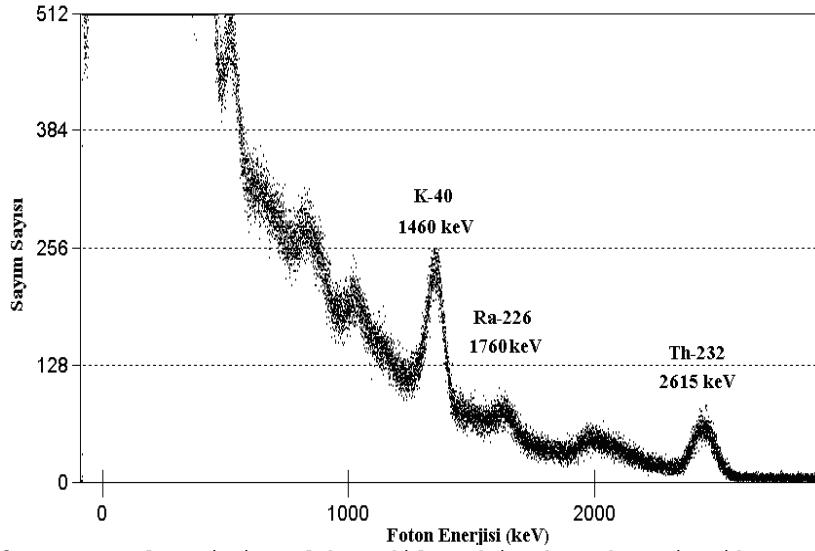
Ölçümler sonucunda elde edilen spektrumlar GENIE-2000 programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Ölçümlerden önce sistem kalibre edilmelidir. Bunun için ¹³⁷Cs ve ⁶⁰Co radyoaktif kaynakları kullanılmıştır. ¹³⁷Cs radyoaktif kaynağı 662 keV enerjili bir gama ışını üretirken ⁶⁰Co kaynağı 1173 keV ve 1332 keV enerjili iki gama ışını üretmektedir. Kalibrasyon için bu kaynaklar kullanılarak elde edilen gama ışını spektrumu ve uygunluğu şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. ^{137}Cs ve ^{60}Co kaynakları için elde edilen kalibrasyon spektrumu (üstte) ve uygunluk (altta)
(Figure 2. Calibration spectrum obtained for ^{137}Cs and ^{60}Co sources (upper) and related fit (lower))

Numunelerin aktivite ölçümleri 40000 s'lik periyotlarda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen spektrum şekil 3'deki gibidir. Şekilde ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K pikleri görülmektedir.



Şekil 3. Mermerler için elde edilen bir karakteristik gama ışını spektrumu

(Figure 3. A typical gamma ray spectrum obtained for marble)

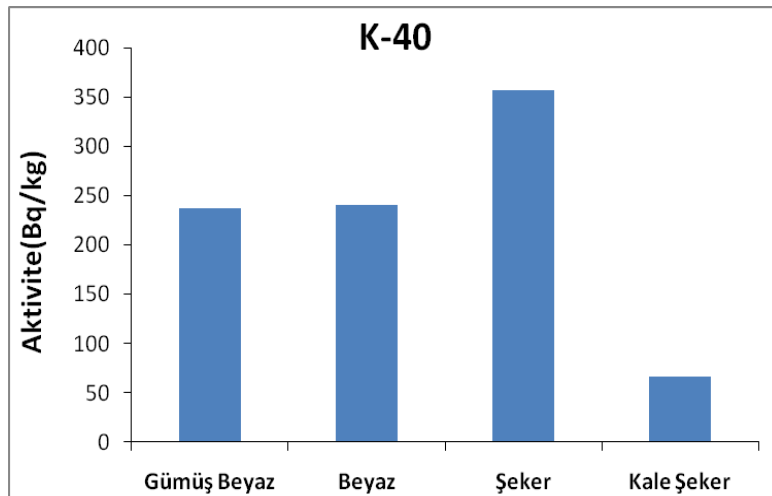
Ölçümü yapılan mermer numunelerindeki doğal radyonüklidlerini aktivite konsantrasyonları aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır [7].

$$A (Bq/kg) = \frac{NPA}{\varepsilon \cdot \gamma \cdot t \cdot m} \quad (1)$$

Burada, NPA Net Pik Alanını, ε gama ışını için detektörün verimini, γ ilgili nüklidin gama yayınlama olasılığını, t sayım süresini ve m numunenin kütlesidir (kg).

