




Doğal ve Aktive Edilmiş Malatya-Karababa Kil Minerallerinin Foton Etkileşim Parametrelerinin Karşılaştırılması

Comparison of Photon Interaction Parameters of Natural and Activated Malatya-Karababa Clay Minerals

Erzen Yıldız, Halime ¹, Kul, Ali Rıza ¹, Oto, Berna ²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye, ² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

Correspondence / Sorumlu Yazar:

Halime Erzen Yıldız, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye
halimeyildiz@yyu.edu.tr

ÖZET

Killer insanlık tarihinin başlangıç zamanlarından beri kullanılan en eski hammaddelerdir. Saf kil kaolen olarak adlandırılır ve kilin rengi beyazdır. Yapısındaki safsızlıkların etkisiyle kilin rengi değişebilir. Birçok kil çeşidi mevcut olup bu killerin renkleri, pembe, gri, kırmızı, yeşil, siyah, mavi ya da sarımsı olabilir. Spesifik işlemleri nedeniyle killer seramik ve inşaat malzemeleri (sıhhi tesisat, fayans gibi) yapımı, parfüm üretimi, sağlık malzemeleri üretimi olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kaolin, granit kayalardan elde edilen porselen ve seramik yapımında tercih edilen bir kil türüdür. Bir madde iyonize radyasyona maruz kaldığında, radyasyonun bu maddeyle etkileşimini karakterize eden bazı katsayıların belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada doğal ve aktive edilmiş Karababa kilinin μ_p , Z_{eff} , N_{el} değerleri WinXCom bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Doğal ve aktive kil için foton etkileşim parametreleri incelenmiş ve birbirine yakın değerler bulunmuştur. Düşük enerji bölgesinde μ_p , Z_{eff} ve N_{el} en yüksek değerlere sahipken en düşük değerler ise orta enerji bölgesinde elde edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, zırhlama araştırmacıları için kaynak olarak kullanılabilmesinin yanı sıra radyasyon zırhlamada yeni malzemelerin geliştirilmesine yardımcı olabilir..

Anahtar Kelimeler: Foton etkileşim parametreleri, Karababa, Kil

ABSTRACT

Clays are the oldest raw materials used since the beginning of human history. Pure clay is called kaolin and the color of the clay is white. The color of clay may change due to the influence of impurities in its structure. There are many types of clay and the colors of these clays can be pink, grey, red, green, black, blue or yellowish. Due to their specific processes, clays have a wide range of uses, including the production of ceramics and construction materials (such as sanitary ware and tiles), perfume production, and health care materials production. Kaolin is a type of clay obtained from granite rocks and preferred in making porcelain and ceramics. When a substance is exposed to ionizing radiation, it is important to determine some coefficients that characterize the interaction of radiation with this substance. In this study, μ_p , Z_{eff} , N_{el} values of natural and activated Karababa clay were calculated and compared using the WinXCom computer program. Photon interaction parameters for natural and activated clay were examined and similar values were found. While μ_p , Z_{eff} and N_{el} had the highest values in the low energy region, the lowest values were obtained in the medium energy region. The results from this research can be used as a resource for shielding researchers as well as helping to develop new materials in radiation shielding.

Keywords: Clay, Photon interaction parameters, Karababa

Received/Geliş: 14 Ağustos 2023
Revised/Revizyon: 24 Ekim 2023
Accepted/Kabul: 27 Kasım 2023

GİRİŞ

Killer insanlık tarihinin başlangıç zamanlarından beri kullanılan en eski hammaddelerdir ve evrensel adı toprak'tır. Çapı 0.005 mm'den küçük olan ve aslında kil parçacıklarından meydana gelen killer esasen

anorganik malzemelerdir [1]. Saf kil kaolen olarak adlandırılır ve kilin rengi beyazdır. Yapısındaki safsızlıkların etkisiyle kilin rengi değişebilir. Birçok kil çeşidi mevcut olup bu killerin renkleri, pembe, gri, kırmızı, yeşil, siyah, mavi ya da sarımsı olabilir [2]. Bazı killer, doğal ortamda ya da özel kaplıcalarda

terapötik ve/veya kozmetik amaçlı yalnızca harici uygulamalar için kullanılır. Yenilebilir olarak bilinen diğer şifalı kil, oral olarak kullanılır. Killer genel olarak altı grupta sınıflandırılır: Kaolin, Smektit (Montmorillonit ve Beidellite), İllit, Klorit, Sepiyolit, Paligorskit (Atapulgit) [3]. Spesifik işlemleri nedeniyle killer seramik ve inşaat malzemeleri (sıhhi tesisat, fayans gibi) yapımı, parfüm üretimi, sağlık malzemeleri üretimi olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptir. Kaolin, granit kayalardan elde edilen porselen ve seramik yapımında tercih edilen bir kil türüdür [4].

