



Monte Carlo Simulasyonu Kullanılarak Fotonların Su ve Yapay Beden Sıvısında Etkileşim Tesir Kesitleri ve Kütle Soğurma Katsayılarının Hesaplanması

Tahir ÇAKIR¹ Ali ARASOĞLU² Maruf NART¹ Taylan TUĞRUL¹

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi A.D-Van

²Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Nükleer Fizik A.D-Van

Y.Doç.Dr.Tahir ÇAKIR

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi A.D

Amaç

- Radyoterapide dozimetrik ölçümler, su doku eşdeğeri kabul edilerek, radyasyonun su ortamındaki absorpsiyon karakteristikleri baz alınarak yapılmaktadır.
- Ancak insan vücudu sadece sudan oluşmamaktadır. Vücuttaki dokular, su (%60-70), mineraller, kollajenler, ligamentler, kan elemanları ve serebrospinal sıvı gibi birçok bileşenden meydana gelmektedir.
- Ayrıca bu dokuların kimyasal bileşimlerinde farklı atom numaralı elementler mevcuttur. Bu nedenle suyun, doz absorpsiyonu açısından tam olarak doku eşdeğeri olarak kabul edilebilmesi için su ve vücut doku sıvısı ortamlarında radyasyonun tüm fiziksel karakteristikleri aynı davranışı göstermelidir.

- Fotonun ortama enerji transfer edebilme kabiliyeti;
- ortamın soğurma katsayısı, ortamı oluşturan atomik bileşenlerinin atom sayısı, ortamın fiziksel yoğunluğu ve molekülün gram başına düşen elektron sayısına bağlı olarak değişir.
- Bu nedenle bu çalışmada su ve kimyasal bileşimi önceden belirlenen yapay beden sıvısı (YBS) ortamları için etkileşim tesir kesitleri ve kütle soğurma katsayılarının karşılaştırılması amaç edinilmiştir.

Materyal ve Metod:

- Bu çalışmada geniş bir enerji aralığında (200 eV-1GeV) kimyasal bileşimi tanımlanan materyallerde radyasyon doz dağılımını, elektron ve foton taşınım olaylarını analiz edebilen **Penelope V.06 Monte Carlo kod programı** kullanılarak; su ve YBS ortamlarının tüm kimyasal bileşenleri ve fiziksel parametrelerinin simülasyonu yapıldı.

Çizelge 1. İnsan Plazmasıyla Eşdeğer YBS için kullanılan kimyasallar ve miktarları (Taş ve Pasinli).

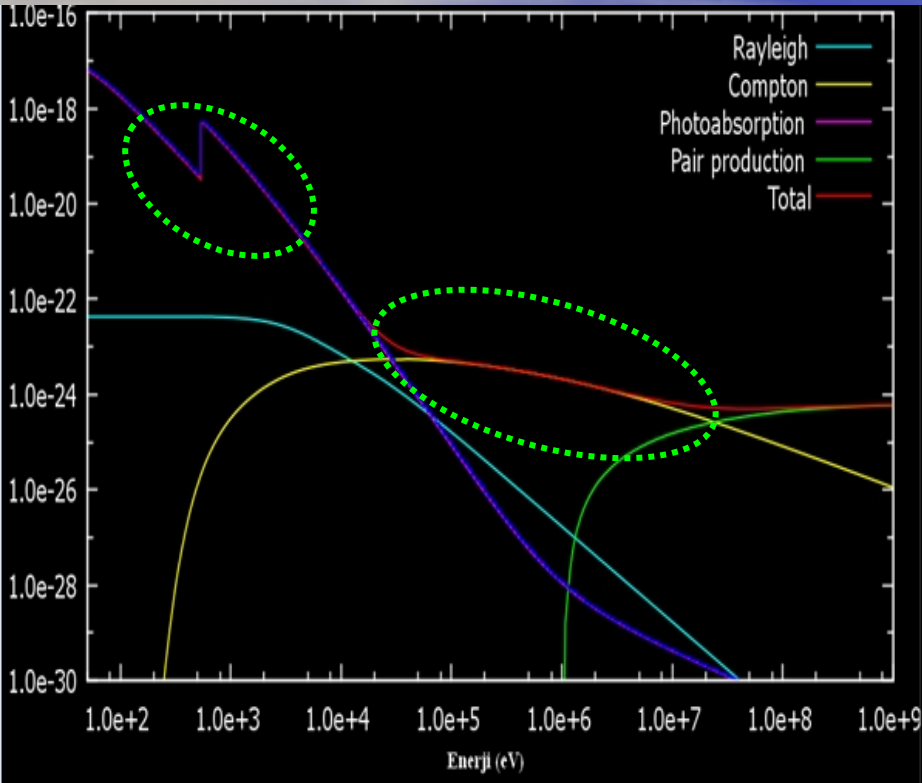
No	Kimyasal Madde	g/L
1	<u>NaCl</u>	6.547
2	NaHCO ₃	2.268
3	<u>KCl</u>	0.373
4	Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	0.178
5	MgCl ₂ .6 H ₂ O	0.305
6	CaCl ₂ .2H ₂ O	0.368
7	Na ₂ SO ₄	0.071
8	(CH ₂ OH) ₃ CNH ₂	6.057