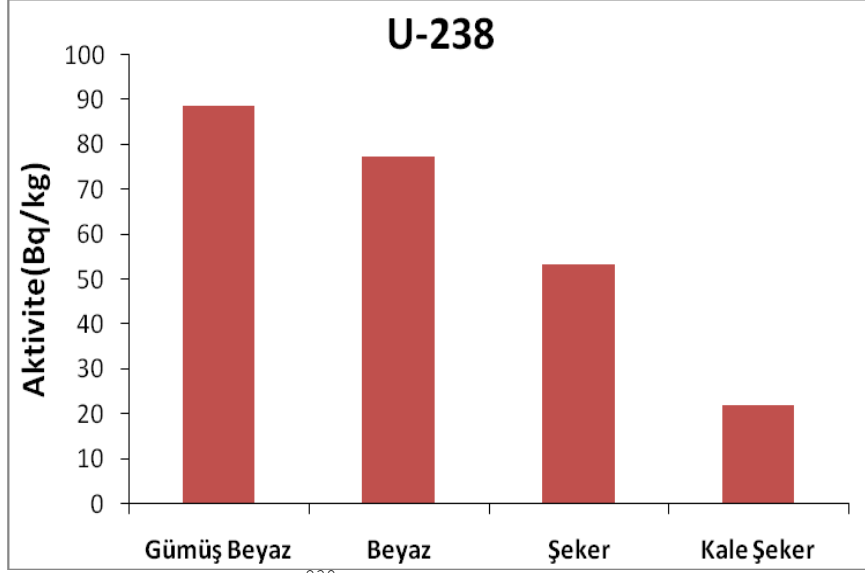
4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Muğla'da çıkarılan farklı 4 mermer örneği için ^{40}K , ^{238}U ve ^{232}Th için elde edilen aktivite sonuçları aşağıdaki şekil 4, 5 ve 6'da görülmektedir.



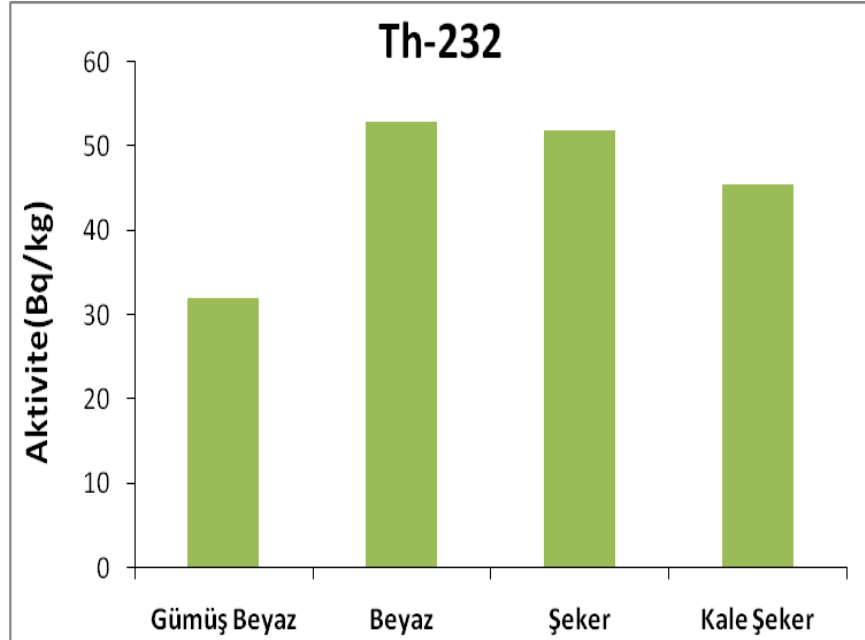
Şekil 4. ^{40}K için aktivite sonuçları
(Figure 4. Activity results for ^{40}K)

^{40}K için elde edilen sonuçlara bakıldığında en yüksek aktivite değeri Şeker mermerine aitken en düşük değer Kale Şeker mermerine aittir.



Şekil 5. ^{238}U için aktivite sonuçları
(Figure 5. Activity results for ^{238}U)

^{238}U aktivitesi sonuçlarında görüldüğü gibi en yüksek değer Gümüş Beyaz mermerinde, en küçük değer yine Kale Şeker mermerinde gözlenmiştir.



