

MONTE CARLO SİMÜLASYONU İLE KOLEMANİT CEVHERİNİN ÇEŞİTLİ FOTON ENERJİLERİ İÇİN RADYASYON SOĞURGANLIĞININ BELİRLENMESİ

Turgay Korkut¹, Abdulhalik Karabulut^{1,2*}, Gökhan Budak^{1,2}, Faruk Demir³

¹Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü-Erzurum

²İbrahim Çeçen Üniversitesi - Ağrı

³Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü-Hatay

Ülkemizde bulunan bor rezervi dünyadaki toplam bor miktarının %60 gibi çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Türkiye’de yılda ortalama 1,3 milyar ton bor minerali çıkarılmaktadır. Türkiye’deki en önemli bor cevherleri kolemanit, üleksit ve tinkaldir. Kütle soğurma katsayısı (μ/ρ), maddelerin radyasyon geçirgenliği hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Bu çalışmada bir bor cevheri olan kolemanit için kütle soğurma katsayısı çeşitli enerji değerleri için FLUKA Monte Carlo Simülasyonu kullanılarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kolemanit, FLUKA, Monte Carlo Simülasyonu, Kütle Soğurma Katsayısı

DETERMINATION OF RADIATION ABSORBANCE FOR SEVERAL PHOTON ENERGIES OF COLEMANITE ORE VIA MONTE CARLO SIMULATION

Turkey has the largest boron deposit in the world and about 60% of the world’s boron ores are in Turkey. The average boron ores production of Turkey is about 1.3 billion tons per year. The most important boron ores in Turkey are colemanite, ulexite and tincal. The mass attenuation coefficient (μ/ρ) is an important parameter determines how many parts of energy are absorbed by the matter per unit mass when a matter exposes to radiation. In this paper, mass attenuation coefficients are determined for colemanite (several energies) via FLUKA Monte Carlo Simulation.

Keywords: Colemanite, FLUKA, Monte Carlo Simulation, Mass Attenuation Coefficient

* akara@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

Türkiye, Dünya bor rezervinin yaklaşık %60 gibi önemli bir kısmını elinde tutan bir ülkedir. Yılda yaklaşık 1,3 milyar ton bor üretilen ülkemizde çıkarılan başlıca bor bileşikleri kolemanit, üleksit ve tinkal şeklinde sıralanabilir [1]. Türkiye dünyadaki en büyük kolemanit yataklarına sahiptir.

Dünyada yaygın olarak kullanılan simülasyon araçlarından biri olan FLUKA radyoterapi, hızlandırıcı, nötrino fiziği, uzay uygulamalarının yanında özellikle radyasyon kalkanlamasında güvenilir sonuçlar vermektedir. Genel olarak bir programlama bilgisine gereksinim duyulmamakla birlikte kullanıcının histogramlama, daha detaylı bilgi alma gibi özel isteklerine uygun olarak hazır olan rutinler modifiye edilebilir [2].

Bu çalışmada kolemanit bileşiğinin çeşitli enerjilerde gama radyasyonu soğurancılığının belirlenmesi amaçlanmış ve bunun için FLUKA isimli Monte Carlo Simülasyon programı kullanılmıştır. Çeşitli enerjilerde kolemanit borlu bileşiğinin kütle soğurma katsayıları belirlenmiş ve enerji ile soğurma katsayısı ilişkisi grafikize edilerek gösterilmiştir.

2. SİMÜLASYON METODU

Monte Carlo ismi eskiden ünlü kumarhaneler için bir referanstı. Bu isimle anılan yöntem Stanislaw Marcin Ulam, Enrico Fermi, John von Neumann ve Nick Metropolis gibi ilk kullanıcıları tarafından popüler hale getirilmiştir. Monte Carlo yöntemleri başta "istatistiksel örnekleme" gibi daha jenerik isimler altında uygulanmıştır. Monte Carlo yöntemi, matematik veya fizik problemlerinin, bu problemlerin olasılık modellerine uygulanan rasgele denemeler yoluyla çözülmesi yöntemidir. Monte Carlo yöntemleri integrallerin (özellikle çok katlı integrallerin) hesaplanmasında; kısmi diferansiyel denklemlerin, integralli denklemlerin, doğrusal denklem sistemlerinin çözümünde; nötron yayılımı, gamma ışınımı soğurulması problemlerinde, parçacık fiziğinde bozunum genişliklerinin ve saçılma tesir kesitlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır [3].