Teknolojik Araştırmalar: BTED 2010 (1) 41-51
Kullanılan kimyasallar NaCl(sodyum klorür), NaHCO₃(sodyum hidrokarbonat), KCl (potasyum klorür), Na₂HPO₄.2H₂O(disodyumhidrojenfosfat), MgCl₂.6H₂O (magnezyum klorür), Na₂SO₄(sodyum sülfat), (CH₂OH)₃CNH₂ (hidroksimetilaminometan), CaCl₂.2H₂O(kalsiyum klorür) ve HCl(hidrojen klorür) dir.

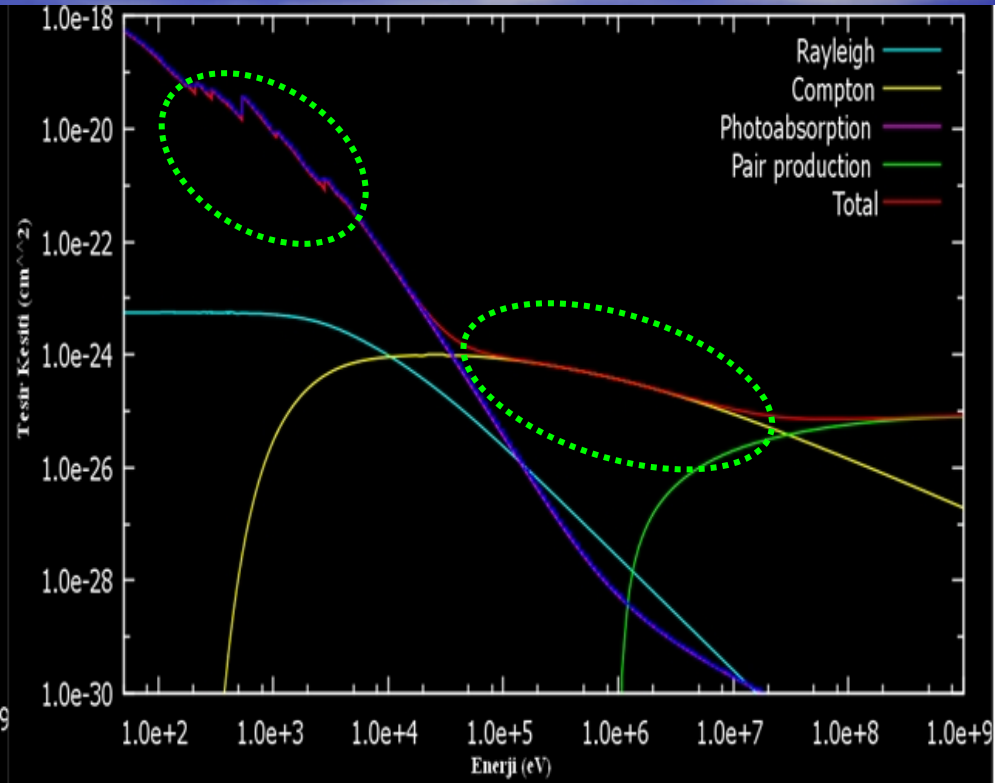
Çizelge 2. Penelope V.06 kod simülasyon programının çalıştırılmasıyla girilen absorblayıcı materyaller ve hesaplatılan fiziksel parametreler.