Şekil 6. ^{232}Th için aktivite sonuçları
(Figure 6. Activity results for ^{232}Th)

^{232}Th için elde edilen aktivite sonuçlarında ise en yüksek değere Beyaz mermeri en düşük değere de Gümüş Beyaz mermeri sahiptir.

Muğla ilindeki bazı mermerler üzerinde yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar ve dünya çapında bilinen ortalama aktivite

konsantrasyonu değerleri tablo 1'de verilmiştir. UNSCEAR 2000 raporlarına göre ortalama konsantrasyon değerleri ^{40}K için 500 Bq/kg, ^{238}U ve ^{232}Th için 50 Bq/kg dır [8].

Tablo 1. Ölçülen değerler ve limit değerleri
(Table 1. measured values and limit values)

| Örnek Tanımı | K-40 Bq/kg | K-40 için limit değer Bq/kg | U-238 (Ra) Bq/kg | U-238 için limit değer Bq/kg | Th-232 Bq/kg | Th-232 için limit değer Bq/kg |
|--------------|------------|-----------------------------|------------------|------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Gümüş Beyaz | 237,732 | 500 | 88,580 | 50 | 31,977 | 50 |
| Beyaz | 241,211 | | 77,529 | | 52,998 | |
| Şeker | 357,684 | | 53,375 | | 51,952 | |
| Kale Şeker | 66,880 | | 22,141 | | 45,576 | |

Tablo 1.'den görüldüğü gibi ^{40}K aktivitesi 66,880 Bq/kg ile 357,684 Bq/kg arasında değişmektedir. Bu değerler limit değerin altındadır. ^{238}U (Ra)aktivitesi Gümüş Beyaz numunesinden en yüksek değerdeyken Kale Şeker numunesinde en düşük değerdedir. Kale Şeker numunesi haricindeki diğer numunelerde aktivite değeri limit değerin üzerinde çıkmıştır. ^{232}Th aktivitesi için ise en yüksek değer Beyaz numunesinde, en düşük değer ise Gümüş Beyaz numunesinde ölçülmüştür. Beyaz ve Şeker numunesinde elde edilen sonuçlar limit değerin çok azda olsa üzerindedir.

Aktivite değerlerinin limit değerin üzerinde olma nedeninin anlaşılması için bu mermerlerin kayaç yapılarının incelenmesi gerekmektedir. Bunun için numunelerin jeolojik ve radyometrik özelliklerinin tayin edilmesi gerekmektedir.

NOT (NOTICE)

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde "International Participated Construction Congress" IPCC11'de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Mavi, B. ve Akkurt, İ., (2010). Natural radioactivity and radiation hazards in some building materials used in Isparta, Turkey. Radiation Physics and Chemistry 79, p:933-937.
2. Akkurt, İ., Oruncak, B. ve Günöglu, K., (2010). Natural radioactivity and dose rates in commercially used marble from Afyonkarahisar - Turkey. International Journal of the Physical Sciences Vol. 5 (2), pp. 170-173.
3. Baykara, O., Doğru, M. ve Karatepe, Ş., (2007). Assessment of Natural Radioactivity and its Significant Hazards of different Kinds Marbles in Elazığ (Turkey). e-Journal of New World Sciences Academy, 2(4), p.256-264.
4. Yeboah, J., Boadu, M. ve Darko, E.O., (2001). Natural radioactivity in soils and rocks within the greater accra region of Ghana. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 249, p. 629-632.
5. Pavlidou, S., Koroneos, A., Papastefanou, C., Christofides, G., Stoulos, S. ve Vavelides, M., (2006). Natural radioactivity of granites used as building materials. Journal of Environmental Radioactivity 89, p. 48-60.



6. Akkurt, İ., Mavi, B., Akyıldırım, H. ve Günoğlu, K., (2009). Natural radioactivity of coals and its risk assessment. International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (7), pp. 403-406.
7. Amrani, D. ve Tahtat, M., (2001). Natural radioactivity in Algerian building materials. Appl. Rad. Isotop. 54, 687-689.
8. UNSCEAR, (2000). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Report to the General Assembly with AnnexB: Exposures from Natural Sources of Radiation, United Nations, NewYork.