Çalışmada kullanılan kil Malatya'nın Arguvan ilçesine bağlı Karababa mahallesinden doğal olarak elde edildi. Sodyum karbonat ile aktifleştirilerek aktive kil elde edildi. Elemental analiz sonucu Karababa kili içeriğinde bulunan elementler O, F, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe 'dir [5]. Bir madde iyonize radyasyona maruz kaldığında, radyasyonun bu maddeyle etkileşimini karakterize eden bazı katsayıların belirlenmesi önemlidir. Bu parametrelerden ilki olan kütle zayıflama katsayısı (MAC, μ_0), iyonize radyasyonun penetrasyon yeteneğini karakterize eden önemli bir parametredir. Diğer iki önemli parametre olan etkin atom numarası (Z_{eff}) ve elektron yoğunluğu (N_{el}), radyasyon dozimetrisinde kullanılan önemli parametrelerdir ve bu katsayılar, MAC değerleri kullanılarak çeşitli denklemlerle elde edilir.

Olarinoye vd. (2021), metakaolin katkılı beton numunelerinin radyasyondan korunma özelliklerini araştırmıştır. Numunelerin gama foton kütle zayıflama katsayıları ve maruz kalma birikim faktörü, 15 keV-15 MeV enerji aralığında WinXcom programı kullanılarak teorik olarak belirlenmiş ve beton numunesi için hızlı nötron uzaklaştırma kesiti değerlendirilmiştir [6]. Yaltay vd. (2015), farklı oranlarda pomza agregası ve kolemanit ilavesi ile üretilen hafif betonun radyasyondan korunma özelliklerini incelemiş ve deneysel sonuçlar WinXCom programı tarafından hesaplanan teorik değerlerle karşılaştırılmıştır [7]. Kaur vd. (2012), yedi farklı beton (katkısız, hematit-serpantin, ilmenit limonit, bazalt manyetit, ilmenit, çelik-hurda, çelik manyetit) için doğrusal zayıflama katsayısı, kütle zayıflama katsayısı, penetrasyon derinliği, etkin atom numarası, maruziyet birikim faktörü gibi farklı foton etkileşim parametrelerini 0,015 15,0 MeV enerji bölgesinde hesaplamıştır [8]. Singh vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, cam-seramik numuneleri için kütle zayıflama katsayısı, etkin atom numarası, etkin elektron yoğunluğu, ortalama serbest yol, yarı değer katmanı, gama ışını enerji soğurma birikim faktörü (EABF) ve maruz kalma birikim faktörü (EBF) de tahmin edilmiş ve deneysel sonuçların, WinXCOM programı kullanılarak teorik olarak hesaplanan değerlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir

[9]. Sayyed vd. (2018), baryum zirkonat ($BaZrO_3$), barium titanate ($BaTiO_3$), magnezyum nitrid, baryum pirofosfat ve silisyum karbürün gama radyasyonu zayıflama özelliklerini 81–1333 keV enerji aralığında incelemiş ve barium zirkonat ($BaZrO_3$)'ün gama fotonlarını zayıflamada maksimum kapasiteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir [10].

Bu çalışmada doğal ve aktive edilmiş Karababa kilinin μ_0 , Z_{eff} , N_{el} , değerleri WinXCom bilgisayar programı kullanılarak hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. WinXCom programı, 1 keV ila 100 GeV arasındaki enerjilerde herhangi bir element, bileşik veya karışım için foton etkileşimi kesitlerini ve zayıflama katsayılarını hesaplamaktadır (11).

GEREÇ VE YÖNTEM

Bir maddeden geçen iyonlaştırıcı radyasyonun zayıflaması WinXCom kodu kullanılarak hesaplanabilir. Bu kod karışım kuralına dayanmaktadır [11];

$$\mu_{\rho} = \sum w_i (\mu_{\rho})_i \quad (1)$$

burada $(\mu_{\rho})_i$ kütle zayıflama katsayısıdır ve w_i , i'inci bileşen elemanın kesirli ağırlığıdır. Kütle zayıflama katsayısı $(\mu_{\rho})_i$ bir madde için foton radyasyonunun penetrasyonunun bir ölçüsüdür. Hesaplanan μ_{ρ} değerleri, incelenen maddelerin Z_{eff} ve N_{el} değerlerini elde etmek için kullanıldı. Toplam foton etkileşimi için etkin atom numarası (Z_{eff}) eşitlik 2 ile hesaplanır [12];

$$Z_{eff} = \frac{\sum_i f_i A_i (\mu/\rho)_i}{\sum_j f_j Z_j (\mu/\rho)_j} \quad (2)$$