Materyal	Kütle Yoğunluğu (g/cm ³)	Ortalama Uyarılma Enerjisi (eV)	Moleküldeki Atomlar	Atom/Molekül Oranı
Su	1.00000000E+00	7.50000000E+01	¹ H ⁸ O	2.000000E+00 1.000000E+00
YBS	1.07500000E+00	4.06403406E+01	¹¹ Na ¹⁷ Cl ¹ H ⁶ C ⁸ O ⁹ K ¹⁵ P ¹² Mg ²⁰ Ca ¹⁶ S ⁷ N	8.220157E-03 5.330472E-03 1.000000E+00 1.311167E-02 4.724826E-02 8.055878E-04 1.016881E-03 1.295901E-03 7.858893E-04 9.822514E-04 2.248652E-03

Bulgular



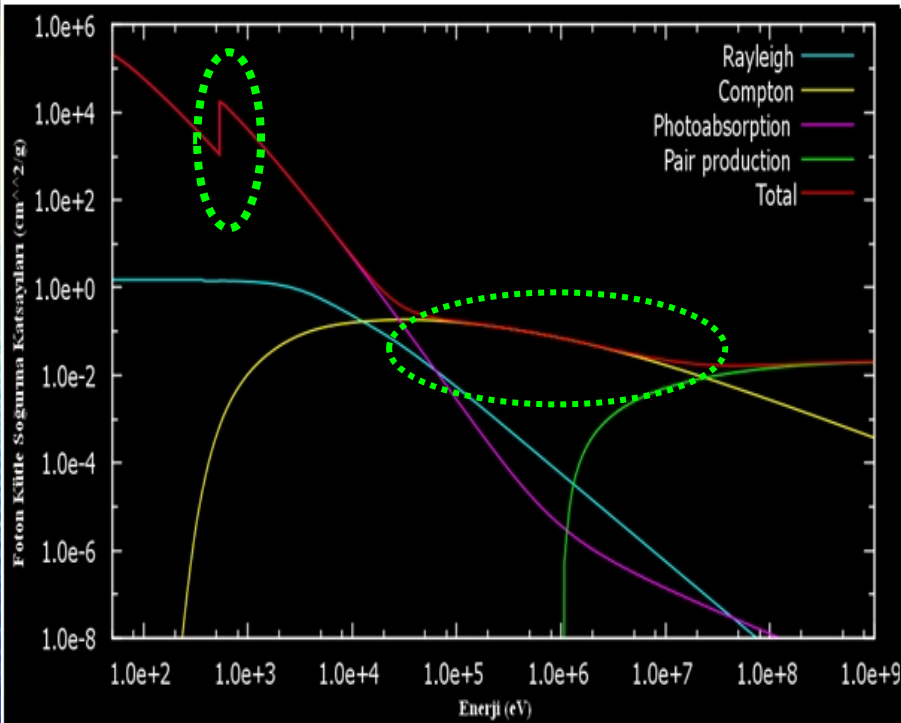
Şekil 1a. Su ile etkileşim tesir kesitleri.