FLUKA, parçacık fiziğinde kullanılan tamamen farklı bir Monte Carlo simülasyon paketidir. Parçacıkların transportunda ve madde ile etkileşimlerindeki hesaplamalarda genel amaçlı bir araç olan FLUKA, yüksek enerji fiziği deneyleri için de uygulamalar sahiptir [4]. Programın kullanım alanları

- (b) Zırlama
- (c) Dozimetri
- (d) Yüksek enerjili fizik ve mühendislik deneyleri
- (e) Kozmik ışın çalışmaları
- (f) Medikal fizik

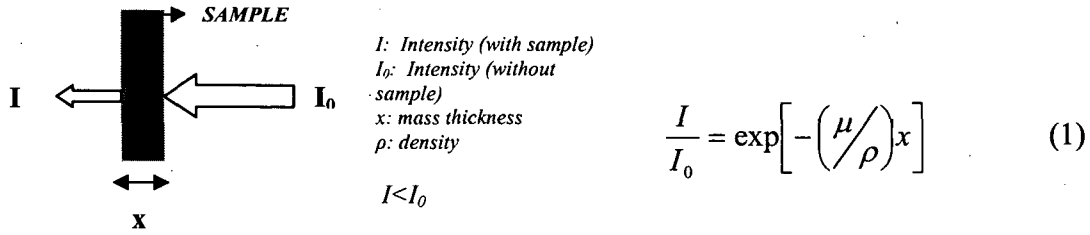
olarak sıralanabilir.

Programın kullanıldığı etkileşimler şu şekildedir:

- (g) Hadron – hadron ve hadron – çekirdek etkileşimleri (0–10000 TeV)
- (h) Çekirdek – çekirdek etkileşimleri (100 MeV/n – 10000 TeV/n)
- (i) Elektromanyetik ve müon etkileşimleri (1 keV – 10000 TeV)
- (j) Nötrino etkileşimleri

- (k) Yüklü parçacık transportu içeren tüm uygulamalar
- (l) Manyetik alanda transport
- (m) Boolean ve Voxel geometrileri
- (n) Kademeli nötron transportu ve etkileşimleri (0–20 MeV)
- (o) Çeşitli azalma hesaplamaları