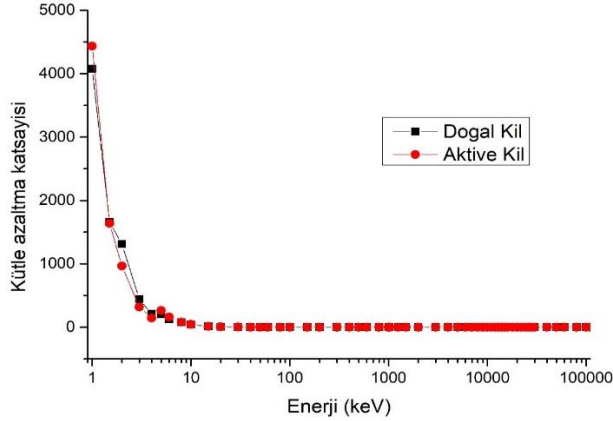
burada f_i mol kesri, Z_j atom numarası, A_i atom kütlesi ve $(\mu/\rho)_i$ maddedeki i'inci elementin kütle zayıflama katsayısıdır. Elektron yoğunluğu, N_{el} (birim kütle başına elektron sayısı, elektron/g) şu şekilde elde edilebilir [12];

$$N_{el} = N_A Z_{eff} \frac{1}{\langle A \rangle} \quad (3)$$

burada $\langle A \rangle$ maddenin ortalama atom kütlesidir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada iki farklı kil örneği için kütle azaltma katsayısı (μ_{ρ}), etkin atom numarası (Z_{eff}) ve elektron yoğunluğu (N_{el}) değerleri 1 keV ve 100 GeV gama enerji aralığında teorik olarak hesaplandı. Kütle azaltma katsayıları için elde edilen teorik sonuçlar Şekil 1’de verilmiştir.



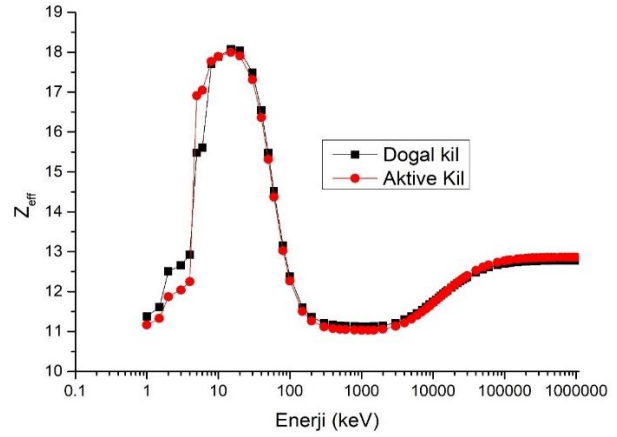
Şekil 1. İncelenen örneklerin teorik kütle azaltma katsayıları

Şekil 1’den görülmektedir ki doğal ve aktive edilmiş kil örnekleri için kütle azaltma katsayı değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır. Düşük enerji bölgesinde ($E < 100$ keV) fotoelektrik soğurma olayının meydana gelme ihtimali daha yüksek olduğu için kütle azaltma katsayısına vereceği katkı büyük olur. Bu nedenle düşük enerji bölgesinde kütle azaltma katsayı değerleri en yüksek sonuçlara sahiptir. Enerjinin giderek artması ile malzemenin kimyasal içeriği zırlama açısından önemini kaybetmeye başladığı için sonuçların orta ve yüksek enerji bölgelerinde birbirlerine çok yakın değerler aldığı görülmüştür.

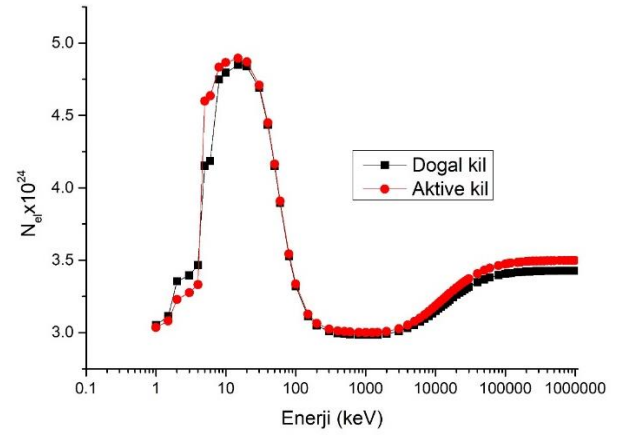
Kütle azaltma katsayı değerlerinin kullanılması ile türetilen Eşitlik (2) ve (3) kullanılarak hesaplanan etkin atom numarası ve elektron yoğunluğu verilerinin gama enerjilerine karşılık gelen grafikleri sırası ile Şekil 2 ve Şekil 3’te çizilmiştir.

