

A STUDY OF GAMMA-RAY MASS ATTENUATION COEFFICIENTS OF PVC-BASED POLYMER BLENDS IN XCOM AND GAMOS SIMULATION

Res. Asst. UMUTCAN ŞAHİN

Izmir University of Economics, umutcan.sahin@ieu.edu.tr - 0009-0009-3031-8160

Assoc. Prof. Dr. BUKET CANBAZ ÖZTÜRK

Ege University, buket.canbaz.ozturk@ege.edu.tr - 0000-0001-5761-5901

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the gamma attenuation coefficients of selected PVC-based polymer blends by comparing the radiation interaction parameters obtained using the XCOM calculation database and the GAMOS simulation package. The PVC-based polymer blends were established by blending various percentages of styrene-butadiene rubber (SBR), polystyrene (PS), and polymethyl methacrylate (PMMA) with the goal of identifying the polymer blend with the highest gamma attenuation coefficient. Based on the determined compositions, theoretical photon-matter interaction cross sections were calculated using the XCOM program in the energy range of 0.01–5 MeV, considering the energy ranges necessary for the photoelectric effect, Compton scattering, and pair production, as well as higher energy amounts. The same blends were modelled in the GAMOS simulation environment to simulate dynamic interactions over the same energy range. The obtained data were compared in terms of percentage differences, and the effects of simulation parameters and model assumptions on the gamma attenuation coefficients of the respective blends were examined. The calculations revealed a high degree of consistency between the results obtained from the XCOM and GAMOS methods. The attenuation coefficient values from the GAMOS simulation differed by $\pm 3\%$ from those obtained by the XCOM calculations. These differences are believed to stem from variations in energy binning methods, modelling assumptions, and simulation parameters. The mass attenuation coefficient results obtained for approximately 90% PVC-based blends at 662 keV in GAMOS were as follows: 0.07974 cm²/g for 10% PS, 0.07946 cm²/g for 10% SBR, 0.07989 cm²/g for 10% PMMA, and 0.07988 cm²/g for a blend of 5% PS + 5% PMMA. The findings indicate that the results obtained using the XCOM and GAMOS methods are consistent, demonstrating the compatibility of these methods in evaluating the radiation interactions of PVC-based polymer blends.

Keywords : Gamma Radiation Mass Attenuation Coefficient, Polymer Blends, GAMOS, XCOM

PVC BAZLI POLİMER BLENDLERİN GAMA IŞINI KÜTLE ATENÜASYON KATSAYILARININ XCOM VE GAMOS SİMÜLASYONUNDA İNCELENMESİ

Arş. Gör. UMUTCAN ŞAHİN

İzmir Ekonomi Üniversitesi, umutcan.sahin@ieu.edu.tr - 0009-0009-3031-8160

Doç. Dr. BUKET CANBAZ ÖZTÜRK

Ege Üniversitesi, buket.canbaz.ozturk@ege.edu.tr - 0000-0001-5761-5901

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, seçilen PVC bazlı polimer blendlerin gama atenüasyon katsayılarını XCOM hesaplama veri tabanı ve GAMOS simülasyon paketi kullanılarak elde edilen radyasyon etkileşim parametrelerinin sonuçlarının karşılaştırılmasını yaparak incelemektir. PVC bazlı polimer blendler çeşitli yüzdelere Stiren-bütadien kauçuk (SBR), Polistiren (PS) ve Polimetil Metakrilat (PMMA) karıştırılarak en yüksek gama atenüasyon katsayısına sahip polimer blendin tespiti amaçlanmıştır. Belirlenen bileşimlere göre, XCOM programı kullanılarak fotoelektrik etki, compton saçılması ve çift üretimi için gerekli enerji aralığı ve daha yüksek enerji miktarları baz alınarak 0.01–5 MeV enerji aralığında teorik foton–madde etkileşim kesitleri hesaplanmıştır. Aynı blendler, GAMOS simülasyon ortamında modellenerek aynı enerji aralığında dinamik etkileşimler simüle edilmiştir. Elde edilen veriler, yüzde (%) farkları karşılaştırılmış ve simülasyon parametreleri ile model varsayımlarının etkileri ve ilgili blendlerin gama kütle atenüasyon katsayıları incelenmiştir. Hesaplamalar sonucunda, XCOM ve GAMOS yöntemlerinin sonuçları arasında yüksek oranda uyum gözlemlenmiştir. GAMOS simülasyonunun atenüasyon katsayısı değerleri, XCOM hesaplamalarından $\pm\%3$ oranında farklılık göstermiştir. Bu farklar, enerji paketleme yöntemleri, modelleme varsayımları ve simülasyon parametrelerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ağırlıkça %90 PVC bazlı blendlerin GAMOS'ta 662 keV için elde edilen kütle atenüasyon katsayısı sonuçları şu şekildedir: %10 PS ile $0.07974 \text{ cm}^2/\text{g}$, %10 SBR ile $0.07946 \text{ cm}^2/\text{g}$, %10 PMMA ile $0.07989 \text{ cm}^2/\text{g}$, %5PS+%5PMMA ile $0.07988 \text{ cm}^2/\text{g}$. Elde edilen bulgular, XCOM ve GAMOS yöntemleriyle elde edilen sonuçların tutarlı olduğunu, PVC bazlı polimer blendlerinin radyasyon etkileşimlerinin değerlendirilmesinde yöntemlerin uyumlu olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Gama Radyasyonu Kütle Atenüasyon Katsayısı, Polimer Blendler, GAMOS, XCOM