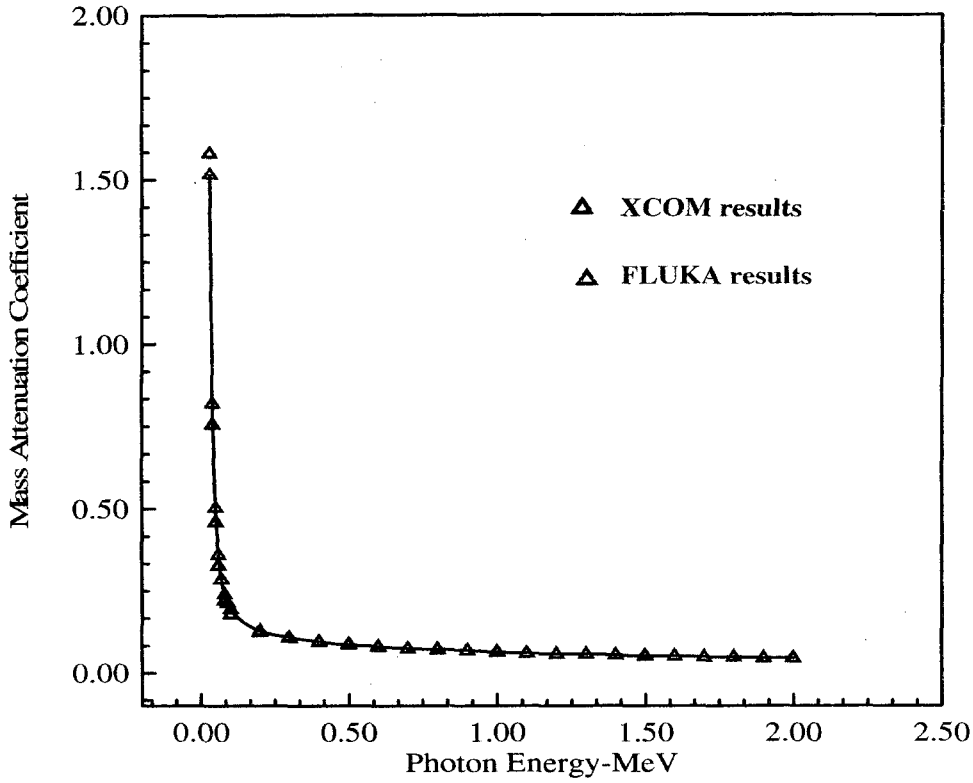
Bu çalışmada FLUKA programı kullanılarak çeşitli enerjilerdeki gama radyasyonu, vakum içerisindeki 5cm kalınlıklı kolemanit hedefe gönderilerek Lambert Beer Kanunu çerçevesinde radyasyonun azalmasının bir ölçütü olan kütle soğurma katsayısı hesaplanmıştır.



Şekil-1: Lambert Beer Kanunu

3. SONUÇLAR

3 keV – 2 MeV enerji aralığında seçilen enerjilerdeki gama radyasyonu 5cm. kalınlıklı kolemanit hedefe gönderilerek numunenin radyasyon soğurganlığı her bir enerji için kütle soğurma katsayıları belirlenerek tespit edildi. Elde edilen veriler kullanılarak çizilen Kütle Soğurma Katsayısı ile Foton Enerjisi grafiği Şekil-2 de gösterilmiştir.



Şekil-2: Kolemanit cevheri İçin 0.003–2 MeV enerji aralığındaki çeşitli foton enerjileri ile bu enerjilere karşılık gelen kütle soğurma katsayısı grafiği.

4. TARTIŞMA VE YORUM

Elde edilen sonuçlara göre ülkemizde bol miktarda bulunan kolemanit cevherinin gama radyasyonunu iyi derecede soğurduğu belirlenmiştir. Bu cevherin nükleer santral inşasında, nükleer savaş tedbiri olarak sığınakların yapılmasında ağır betonlara katkı yapılabilecek bir malzeme olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca çalışmada FLUKA Monte Carlo simülasyonu kullanılarak elde edilen sonuçların NIST standartlarına uygun XCOM [5] veritabanı ile uyumluluğu Şekil-2 de görülmektedir. FLUKA programı radyasyon soğurganlığının tespit edilebilmesi için rahatlıkla kullanılabilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Boncuçuoğlu R., İçelli O., Erzenoğlu S., Kocakerim M.M., Comparison of radioactive transmission and mechanical properties of Portland cement and a modified cement with trommel sieve waste, *Cement and Concrete Research* 35 (2005) 1082– 1087.
- [2] FLUKA (A Multiparticle Transfer Code).
- [3] Briesmeister, J., "RSIC Computer Code Collection MCNP4A, Monte Carlo N-Particle Transport Code System", Los Alamos National Laboratory, New Mexico, 1993.
- [4] Qiu X., Hennings Y., Mahapatra R., Comparison of Geant4 with FLUKA simulation in a Pb cube with neutron beam hitting thought it., 2006.
- [5] XCOM Photon Cross Section Database, M.J. Berger,¹ J.H. Hubbell,¹ S.M. Seltzer,¹ J. Chang,² J.S. Coursey,² R. Sukumar,² and D.S. Zucker²