Şekiller incelendiğinde, etkin atom numarası ve elektron yoğunluğu değerlerinin birbirleri ile aynı davranışa sahip oldukları görülmektedir. Düşük enerji bölgesinde yani yaklaşık olarak 100 keV enerji değerinin altında fotoelektrik olay baskındır ve fotoelektrik olayın tesir kesiti $Z^{3-4}/E^{3.5}$ ile orantılı olduğundan en yüksek Z_{eff} ve N_{el} değerleri bu bölgede görülmektedir. Enerji değerleri arttıkça Compton saçılması daha baskın bir süreç haline gelmeye başlar. Compton olayının tesir kesiti Z ile orantılı olduğundan orta enerji bölgesinde (yaklaşık olarak 100 keV-10 MeV aralığı) bu parametrelerin değişmediği görülmektedir. Yüksek enerji bölgesinde

ise çift oluşum olayının meydana gelme olasılığı artar ve çift oluşum olayının tesir kesiti Z^2 ile orantılı olduğundan Z_{eff} ve N_{el} değerlerinde yeniden bir artış gözlemlenmiştir.



Şekil 2. İncelenen örneklerin etkin atom numarası değerlerinin gama enerjilerine göre değişimi.



Şekil 3. İncelenen örneklerin elektron yoğunluğu değerlerinin gama enerjilerine göre değişimi.

SONUÇ

Çalışmada, doğal ve aktive kil için foton etkileşim parametreleri incelenmiş ve birbirine yakın değerler bulunmuştur. Düşük enerji bölgesinde μ_{ρ} , Z_{eff} ve N_{el} en yüksek değerlere sahipken en düşük değerler ise orta enerji bölgesinde elde edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, zırlama araştırmacıları için kaynak olarak kullanılabilmesinin yanı sıra radyasyon zırlamada yeni malzemelerin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili çıkar çatışması olmadığını bildirmişlerdir.

Kaynaklar

1. Kumari. N., Mohan. C. (2021). Clay and clay minerals. 1-22. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.97672>.
2. Grim. R. E., Güven. N. (1978). bentonites-geology. mineralogy. properties and uses. developments in sedimentology. 24. Elsevier. New York. p. 256.
3. Rautureau, M., Gomes, C. D. S. F., Liewig, N., & Katouzian-Safadi, M. (2017). Clays and health. Properties and Therapeutic Uses, 217.
4. Benek. V. (2022). Bazı boyar maddelerin doğal ve modifiye edilmiş kil minerali (koçpınar/siirt) üzerindeki adsorpsiyonunun izoterm kinetik ve termodinamik analizi. Doktora tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van.Türkiye.
5. Elik, H (2024). Doğal ve Aktive Edilmiş Kil Mineralleri (Karababa/Malatya) Üzerine Bazı Boyar Maddelerin Adsorpsiyonunun İzoterm, Kinetik ve Termodinamik Analizi. Doktora Tezi.Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü. Van. Türkiye.
6. Olariño, O. I., Idris, M. M., & Kure, M. (2021). Photon and fast neutron transmission parameters of metakaolin doped concrete. Journal of Building Material Science, 3(2), 58-66.
7. Yaltay, N., Ekin, C. E., Çakır, T., & Oto, B. (2015). Photon attenuation properties of concrete produced with pumice aggregate and colemanite addition in different rates and the effect of curing age to these properties. Progress in Nuclear Energy, 78, 25-35.
8. Kaur, U., Sharma, J. K., Singh, P. S., & Singh, T. (2012). Comparative studies of different concretes on the basis of some photon interaction parameters. Applied Radiation and Isotopes, 70(1), 233-240.
9. Singh, A., Saroa, A., Kaur, R., & Gupta, M. (2023). Effect of Ce-dopant on photon interaction parameters of zirconolite-based borosilicate glass ceramics. Journal of Non-Crystalline Solids, 606, 122196
10. Sayyed, M. I., Akman, F., Kumar, A., & Kaçal, M. R. (2018). Evaluation of radioprotection properties of some selected ceramic samples. Results in Physics, 11, 1100-1104.
11. Gerward, L., Guilbert, N., Jensen, K.B., Leving, H. (2004). WinXCom—a program for calculating X-ray attenuation coefficients. Radiation physics and chemistry 71 (3), 653-654.
12. Manohara, S.R., Hanagodimath, S.M., Thind, K.S., Gerward, L. (2008). On the effective atomic number and electron density: a comprehensive set of formulas for all types of materials and energies above 1 keV. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B 266(18), 3906-3912..