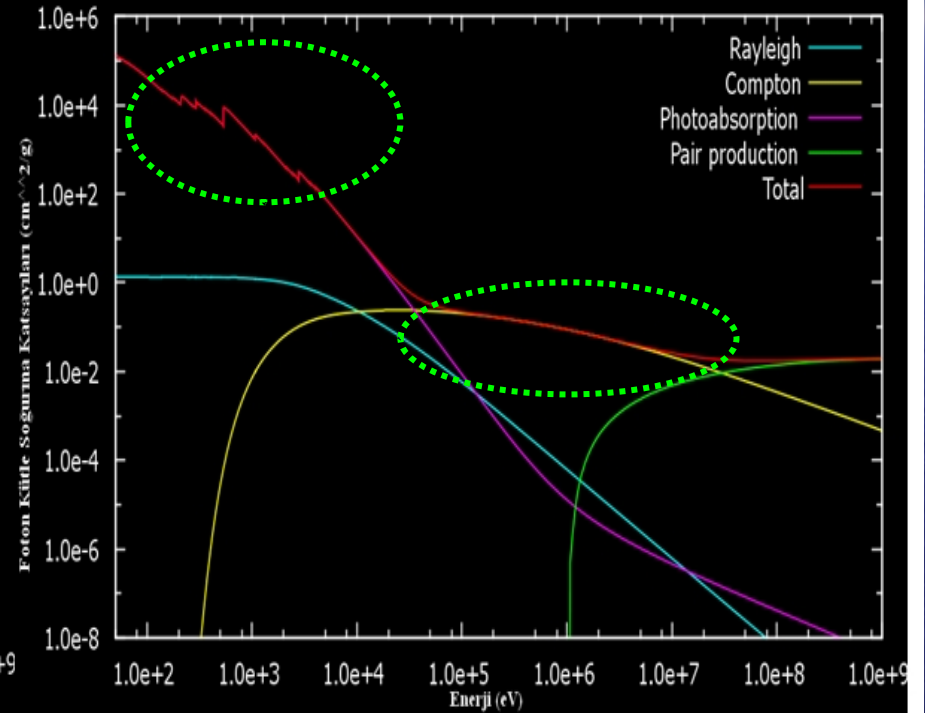
Şekil 1b. YBS ile etkileşim tesir kesitleri.

Çizelge 3. Su ve YBS'deki etkileşimler için tesir kesitleri karşılaştırılması.

Etkileşim Türü	Su Tesir Kesiti (cm²)	YBS Tesir Kesiti (cm²)
<u>Rayleigh</u>	<u>1.081x10⁻²⁷</u>	1.639x10 ⁻²⁸
<u>Compton</u>	<u>1.887x10⁻²⁴</u>	3.267x10 ⁻²⁵
Fotoelektrik	<u>7.063x10⁻²⁹</u>	3.421x10 ⁻²⁹
Çift Oluşum	<u>5.051x10⁻²⁸</u>	6.581x10 ⁻²⁹



Şekil 2a. Su ile etkileşim kütle soğurma katsayıları.



Şekil 2b. YBS ile etkileşim kütle soğurma katsayıları.

Çizelge 4. Su ve YBS'nin etkileşimler için kütle soğurma katsayıları karşılaştırılması.

Etkileşim Türü	Su (cm ² /g)	YBS (cm ² /g)
<u>Rayleigh</u>	<u>3.613x10⁻⁵</u>	3.967x10 ⁻⁵
<u>Compton</u>	<u>6.310x10⁻²</u>	7.908x10 ⁻²
Fotoelektrik	<u>2.361x10⁻⁶</u>	8.279x10 ⁻⁶
Çift Oluşum	<u>1.688x10⁻⁵</u>	1.592x10 ⁻⁵

- Sonuç olarak fotonun su ortamındaki doz absorpsiyon karakteristikleri (Etkileşim Tesir Kesiti ve Kütle Soğurma Katsayıları) YBS ortamıyla aynı olmadığı gözlemlenmiştir.
- Su fantomuyla su ve YBS ortamlarında yapılan dozimetrik çalışmamızda da doz absorpsiyon farklılıkları görülmüştür. (*Int. Journ. Radiat. Res.*, 2012; 10(3-4): 157-164 "The Comparison of Absorbed Dose Measurements for Water and Artificial Body Fluid")

- Radyoterapi uygulamaları için su ile kıyaslandığında, dokuya daha eşdeğer yapıda olan yapay beden sıvısı ortamı içerisinde dozimetrik çalışmaların yapılabilirliğinin sorgulanması gerektiği kanısındayız.

• TEŞEKKÜR EDERİM!!!!

